



**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Elaboración de un plan para la mejora del control de pérdidas  
de energía eléctrica del área comercial de la empresa Enosa  
unidad de negocios (U.U.N.N) – Chulucanas**

PRESENTADO POR:

**Bardalez Chira, Richard**

ASESOR:

**Egberto Gutiérrez Atoche**

Lambayeque - Perú

2019

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso, nuestro creador,  
quien día a día nos bendice, y nos  
protege con su inmenso amor.

A cada una de las personas que  
desinteresadamente aportaron en la  
investigación, por sus meritorios aportes y  
contribuciones. Agradecido infinitamente.

A Enosa Chulucanas por participar en  
este estudio, dedicándonos su valioso  
tiempo, buscando siempre mejorar en  
nuestra profesión.

A Lic. Egberto Gutierrez Atoche, mi  
asesor, por su acertada orientación  
durante toda la investigación.

***RICHARD.***

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

<b>CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Ubicación política .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA TESIS .....	5
1.5. OBJETIVOS DE LA TESIS.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos. ....	6
 <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	 <b>7</b>
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS.....	7
2.1.1. Contexto Internacional.....	7
2.1.2. Contexto Nacional. ....	8
2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA.....	9
2.2.1. Los sistemas de distribución eléctrica .....	11
2.2.2 Características de los sistemas de distribución.....	12

2.2.3	Clasificación de los sistemas de distribución.....	13
2.2.4	Componentes de los sistemas de distribución.....	14
2.2.5	Clasificación de las cargas.....	15
2.3.	Influencias y consecuencias de las pérdidas de energía eléctrica.....	17
2.3.1.	En la gestión técnica – económica de la empresa.....	18
2.3.2.	En el orden social .....	20
2.3.3.	En el orden de la ética y la moral.....	20
2.3.4.	En los aspectos de seguridad.....	21
2.4.	Pérdidas Eléctricas.....	21
2.5.	Clasificación de las pérdidas eléctricas .....	22
2.5.1.	Pérdidas Técnicas .....	24
2.5.1.1	Clasificación de las Pérdidas Técnicas.....	25
2.5.1.2	Pérdidas en vacío.....	25
2.5.1.3	Pérdidas en carga.....	26
2.5.1.4	Determinación de las Pérdidas Técnicas.....	27
	2.5.1.4.1. Pérdidas en los transformadores de distribución .....	28
	2.5.1.4.2. Pérdidas en los circuitos secundarios.....	28
	2.5.1.4.3. Pérdidas en las acometidas .....	29
2.5.2.	Pérdidas No Técnicas .....	29
	2.5.2.1. Pérdidas Comerciales .....	30
	2.5.2.2. Naturaleza y Origen de las Pérdidas Comerciales.....	31

2.5.2.3. Clasificación de las Pérdidas Comerciales .....	33
2.5.2.3.1. Pérdidas por Descalibración de los equipos de medición .....	34
a) Pérdidas por Error en los Equipos de Medición.....	34
b) Pérdidas por Fraude en los Equipos de Medición.....	34
• Borneras Puenteadas .....	35
• Desconexión de bobinas internas.....	35
• El fraude legal.....	35
2.5.2.3.2 Pérdidas por Robo o Hurto.....	36
a) Pérdidas por Conexiones Clandestinas.....	37
b) Pérdidas por Conexiones Ilegales.....	37
2.5.2.3.3. Pérdidas por Administración.....	38
2.5.2.3.4. Pérdidas no Identificadas .....	39
2.5.3. Las Pérdidas Sociales.....	40
2.5.4. Desviación de Energía .....	40
2.5.4.1.Tipos de fraude .....	40
2.6. Definición de términos:.....	42
2.6.1 Pérdidas de Potencia.....	42
2.6.2 Pérdidas de Energía .....	42
2.6.3 Pérdidas Totales de Energía. ....	42
2.6.4 Pérdidas Técnicas de Energía.....	42
2.6.5 Pérdidas no Técnicas de Energía.....	42

2.6.6 Diagrama Unifilar.....	42
2.7. ENOSA .....	43
2.7.1. Reseña histórica .....	43
2.7.2. ENOSA Piura .....	46
2.7.2.1. Visión .....	46
2.7.2.2. Misión .....	46
2.7.2.3. Política del sistema integrado de gestión .....	47
2.7.2.4. Valores .....	48
2.7.2.5. Principios para la acción.....	48
2.7.2.6. Giro del negocio.....	48
2.8. Ranking de Pérdidas en Distribución del Perú.....	49
 <b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>54</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	54
3.2. Población y muestra.....	54
3.5. Métodos y técnicas de investigación .....	55
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados .....	55
3.7. Análisis estadístico e interpretación de datos.....	55
 <b>CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>56</b>
4.1. Propuesta de investigación .....	56
4.1.1. Beneficios en la reducción de pérdidas comerciales.....	59
4.1.2. Plan para reducir las pérdidas comerciales .....	60
4.1.2.1. Plan de reducción de pérdidas a corto plazo.....	61
• Reducción de pérdidas administrativas .....	61

4.1.2.2.	Plan de reducción de pérdidas a mediano plazo .....	62
•	Reducción de pérdidas por conexiones ilegales, fraude y conexiones clandestinas en las zonas urbanas. ....	62
4.1.2.3.	Plan de reducción de pérdidas a largo plazo.....	64
•	Reducción de pérdidas por conexiones ilegales.....	64
4.1.3.	Prioridades para la ejecución del plan.....	67
4.2.	El plan para la mejora del control de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (U.U.N.N) – sucursales Chulucanas .....	68
4.2.1.	Antecedentes .....	68
4.2.2.	Previsiones de accidentes – seguridad en el trabajo.....	69
4.2.3.	Descripción de actividades: .....	69
4.2.3.1.	Verificación y saneamiento de los sistemas de medición de las SET:.....	69
4.2.3.2	Verificación y saneamiento de los sistemas de medición en alimentadores de MT: .....	70
4.2.3.3	Verificación y saneamiento del sistema de medición a clientes mayores.....	70
4.2.3.4.	Verificación de los sistemas de medición de SED’S (totalizadores) y alumbrado público. ....	71
4.2.3.5.	Mantenimiento del sistema de medición de alumbrado público.....	72
<b>CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>		<b>74</b>
5.1	Balance energético.....	74
5.1.1.	Energía disponible .....	76
5.1.2.	Energía facturada .....	76
5.1.3.	Energía perdida .....	77

**CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....80**

6.1. CONCLUSIONES ..... 80

6.2. RECOMENDACIONES..... 80

**REFERECIAS BIBLIOGRAFICAS .....82**

**ANEXOS .....84**



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIPO DE CARGAS .....	16
TABLA 2: CLASES DE USUARIOS.....	16
TABLA 3: RESUMEN DE PÉRDIDAS ELÉCTRICAS.....	24
TABLA 4: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 1993. ....	49
TABLA 5: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2000....	50
TABLA 6: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2005. ....	51
TABLA 7: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2012. ....	52
TABLA 8: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2014. ....	53
TABLA 9: ENERGÍA DISPONIBLE- U.U.N.N. CHULUCANAS- ENERO A MAYO 2019.....	76
TABLA 10: ENERGÍA FACTURADA - U.U.N.N. CHULUCANAS- ENERO A MAYO 2019.....	77
TABLA 11: PÉRDIDA DE ENERGÍA - U.U.N.N. CHULUCANAS- ENERO A MAYO 2019.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	11
FIGURA 2: DIAGRAMA UNIFILAR EN MEDIA TENSIÓN (MT)... ..	13
FIGURA 3: DIAGRAMA DE UN SISTEMA TÍPICO DE DISTRIBUCIÓN.....	15
FIGURA 4: INFLUENCIAS Y CONSECUENCIAS... ..	17
FIGURA 5: PÉRDIDAS ELÉCTRICAS.....	22
FIGURA 6: PÉRDIDAS VS DEMANDA .....	27
FIGURA 7: DESVIACIÓN DE ENERGÍA.....	41
FIGURA 8: FLUJO DE PROCESO DEL PLAN.....	57
FIGURA 9: CONEXIONES ILEGALES.....	65
FIGURA 10: ACOMETIDAS ILEGALES.....	65
FIGURA 11: EVOLUCIÓN DE PÉRDIDAS POR ALIMENTADOR- U.U.N.N. SUCURSALES CHULUCANAS- ENERO 2018 A ENERO 2019....	79

## **RESUMEN**

A nivel mundial, el hurto de energía está generando grandes cantidades de pérdidas en las empresas que se encargan de distribuir y comercializar energía eléctrica, lo cual representa una disminución en ingresos por consumos que no son facturados, un aumento en sus gastos por la adquisición de transporte y energía, una disminución en la disponibilidad de la capacidad instalada y del tiempo de vida útil de equipos. Teniendo este antecedente, la presente investigación cuantitativa, permitió conocer las pérdidas eléctricas del área comercial de la empresa ENOSA (U.U.N.N.) sucursales-Chulucanas, en mayo de 2019. Con el objetivo de establecer un plan para el control y disminución de pérdidas de energía eléctrica de dicha empresa. La información se obtuvo con criterios que permitieron realizar un análisis de las pérdidas eléctricas, clasificándose en: Pérdidas Técnicas y Pérdidas no Técnicas. Obteniéndose una base de datos, aplicando estadística descriptiva. Develándose que existe una pérdida de energía eléctrica en el transcurso de los años. Para este año 2019 desde enero a mayo se obtuvo un promedio de 9.38% de pérdidas de la misma.

Palabras claves: Pérdidas de energía eléctrica, Pérdidas Técnicas y Pérdidas no Técnicas, Plan.

## **ABSTRACT**

In the international sphere, the theft of energy generates millions of losses to the distribution and commercialization companies of electric energy, representing among others a reduction of their income due to the non-invoiced consumption, an increase of their expenses for the purchase of energy and transportation, a reduction of the availability of its installed capacity and the life of its equipment. Having this background, this quantitative investigation, allowed to know the electrical losses of the commercial area of the company ENOSA (UUNN) branches-Chulucanas, in May 2019. With the aim of establishing a plan for the control and reduction of losses of electrical energy of said company. The information was obtained with criteria that allowed an analysis of the electrical losses, being classified as: Technical Losses and Non-Technical Losses. A database was obtained, applying descriptive statistics. Unveiling that there is a loss of electrical energy over the years. For this year 2019 from January to May an average of 9.38% of losses were obtained. A plan is proposed for the reduction of electric power losses.

**Keywords:** Electricity losses, Technical losses and Non-technical losses, Plan.

## INTRODUCCIÓN

A nivel global, el hurto de energía eléctrica resulta en pérdidas monetarias millonarias para las empresas encargadas de distribuir y comercializar electricidad. Esto representa, entre otras cosas, menores ingresos por consumos no facturados y mayores costos por compra y transporte de energía, disminución de la disponibilidad de rendimiento de los instalados y acorta la vida útil de los equipos. Este aumento de costes para las empresas distribuidoras y comercializadoras se repercute generalmente en los usuarios, lo que se refleja en el mayor valor de las facturas eléctricas. [Ref. 1].

La existencia de organismos internacionales como la International Utility Revenue Protection Association (IURPA) es un evidente ejemplo de la actitud positiva que deben adoptar y mantener las empresas de servicios públicos en relación a la gestión y reducción de pérdidas de energía. En varias partes del mundo, el hurto de energía no sólo es punible, sino que se considera un delito e incluso un problema de seguridad pública; de tal manera que, cuando se descubre un caso de robo de energía, es necesario realizar investigaciones adecuadas, represente un riesgo real que podría resultar en daños a la propiedad privada, lesiones personales o incluso la muerte [Ref. 1].

El suministro de electricidad es un servicio público importante para el

funcionamiento de los procesos industriales y el consumo sostenido de los usuarios privados. Como tal, representa una fuente de energía que crea prosperidad al impulsar la actividad económica, permitir el comercio internacional, mantener el funcionamiento adecuado de los mercados y permitir que los ciudadanos disfruten de un alto nivel de vida. El funcionamiento de la economía global es imposible sin electricidad. Por lo tanto, debido a su importancia, el sector eléctrico está sujeto a la intervención pública en diferentes grados en todo el mundo, a través de empresas públicas y regulaciones estatales que controlan las actividades de las empresas privadas y aplican mecanismos de mercado.

## **CAPÍTULO I**

### **1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Realidad Problemática**

A nivel global, el hurto de energía eléctrica resulta en pérdidas monetarias millonarias para las empresas encargadas de distribuir y comercializar electricidad. Esto representa, entre otras cosas, menores ingresos por consumos no facturados y mayores costos por compra y transporte de energía, disminución de la disponibilidad de rendimiento de los instalados y acorta la vida útil de los equipos [Ref.1].

Este aumento de costes para las empresas distribuidoras y comercializadoras se repercute generalmente en los usuarios, lo que se refleja en el mayor valor de las facturas eléctricas [Ref.1].

En la actualidad, hay entidades internacionales que colaboran con las compañías eléctricas para abordar las pérdidas de energía a nivel global y controlar a los usuarios de alto consumo que violan las regulaciones [Ref.2].

La existencia de organismos internacionales como la International Utility Revenue Protection Association (IURPA) es un evidente ejemplo de la actitud

positiva que deben adoptar y mantener las empresas de servicios públicos en relación a la gestión y reducción de pérdidas de energía [Ref.1].

En varias partes del mundo, el hurto de energía no sólo es punible, sino que se considera un delito e incluso un problema de seguridad pública; de tal manera que, cuando se descubre un caso de robo de energía, es necesario realizar investigaciones adecuadas, represente un riesgo real que podría resultar en daños a la propiedad privada, lesiones personales o incluso la muerte [Ref.1].

Las compañías encargadas de distribuir energía eléctrica cuentan con una infraestructura física para llevar la electricidad a sus clientes. A lo largo del recorrido de la electricidad, se produce una dispersión de energía en los conductores y dispositivos del sistema de distribución [Ref.3].

La liberación de energía se transforma en calor, lo cual provoca que, al ingresar al sistema, es mayor que la energía en el punto de transferencia al cliente final donde se mide y factura el consumo de energía [Ref.3].

La discrepancia con la proporción de energía que se introduce al sistema y aquella que es cobrada a los clientes se define como pérdidas totales, y se divide en dos categorías: pérdidas técnicas y pérdidas no técnicas [Ref.3].

Las pérdidas en los sistemas de distribución se generan por diversas ineficiencias que se van sumando con el tiempo, evidenciando fallas en la



aplicación de criterios desde la fase de conceptualización y diseño hasta la operación del sistema [Ref.2].

La falta de control de ingeniería permite que los sistemas evolucionen para generar mayores pérdidas de energía debido a la ausencia de procedimientos y herramientas efectivas para manejarlas. Las tasas de pérdidas son un indicador de desempeño para las empresas distribuidoras y, por lo tanto, son una medida de progreso para las comunidades que atienden. [Ref.2].

Con la finalidad de minimizar las pérdidas de energía y controlar su consumo, es crucial mejorar y fortalecer el control y la supervisión a los clientes y a los equipos de medición que se utilizan. Con el objetivo de lograr esto, es importante mantener equipos capacitados, comprometidos y autorizados con la empresa, a fin de recuperar y controlar la energía eléctrica que se registra de manera incorrecta, se factura incorrectamente o se utiliza de manera ilegal por diferentes sectores [Ref.1].

En nuestro país, las empresas distribuidoras de energía enfrentan una situación similar, ya que se les exige mejorar constantemente su rendimiento operativo y reducir sus costos. Una de las actividades más importantes que debe ser abordada con prioridad es la gestión de reducir las pérdidas de energía eléctrica.

El principal objetivo de cualquier empresa distribuidora de energía es generar ganancias. Sin embargo, si las pérdidas de energía superan un nivel

razonable, esto debería ser una preocupación para la entidad. Cada empresa posee balances estadísticos que les permiten conocer la magnitud de las pérdidas, que resultan de la diferencia de la energía disponible y de la energía facturada [Ref.2].

Los ejecutivos e ingenieros que trabajan en las empresas distribuidoras de energía en el país deben tomar en cuenta la preocupación que representa la gestión de las pérdidas de energía. Por lo tanto, se deben realizar estudios y proyectos específicos sobre el tema para abordar adecuadamente este problema [Ref.2].

ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, es una empresa que brinda el servicio público de electricidad ubicada en el distrito de Chulucanas y tiene la función de comercializar y distribuir energía eléctrica en la región de Piura, con el fin de cooperar con el desarrollo de la zona. Sin embargo, debido a la falta de un buen sistema de control de pérdidas de energía eléctrica, la empresa está enfrentando una pérdida económica significativa.

Se ha observado en el transcurso del tiempo que la Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, han mantenido indicadores de pérdidas de energía establecidos por OSINERGMIN.

Para ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, es un desafío importante mejorar el control de las pérdidas de energía, ya que esto garantizará el suministro continuo de electricidad en el futuro cercano.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál es el plan para mejorar el control de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas?

