



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Estudio sectorizado del alimentador 1303 para el control y
reducción de las pérdidas de energía - Talara**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Asencio Yovera, Wilfredo (ORCID: 0000-0002-7027-829X)

ASESOR:

Ph.D. De la Cruz Araujo, Ronal Abel (ORCID: 0000-0003-3551-184X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por brindarme salud y guiarme para lograr mis metas y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por haberme forjado como una persona de bien; muchos de mis logros se los debo a ustedes; que me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A toda mi familia en general por el apoyo que siempre me ofrecieron en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo por transmitir sus conocimientos desde el inicio de mi carrera, dándome la oportunidad de enriquecer conocimientos y principios.

Al Ph.D. Ronal Abel De la Cruz Araujo por inculcar sus conocimientos y apoyarme para poder desarrollar esta investigación.

A mi familia que son las primeras personas en enseñar ya que me han brindado la fuerza, el amor, el apoyo y la confianza que siempre he necesitado para continuar.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
li. Marco teórico.....	4
lii. Metodología	11
3.1. Tipo y diseño de la investigación	11
3.2. Variables y operacionalización de variables.....	11
3.3. Población y muestra.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:	13
3.5. Procedimiento	14
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
iv. Resultados	21
v. Discusión.....	53
vi. Conclusiones.....	57
vii. Recomendaciones.....	59
Referencias.....	60
Anexos.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1: Técnicas de recolección de datos	14
Tabla 2: Alimentador 1303	21
Tabla 3: Pérdidas en línea de baja tensión.....	23
Tabla 4: Pérdidas en Acometidas.....	25
Tabla 5: Pérdidas en medidores.....	26
Tabla 6: Cálculo de las pérdidas técnicas	28
Tabla 7: Cálculo de pérdidas no técnicas.....	31

Índice de Figuras

Figura 1: Sistema Eléctrico	15
Figura 2: Pérdidas Técnicas.....	30
Figura 3: Balance de energía 2019- SED 128-36	32
Figura 4: Balance de energía 2019- SED 129-36	33
Figura 5: Balance de energía 2019- SED 155-42	33
Figura 6: Balance de energía 2019 - SED 131-36	34
Figura 7: Balance de energía 2019 - SED 183-38	35
Figura 8: Balance de energía 2019- SED 184-38	35
Figura 9: Balance de energía 2019- SED 185-38	36
Figura 10: Balance de energía 2019 - SED 186-38	37
Figura 11: Balance de energía 2019 - SED 132-36	37
Figura 12: Balance de energía 2019- SED 134-36	38
Figura 13: Balance de energía 2019- SED 135-36	39
Figura 14: Balance de energía 2019 – SED 181-38	39
Figura 15: Balance de energía 2019- SED 182-38	40
Figura 16: Balance de energía 2019 - SED 133-38	41
Figura 17: Balance de energía 2019 - SED 136-38	41
Figura 18: Balance de energía mes de Julio 2019.....	42
Figura 19: Balance de energía mes de agosto 2019	43
Figura 20: Balance de energía mes de setiembre 2019	43
Figura 21: Balance de energía mes de octubre 2019	44
Figura 22: Balance de energía mes de noviembre 2019	45
Figura 23: Balance de energía mes de diciembre 2019.....	45
Figura 24: Balance de energía sectorizado del 2019.....	46
Figura 25: Comparación del estudio sectorizado y no sectorizado del alimentador 1303.....	47
Figura 26: Prueba t-student para pérdidas totales	48
Figura 27: Prueba t-student para pérdidas técnicas	49
Figura 28: Prueba t-student para pérdidas no técnicas	50

RESUMEN

Las pérdidas de energía eléctrica a nivel nacional se incrementan o se reducen de acuerdo a las políticas aplicadas en cada empresa distribuidora. En la empresa eléctrica de Talara, se observó que las pérdidas de energía en los últimos años se han incrementado, repercutiendo en su economía. El objetivo de esta investigación es realizar un estudio sectorizado que contribuya al control y reducción de pérdidas en el alimentador 1303 utilizando el método de balance de energía en 15 subestaciones durante un semestre. Asimismo, se planteó la hipótesis que el estudio sectorizado contribuirá en el control y reducción de pérdidas del alimentador 1303. La información se obtuvo a partir de la ficha de registro de las mediciones con la pinza voltimétrica-amperimétrica que fueron digitalizadas y calculadas en Excel. Identificando que las pérdidas técnicas fueron de 29,153.55 kWh y las pérdidas no técnicas de 271,871.17 kWh siendo las causales fenómenos físicos y hurtos de energía. Para corroborar la hipótesis, se utilizó la prueba t-student para una muestra relacionada (mediciones antes y después), obteniendo que existen diferencias estadísticamente significativas. Con esta información se planteó métodos de control y reducción de pérdidas con los cuales la empresa mejoraría en su gestión administrativa.

Palabras clave: Pérdidas técnicas, alimentador, pérdidas no técnicas, balance de energía, pérdidas en distribución eléctrica.

ABSTRACT

Losses of electric power at the national level are increased or reduced according to the policies applied in each distribution company. At the Talara electricity company, it was observed that energy losses in recent years have increased, affecting its economy. The objective of this research is to carry out a sectorized study that contributes to the control and reduction of losses in feeder 1303 using the energy balance method in 15 substations during one semester. Likewise, the hypothesis was raised that the sectorized study will contribute to the control and reduction of losses of the feeder 1303. The information was obtained from the record of the measurements with the volt-ampere clamp that were digitized and calculated in Excel. Identifying that the technical losses were 29,153.55 kWh and the non-technical losses of 271,871.17 kWh, the causes being physical phenomena and energy theft. To corroborate the hypothesis, the t-student test was used for a related sample (measurements before and after), obtaining that there are statistically significant differences. With this information, methods of control and reduction of losses were proposed with which the company would improve its administrative management.