## **1.3 Delimitación de la Investigación**

### **1.3.1. Ubicación Política.**

El presente estudio fue realizado en ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, ubicado en Chulucanas (Distrito de Piura).

### **Creación Política:**

Chulucanas es un distrito que pertenece a Morropón (Provincia de Piura), situado en Piura, en el Norte Peruano. (Anexo 1 y 2).

La ciudad de Chulucanas fue fundada el 27 de junio de 1937 establecida en la ley N° 8174, fue suscrita por el presidente de ese entonces, el General Oscar R. Benavides. Durante este período, el alcalde de Chulucanas fue Donatilo Arellano Gómez.

Según esta normativa, la provincia de Morropón se estableció con fecha 31 de enero de 1936, siendo Chulucanas su capital.

DATOS	INFORMACIÓN
Superficie Territorial	1,780 km
Ubicación Geográfica	Latitud: 5°05'33" S
	Longitud: 80°09'44" O
Límites	Norte: Dist. Frias (Ayabaca) Tambogrande (Piura)
	Sur: Dist. Santo Domingo y Morropón (Morropón)
	Este: Dist. Buenos Aires, La Matanza y Salitral (Morropón)
	Oeste: Dist. Piura, Catacaos y Castilla (Piura)
Clima	Seco y saludable. Lluvias de Diciembre a Marzo.
Temperatura	Máxima: 38°C Mínima: 18°C
Humedad Estacional	17 y 18 %
Altitud	92 m.s.n.m.
Distancia	Piura a Chulucanas 45 minutos aproximadamente

Figura. Datos e información de distrito de Chulucanas.

Fuente: Anexo 1 y 2

#### 1.4 Justificación e importancia de la tesis.

Los índices elevados de pérdidas de energía del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, que en los primeros meses alcanzo en promedio un 9.38%, Esta situación requiere la atención inmediata de la empresa para mejorar su capacidad de gestión y resolver este problema.

El área comercial de la empresa ENOSA Piura, en conjunto con ENOSA

Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, son los responsables de planificar, ejecutar y controlar el desarrollo de las actividades que conlleven a reducir los niveles de pérdidas de energía eléctrica y cumplirlas.

Es así que se propone un plan para la mejora del control de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, buscando evitar de esta manera el consumo irregular de energía eléctrica.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Establecer un plan para el control y disminución de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar las pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, correspondiente a los meses de enero a mayo del 2019.
- Desarrollar un plan de control para la reducción de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del Problema**

#### **2.1.1. Contexto Internacional**

Intriago. L y col (2004. Ecuador), realizaron un trabajo de investigación titulado: “Plan Estratégico para la Reducción de Pérdidas Comerciales en la Empresa Eléctrica Distribuidora Regional Manabi (Emelmanabi. S.A.)”, con el objetivo de analizar la situación actual de sus pérdidas técnicas y sus pérdidas comerciales de “Manabí” y determinar sus causas primordiales, los resultados obtenidos son que, la Empresa eléctrica tiene un porcentaje alto de pérdidas totales llegando al 34%, principalmente atribuidas al área comercial y estimadas en un rango del 20% al 23% [Ref. 11].

Se puede lograr una reducción significativa en las pérdidas comerciales al mejorar los sistemas de lectura, implementando capacitaciones a los trabajadores, implementado mejoras en los sistemas de facturación a través de la inversión en softwares, controlando de manera sistemática los equipos de medición de energía en las conexiones directas y prácticas fraudulentas relacionadas con el consumo eléctrico. [Ref. 11].

### **2.1.2. Contexto Nacional**

Apaza, M. (2017), realizó un trabajo de investigación en la Concesión ELÉCTRICA DE ELECTROPUNO S.A.A. Puno – Perú, titulado “Estudio De Control Y Disminución De Pérdidas Dentro Del Servicio Eléctrico Puno Alimentador 101 - Concesión Eléctrica De ElectroPuno S.A.A”, con el objetivo de buscar establecer criterios para plantear alternativas que permitan controlar y disminuir las pérdidas de energía eléctrica del alimentador en mención [Ref.2]. La ejecución de planes que reduzcan las pérdidas de energía puede generar diversos beneficios significativos a la empresa y a sus clientes. [Ref.2].

Y se llegó a la conclusión Se pudo realizar un análisis con el objetivo de establecer un plan de control, lo cual permitió generar índices de pérdidas y diagnóstico en las pérdidas técnicas de cada elemento de la red eléctrica. Como resultado de este análisis, se plantearon planes de control y reducción, como se muestra en el estudio presentado. [Ref.2].

Jimenez, S. (2005), realizó un trabajo de investigación titulado “Metodología para la Estimación De Pérdidas Técnicas En Una Red De Distribución De Energía Eléctrica”. El propósito de esta tesis fue proponer nuevas metodologías que permitan desarrollar una mejora de exactitud con el cálculo de las pérdidas técnicas en la red distribuidora, mediante el análisis del flujo de carga en las tensiones baja, media y alta, que conforman la estructura

de una distribuidora de energía eléctrica [Ref.3].

Los valores obtenidos mediante la metodología propuesta, se alinean con los hallazgos obtenidos en las investigaciones previamente hechas por la empresa distribuidora que se analizaron. [Ref.3].

Basado en los resultados se llegó a la conclusión que “Analizando el sistema real de distribución encontraremos variables que modifican el estado de carga del sistema en todo momento (desbalance de fases, armónicos, máxímetros, etc.) muchos de estos disturbios fueron corregidos con factores que multiplican al resultado final del cálculo de pérdidas, y así incluir dichos efectos en el resultado final. El ejecutar los planes de reducción de pérdidas de energía conlleva a que la empresa y sus clientes obtengan una serie de beneficios [Ref.3].

## **2.2. Desarrollo de la temática:**

El permanente desarrollo industrial, la prácticamente indetenible demanda cada vez mayor por parte de la población por el uso de nuevas tecnologías para acceder a nuevos servicios y comodidades y una preocupante cultura de despilfarro de la energía eléctrica, ha traído como consecuencia un considerable incremento en el consumo de dicha energía, lo que ha conllevado a que no sean pocos los países que actualmente estén en el límite de su capacidad de generación o simplemente ya la hayan superado [Ref.4].



El sistema de suministro de energía eléctrica está conformado por una serie de elementos que se encuentran organizados y relacionados entre sí; de tal forma que, cualquier cambio en alguno de sus elementos, afectará al conjunto de todos ellos [Ref.1].

De tal modo, “el suministro de energía eléctrica a los hogares, industria y comercio es el resultado de un proceso de producción, transporte y venta del que hacen parte diferentes actores. La producción de la energía es labor de las empresas de generación, y su función es tomar recursos como agua, carbón, gas, energía solar, etc., para convertirlos en energía eléctrica” [Ref.5].

Para llevar la energía producida hasta los diferentes puntos de consumo se utilizan grandes y largas autopistas que conforman la red de transmisión, de la que posteriormente se derivan ramales más pequeños, similares a calles, que componen la red de distribución [Ref.5].

Y allí es donde se transforma la energía a los niveles adecuados para la comercialización o venta de la energía necesaria para el uso de los aparatos electrodomésticos, maquinarias de producción industrial o simplemente iluminación. Como en toda cadena de transporte de un bien, se pueden presentar pérdidas desde el punto de producción hasta la entrega a los usuarios finales [Ref.5].

En lo fundamental, el precitado sistema eléctrico es un proceso físico que relaciona las señales de entrada, estímulo o excitación, con las salidas o

respuestas, siendo importante para poder entender el funcionamiento del mismo, conocer los elementos que lo conforman y las relaciones, directas o indirectas, que existen entre dichos elementos [Ref.1].

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura 1, el sistema de suministro de energía eléctrica está constituido por varias etapas funcionales; a saber: generación, transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica [Ref.1].

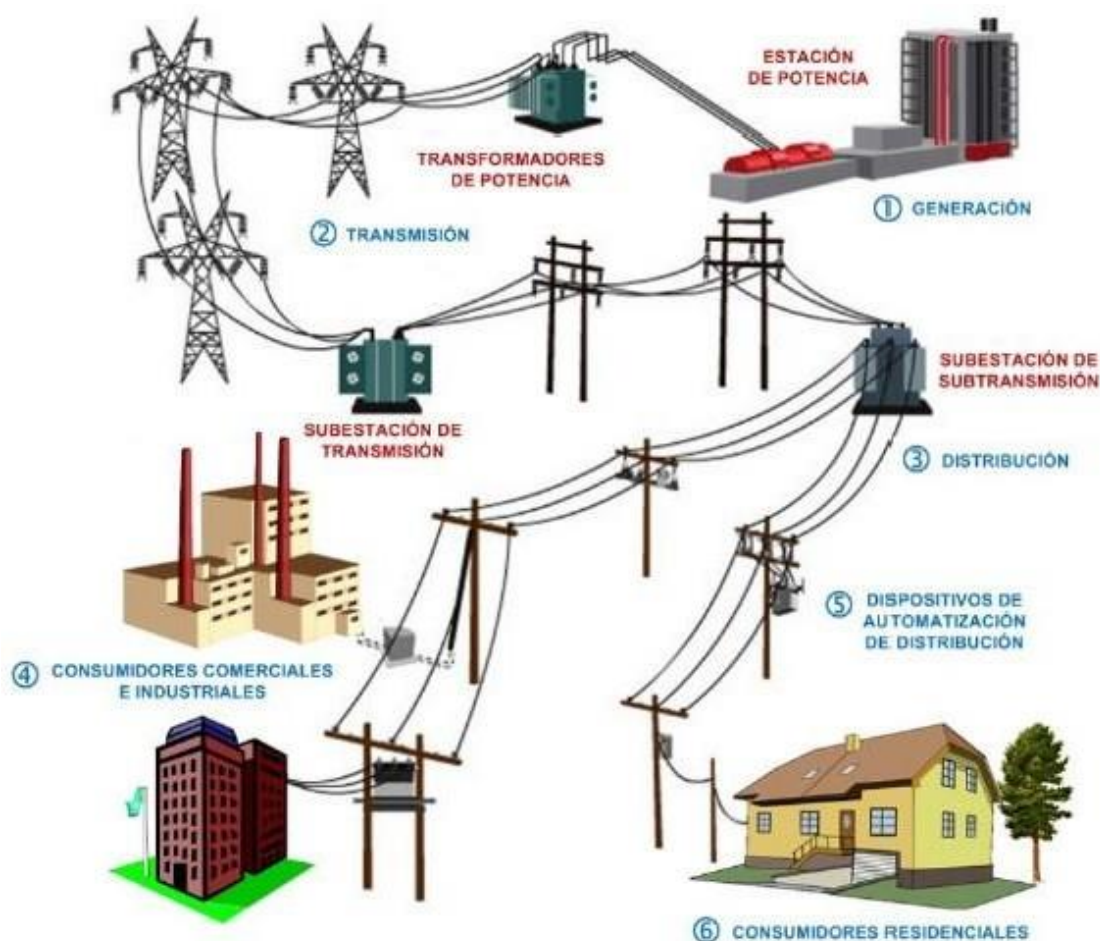


Figura 1. Sistema de Suministro de Energía Eléctrica.

Fuente: [Ref. 1]

### **2.2.1. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

Los sistemas de distribución incluyen todos los elementos de transporte de energía eléctrica comprendidos entre las subestaciones primarias, donde la transmisión de potencia se reduce a niveles de distribución, y las bajadas de servicio a los abonados [Ref.10].

Un sistema de distribución normal consta de: redes de subtransmisión, subestaciones de distribución, que transforman la energía a una tensión más baja, adecuada para la distribución local, alimentadores o "feeders", los cuales alimentan un área bien definida; estaciones transformadoras de distribución, montadas sobre postes, en casetas o cámaras subterráneas, cerca de los centros de consumo, para transformar la energía a la tensión de los usuarios finales. Por otra parte, se tiene las redes de distribución de baja tensión que transportan la energía y por acometidas que transportan la energía desde las redes de baja tensión a los empalmes de los usuarios [Ref.10].

La función de los sistemas de distribución es recibir la energía eléctrica de las centrales de producción o estaciones primarias y distribuir a los usuarios a la tensión adecuada, con la conveniente continuidad y calidad de suministro para los distintos usos [Ref.10].

### **2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

Las redes de distribución presentan características muy particulares, que las diferencian de las de transmisión. Entre éstas se distinguen:

- Topologías radiales
- Razón R/X alta (líneas de resistencia comparables a la reactancia)
- Múltiples conexiones (monofásicas, bifásicas, entre otras.).
- Estructura lateral compleja
- Cargas de distinta naturaleza.
- Líneas sin transposiciones.
- Cargas distribuidas

Los sistemas de distribución son típicamente radiales, esto es, el flujo de potencia parte de un nodo. Este nudo principal se reconoce como la subestación que alimenta al resto de la red. En la subestación se reduce la tensión del nivel de alta tensión (AT) al de media tensión (MT). La distribución se hace en el nivel de MT media tensión o en baja tensión (BT). Los clientes residenciales o comerciales se alimentan en BT los clientes industriales se alimentan en MT o en BT, según los requerimientos particulares de cada uno de ellos [Ref.10].

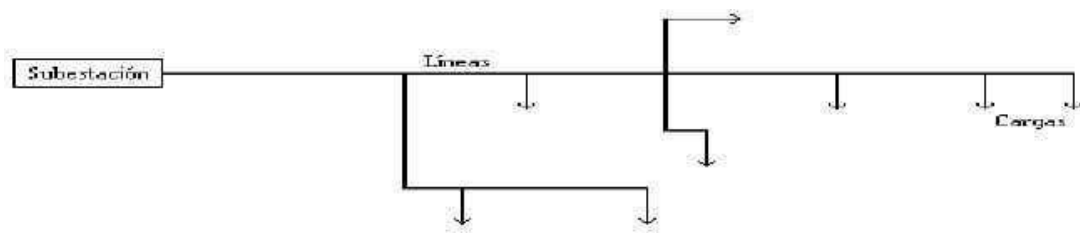


Figura 2. Diagrama unifilar en media tensión (MT).

Fuente: [Ref.10]

En estos sistemas se pueden encontrar muchos tipos de conexiones: trifásicas, bifásicas, o monofásicas. Si bien es cierto en MT predominan las redes trifásicas es frecuente encontrar cargas bifásicas, especialmente en zonas rurales. Sin embargo, es en BT donde se encuentran las más variadas conexiones, consecuencia de una mayoría de cargas residenciales de naturaleza monofásica. Los desequilibrios que se generan en BT tratan de amortiguarse repartiendo equitativamente las cargas en las tres fases [Ref.10].

### 2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Los sistemas de distribución pueden clasificarse de diversas formas:

- De acuerdo a la carga: alumbrado público, industrial, comercial, residencial, mixta.
- De acuerdo a la corriente: continua y alterna.
- De acuerdo a la tensión: distribución primaria, distribución secundaria.
- De acuerdo a su topología: radial, anillo, enmallada.
- De acuerdo al número de conductores: bifilar, trifilar, a cuatro hilos.



Figura.3. Diagrama de un sistema típico de distribución

Fuente: [Ref.10]

#### 2.2.5. CLASIFICACION DE LAS CARGAS

Dentro de la clasificación de las cargas que se encuentran dentro de un sistema, se tiene lo siguiente:

Los tipos de cargas, los cuales se deben tomar solamente como valores indicativos, y solamente sirven para una clasificación de áreas de distribución de energía eléctrica.

**Tabla 1: Tipos de Cargas**

Residencial	Urbana
	Suburbana
	Rural
Comercial	Zona de centro ciudad
	Zona comercial
	Edificios comerciales
Industrial	Pequeñas plantas
	Grandes plantas

Fuente: ENOSA – Gerencia Comercial. 2019

Para la clasificación de las cargas existentes a lo largo del alimentador en estudio se toman en cuenta los consumos de cada centro de transformación en

función de la energía consumida por los clientes asociados al transformador.

La clasificación se realiza con los consumos existentes y entregados por el Departamento de Comercialización de la Empresa, estos consumos se encuentran en diferentes categorías como se puede ver a continuación:

<b>kWh</b>	<b>TOTAL</b>		
25	A	(Usuarios que tienen de 0 a 25 kWh/promedio)	*
50	B	(Usuarios que tienen de 25 a 50 kWh/promedio)	*
100	C	(Usuarios que tienen de 50 a 100 kWh/promedio)	*
150	D	(Usuarios que tienen de 100 a 150 kWh/promedio)	*
200	E	(Usuarios que tienen de 150 a 200 kWh/promedio)	*
> 200	F	(Usuarios que tienen 200 ó más kWh/promedio)	*

**Tabla 2: Clases de Usuarios**

Fuente: ENOSA – Gerencia Comercial. 2019



Para la clasificación de las cargas el centro de transformación dependerá del consumo en demanda requerido en la cabecera del alimentador. (Cada nodo de la red corresponde a un centro de transformación) [Ref.2].

Hay que tomar en cuenta que la estimación de la demanda en el estudio es uno de los puntos más complicados antes de correr flujos de potencia en circuitos primarios de distribución [Ref.2].

### 2.3. Influencias y consecuencias de las pérdidas de energía eléctrica



Figura 4. Influencias y Consecuencias.  
Fuente: [Ref.1].

El índice de pérdidas es uno de los indicadores de la gestión técnico-administrativa de una empresa; por lo cual, es imprescindible conocer y evaluar la incidencia de las mismas en las diferentes etapas funcionales de un sistema eléctrico, desde la producción de energía eléctrica hasta la entrega de la misma al usuario final, con el fin de establecer criterios y políticas conducentes a lograr un control permanente de aquellas, posibilitando de esta manera su corrección [Ref.1].

Indudablemente, las pérdidas de energía de una empresa distribuidora y comercializadora de electricidad tienen influencias y generan consecuencias en diferentes ámbitos, a saber [Ref.1].

### **2.3.1. En la gestión técnica – económica de la empresa.**

La falta de control de las pérdidas de energía tiene un doble efecto sobre la gestión empresarial, ya que:

Produce un rápido deterioro de las redes e instalaciones, obligando a fuertes inversiones tanto en renovación como en ampliaciones que luego no reeditúan adecuadamente, pues deben ser sobredimensionadas para poder soportar el incremento indiscriminado de los consumos [Ref.1].

Origina una pérdida de ingresos por los consumos no facturados, con un incremento de los gastos de venta o producción de energía, como de los de explotación, motivado en influencias y consecuencias de las pérdidas de

energía eléctrica, mayor nivel de las reparaciones de redes e instalaciones y por una operación inadecuada de las mismas [Ref.1].

En general, las empresas carecen de los recursos financieros suficientes para encarar proyectos y programas de control y reducción de pérdidas de energía eléctrica. Dado que para solucionar el crecimiento de la demanda se deben efectuar inversiones que también requieren recursos que son escasos, debido en parte a que un porcentaje importante de los ingresos se pierden en pérdidas de energía no registrada, lo que conduce a un círculo o lazo vicioso del cual resulta difícil de salir [Ref.1].

Por otra parte, mientras las inversiones muestran resultados visibles en el corto plazo, los programas de control y reducción de pérdidas de energía en cambio necesitan, para visualizar resultados, una persistencia sostenida en el tiempo de las acciones que se encaren. En función de ello, y al no existir los debidos programas de control y reducción, el índice de pérdidas presenta generalmente una mayor aceleración de su tasa de crecimiento que el impacto de las acciones que se realizan [Ref.1].

Este mecanismo, que hasta cierto punto puede considerarse perverso, produce en la organización empresarial un sentido de frustración que con el tiempo se traduce en indiferencia, lo cual facilita la degradación de los procedimientos y los controles, que lleva a un fuerte deterioro de la operación dando lugar a [Ref.1]:

- Desarrollo de un sentimiento generalizado de impotencia en los responsables de la supervisión y control.
- Encubrimiento de acciones ilícitas por parte de los propios integrantes de la organización ya sea en beneficio propio o de terceros, que perjudican económicamente a la empresa [Ref.1].
- Creación entre los usuarios de una sensación creciente de impunidad, que se traduce en un aumento permanente de la agresividad para ejercer el robo o el hurto de la energía eléctrica o realizar todo tipo de fraude para reducir ilícitamente los registros de consumos y por ende el valor de la facturación [Ref.1].

### **2.3.2. En el orden social.**

En general, el deterioro económico, la caída del poder adquisitivo de las clases media y baja, la falta de legislación adecuada, la insuficiencia de acción policial correctiva, la falta de decisión administrativa, entre otras, han creado en la sociedad usuaria una conciencia de impunidad total ante las prácticas de apropiación indebida de la energía eléctrica [Ref.1].

Esto conlleva a que los usuarios que cumplen normalmente con sus obligaciones y pago de sus consumos, incitados por los que los rodean, que se aprovechan indebidamente de las instalaciones a través de un uso indiscriminado y gratuito de la energía, opten también por imitarlos y procedan

a no pagar las facturas y solicitar el corte o retiro del medidor, para luego “colgarse” clandestinamente de las redes, o en su defecto, motivarse para manipular las mediciones para evadir los registros reales, generalizándose así las situaciones irregulares [Ref.1].

### **2.3.3. En el orden de la ética y la moral.**

El robo de energía eléctrica a través de conexiones directas ilegítimas sobre las redes de distribución y el manoseo de las mediciones para obtener registros fraudulentos, realizado en forma indiscriminada y con una alta impunidad, además de producir efectos económicos negativos sobre los ingresos de la empresa prestataria del servicio, produce una fuerte incidencia sobre la moral y la ética de la población [Ref.1].

Si bien no es justificable, sería comprensible que, en las zonas periféricas, los habitantes de escasos recursos traten de apropiarse de la energía eléctrica mínima necesaria sin pagarla, por ser un elemento indispensable para superar el primer eslabón de la marginalidad hacia un confort elemental [Ref.1].

No lo es tanto en las zonas residencias, clubes privados, comercios e industrias en general, donde sí poseen los recursos suficientes, lo cual convierte a este acto directamente en un delito totalmente punible, pues persigue fines de lucro, fomentando (a nivel comercial e industrial) la competencia desleal y la evasión fiscal que repercute sobre la sociedad toda [Ref.1].

#### **2.3.4. En los aspectos de seguridad.**

Para apoderarse en forma ilegítima de la energía eléctrica, los usuarios producen verdaderas agresiones sobre las instalaciones, que conducen a un pronto deterioro de las mismas con serias consecuencias para la seguridad pública [Ref.1].

#### **2.4. Pérdidas Eléctricas**

Siendo la generación de energía eléctrica o electricidad, una consecuencia del Principio de Conservación de la Energía, mismo que en esencia afirma que: “La energía no puede crearse ni destruirse, solo se puede cambiar de una forma a otra”, es concluyente entonces que cuando se genera energía eléctrica, se lo hace aprovechando y transformando las diferentes formas de energías; a saber: hidráulica, térmica, solar, eólica, mareomotriz, entre otras [Ref.1].

Es en ese proceso de conversión o transformación, que al no ser “ideal”, es donde también se producen las denominadas “pérdidas de energía”; sin perder de vista, por supuesto, que en general, dichas pérdidas ocurren a lo largo de todo el sistema de suministro de energía eléctrica y en cada una de las etapas funcionales antes mencionadas, mismas que por su tipo y por su origen, se clasifican en “Pérdidas Técnicas” y “Pérdidas No Técnicas” [Ref.1].



Figura 5. Pérdidas Eléctricas Fuente: [Ref.1]

Se define las pérdidas eléctricas, como aquella energía que se pierde en cada una de las etapas funcionales del sistema de distribución más las pérdidas no técnicas o comerciales producidas por la falta de medición y/o facturación a usuarios que se aprovisionan de energía en forma ilegal o cuyos sistemas de medición sufren algún daño [Ref.9].

## 2.5. Clasificación de las pérdidas eléctricas

Una de las principales preocupaciones de una empresa eléctrica debe ser la evaluación del nivel de pérdidas en su área de concesión, en todos los subsistemas y componentes: subtransmisión, redes de distribución primaria, transformadores, redes de distribución secundaria, alumbrado público y sistema de medición, de forma que se puedan definir y establecer los mecanismos necesarios para su reducción [Ref.9].

En un sistema eléctrico normalmente se identifican dos tipos de pérdidas que son las técnicas y las no técnicas, que de una manera general se presentan a continuación [Ref.9].

Las pérdidas técnicas se dan en los elementos y equipos de los circuitos eléctricos, por ejemplo, en líneas de transmisión, transformadores y bancos de capacitores. Su origen son los principios que rigen la transformación de la energía [Ref.9].

En un sistema de distribución eléctrica se tiene innegablemente pérdidas técnicas debido a que no existe un sistema ideal sin pérdidas de ninguna índole, sino al contrario, los subsistemas poseen estos márgenes de pérdidas, pero si estos valores son excesivos, significa que no existe suficiente ingeniería por parte de la Empresa Distribuidora y se encuentra en condiciones incorrectas; y por tanto resultados negativos para la comunidad en general [Ref.9].

Lo que se ha convertido en un grave problema para las compañías de electricidad son las pérdidas no técnicas particularmente las del tipo fraudulento por parte de consumidores deshonestos. Aunque el abuso por tal concepto se da en todos los estratos sociales no deja de sorprender el hecho de que en la mayoría de los casos el mayor volumen de pérdidas se encuentra en los grandes consumidores. En nuestro país no estamos libres de dicha problemática y en algunas zonas el porcentaje de pérdidas por este concepto merece consideración especial [Ref.9].



Las pérdidas de energía en su clasificación se pueden resumir en una tabla como el siguiente [Ref.9].

<b>PÉRDIDAS TÉCNICAS</b>	<b>PÉRDIDAS NO TÉCNICAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Transformador</li><li>• Circuito o red secundaria;</li><li>• Alumbrado público;</li><li>• Acometidas; y,</li><li>• Medidores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Perdidas Administrativas</li><li>• Perdidas Accidentales</li><li>• Perdidas Fraudulentas</li><li>• Pérdidas no identificadas</li></ul>

Tabla 3. Resumen de Pérdidas Eléctricas.  
Fuente: [Ref.9].

### **2.5.1. Pérdidas Técnicas**

Estas pérdidas se deben a la energía consumida por los equipos relacionados a los procesos de generación, transmisión, subtransmisión y distribución, energía que no es facturada. Es un fiel reflejo del estado y la ingeniería de las instalaciones eléctricas, dependen básicamente del grado de optimización de la estructura del sistema eléctrico, y de las políticas de operación y mantenimiento [Ref.1].

Las empresas eléctricas son las encargadas de dar servicio eléctrico a sus clientes y lo deben hacer de tal forma que tanto ellas como sus clientes queden satisfechos, tal servicio se lo realiza a través de los sistemas de distribución secundaria los mismos que están constituidos por [Ref.9]:

- Transformador;
- Circuito o red secundaria;
- Alumbrado público;
- Acometidas; y,
- Medidores.

Normalmente los sistemas secundarios están compuestos en su totalidad por líneas aéreas por las cuales circulan las corrientes necesarias para suplir la

demanda de potencia [Ref.9].

#### **2.5.1.1. Clasificación de las Pérdidas Técnicas.**

Las pérdidas técnicas constituyen la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada de ninguna manera. Este tipo de pérdidas se produce en todos los niveles desde las barras de salida de los generadores hasta la llegada a los equipos de los usuarios. De una manera general, las pérdidas técnicas en un sistema eléctrico se pueden clasificar en: pérdidas en vacío y pérdidas en carga [Ref.9].

#### **2.5.1.2. Pérdidas en vacío.**

Este tipo de pérdidas depende principalmente de la variación de la tensión más no de la variación de la demanda y se presenta normalmente en los transformadores y las máquinas eléctricas [Ref.9].

Estas pérdidas se deben a las corrientes de Foucault y las corrientes de histéresis producidas por las corrientes de excitación, también se incluyen en este tipo de pérdidas las que se deben al efecto corona, las mismas que se dan a niveles de voltaje más elevado [Ref.9].

Como en los sistemas eléctricos se tienen fluctuaciones de tensión relativamente pequeños es frecuente considerar las pérdidas de vacío como un

valor constante [Ref.9].

Las pérdidas de vacío en función de la variación de la tensión están dadas

por:

$$P_{\Phi}^j = P_{\Phi}^i \left( \frac{V^j}{V^i} \right)^2 \quad [W] \dots\dots\dots (1)$$

*Donde:*

$P_{\Phi}^i$ : *Perdidas en vacío a un valor de tensión  $V^i$ .*

$V^j$ : *Valor de tensión al cual se desea conocer las pérdidas.*

### 2.5.1.3. Pérdidas en carga.

Se las denomina también pérdidas asociadas con la variación de la demanda. Este tipo de pérdidas son aquellas que se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan por los elementos del sistema (efecto joule); cada componente del sistema tiene asociada una resistencia a sus características técnicas y tipo de material componente de la misma que al combinarse con la corriente producen estas pérdidas [Ref.9].

En forma general la relación entre las pérdidas de potencia, la corriente y la resistencia se expresa por:

$$P_L = I^2 * r \quad [W] \dots\dots\dots ( 2 )$$

*Donde:*

*P<sub>L</sub>: Perdidas de potencia [W].*

*I: Corriente, que depnde de la carga o demanda [Amp].*

*r: Resistencia del conductor [Ohm].*

La ecuación muestra que las pérdidas crecen geométricamente con la demanda y son directamente proporcionales a la resistencia del conductor que transporta la energía. En la figura 6, se presenta la forma en que varía las pérdidas con relación a la demanda.

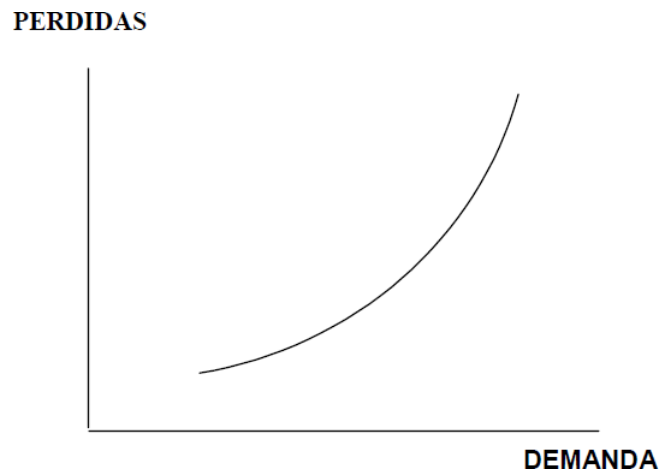


Figura 6: Perdidas Vs Demanda

Fuente: [Ref.9].

La figura 06 muestra que, a mayor demanda, mayor es la pérdida.

De la clasificación arriba mencionada se desprende las bases para determinar las pérdidas técnicas en el sistema de distribución secundaria, esto es pérdidas en vacío correspondiente a los transformadores y las pérdidas por efecto joule en el resto del sistema de distribución, como a continuación lo analizaremos.

#### **2.5.1.4. Determinación de las Pérdidas Técnicas.**

Las pérdidas asociadas con el sistema de distribución secundaria son las siguientes:

- Pérdidas en los transformadores de distribución;

- Pérdidas por efecto joule o pérdidas  $I^2R$ , en la red secundaria debido al consumo de los usuarios y luminarias.
- Pérdidas del sistema de medición el cual comprende las acometidas a los usuarios y los medidores.

#### **2.5.1.4.1. Pérdidas en los transformadores de distribución.**

En la determinación de las pérdidas en los transformadores de distribución se debe considerar lo siguiente:

- Levantamiento físico; es decir hay que tener identificado la cantidad y capacidad de transformadores que pertenecen a cada alimentador y que alimentan a los circuitos secundarios.
- Información técnica; este punto trata acerca de las características técnicas de los transformadores de distribución; es decir su capacidad, fases, relación de transformación, y las pérdidas de cobre nominal y de vacío.
- En caso de no poder realizar mediciones en los transformadores se requiere de la demanda máxima ( $KVA_{MAX}$ ) y capacidad total instalada en transformadores de distribución de cada alimentador.

#### **2.5.1.4.2. Pérdidas en los circuitos secundarios.**

Las pérdidas técnicas que se tienen en los circuitos secundarios se deben a los consumos por parte de los usuarios, así como también por las luminarias presentes en los circuitos secundarios. Para determinar las pérdidas en los circuitos secundarios se debe considerar lo siguiente:

- Levantamiento físico, es decir la configuración de los circuitos secundarios, tipo de conductor, calibre, distancias entre postes, tipo de usuarios conectados al circuito secundario y los tipos de luminarias con sus características.
- Consumo de los abonados en un tiempo determinado para obtener su promedio mensual.
- Curvas de cargas de los diferentes estratos encontrados en los circuitos secundarios.

#### **2.5.1.4.3. Pérdidas en las acometidas.**

Las pérdidas en las acometidas de los usuarios masivos consideran la longitud del conductor desde el poste al cual pertenece hasta su medidor y el consumo promedio mensual que se le ha calculado.

#### **2.5.2. Pérdidas No Técnicas**



Incluyen las pérdidas sociales y comerciales, relacionadas principalmente con la ineficiencia de los sistemas de medición, de control, facturación y recaudación, así como los errores administrativos, y del grado de automatización de los procesos de comercialización y atención al cliente [Ref.1].

Son el resultado de la utilización ilegal de la energía, convirtiéndose en pérdidas financieras para la empresa distribuidora. Las Pérdidas No Técnicas, resultan de la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas [Ref.1].

Las pérdidas no técnicas no constituyen una pérdida real de energía. En efecto, esta energía es utilizada por algún usuario para alguna actividad, el cual puede estar registrado o no en la empresa de distribución y por ello recibe solo

parte o ninguna retribución por la prestación del servicio, ocasionándole así una pérdida económica [Ref.9].

Por ciertas causas que más adelante se analizarán una parte de esta energía efectiva no es facturada, por lo tanto; la energía no facturada más los gastos financieros (los que se obtienen por la gestión de deuda de los clientes) y más las facturas incobrables constituyen las pérdidas no técnicas de la empresa [Ref.9].

La revisión de las instalaciones de medida y acometidas constituye la herramienta más efectiva para la detección de infractores y para el control de

las pérdidas no técnicas [Ref.9].

#### **2.5.2.1. Pérdidas Comerciales.**

Son producidas por las alteraciones de los equipos de medición y la modificación ilegal de las conexiones con la finalidad de inducir errores en los consumos registrados por las empresas distribuidoras, incluyen también las pérdidas ocasionadas por los sistemas administrativos de registro de consumo (lecturas), facturación, recaudación y falta de un serio programa de control para la verificación de la exactitud de los medidores y/o equipos de medición en conjunto [Ref.1].

Las pérdidas comerciales no constituyen una pérdida real de energía. En efecto, esta energía es utilizada por algún usuario para alguna actividad, el mismo que puede estar registrado o no en la empresa de distribución, la misma que es la encargada de distribuir la energía eléctrica, y por ello recibe solo parte o ninguna retribución por la prestación del servicio, ocasionándole así una pérdida económica [Ref.9].

La revisión de las instalaciones de medida y acometidas constituye la herramienta más efectiva para la detección de infractores y para el control de las pérdidas comerciales, al igual que las pérdidas técnicas, la evaluación y localización de las pérdidas no técnicas involucran técnicas de muestreo

estadístico y extrapolación de resultados [Ref.9].

#### **2.5.2.2. Naturaleza y Origen de las Pérdidas Comerciales**

Las pérdidas no técnicas son por naturaleza, pérdidas íntimamente vinculadas con la calidad de la gestión entre la clientela y la empresa, el origen de estas pérdidas se da en cada una de las etapas que normalmente se siguen para dar servicio al abonado y que a continuación se describen [Ref.9]:

- Alimentar: Esta etapa consiste en dar servicio al cliente, las pérdidas no técnicas son originadas por las conexiones clandestinas (fraudes) y los clientes conectados sin medidor [Ref.9].
- Identificar: Es decir se debe conocer los datos técnicos, administrativos y comerciales característicos de cada cliente, pero en ciertos casos los datos del mismo son erróneos y no se encuentran bien identificados originándose con ellos pérdidas no técnicas, como por ejemplo error en la tarifa [Ref.9].
- Medir: El consumo de cada cliente debe ser registrado sin error, pero se pueden tener medidores en fraude, defectuosos, estimaciones de consumo erróneo etc., los cuales también originan pérdidas no técnicas [Ref.9].
- Facturar: Con las mediciones que se registran del cliente se procede a

la facturación de acuerdo al contrato establecido por parte del cliente, pero por razones de datos erróneos, lentitud e irregularidad en la edición y cobro de la factura, se originan estos tipos de pérdidas [Ref.9].

- Cobrar: Se debería recaudar en el plazo más corto posible la suma debida por los clientes, aquí las pérdidas no técnicas tienen su origen en la falta de pago por parte del cliente [Ref.9].

Tener pérdidas de energía significa económicamente para las empresas distribuidoras lo siguiente:

- ✓ Menor disponibilidad de capacidad instalada.
- ✓ Disminución de ingresos por los consumos no facturados.
- ✓ Mayor pago en la compra de energía al SEIN debido al despilfarro de energía de quien no le cuesta.

Estas tres causas dan como consecuencia lo siguiente:

- ✓ Mayor pago por el transporte de la energía por el sistema de transmisión nacional y el sistema de distribución local.
- ✓ Disminución de vida útil de la infraestructura eléctrica (redes o instalaciones), obligando a fuertes inversiones tanto en renovación como en ampliaciones.
- ✓ Aumento de tarifas a los clientes [Ref.9].
- ✓ Menores planes de expansión y reposición.

Entre los principales factores que hacen que aumenten las pérdidas de energía en una Empresa Distribuidora se pueden citar:

- ✓ Aumento de las tarifas, lo que provoca el incremento de la sustracción de energía, para de esta forma pagar menos.
- ✓ La situación económica de un país en determinado momento.
- ✓ La vulnerabilidad de las redes para que los clientes se conecten directamente.
- ✓ La cultura hacia la sustracción de energía arraigada en los clientes por falta de un sistema legal que minimicen lo anterior cuando la gente ve que alguien roba energía y la empresa no hace nada.
- ✓ La falta de inversión en comercialización.
- ✓ Compromisos ilícitos con personal de la empresa o de índole político.
- ✓ Desorden administrativo en la empresa distribuidora.

#### **2.5.2.3. Clasificación de las Pérdidas Comerciales**

Existen varios criterios para diferenciar las pérdidas comerciales, pero partiendo del análisis sobre la naturaleza y origen de las pérdidas comerciales y basándonos en dichos criterios las pérdidas comerciales se las puede clasificar de la siguiente manera:

- Descalibración de los equipos de medición.
- Robo o hurto de energía.
- Por administración.
- No identificadas.

#### **2.5.2.3.1. Pérdidas por Descalibración de los equipos de medición.**

Los equipos de medición (medidores), son aparatos en la que su función principal es registrar el consumo de un determinado abonado, pero éste, en ciertas ocasiones no refleja el verdadero valor de lo consumido, esto se debe a que el equipo de medición ha sufrido alteraciones internas o alguna otra causa externa [Ref.9].

Partiendo del tipo de alteraciones internas, las pérdidas no técnicas por descalibración de los equipos de medición que pueden clasificar de la siguiente manera:

- Error en los equipos de medición.
- Fraude en los equipos de medición.

#### **c) Pérdidas por Error en los Equipos de Medición**

Este tipo de pérdidas es propio del medidor, y se produce debido al tiempo de funcionamiento del instrumento [Ref.9].

#### **d) Pérdidas por Fraude en los Equipos de Medición**

El uso de la energía eléctrica constituye el principal elemento de crecimiento y desarrollo de la sociedad. En este sentido, se comprende que mientras más equipos e instalaciones eléctricas se tienen para su uso, mayor será el bienestar que se experimenta. Por otro lado, hay que reconocer que la prestación del servicio eléctrico es cada día más costosa y el aumento en el consumo de los abonados lo hace más significativo para la economía de los clientes [Ref.9].

De esta forma, la tentación de realizar algún tipo de fraude se hace presente y como consecuencia de la falta de una Ley que penalice su acción, los usuarios o clientes se atreven cada día más a participar directamente en la ejecución de un acto ilegal en contra de los intereses de las empresas distribuidoras de servicio. Así surgen los diferentes tipos de fraudes cometidos a nivel de los medidores y/o equipos de medición instalados a clientes residenciales, comerciales, industriales y hasta en los sectores oficiales.

A continuación, se mencionan los diferentes tipos de fraudes eléctricos que más se cometen por parte de los clientes del servicio, mostrar los detalles y características de cómo se comete el fraude con sus tecnicismos originales, así tenemos [Ref.9]:

**Borneras Puenteadas:** Consiste en desviar la corriente a través de un puente

colocado en la parte inferior de la bornera el cual une la línea de corriente de entrada con la línea de corriente de salida evitando de esta forma que la corriente circule por la bobina de corriente del medidor. Dependiendo de la resistencia del conductor con el que se realice el puente, el medidor dejara de registrar la energía real consumida por el cliente [Ref.9].

Los daños que producen este tipo de fraude son los siguientes:

- Violación de los sellos de la tapa bornera.
- Manipulación de los elementos de la bornera con riesgo de producirse cortocircuitos.

**Desconexión de bobinas internas:** Consisten en cortar el cable de alimentación de una o más bobinas de tensión del medidor.

Los daños que producen este tipo de fraude son los siguientes:

- Violación de sellos de seguridad (tapa – medidor).
- Manipulación y corte del cableado interno.

**El fraude legal:** Es un tipo de fraude de problema mayor, íntegramente administrativo y que tiende a generalizarse por la ineficacia de los controles de la empresa comercializadora del servicio. Consiste en un acuerdo entre un empleado de la empresa y el cliente, para que periódicamente, y mediante la manipulación del medidor se ajuste la lectura del mismo a un consumo preestablecido, de forma que el monto a pagar permita la cancelación de un



valor menor.

La posibilidad de detectar este tipo de fraude es cuando se rompe el convenio entre el infractor y el empleado de la empresa. La rotación de lectores ayudaría al control de este tipo de fraude [Ref.9].

#### **2.5.2.3.2. Pérdidas por Robo o Hurto**

El hurto de energía se puede definir como la interferencia intencional en la red de energía eléctrica, así como también aquellos que alteran la acometida antes de llegar al medidor.

Tomando en cuenta esto y considerando si se trata de abonados o usuarios se lo puede clasificar de la siguiente manera:

- Conexiones clandestinas.
- Conexiones ilegales.

##### **a) Pérdidas por Conexiones Clandestinas**

Las pérdidas de energía por conexiones clandestinas son aquellas que a pesar de tener equipo de medición se conectan directamente en la red o pican la acometida de tal forma que esta no sea visible, causando de esta manera pérdidas a la empresa distribuidora ya que el medidor no registra el consumo real y por tanto la facturación no es la real.

## **b) Pérdidas por Conexiones Ilegales**

Son aquellas conexiones que se realizan a las redes de distribución sin el respectivo equipo de medición y sin la previa autorización de la Empresa. En la mayoría de los casos, las conexiones se realizan sin los requerimientos técnicos de seguridad y protección (fusibles o breakers) para la instalación eléctrica. La experiencia con el problema de la sustracción de energía en los barrios, indica que el mal continuará, a menos que la Empresa inicie programas agresivos de prevención de la sustracción de energía.

Se puede considerar varias las causas que originan las conexiones irregulares y las más importantes son:

- Falta de apoyo financiero para inversiones en la ampliación de las redes de distribución.
- Sistemas de distribución altamente vulnerables, que permiten el fácil acceso de terceros.
- Recurso humano limitado para atender las pérdidas no técnicas de energía.
- Ausencia de un régimen legal claro que tipifique la sustracción de energía como delito.

- Falta de apoyo de organismos oficiales para contrarrestar la sustracción de energía.
- Costumbres de grandes sectores de la población para hurtar energía, práctica que se convirtió en una modalidad generalizada.
- Dificultad para electrificar, motivado a que gran cantidad de barrios se establecen en terrenos privados e inestables y que aún no han sido desapropiados.
- Hay casos en donde la baja capacidad de pago, incide en que se conecten ilegalmente.

Las conexiones ilegales además de no cumplir con las normas técnicas, se caracterizan por conexiones realizadas generalmente, con conductores inadecuados y en ocasiones con alambres de púas, colgando por árboles, paredes, techos, por el suelo y postes rudimentarios. Todo esto crea una verdadera maraña de cables en precarias condiciones, provocando el riesgo y peligro, a esto se añade, que para ahorrar cable, toman como punto de tierra las tuberías de agua de las viviendas, pocas veces se conectan al cable del neutro de la red de distribución [Ref.9].

#### **2.5.2.3.3. Pérdidas por Administración.**

Las deficiencias en la gestión administrativa de una empresa distribuidora generalmente llevan a un incremento de las pérdidas comerciales las mismas que son un reflejo de:

- Organización y eficiencia empresarial.
- Recursos y esfuerzos que se dedican a la operación comercial.
- Controles y seguimientos de los procesos administrativos y de gestión de la clientela.

El departamento de facturación contribuye directa e indirectamente, a la disminución de las pérdidas no técnicas de energía por lo cual debería tomar acción para disminuirlas. Estas pérdidas corresponden a la energía no registrada por problemas de gestión administrativa de la empresa distribuidora como son:

- Errores en la medición de consumo.
- Errores en los procesos administrativos del registro de los consumos tales como:
  - ✓ Medidores instalados, pero no ingresados al sistema de cómputo.
  - ✓ Medidores ingresados al sistema de cómputo pero que sin embargo no le salen consumos
  - ✓ Medidores instalados hace varios años, los mismos que recién salen facturas.
  - ✓ Inadecuada información que produce errores y/o demoras en la facturación.
  - ✓ Falta de registro adecuado de los consumos propios.
  - ✓ Errores y/o atrasos en los registros y censos de alumbrado público.

#### **2.5.2.3.4. Pérdidas no Identificadas**

Este tipo de pérdidas de energía consiste en aquellas conexiones

que se realizan en la noche, así como también la adulteración de medidores, dándoles una posición en la cual no se registra el verdadero consumo de energía. Todas estas anomalías son difíciles de detectar durante la inspección ya que esta se realiza durante el día, razones por las cuales no pueden ser identificadas con facilidad [Ref.9].

### **2.5.3. Las Pérdidas Sociales.**

Son producidas por el hurto de energía de los diferentes asentamientos de vastos sectores sociales de escasos ingresos económicos. Estas pérdidas son conocidas como conexiones ilegales o contrabando. La inversión en líneas y redes de distribución para el suministro del servicio eléctrico en estas áreas marginales, resulta prohibitiva y onerosa debido a la baja recuperación de la inversión a través de las tarifas eléctricas [Ref.1].

La recaudación de la facturación en estos barrios marginales se torna muy difícil por el peligro que reviste a la integridad física del personal técnico de la empresa cualquier gestión de recuperación de cartera en dichos sectores [Ref.1].

### **2.5.4. Desviación de Energía.**

La desviación de energía, se refiere a cualquier intento de derivación ilegal

o intervención del medidor o de los equipos de medición, el resultado final de la desviación de energía, es que toda o parte de la energía eléctrica que utiliza el consumidor, no es registrada, y por lo tanto no es facturada, convirtiéndose en una carga financiera injusta para la empresa distribuidora [Ref.1].

#### **2.5.4.1. Tipos de fraude.**

Los principales tipos de fraude son: conexiones y alteraciones de las instalaciones previas al medidor, el cambio de polaridad en las entradas del medidor, las alteraciones de las características eléctricas y/o mecánicas del medidor, las perforaciones en la base socket, los puentes en los terminales de la baquelita de la base socket, las conexiones ilegales o directas, la perforación de acometidas o bypass, el frenado del disco, la alteración de la secuencia de lecturas, la colocación de corto circuitadores en los terminales de salida de los transformadores de corriente, entre otros [Ref.1].

En resumen, existen tres tipos de desviación de energía. El primer tipo de desviación, involucra derivaciones ilegales de toda o parte de la energía que debe registrar el medidor. El segundo tipo de desviación, involucra alteraciones de los atributos eléctricos o mecánicos del medidor o de los equipos de medición, con la finalidad de alterar el registro y la facturación de la energía consumida; y el tercer tipo de desviación, involucra intervenciones varias [Ref.1].



Figura 7. Desviación de la Energía

Fuente: [Ref.1]

## 2.6. Definición de términos:

- 2. 6. 1. Pérdidas de Potencia.** Son aquellas pérdidas que se producen en todos los elementos de la red de distribución de energía eléctrica en forma simultánea [Ref.3].
- 2. 6. 2. Pérdidas de Energía.** Son aquellas que se obtienen del resultado de integrar las pérdidas de potencia en un periodo determinado [Ref.3].
- 2. 6. 3. Pérdidas Totales de Energía.** Se estima globalmente a partir de los balances de energía efectuados en el sistema de distribución de energía eléctrica. La exactitud del balance de energía y por consiguiente del valor

global de las pérdidas de energía, está determinada por la precisión de las medidas, simultaneidad y la periodicidad de las lecturas [Ref.3].

**2. 6. 4. Pérdidas Técnicas de Energía.** Las pérdidas técnicas son aquellas pérdidas inherentes a la red ya que dependen de las características mecánicas y eléctricas de los conductores por donde se transporta la electricidad, así como aquellas que se presenta en los equipos de transformación y medición, pérdidas que vienen a constituir la energía que se disipa al medio ambiente y no puede ser aprovechada de ninguna manera [Ref.3].

**2. 6. 5. Pérdidas no Técnicas de Energía.** Conocidas también como pérdidas comerciales, este valor resulta de la diferencia de las pérdidas totales de sistema de distribución y las pérdidas técnicas estimadas, este tipo de pérdidas está asociado a causas ajenas a la red eléctrica [Ref.3].

**2. 6. 6. Diagrama Unifilar.** Es considerada una representación de un sistema, que resulta de la simplificación de un sistema trifásico equilibrado a un circuito monofásico, que está conformado por tres líneas y un neutro de retorno.

## **2.7. ENOSA.**

### **2.7.1. Reseña histórica.**

La historia de la empresa se inicia cuando en el año 1958, se crea la Empresa Energía de Piura (EEPSA), posteriormente esta empresa en el año 1972 es transferida al sector estatal como parte de la Política del gobierno militar [Ref.6].



Luego la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A. (ELECTRONORTE S.A.) fue autorizada a operar el 21 de diciembre de 1983, mediante Resolución Ministerial No. 321-83-EM/DGE del Ministerio de Energía y Minas (MEM), como una unidad operativa de ELECTROPERU, contando con un área de responsabilidad que estaba conformada por los departamentos de Lambayeque, Piura, Tumbes, Amazonas y las provincias de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota, Santa Cruz y San Miguel de los departamentos de Cajamarca. Y su constitución como empresa pública de Derecho Privado se formalizó mediante Escritura Pública del 28 de marzo de 1985 [Ref.6].

Posteriormente el 10 de diciembre de 1987 por Ley N° 24761, nos constituimos como la novena Empresa Regional de servicio Público de Electricidad (ELECTRONOROESTE S.A.) y nos autorizaron a operar el 13 de abril de 1988, mediante Resolución Ministerial N° 082-88-EM/DGE del MEM, y con constitución como empresa pública de Derecho Privado, que se formalizó mediante Escritura Pública del 2 de setiembre de 1988 [Ref.6].

Con la actividad de distribución y comercialización de energía eléctrica dentro del área de sus concesiones autorizadas comprendidas en las provincias de Piura-Sechura, Sullana, Paita, Talara, Ayabaca, Huancabamba y Morropón del departamento de Piura y en las provincias de Contralmirante Villar y Zarumilla del departamento de Tumbes. Lugares excluidos del área de

responsabilidad de ELECTRONORTE S.A [Ref.6].

El 16 de enero de 1991, por Decreto Legislativo N° 649, nos otorgan de carácter nacional, a la promoción de la inversión privada en las empresas del estado, creándose la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI), hoy PROINVERSIÓN para regular dicho proceso [Ref.6].

Las actividades de la Empresa son reguladas por el Decreto Legislativo N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas del 6 de noviembre de 1992, el mismo que establece un régimen de libertad de precios para los servicios que puedan efectuarse en condiciones de competencia y un sistema de precios regulados en aquellos servicios que por su naturaleza lo requieran [Ref.6].

A efectos de llevar a cabo el proceso de privatización, en 1998 las acciones de capital social de la Compañía fueron clasificadas en acciones clase A1 por el 60% del capital, acciones clase A2 por 5.3% del capital, acciones clase B por el 34.69% y acciones clase C por el 0.01% del capital [Ref.6].

En concordancia con el acuerdo COPRI-207-98 del 24 de julio de 1998 la compañía, a partir de la transferencia de las acciones mencionada en el párrafo anterior, está sujeta al régimen de la actividad privada [Ref.6].

Con fecha 25 de noviembre de 1998, José Rodríguez Banda S.A. (JORSA) se adjudicó el Concurso Público Internacional para la privatización de la Compañía y con fecha 22 de diciembre de 1998 se suscribió el contrato de transferencia de acciones del 30% del capital, porcentaje que equivale al 50%

de las acciones clase A1 [Ref.6].

Con fecha 20 de diciembre del 2000 se suscribió el contrato de Cesión de posición Contractual en virtud del cual José Rodríguez S.A. transfiere las acciones clase A1 a JOBSA Eléctricas S.A.C., con la intervención del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado – FONAFE [Ref.6].

Luego con fecha 13 de diciembre del 2001 JOBSA Eléctricas S.A.C suscribe un contrato por el cual entrega al estado el 30% de las acciones adquiridas. Posteriormente por medio del FONAFE, el Estado recupera las acciones, convirtiéndose en el accionista mayoritario y por tanto toma la dirección y gestión de la empresa [Ref.6].

Así mismo de acuerdo a la ratificación de la R. S. N° 355-92-PCM, la COPRI mediante Acuerdo N° 363-01-2001, ELECTRONOROESTE S.A. continuará sujeta al régimen de la actividad privada, sin más limitaciones que las que disponga FONAFE y siempre que no se oponga a lo dispuesto en el Decreto Legislativo N° 764, normas complementarias y reglamentarias [Ref.6].

A fines del año 2001 ante INDECOPI se registra la marca comercial ENOSA, posteriormente se constituye el grupo DISTRILUZ conformado además por HIDRANDINA, ENSA y ELECTROCENTRO, con el objeto de realizar una gestión corporativa bajo un mismo Directorio [Ref.1].

Actualmente la actividad principal de ENOSA es la distribución y

comercialización de energía eléctrica dentro del área de sus concesiones, comprendidas en las regiones de Piura y Tumbes. Atendiendo a más de 405,586 clientes [Ref.6].

### **2.7.2. ENOSA PIURA.**

Es una empresa peruana que realiza actividades propias del servicio público de electricidad, distribuyen y comercializan energía eléctrica, abarca un área de concesión de 644.40 km<sup>2</sup>, cubriendo las regiones de Piura y Tumbes; atendiendo más de 370 mil clientes y por ello ha dividido geográficamente el área en seis Unidades de Negocios: Piura, Paíta, Talara, Sullana, Tumbes, Sucursales y Servicio Mayor Sechura [Ref.6].

#### **2.7.2.1. Visión.**

Consolidarnos como empresa de distribución eléctrica moderna, eficiente y reconocida por brindar servicios de calidad responsable [Ref.7].

#### **2.7.2.2.Misión**

Es una empresa de distribución eléctrica que brinda servicios de calidad con excelente trato y oportuna atención, para incrementar la satisfacción y

generación de valor económico, social y ambiental en nuestros grupos de interés, contribuyendo al desarrollo de nuestras áreas de influencia y la mejora continua de la gestión, con tecnología, seguridad y talento humano comprometido, que hace uso de buenas prácticas de gestión [Ref.7].

#### **2.7.2.3. Política del sistema integrado de gestión**

Es una empresa del Grupo Distriluz, que a través de su Sistema Integrado de Gestión y con la participación activa de todos los trabajadores busca la mejora continua de los procesos y la Gestión Efectiva de Riesgos, para el logro de los objetivos y metas, asumiendo para ello los siguientes compromisos [Ref.7]:

Atender los requerimientos de energía eléctrica cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en la normativa vigente, a fin de incrementar la satisfacción de nuestros clientes [Ref.7].

Fomentar la participación activa de todos los trabajadores, implementar y mantener los controles necesarios para una adecuada gestión de la seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente, a fin de prevenir daños, lesiones, deterioro a su salud y contaminación del medio ambiente, principalmente en las actividades que puedan generar riesgos no aceptables e impactos ambientales significativos [Ref.7].

Cumplir con la normativa aplicable y otros compromisos suscritos en materia de seguridad, salud, medio ambiente, así como de responsabilidad social empresarial con nuestros grupos de interés [Ref.7].

Implementar y mantener los controles necesarios para una adecuada gestión de los riesgos en todos los procesos y actividades que se ejecutan, a fin de ofrecer una seguridad razonable en el cumplimiento de nuestros objetivos empresariales [Ref.7].

Maximizar de forma sostenida el valor de la empresa, cautelando los derechos, responsabilidades y trato igualitario a nuestros accionistas y colaboradores en general, promoviendo las mejores prácticas en materia de buen gobierno corporativo y control interno [Ref.7].

#### **2.7.2.4.Valores**

- Excelencia en el servicio
- Compromiso
- Integridad.
- Innovación.
- Pasión por el cliente [Ref.7].

#### **2.7.2.5. Principios para la acción**

- Eficiencia y generación de valor.
- Responsabilidad.

- Transparencia.
- Flexibilidad al cambio, dinamismo y proactividad.
- Enfoque al cliente externo, atención oportuna y asertividad, trabajo en equipo [Ref.7].

#### **2.7.2.6. Giro del negocio**

Empresa de servicio público de electricidad y de economía mixta que opera en el rubro electricidad, fundamentalmente en distribución y comercialización de energía eléctrica. Pertenecce al Grupo Distriluz y forma parte de las empresas que se encuentran bajo el ámbito del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (Fonafe) [Ref.7].

Brindando el servicio público de electricidad a sus clientes dentro de su área de concesión, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento Decreto Supremo N° 009-93 EM y modificatorias [Ref.7]

### **2.8. RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ**

En ese sentido, la tabla se observa los resultados históricos de pérdidas de energía del Perú para el año 1993, este año es particularmente especial porque

es el año de inicio de las regulaciones tarifarias en las que involucra la reducción de pérdidas como una exigencia para la fijación de tarifas en los sistemas de distribución. Para entonces vemos que Electronoroeste tenía 24.57% de pérdidas en distribución y con 16.03% de diferencia con respecto a las pérdidas estándares, estaba ubicada en el puesto N° 11 entre las 16 distribuidoras más grandes del Perú.

**Tabla 4: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 1993**

Puesto N°	Empresa de distribución Eléctrica	Pérdidas de energía		
		Estandares (%)	Reales (%)	Diferencia (%)
1	Luz del Sur	7.74	19.07	11.33
2	Ede-Chancay	7.74	19.07	11.33
3	Edelnor	7.74	19.07	11.33
4	Edecañete	7.74	19.07	11.33
5	Electrocentro	9.31	22.16	12.85
6	Electro Ucayali	9.31	22.16	12.85
	Total Perú	7.91	21.85	13.94
7	Electrosur	8.28	22.72	14.44
8	Electro Dunas	6.15	20.98	14.83
9	Sersa	8.25	23.42	15.17
10	Electro Oriente	8.25	23.42	15.17
<b>11</b>	<b>Electronoroeste</b>	<b>8.54</b>	<b>24.57</b>	<b>16.03</b>
12	Electro Sur Este	9.48	29.26	19.78
13	Electro Puno	9.48	29.26	19.78
14	Electronorte	9.13	29.80	20.67
15	Seal	8.31	29.34	21.03
16	Hidrandina	7.49	31.95	24.46

Fuente: Osinergmin 1993. Electronoroeste (ENOSA)



Con el paso de los años se observa que Electronoroeste reduce sus pérdidas de 24.57 % a 10.86%, se observa en el Cuadro para el año 2000, en el puesto 7, con una diferencia de 4.61 % en relación a las pérdidas reconocidas.

**Tabla 5: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2000.**

Puesto N°	Empresa de distribución Eléctrica	Pérdidas de energía		
		Estandares (%)	Reales (%)	Diferencia (%)
1	Electrocentro	9.10	8.41	-0.69
2	Luz del Sur	7.36	8.17	0.81
3	Ede-Chancay	6.34	7.86	1.53
4	Edelnor	6.70	9.29	2.59
	Total Perú	7.12	10.31	3.19
5	Edecañete	5.49	8.86	3.37
6	Electrosur	7.71	11.83	4.12
<b>7</b>	<b>Electronoroeste</b>	<b>6.25</b>	<b>10.86</b>	<b>4.61</b>
8	Electro Sur Este	9.43	14.44	5.01
9	Electro Dunas	5.53	10.80	5.27
10	Hidrandina	6.93	12.66	5.73
11	Electronorte	8.19	13.97	5.79
12	Electro Ucayali	6.22	12.11	5.89
13	Electro Puno	7.36	14.68	7.33
14	Sersa	9.56	17.26	7.70
15	Seal	8.31	29.34	21.03
16	Hidrandina	7.49	31.95	24.46

Fuente: Osinergmin 2000. Electronoroeste (ENOSA)

Continuando con el análisis, se ve que Electronoroeste reduce sus pérdidas para el año 2005 a un nivel 9.86 %, a pesar de estar en el puesto N° 12.

**Tabla 6: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ  
2005**

Puesto N°	Empresa de distribución Eléctrica	Pérdidas de energía		
		Estandares (%)	Reales (%)	Diferencia (%)
1	Luz del Sur	7.16	6.33	-0.84
2	Electrocentro	9.08	8.86	-0.23
3	Electronorte	7.72	9.14	1.42
4	Electrosur	7.35	8.89	1.54
	Total Perú	6.95	8.63	1.67
5	Edelnor	6.7	9	2.3
6	Ede-Chancay	6.7	9	2.3
7	Electro Ucayali	6.18	8.56	2.38
8	Hidrandina	7.08	10.12	3.04
9	Edecañete	5.17	8.85	3.68
10	Electro Sur Este	8.85	12.74	3.89
11	Electro Oriente	7.22	11.28	4.06
<b>12</b>	<b>Electronoroeste</b>	<b>5.75</b>	<b>9.86</b>	<b>4.11</b>
13	Electro Puno	7.93	12.21	4.28
14	Seal	7.33	12.18	4.85
15	Sersa	9.79	16.49	6.71
16	Electro Dunas	4.75	12.28	7.52

Fuente: Osinergmin 2005. Electronoroeste (ENOSA)

Luego de 7 años Electronoroeste aumenta su nivel de pérdidas llegando a 11.05% y se ubica en el lugar N° 16 en el ranking del año 2012, con una diferencia de 5.53% con respecto a las pérdidas estándares.

**Tabla 7: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2012**

Puesto N°	Empresa de distribución	Pérdidas de energía		
	Eléctrica	Estandares (%)	Reales (%)	Diferencia (%)
1	Luz del Sur	6.56	5.73	-0.83
2	Electrosur	7.36	7.78	0.42
3	Seal	7.34	8.08	0.74
4	Edelnor	6.49	7.37	0.88
5	Ede-Chancay	6.49	7.37	0.88
	Total Perú	6.64	7.89	1.24
6	Electrocentro	9.6	11.01	1.41
7	Sersa	10.26	11.91	1.65
8	Electro Oriente	7.35	9.74	2.4
9	Electro Puno	8.41	10.9	2.49
10	Electro Dunas	5.41	8.03	2.62
11	Electro Sur Este	9.05	12.12	3.07
12	Electronorte	7.26	11.44	4.18
13	Hidrandina	6.78	10.96	4.19
14	Edecañete	7.45	12.02	4.57
15	Electro Ucayali	6.69	11.86	5.16
<b>16</b>	<b>Electronoroeste</b>	<b>5.52</b>	<b>11.05</b>	<b>5.53</b>

Fuente: Osinergmin 2012 Electronoroeste (ENOSA)

Según el informe de pérdidas publicado por OSINERGMIN, correspondiente al año 2014, Electronoroeste disminuye sus pérdidas a 9.4% con una diferencia de 4.5% de las reconocidas, y sube al puesto N° 13 del

ranking, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 8: RANKING DE PÉRDIDAS EN DISTRIBUCIÓN DEL PERÚ 2014**

Puesto N°	Empresa de distribución Eléctrica	Pérdidas de energía		
		Estandares (%)	Reales (%)	Diferencia (%)
1	Luz del Sur	5.90%	5.20%	-0.70%
2	Edelnor	6.00%	6.70%	0.70%
3	Ede-Chancay	6.00%	6.70%	0.70%
4	Electrocentro	8.00%	9.00%	1.00%
	Total Perú	6.00%	7.20%	1.20%
5	Seal	6.60%	8.00%	1.40%
6	Electrosur	6.70%	9.00%	2.30%
7	Electronorte	6.40%	9.10%	2.70%
8	Electro Oriente	6.90%	9.80%	2.90%
9	Hidrandina	6.00%	9.00%	3.00%
10	Electro Dunas	4.90%	8.30%	3.40%
11	Sersa	8.10%	12.20%	4.10%
12	Electro Sur Este	7.90%	12.30%	4.30%
<b>13</b>	<b>Electronoroeste</b>	<b>4.90%</b>	<b>9.40%</b>	<b>4.50%</b>
14	Electro Puno	7.10%	11.70%	4.60%
15	Edecañete	6.40%	11.10%	4.70%
16	Electro Ucayali	6.10%	12.70%	6.60%

Fuente: Osinergmin 2014. Electronoroeste (ENOSA)

En conclusión, Electronoroeste siempre ha tenido problemas con las pérdidas de energía, que es un problema complejo y aun cuando se han desplegado grandes esfuerzos no se ha podido reducir las pérdidas a nivel estándar.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Se eligió la investigación descriptiva, cuantitativa y transversal, así se detalla a continuación:

**Es una investigación descriptiva:** “Porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” [Ref.8].

**Es una investigación cuantitativa:** “Porque ha predominado, se centra fundamentalmente en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación de los fenómenos, utiliza la metodología empírico analítico y se sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos” [Ref.8].

**Es una investigación transversal.** “Porque estudia un aspecto de desarrollo de los sujetos en un momento dado” [Ref.8], (setiembre 2018– enero 2019).

**Diseño descriptivo simple.** El investigador busca y recoge información relacionada con el objeto de estudio, no presentándose la administración o control de un tratamiento” [Ref.8].

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

**3.2.1. POBLACIÓN.** La población se conformó por el ámbito de la jurisdicción de ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – Sucursales Chulucanas, de distribución de energía eléctrica.

**3.2.2. MUESTRA.** La muestra para este estudio luego de considerar la población fue el ámbito mismo de la jurisdicción de ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – Sucursales Chulucanas, de distribución de energía eléctrica, en los meses de enero a mayo del 2019.

### **3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.**

- Es una investigación Cuantitativa.
- **Técnicas:** Se utilizó la técnica de observación.

### **3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS**

Se utilizó la información brindada por el área comercial de la empresa ENOSA –U.U.N.N. sucursales- Chulucanas.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

Como el estudio es de carácter descriptivo no se ha considerado hipótesis. Por lo que se usó solamente la estadística descriptiva

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

### **4.3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.**

El plan que se va a realizar, es el primer paso para la resolución de problemas, el cual consiste en llevar a cabo un diagnóstico exhaustivo de la situación actual para identificar tanto los problemas existentes como sus causas subyacentes. Al abordar las raíces de los problemas, se pueden desarrollar soluciones efectivas y duraderas [Ref. 11].

Es esencial implementar un sistema de seguimiento y evaluación del progreso del plan para evaluar de manera objetiva la situación en relación con los objetivos establecidos en cualquier momento. Es fundamental llevar a cabo un control sistemático de la ejecución del plan para garantizar su verificación y supervisar el cumplimiento de las responsabilidades asignadas al personal que está involucrado en todas las actividades que puedan influir en las pérdidas. [Ref. 11].

Las actividades relacionadas con estas tareas tienen una perspectiva amplia que se extiende fuera de los márgenes de la empresa. Por ejemplo, la información y educación que se brinda a los clientes debe abarcar toda el área

de servicio, y las medidas para asegurar el respaldo legal adecuado son de naturaleza sectorial [Ref. 11].

Según lo analizado, La estructura del plan estratégico para abordar las pérdidas eléctricas de energía se divide en dos áreas principales de acción: la ejecución del plan en sí mismo y las medidas ambientales asociadas. [Ref. 11].

Dentro del proceso de implementación del plan, se han identificado dos grupos principales de acciones que deben llevarse a cabo:

- Actividades Temporales. - Las actividades temporales a seguir son: campañas publicitarias, corte y reconexión, elaboración de planos, etc.
- Actividades Permanentes. - Uso del handheld, centros móviles de contratación de nuevo servicio, censos, equipo de contrastación, etc.
- Acciones del entorno. Se consideran "acciones del entorno" a las medidas relacionadas con la publicidad y educación dirigidas a los clientes de la empresa.





Figura 8: Flujo de Proceso del PlanFuente: [Ref. 11]

La figura 8 presenta los elementos del plan de reducción de pérdidas.

La figura 8 muestra que ambos grupos de acciones deben estar sujetos a un control sistemático, el cual se basa en el índice sectorizado de pérdidas. Este índice es esencial para evaluar la evolución del plan en cualquier momento y los resultados obtenidos al final de un período deben evaluarse también en función de este índice de pérdidas. Por otro lado, la figura 9 presenta los diferentes componentes del plan de reducción de pérdidas. [Ref. 11].

El índice de pérdidas es una herramienta valiosa para controlar y evaluar el desempeño. Si solo se consideran las pérdidas totales, se tendrá una idea general de la magnitud de los problemas internos, pero no se identificará dónde están las causas fundamentales. Al dividir las pérdidas totales en pérdidas técnicas y no técnicas, se puede identificar las zonas en la que los problemas son más frecuentes, ya sea en la operación de las redes o en la gestión de la empresa. Al clasificar las pérdidas técnicas por componente del sistema y ubicación geográfica, se pueden identificar las áreas con mayores problemas y los componentes que requieren más atención. [Ref. 11].

Es importante resaltar que, para lograr una mayor desagregación en la identificación de las pérdidas, es necesario analizar y estudiar minuciosamente

la operación del sistema de distribución, ya que a pesar de ser el lugar donde se producen las pérdidas, es el que menos atención recibe en cuanto a inversión en ingeniería [Ref. 11].

Es importante destacar que el análisis del sistema de distribución no solo sirve para obtener el índice sectorizado de pérdidas, sino que también contribuye a la mejora de la planificación, diseño y operación de la red, lo que aumenta la eficiencia del sistema y beneficia a la empresa en su conjunto. Además, la ejecución del plan de reducción y control de pérdidas debe ser complementada con acciones de entorno, como publicidad y educación, que ayuden a concientizar a las personas que incurren en las infracciones más comunes. [Ref. 11].

El plan para reducir las pérdidas eléctricas debe incluir a todos los miembros de la empresa, tanto aquellos directamente relacionados con el programa como aquellos que prestan apoyo, como el área comercial, de facturación y legal. La falta de cooperación de cualquier área puede disminuir la eficacia del control y supervisión, lo que puede generar una sensación de impotencia en general. Por lo tanto, es esencial que todos los miembros de la empresa colaboren para asegurar la efectividad del plan estratégico y su cumplimiento exitoso de reducción de pérdidas eléctricas de energía. [Ref. 11].

A continuación, se enumerarán los beneficios que tanto la empresa como

sus clientes pueden obtener al implementar planes de reducción de pérdidas de energía [Ref. 11].

#### **4.3.1. BENEFICIOS EN LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS COMERCIALES**

Las empresas eléctricas obtienen rentabilidad al facturar y cobrar la energía que distribuyen. Por lo tanto, es crucial que estas empresas implementen planes de acción que involucren a todas sus unidades técnicas y administrativas para la reducción de energía que se pierde en la facturación. [Ref. 11].

En términos generales, los proyectos para reducir las pérdidas comerciales tienen como meta disminuir el fraude y hurto de energía, por medio de acciones como la regularización de usuarios, el reemplazo e instalación de equipos como redes, acometidas y medidores, y la introducción de nuevos sistemas de lectura, facturación, cobranza y control. Como resultado, se generan las siguientes ventajas: [Ref. 11]:

- La reducción de las pérdidas de energía eléctrica implica un ahorro en los recursos de generación o compra de energía que no serán consumidos sin pagar, lo que beneficia a la empresa al recibir ingresos por la venta de energía que anteriormente no se facturaba. Este ahorro en recursos representa un beneficio financiero significativo. [Ref. 11].
- La disminución de costos gracias a la reducción de pérdidas de energía, genera un aumento en la demanda de los usuarios existentes debido a una reducción en

las tarifas. Esta reducción en los costos evita el subsidio cruzado y permite que la empresa mantenga su inversión en labores de mantenimiento necesarias y reduzca sus costos unitarios, accidentes y tarifas en relación con su situación actual. Como resultado, la empresa puede mantenerse al día en sus inversiones y operaciones de mantenimiento. [Ref. 11].

- Además de la ventaja financiera que representa la reducción de la energía no facturada, en muchos casos se puede recuperar la energía consumida pero no facturada por los usuarios con irregularidades, lo que convierte cualquier inversión en rentable a corto plazo. [Ref. 11].
- Generar conciencia entre los clientes para evitar prácticas ilegales de consumo de energía, mediante la implementación de medidas de disuasión como multas y sanciones por parte de la empresa distribuidora. [Ref. 11].

#### **4.3.2. PLAN PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS COMERCIALES**

En la Unidad de Negocios Chulucanas se tiene que del mes de enero a mayo – 2019, el promedio de pérdidas es de 9.38%, siendo el alimentador A1402 el que presenta el mayor porcentaje de pérdidas con 13.24%. La estrategia clave de este plan es involucrar a todo el personal en la identificación del problema y fomentar la realización de actividades proactivas en conjunto, en complemento con campañas de concientización y cambio de mentalidad en la población, para evitar el robo de energía eléctrica. [Ref. 11].

En líneas generales, los objetivos principales son los que se mencionan a continuación:

- Establecer una medición precisa y confiable de la energía distribuida.
- Garantizar una medición correcta de la energía vendida a los clientes finales.
- Prevenir el robo de energía.
- Fomentar la conciencia en el personal de que el trabajo en equipo es esencial para controlar efectivamente las pérdidas comerciales de energía.
- Asegurar un suministro oportuno de recursos.
- Implementar procesos de gestión técnico-comercial con cero defectos.
- Disponer de un sistema de información de gestión eficiente.
- Tomar medidas legales para la aplicación de sanciones a los infractores [Ref. 11].

La consecución de los objetivos principales mencionados anteriormente tendrá como consecuencia los siguientes beneficios:

- Disminución de las pérdidas de energía eléctrica.
- Reducción de las cuentas por cobrar.
- Optimización en la eficiencia y calidad del servicio ofrecido.
- Mejora en la calidad del servicio realizado.
- Aumentar el grado de contento de los usuarios en relación al servicio realizado respecto a la empresa.
- Establecimiento de procesos orientados hacia las necesidades de los clientes [Ref. 11].

Se desarrollará este plan en tres etapas primordiales, las cuales se describen a continuación:

#### **4.3.2.1. PLAN DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS A CORTO PLAZO**

- **REDUCCIÓN DE PERDIDAS ADMINISTRATIVAS**

Para reducir las pérdidas comerciales, se iniciará con la optimización de las pérdidas administrativas, ya que esto no requiere una gran inversión. Las pérdidas administrativas están relacionadas con los departamentos de facturación e informática. El primero se encargará de normalizar los medidores sobrantes, sincerar los promedios de consumo y normalizar las tarifas, mientras que el segundo se enfocará en hacer que los programas de cada área funcionen de manera eficiente. Si el departamento de facturación puede identificar las principales causas de pérdidas de energía mediante los reportes de los lectores mensuales, se lograría la recuperación de la mayoría de las pérdidas en la empresa. Además, es crucial que los reportes de los lectores sean atendidos inmediatamente por el departamento responsable de recuperación de pérdidas para que los lectores vean que sus reportes son valorados y considerados en la siguiente lectura.

Además, es importante evitar el uso de consumos estimados, que se producen cuando la empresa no toma la lectura real del medidor. Para lograr esto, se debe depurar el catastro de medidores y planificar la toma de lectura por áreas específicas, como manzanas o calles. De esta manera, se puede reducir la cantidad de reclamos de los clientes, que en su mayoría se deben a la

falta de toma de lectura. También se debe revisar detalladamente el programa de transferencia de abonados, ya que existen casos en los que los datos de los abonados son ingresados una sola vez y no se emiten facturas durante años, lo que resulta en pérdidas para la empresa distribuidora [Ref. 11].

#### **4.3.2.2. PLAN DE REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS A MEDIANO PLAZO**

- **REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR CONEXIONES ILEGALES, FRAUDE Y CONEXIONES CLANDESTINAS EN LAS ZONAS URBANAS.**

Se realizará una evaluación exhaustiva de los abonados en áreas no marginales, utilizando rutas predeterminadas, para identificar las pérdidas relacionadas con conexiones clandestinas, fraudes y conexiones ilegales.

La inspección a llevar a cabo comprenderá los siguientes aspectos:

- Si se descubre que un usuario está conectado directamente a la red eléctrica sin contar con un medidor, se le instalará uno inmediatamente junto con su conexión eléctrica. En ciertos casos, puede ser necesario recurrir a la fuerza pública, pero se intentará resolver la situación de manera diplomática.
- Si el medidor no presenta signos de haber sido manipulado, se procederá a revisar los terminales de conexión y se volverán a sellar con un registro de cualquier novedad que se encuentre.

- Si el medidor está dañado y necesita ser reemplazado, se colocará un sello de color diferente en el medidor para indicar que debe ser reemplazado en el futuro. Este método se utilizará para los usuarios de bajo consumo. En cambio, si el usuario tiene consumos más altos, se cambiará el medidor inmediatamente o se firmará un convenio de consumo basado en el censo de carga del usuario.
- Se necesitará tener a disposición un dispositivo móvil para ajustar (calibrar) los medidores en el lugar donde se encuentren, siempre y cuando sea posible. Pero aquellos que requieran reparaciones más complejas, serán enviados al laboratorio de la empresa para su calibración correspondiente. [Ref. 11].
- Se procederá a la reposición de los medidores retirados con el mismo personal que los retiró, preferiblemente en las primeras horas de la mañana siguiente con el objetivo de mantener el control sobre los medidores y evitar su pérdida. Los nuevos medidores serán instalados en cajas antihurto para evitar intervenciones no autorizadas. Después de la instalación, se colocará un tornillo de seguridad con un sello de plástico numerado sobre relieve y la sigla de la empresa también sobre relieve para un control inmediato sobre los clientes. Cada cliente tendrá un registro con el número y serial del medidor, el número de sello de la caja, lo que permitirá saber cuándo se produce el cambio y reportarlo



inmediatamente. [Ref. 11].

- Una vez que se garantice la ausencia de pérdidas debido a fraudes en los medidores, se tomarán medidas adicionales para evitar que los usuarios intenten dañar a la empresa alterando sus conexiones. Para este propósito, se considerará reemplazar el cableado pentafilear existente con cable autoportante, que es menos accesible y difícil de manipular, asegurando así la integridad del suministro eléctrico [Ref. 11].

#### **4.3.2.3. PLAN DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS A LARGO PLAZO**

- **REDUCCIÓN DE PERDIDAS POR CONEXIONES ILEGALES**

Esta situación de pérdida se produce cuando se registran conexiones ilegales a la red eléctrica, ya sea mediante colgados o puentes en los terminales de la base socket, y su origen se encuentra tanto en la pobreza como en la falta de atención a las solicitudes de nuevos servicios. Para disminuir este tipo de pérdidas, es fundamental implementar nuevas tecnologías [Ref. 11].

Se ha observado que la mayoría de las conexiones ilegales se concentran en zonas marginales, donde las redes de distribución utilizan conductores desnudos. Debido a que estas redes son vulnerables, se hace necesario realizar ciertas modificaciones para prevenir estas conexiones ilícitas. [Ref. 11].

Una de las soluciones para evitar las conexiones ilegales en zonas marginales es el rediseño de la red de distribución, sustituyendo los conductores desnudos por conductores autoportantes. De esta manera, se dificultará la conexión ilegal en los vanos. [Ref. 11].

Una medida adicional para evitar las conexiones ilegales es la eliminación de los rack y su reemplazo por cajas de derivación de acometidas. Las modificaciones realizadas se pueden observar en la figura 11, donde se ve la red de baja tensión con las conexiones ilegales eliminadas y las nuevas cajas de derivación de acometidas instaladas, a diferencia de la figura 10 que muestra la situación anterior [Ref 11].

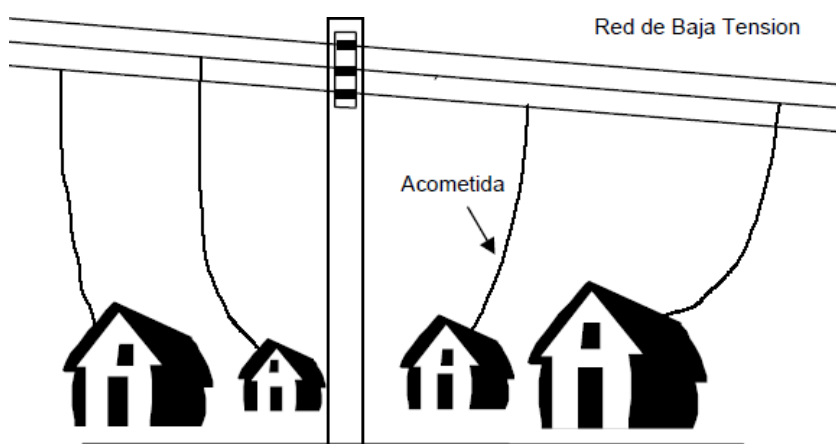


Figura 9. Conexiones Ilegales

Fuente: [Ref. 11].

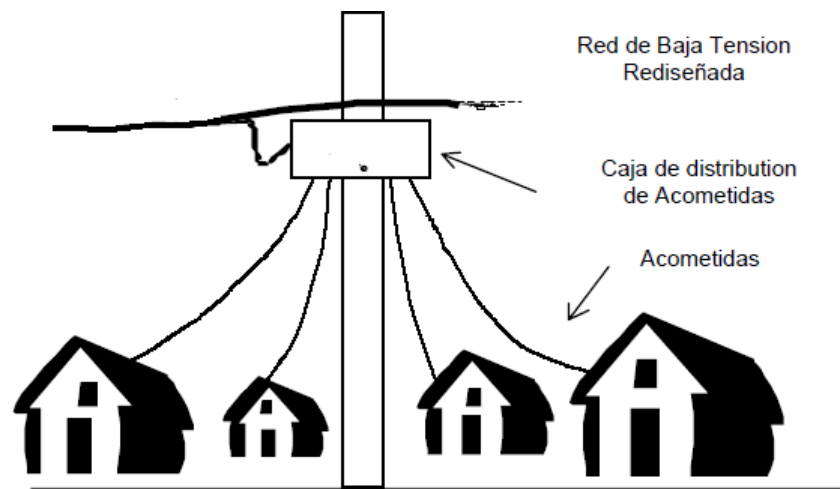


Figura 10. Acometidas Legales

Fuente: [Ref. 11].

Estas son las ventajas obtenidas por las modificaciones realizadas:

- ✓ Se reduce la cantidad de energía eléctrica perdida por conexiones ilegales.
- ✓ Se aumenta la cantidad de clientes legalmente conectados al servicio.
- ✓ Se reducen las interrupciones en el suministro causadas por conexiones ilegales.
- ✓ Se acrecienta la calidad del servicio dado a los clientes legales.
- ✓ Se mejora la sensación de la empresa por los usuarios y la comunidad en general.

Considerando el elevado precio de los medidores, los cuales son difíciles de pagar para los servicios de bajos ingresos y más aún si el consumo es bajo, se propone un nuevo sistema de venta de energía [Ref. 11].

Se propone un sistema alternativo de venta de energía para clientes con recursos económicos limitados, que implica la instalación de una caja metálica de tamaño reducido con capacidad para albergar un breakers de diferentes capacidades (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 amperios). [Ref. 11].

La caja metálica mencionada anteriormente será instalada siguiendo todas las condiciones de seguridad pertinentes para evitar la manipulación y el breakers utilizado será dimensionado según el censo de carga previamente realizado durante la inspección. Es importante destacar que se instalará el conductor antifraude en todos los usuarios para evitar futuras conexiones clandestinas y, de esta manera, garantizar el cumplimiento de las normativas correspondientes [Ref. 11].

Una vez instalado el servicio con la caja metálica y el breakers correspondiente, en caso de que el usuario decida aumentar su carga eléctrica, el breakers se activará y el usuario deberá pagar un costo adicional por el consumo adicional de energía [Ref. 11].

El uso de este sistema de venta de energía permitiría a la empresa reducir el costo de inversión, ya que el precio promedio de cada caja con su correspondiente breakers es significativamente menor al costo de un medidor

[Ref. 11].

Para satisfacer su objetivo social y al mismo tiempo mantener su negocio de venta de energía, las empresas comercializadoras de energía deben encontrar un equilibrio. Por lo tanto, este sistema de venta de energía para clientes de bajos recursos económicos se mantendrá hasta que el cliente sea rentable para la empresa. [Ref. 11].

#### **4.3.3. PRIORIDADES PARA LA EJECUCION DEL PLAN**

La siguiente es la lista de prioridades establecida en el plan para la reducción de pérdidas de energía:

- Una de las principales prioridades es resolver las pérdidas comerciales.
- Requerir la colaboración comprometida de todo el personal de la empresa.
- Mejorar los procesos administrativos para reducir las pérdidas causadas por errores o fallos en la gestión interna de la empresa.
- Capacitar al personal encargado de tomar las lecturas para detectar cualquier posible anomalía.
- Brindar capacitación al personal de control para que puedan reconocer y prevenir los diversos tipos de manipulaciones y conexiones ilícitas del equipo de medición.
- La estrategia incluye la segmentación por zonas geográficas y tipos de clientes, con una posible sectorización en áreas residenciales en función de los barrios y niveles de ingresos (precarios de bajos ingresos, ingresos medios o altos ingresos).

- Se propone llevar a cabo inspecciones periódicas para verificar y controlar a los clientes.
- Se busca reducir al mínimo el tiempo requerido para conectar y reconectar los servicios.
- Promover la eliminación de impuestos en las facturas de energía con el fin de minimizar el costo final para los clientes, como una medida para incentivar la responsabilidad en la sostenibilidad de la energía.
- Mantener una campaña continua de concientización sobre el uso responsable de la energía dirigida a los clientes de bajos recursos.
- Imponer multas y cargos a aquellos clientes que violen las normas establecidas y tengan la capacidad económica para hacer frente a los costos adicionales en sus facturas de energía.
- Ofrecer opciones de pago flexibles y adaptadas a las posibilidades de clientes de bajos recursos, incluyendo multas y gastos de conexión.
- Después de regularizar la situación de los usuarios en áreas marginales, se deben establecer mecanismos para llevar a cabo inspecciones periódicas de los suministros y brindar asistencia en caso de atrasos en los pagos.
- Reducir las pérdidas técnicas.

- Se llevarán a cabo evaluaciones periódicas para verificar el impacto de las inversiones realizadas y el monto recuperado o no perdido de energía.
- Realizar mediciones periódicas para identificar y cuantificar las pérdidas de energía en cada una de las sucursales y ciudades donde opera la empresa [Ref. 11].

#### **4.4.EL PLAN PARA LA MEJORA DEL CONTROL DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ÁREA COMERCIAL DE LA EMPRESA EN UNA UNIDAD DE NEGOCIOS (U.U.N.N) – SUCURSALES CHULUCANAS**

Presenta estrategias, procedimientos e instructivos, formatos y registros a aplicarse y se espera que las actividades planificadas en el marco del plan contribuyan a lograr los fines establecidos y minimizar las pérdidas de energía eléctrica, lo que resultará en un aumento de la calidad del servicio brindado a los clientes y que la empresa sea rentable.

Las pérdidas de energía han ido en aumento en lo que va de este año 2019 con la aplicación de este plan se espera reducir en un porcentaje considerable realizando para ello monitoreo y evaluaciones permanentes.

##### **4.4.1. Antecedentes**

El Departamento Comercial de la Unidad Empresarial Piura a través de sus unidades de negocio como lo es la Unidad de Negocios U.U.N.N. sucursales – Chulucanas, es el responsable de planificar, ejecutar y controlar el desarrollo

de las actividades que conlleven a reducir a los índices estándares de pérdidas de energía eléctrica reconocidos por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) del OSINERGMIN y en cumplimiento al Artículo 171° del Reglamento de la LCE – D.S. N° 009-93-EM y la Norma DGE “Reintegros y Recuperos de Energía Eléctrica”.

#### **4.4.2. Previsiones de Accidentes – Seguridad en el Trabajo.**

Antes de iniciar la ejecución de las actividades, se planificará y realizará una reunión de coordinación y capacitación del cumplimiento de las regulaciones de seguridad y salud en el ámbito laboral.

Antes de iniciar cualquier actividad laboral, es imprescindible que todo el personal implicado cumpla con las regulaciones y estándares de seguridad y salud en el ámbito laboral., verificando que disponen de los implementos adecuados para su protección, los cuales serán evaluados por el Ingeniero responsable. Es fundamental adoptar medidas preventivas para evitar riesgos y accidentes laborales, especialmente cuando se trabaja en alturas, comprobando que los equipos, herramientas y elementos de sujeción sean seguros y apropiados para su uso. Bajo ninguna circunstancia se permitirá que un trabajador labore sin cumplir con los requerimientos de seguridad establecidos.

En caso de un accidente eventual, ya sea una caída o un golpe, se debe



atender de inmediato al afectado y verificar su gravedad. Esto debe ser realizado por el responsable de los trabajos de campo y el supervisor profesional encargado, quienes deben contar con los medios y recursos necesarios para brindar una atención oportuna. Además, es importante identificar con anticipación un puesto de salud cercano a los lugares de trabajo para una atención rápida y eficaz.

#### **4.4.3. Descripción de Actividades:**

##### **4.2.3.1. Verificación y Saneamiento de los Sistemas de Medición de las SET:**

- Se realizará una revisión exhaustiva del equipo de medición para asegurar su correcto funcionamiento.
- Se debe llevar a cabo una comprobación del cableado de la tensión y corriente para garantizar su correcto funcionamiento.
- Verificación del conexionado al medidor multifunción.
- Se procesará la información recolectada de las lecturas y mediciones para obtener un número preciso de las pérdidas.
- Se llevará a cabo la captura mensual de los datos de energía y potencia registrados en los equipos de transformación.
- Proceder con la instalación de equipos de medición que se encuentren

ausentes en las Subestaciones Transformadoras (SET).

#### **4.2.3.2 Verificación y Saneamiento de los Sistemas de Medición en Alimentadores de MT:**

- Se procederá a realizar una revisión exhaustiva del correcto desempeño del dispositivo medidor de consumo de energía.
- Se deberá comprobar el correcto enlace de las señales eléctricas de voltaje y corriente en el sistema de medición correspondiente.
- Realizar una inspección para confirmar el correcto funcionamiento del equipo Trafomix.
- Verificar la relación de transformación de los equipos Trafomix mediante una revisión exhaustiva.
- Se procederá a registrar las especificaciones del Equipo Trafomix mediante la toma de datos correspondientes.
- Toma de fotos a las placas del equipo Trafomix. Toma de video a la lectura del equipo medidor.

- Reprocesamiento de los datos obtenidos a partir de mediciones y lecturas para cuantificar las pérdidas técnicas y no técnicas.
- Se llevará a cabo un análisis minucioso para identificar las áreas críticas en términos de pérdidas técnicas y no técnicas en la red de distribución.

#### **4.2.3.3 Verificación y saneamiento del sistema de medición a clientes mayores.**

- Se realizará una revisión exhaustiva del equipo de medición para asegurar su correcto funcionamiento.
- Se debe llevar a cabo una comprobación del cableado de la tensión y corriente para garantizar su correcto funcionamiento.
- Realizar una inspección para confirmar el correcto funcionamiento del equipo Trafomix.
- Revisar la polaridad de los Transformadores de corriente y revisión de conexión de la relación de transformación de los equipos Trafomix.
- Verificación y ajuste de la conexión del cableado de los T/Cs a los medidores para asegurar su correcto funcionamiento.
- Una vez que se vaya a realizar el ajuste, es necesario quitar los precintos de seguridad que se encuentran en la tapa bornera, y posteriormente, después de concluir la tarea, cerrar la bornera usando un nuevo precinto para asegurar su integridad.

- Se procederá a la recolección de información sobre las especificaciones técnicas de los transformadores de potencia, de corriente y/o el equipo Trafomix.
- Realizar registro fotográfico de las placas en los transformadores de potencia, de corriente y/o equipo Trafomix, así como registro audiovisual de las lecturas del equipo medidor para obtener datos precisos y confiables.
- Comparación entre potencia registrada en cada salida y potencia registrada en el medidor.
- Se llevará a cabo la medición del valor de tensión y corriente en la entrada y salida del sistema como una fracción del proceso de evaluación.
- Realizar acciones para abordar a los usuarios que incumplieron las condiciones de suministro y aplicar el recupero correspondiente.
- Evaluar la disminución atípica de los consumos mensuales.

#### **4.2.3.4. Verificación de los sistemas de medición de SED'S (totalizadores) y alumbrado público.**

##### **Mantenimiento del Sistema de Medición de la SED.**

- Se realizará una revisión exhaustiva del equipo de medición para asegurar su correcto funcionamiento.

- Se debe llevar a cabo una comprobación del cableado de la tensión y corriente para garantizar su correcto funcionamiento.
- Realizar una inspección para confirmar el correcto funcionamiento del equipo.
- Realizar una verificación de la polaridad de los Transformadores de corriente.
- Verificación del conexionado al medidor multifunción.
- Verificación y ajuste de la conexión del cableado de los T/Cs a los medidores para asegurar su correcto funcionamiento.
- Para ajustar se tiene que sacar los precintos de seguridad de la tapa bornera para luego de finalizar la labor, sellar la bornera con el nuevo precinto.
- Instalación de equipos de medición faltantes en las SED.
- Cambiar los medidores electromecánicos por medidores electrónicos.
- Sinceramiento de usuarios por S.E.D's.
- Operativos anti clandestinaje por S.E.D's.
- Confirmar los suministros observados y por consumo nulo.
- Evaluar la disminución atípica de los consumos mensuales de clientes en B.T.

#### **4.2.3.5. Mantenimiento Del Sistema De Medición De Alumbrado Público.**

- Se realizará una revisión exhaustiva del equipo de medición para asegurar su correcto funcionamiento.
- Se debe llevar a cabo una comprobación del cableado de la tensión y corriente para garantizar su correcto funcionamiento.
- Se debe llevar a cabo una verificación del correcto desempeño del equipo (interruptor horario o célula fotoeléctrica, contactor, interruptor termomagnético y cables), asegurándose de que estén operando de manera adecuada.
- Verificar directamente en el lugar de instalación que todas las lámparas de energía sean adecuadamente asentadas por los totalizadores de Alumbrado Público.
- Realizar el ajuste necesario en la conexión del cableado que se conecta al medidor, a fin de garantizar un correcto funcionamiento del mismo.
- Es necesario quitar los precintos de seguridad que se encuentran en la tapa bornera, para ajustar la conexión en el cableado que se conecta al medidor y posteriormente, después de concluir la tarea, cerrar la bornera usando un nuevo precinto para asegurar su integridad.

## **CAPÍTULO V: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En la evaluación de las pérdidas eléctricas, se concluye que éstas son producto de diversos factores. Además, reflejan otros inconvenientes vinculados que, al ser debidamente examinados, deberían conducir a las verdaderas causas subyacentes de las deficiencias detectadas y, por lo tanto, a las soluciones adecuadas.

Las pérdidas en la UU.NN. Chulucanas tienen raíces profundas que no pueden ser resueltas mediante acciones puntuales. En cambio, se necesitan soluciones fundamentales que aborden las causas subyacentes en lugar de abordar solo los síntomas superficiales.

Lograr un bajo nivel de pérdidas es un aspecto fundamental para lograr satisfacer los objetivos en cuanto a la atención al cliente, la rentabilidad financiera y la eficiencia en la operación.

A diferencia de las pérdidas técnicas, las pérdidas comerciales son prevenibles y se pueden lograr reducciones significativas en este ámbito mediante la inversión adecuada de capital. La disminución de las pérdidas se basa en gran medida en una gestión eficiente.

### **5.1 BALANCE ENERGETICO**

En la evaluación de pérdidas, se busca cuantificar de forma integral las

pérdidas que son halladas en el sistema de distribución de la Unidad de Negocio Chulucanas, mediante un análisis comparativo entre la energía ingresada y la que se registra en el sistema.

La energía que se considera como ingreso es aquella que adquiere la empresa a través de la compra de energía del Sistema Interconectado Nacional y mediante la generación propia.

La energía registrada se refiere a la energía que ha sido vendida, consumida en actividades propias, utilizada para alumbrado público, autoconsumida en sus instalaciones, y otros usos conocidos y medidos.

$$\textbf{Energía Disponible} = \textit{Energía Facturada} + \textit{Pérdidas Totales}$$

En sucursales Chulucanas la energía disponible de enero a mayo del 2019 fue de:

$$\text{Energía facturada} = 13,663.578 \text{ Kwh}$$

$$\text{Pérdidas totales} = 1,424.750 \text{ Kwh}$$

**Aplicando la fórmula tenemos:**

$$\text{Energía disponible} = 13,663.578 \text{ Kwh} + 1,424.750 \text{ Kwh}$$

$$\text{Energía disponible} = 15,088.328 \text{ Kwh}$$

En consecuencia, el balance entre la energía disponible y la energía registrada representa el total de las pérdidas, incluyendo tanto las pérdidas técnicas como comerciales en el sistema de distribución. El porcentaje de estas



pérdidas es una referencia importante para diagnosticar la situación en la actualidad de la empresa.

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{\text{Pérdidas Totales}}{\text{Energía Disponible}}$$

Aplicando la fórmula para sucursales Chulucanas, tenemos:

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{1,424.750 \text{ Kwh}}{15,088.328 \text{ Kwh}}$$

$$\% \text{ Pérdidas} = 9.44 \%$$


En cualquier sistema eléctrico, se llevan a cabo transferencias de energía tanto dentro del mismo sistema como con otros sistemas eléctricos a lo largo de un período de tiempo. Al realizar un balance energético, se tienen en cuenta la energía disponible, la energía facturada y la energía perdida en ese sistema durante un período de tiempo determinado.

#### **5.1.4. ENERGÍA DISPONIBLE**

La energía que se suministra a los alimentadores desde la Subestación de Transmisión (SET) es conocida como la energía disponible. Esta energía se entrega en la barra de la subestación y se utiliza para brindar el servicio a los usuarios mediante las redes de distribución.

La Sub Estación de Transmisión (SET) Chulucanas es la que alimenta a toda la Unidad de Negocio Chulucanas a través de 04 alimentadores: Chulucanas, La Encantada, 10 caseríos, Complejo Agroindustrial BETA (nuevo alimentador); los cuales cuentan con un sistema de medición en el punto de entrega, información que es recaba mensualmente necesarios para realizar los respectivos balances de energía.

Tabla 9. Energía Disponible: Unidad de Negocios (U.U.N.N) – Sucursales Chulucanas Enero – Mayo 2019

		<b>ENERGÍA DISPONIBLE POR ALIMENTADORES UU.NN. CHULUCANAS</b>			
MES/AÑO	TOTAL ENERGÍA DISPONIBLE	ALIMENTADOR (COD.OPT.) KWh/ DESCRIPCIÓN			
		A1071	A1402	A1933	A1410
		71	95	93	BETA
may-19	3,109.128	1,549.898	285.912	1,262.626	10.692
abr-19	3,041.571	1,549.438	259.930	1,221.136	11.067
mar-19	2,876.977	1,594.403	184.880	1,078.583	19.111
feb-19	2,525.284	1,434.911	199.260	874.500	16.613
ene-19	3,535.368	1,655.217	415.109	1,465.042	0


Fuente: ENOSA Piura 2019.

#### 5.1.5. ENERGÍA FACTURADA

La energía facturada pertenece a la cantidad de energía usada por los clientes registrados en la empresa y que es conocida a través de la facturación correspondiente. El Departamento Comercial de la empresa lleva un registro detallado de los clientes y sus respectivos consumos de energía.

El Departamento Comercial utiliza el programa SIGCOM para consultar la información de facturación de los clientes.

Tabla 10. Energía Facturada: U.U.N.N – Sucursales Chulucanas Enero – Mayo 2019


		<b>ENERGÍA FACTURADA POR ALIMENTADORES UU.NN. CHULUCANAS</b>			
MES/AÑO	TOTAL ENERGÍA FACTURADA	ALIMENTADOR (COD.OPT.) KWh/ DESCRIPCIÓN			
		A1071	A1402	A1933	A1410
		71	95	93	BETA
may-19	2,782.586	1,322.629	286.905	1,162.360	10.692
abr-19	2,696.388	1,318.865	259.531	1,106.925	11.067
mar-19	2,640.365	1,429.762	188.266	1,003.226	19.111
feb-19	2,318.928	1,256.101	198.990	847.224	16.613
ene-19	3,195.391	1,425.317	404.626	1,365.448	0.000

Fuente: ENOSA Piura 2019.

#### 5.1.6. ENERGÍA PERDIDA

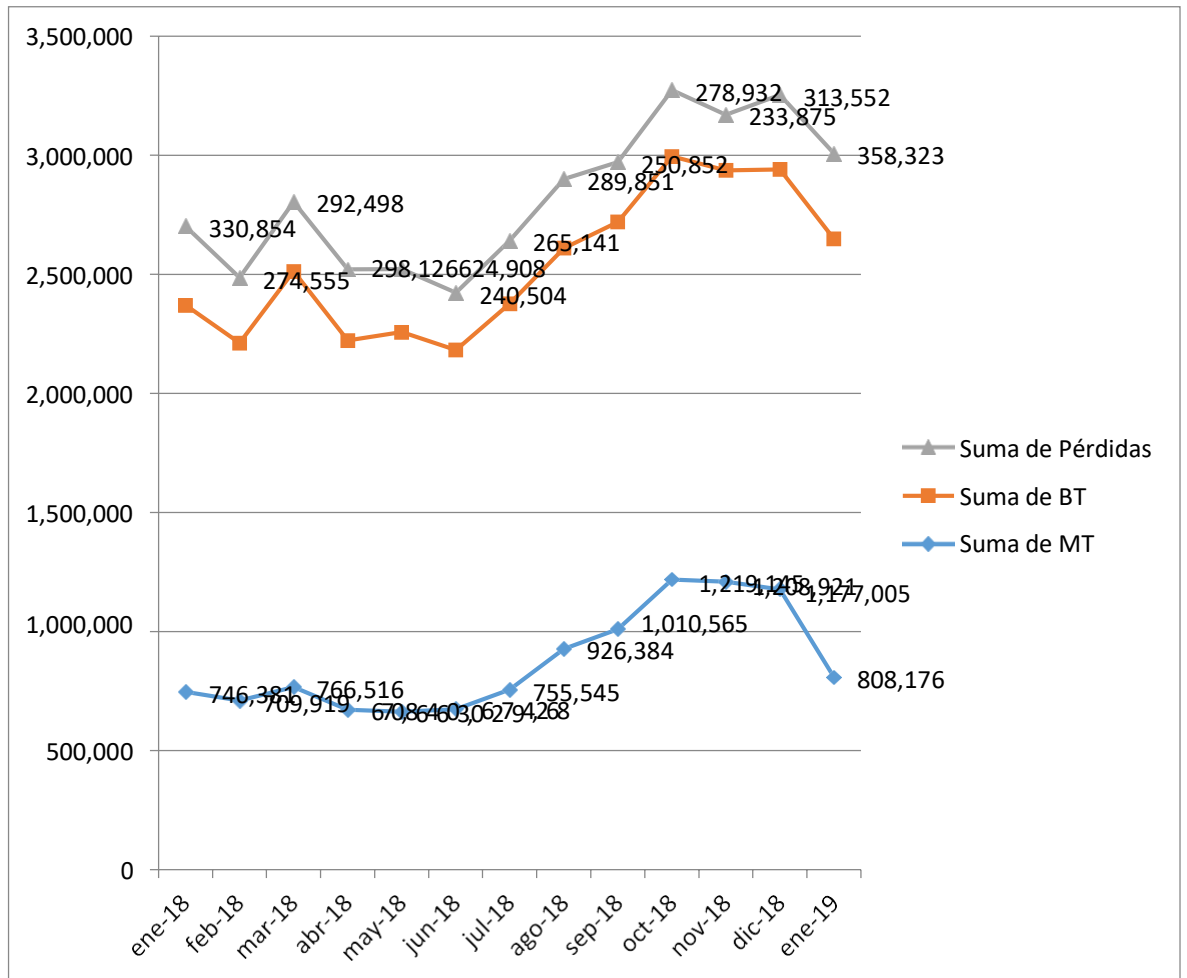
La energía perdida está determinada por las pérdidas técnicas y comerciales. En el análisis de las pérdidas eléctricas, se distinguen dos tipos: las pérdidas técnicas y comerciales. Las primeras responden a las pérdidas de energía que son producidas en los circuitos secundarios, medidores, acometidas y transformadores de corriente. Por otro lado, las pérdidas comerciales son evitables y se originan por conexiones ilegales, pérdidas no identificadas y administrativas, fraudes, errores y conexiones clandestinas. Es importante tener en cuenta ambos tipos de pérdidas.

Tabla 11: Pérdidas de Energía: U.U.N.N – Sucursales Chulucanas Enero – Mayo 2019

			PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR ALIMENTADORES UU.NN. CHULUCANAS			
MES/AÑO	TOTAL ENERGÍA DISPONIBLE	KWh	ALIMENTADOR (COD.OPT.) KWh/ DESCRIPCIÓN			
			A1071	A1402	A1933	A1410
			71	95	93	BETA
may-19	Energía distribuida	3,109.128	1,549.898	285.912	1,262.626	10.692
	Energía consumida	2,812.506	1,322.629	286.905	1,162.360	10.692
	Pérdidas	296.622	227.269	-0.993	100.266	0.000
	<b>Pérdidas %</b>	<b>9.54%</b>	<b>14.66%</b>	<b>-0.35%</b>	<b>7.94%</b>	<b>0.00%</b>
abr-19	Energía distribuida	3,041.571	1,549.438	259.930	1,221.136	11.067
	Energía consumida	2,696.388	1,318.865	259.531	1,106.925	11.067
	Pérdidas	345.183	230.573	0.399	114.211	0.000
	<b>Pérdidas %</b>	<b>11.35%</b>	<b>14.88%</b>	<b>0.15%</b>	<b>9.35%</b>	<b>0.00%</b>
mar-19	Energía distribuida	2,876.977	1,594.403	184.880	1,078.583	19.111
	Energía consumida	2,640.365	1,429.762	188.266	1,003.226	19.111
	Pérdidas	236.612	164.641	-3.386	75.357	0.000
	<b>Pérdidas %</b>	<b>8.22%</b>	<b>10.33%</b>	<b>-1.83%</b>	<b>6.99%</b>	<b>0.00%</b>
feb-19	Energía distribuida	2,525.284	1,434.911	199.260	874.500	16.613
	Energía consumida	2,318.928	1,256.101	198.990	847.224	16.613
	Pérdidas	206.356	178.810	0.270	27.276	0.000
	<b>Pérdidas %</b>	<b>8.17%</b>	<b>12.46%</b>	<b>0.14%</b>	<b>3.12%</b>	<b>0.00%</b>
ene-19	Energía distribuida	3,535.368	1,655.217	415.109	1,465.042	0.000
	Energía consumida	3,195.391	1,425.317	404.626	1,365.448	0.000
	Pérdidas	339.977	229.900	10.483	99.594	0.000
	<b>Pérdidas %</b>	<b>9.62%</b>	<b>13.89%</b>	<b>2.53%</b>	<b>6.80%</b>	<b>0.00%</b>

Fuente: ENOSA Piura 2019.

**Figura 11. Evolución de Pérdidas por Alimentador: U.U.N.N – Sucursales Chulucanas Enero 2018 – Enero 2019**



Fuente: ENOSA Piura 2019.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- Se logró determinar las pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursales Chulucanas, correspondiente a los meses de enero a mayo del 2019. Lográndose encontrar que en promedio de 9.38% son pérdidas de energía eléctrica.
- Se realizó un análisis de los resultados con fines de implementar un plan de acción para inspeccionar y reducir las pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa ENOSA Unidad de Negocios (UU.NN.) – sucursal Chulucanas.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- A pesar de los estudios que existen de pérdida de energía, aún no se ha logrado erradicar la misma. Se continuará proponiendo y ejecutando planes para continuar con la reducción de la energía eléctrica, y así lograr el beneficio de la población.
- Promover la investigación para contribuir a disminuir las pérdidas de energía eléctrica.
- Se recomienda a la administración de la empresa que implemente un plan permanente para controlar y reducir tanto las pérdidas técnicas como las no técnicas, para lograr los objetivos y metas trazadas y lograr una ventaja económica significativa.
- Capacitación continua de los profesionales de ingeniería mecánica – eléctrica y del personal técnico, permitirá conocer los diferentes fraudes en el sistema eléctrico y se sugiere considerar la implementación de soluciones beneficiosas para la empresa, con el propósito de mejorar su desempeño. Estas soluciones deben ser tomadas en cuenta como parte de los planes de mejora para la empresa.
- Incentivar y sensibilizar a todo el personal de la Empresa ENOSA acerca de la importancia de reducir las pérdidas, destacando sus ventajas, puede fomentar su compromiso en el control de las pérdidas.
- Se puede lograr beneficios positivos para la empresa distribuidora al



aumentar la conciencia y la inversión en programas de reducción de pérdidas no técnicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ing. Alberto Tama. Las pérdidas de energía eléctrica. Sector Electricidad. Set. 2018. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 02 julio). Ecuador online. Disponible en: <http://www.sectorelectricidad.com/20860/las-perdidas-de-energia-electrica/>).
- [2] Estudio de control y disminución de pérdidas dentro del servicio eléctrico Puno alimentador 101 - concesión eléctrica de Electropuno S.A.A. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 02 julio).
- [3] Perú online. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7044>).
- [4] Metodología para la estimación de pérdidas técnicas en una red de distribución de energía eléctrica. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 03 julio). Perú online. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe>.
- [5] Hernández, Jean C.; Pinto, Ángel D.; González, Jaime A.; Pérez-García, Nelson A.; Torres, Juan M.; Rengel, José-Eduardo. Nuevas Estrategias para un Plan de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concepción del Uruguay, Argentina Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. 28, núm. 54, mayo, 2017, pp. 75-99. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 02 julio).

Argentina online. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14551170003>

[6] Denice Jeanneth Romero-López & Andrés Vargas-Rojas, 2010. "Modelo de incentivos para la reducción de pérdidas de energía eléctrica en Colombia," Revista de la Maestría de Derecho Económico, Universidad Javeriana - Derecho Económico, December. Rev. maest. derecho econ. Bogotá (Colombia) Vol. 6 N° 6: 221-257, enero-diciembre de 2010. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 02 julio). Colombia online. Disponible en:  
<https://ideas.repec.org/a/col/000441/011531.html>.

[7] ENOSA. Reseña histórica. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 09 julio). Perú online. Disponible en:  
<https://www.enosa.com.pe/wp/index.php/resena-historica/>

[8] ENOSA. Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 09 julio). Perú online. Disponible en:  
<https://www.distiluz.com.pe/enosa/index.php/nosotros>.

[9] Hernández, R. & Fernández. 2006. Metodología de la investigación p, 103.

[10] Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 12 julio). México online. Disponible en:  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1031/1/T-UTC-1264.pdf>.

[11] Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 10 setiembre).

[https://www.academia.edu/5792899/universidad tecnologica emiliano zapata del estado de morelos carrera de ingenieria en mantenimiento industrial realizaci%C3%B3n de planos y diagramas unifilares de red](https://www.academia.edu/5792899/universidad_tecnologica_emiliano_zapata_del_estado_de_morelos_carrera_de_ingenieria_en_mantenimiento_industrial_realizaci%C3%B3n_de_planos_y_diagramas_unifilares_de_red)

[12] Biblioteca virtual. (Base de datos en internet). (Fecha de acceso 19 setiembre).

[Plan\\_Estrategico\\_Para\\_La\\_Reducccion\\_De\\_Perdidas\\_Comerciales\\_En\\_La\\_Empresa\\_Electrica\\_Disribuidora\\_Regional\\_Manabi\\_Emelmanabi\\_SA](#)

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE MORROPÓN



## ANEXO 2

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CHULUCANAS



Elaboración de un plan para la mejora del control de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la empresa Enosa unidad de negocios (U.U.N.N) – Chulucanas

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

[www.dspace.espol.edu.ec](http://www.dspace.espol.edu.ec)

Fuente de Internet

5%

2

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

3

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[bibdigital.epn.edu.ec](http://bibdigital.epn.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

5

[repositorio.unprg.edu.pe](http://repositorio.unprg.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

6

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

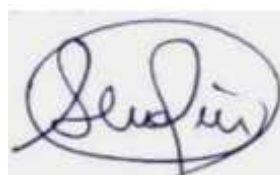
<1%

8

[repositorio.uns.edu.pe](http://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%



.....  
M.Sc. Lic. Egberto Serafin Gutierrez Atoche

DNI: 16449697

ASESOR





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Richard Bardalez Chira  
Título del ejercicio: TESIS  
Título de la entrega: Elaboración de un plan para la mejora del control de pérdid...  
Nombre del archivo: tesis.docx  
Tamaño del archivo: 889.84K  
Total páginas: 122  
Total de palabras: 18,533  
Total de caracteres: 102,397  
Fecha de entrega: 02-jul-2023 07:41 p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2125686152



Derechos de autor 2023 Turnitin. Todos los derechos reservados.

.....  
M.Sc. Lic. Egberto Serafin Gutierrez Atoche

DNI: 16449697

**ASESOR**

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, M.Sc.Lic. Egberto Serafin Gutiérrez Atoche, Docente<sup>1</sup>/Asesor de tesis<sup>2</sup>/Revisor del trabajo de investigación<sup>3</sup>, del (los) estudiante(s),  
Richard Bardalez Chira

### Titulada:

Elaboración de un plan para la mejora del control de pérdidas de energía eléctrica del área comercial de la  
empresa Enosa unidad de negocios (U.U.N.N) – Chulucanas

\_\_\_\_\_, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 12 % verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 4 de diciembre del 2023



.....  
M.Sc. Lic. Egberto Serafin Gutierrez Atoche

DNI: 16449697

**ASESOR**



## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la ciudad de Lambayeque siendo las 8.00 am horas del día SABADO 14 DE DICIEMBRE del año 2019, en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros de Jurado, designados mediante Resolución N° 265-2019 D-FIME de fecha 10 DICIEMBRE, conformado por:

M.Sc. CARLOS AUGUSTO CHAMBERGO LARREA : PRESIDENTE  
M.Sc. JONY VILLALOBOS CABRERAS : SECRETARIO  
ING ROBINSON TAPIA ASENJO : MIEMBRO  
LIC EGBERTO SERAPIN GUTIERREZ AYOCHE : ASESOR

Se recibió la Tesis titulada:

ELABORACIÓN DE UN PLAN PARA LA MEJORA DEL CONTROL  
DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA DEL ÁREA COMERCIAL DE LA  
EMPRESA ENOSA UNIDAD DE NEGOCIOS SUCURSALES  
CHULUCANAS

Presentado por su autor, Bachiller: BARDALEZ CHIRA RICHARD

Finalizada la sustentación, el sustentante respondió acertadamente las preguntas formuladas por el Jurado examinador procediendo a deliberar.

Aprobando la Tesis con el calificativo: NOTA APROBADO

Quedando el sustentante apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, debiendo cumplir antes con las exigencias de las normas legales vigentes.

Siendo las 9:00 am horas del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el Jurado respectivo:

**10 ENE. 2020**

PRESIDENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA  
CERTIFICO: que el presente documento es copia  
fidel de su original que he tenido a la vista

SECRETARIO

Ing. José Javier Sosa Victoriano  
SECRETARIO DOCENTE