Keywords: Technical losses, feeder, non-technical losses, energy balance, losses in electrical distribution.

I. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de energía son un déficit para las compañías que ofrecen el servicio de energía eléctrica, ocasionadas algunas veces por robos, sistemas eléctricos obsoletos, desorden administrativos o falta de supervisión, los cuales provocan un desequilibrio económico a dichas empresas e incidiendo de forma negativa en la eficiencia energética (Pinedo,2018).

Estas se catalogan en técnicas y no técnicas. La primera, es una energía no facturada, ocasionadas por las fallas del sistema que no se encuentra optimizado y por el deterioro de las instalaciones eléctricas. Por otro lado, las pérdidas no técnicas, son pérdidas sociales generadas en los sectores de bajos recurso económicos, lo que conlleva a las instalaciones ilegales tomadas de una red de distribución (Muyulema, 2008).

A nivel internacional, la pérdida de energía ocasionó un déficit económico a las compañías concesionarias de servicio eléctrico, producto de ingresos y el aumento de sus gastos a causa de la obtención de energía. Viéndose reflejado en los valores elevados de las tarifas eléctricas de los usuarios (Osinermin,2018).

En América Latina, la energía representa el 16% del total producido; sin embargo, esta cifra llegó a niveles críticos en años anteriores, alcanzando el 20% (Osinermin, 2018).

Según el MINEM (2016) las pérdidas de energía fueron de 5,43%, debido al transporte a los lugares apartados de los centros de producción de energía. En el 2018, la energía entregada a las empresas distribuidoras fue de 24,617 GW.h, en la cual la pérdida durante la repartición del servicio energético en líneas primarias de media y baja tensión fue de 3.75%.

En la compañía que proporciona electricidad en la localidad de Talara, el Alimentador 1303 de la sala de celdas de la Terna 6 de Malacas, se presentan gran cantidad de pérdidas de energía lo que ocasiona ineficiencia energética en el servicio eléctrico de dicha ciudad.

Por ello, en la presente investigación se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera el estudio sectorizado contribuirá en el control y reducción de las pérdidas de energía del alimentador 1303 de la empresa de distribución eléctrica de la ciudad de Talara?, para lo cual, se planteó las siguientes hipótesis: como hipótesis alterna (H_i), el estudio sectorizado podrá contribuir en el control y reducción de las pérdidas del alimentador 1303 en la ciudad de Talara; y como hipótesis nula (H_0): El estudio sectorizado no podrá contribuir en el control y reducción de las pérdidas del alimentador 1303 en la ciudad de Talara.

Dicha investigación se justifica en base a un estudio realizado por a una consultora en el año 2018, quienes determinaron que las pérdidas de energía presentaron un índice del 12.68% de pérdidas; a la actualidad las pérdidas de energía se han elevado a 14.26%, a causa de un gran número de conexiones clandestinas, manipulación del sistema de medición, errores en proceso de toma de lectura, entre otros factores. Originando que, el balance mensual realizado no sea exacto, lo que conlleva a tener que estimar en algunos sectores un promedio de consumo, afectando la economía de la empresa.

El estudio sectorizado del balance de energía identificará el índice de pérdidas técnicas y no técnicas en el alimentador 1303 de la empresa de comercialización de energía eléctrica, con el fin de impedir el incremento del índice de pérdidas de energía que afectan al sistema eléctrico. Siendo el objetivo general de la investigación, realizar un estudio sectorizado que contribuya en el control y reducción de pérdidas en el alimentador 1303 en la ciudad de Talara, y como objetivos específicos: (1) Calcular las pérdidas

técnicas sectorizadas del alimentador 1303. (2) Calcular las pérdidas no técnicas sectorizadas del alimentador 1303. (3) Calcular el balance de energía sectorizado entre los meses Julio y diciembre 2019. (4) Comparar los resultados de las pérdidas de energía del estudio sectorizado con los datos obtenidos anteriormente por la empresa que realizaba estudios no sectorizados.

II. MARCO TEÓRICO

Cabrera (2016), aplicó la técnica de minería de datos y modelos de lógica difusa, mencionando que las variables que pueden influir en el balance energético (energía, pérdidas, consumo, alumbrado público, media y baja tensión, horas, días, clientes, número, medición) influían en el balance, concluyendo que las pérdidas no técnicas eran originadas por la inexactitud de toma de lecturas a los usuarios con medición directa e indirecta.

Según Vásquez (2013), mediante la elaboración de un programa computacional en lenguaje de programación Visual Basic 6.0, realizó el seguimiento de parámetros eléctricos, registrando las demandas de 7 estaciones de transformación tanto de sector rural y urbano durante 7 días por 10 minutos, utilizando el equipo tipo FLUKE. concluyó que las mermas de energía son a causa del sobredimensionamiento de los equipos, debiendo ser reevaluados con la finalidad de mejorar las técnicas y economía de la distribuidora.

Del mismo modo Pinedo (2018), tomando como muestra 19 subestaciones de distribución, mediante el método del balance de energía eléctrica por subestación determinó que existe un elevado índice de usuarios con instalaciones fraudulentas, por lo que propuso un programa para reducir y controlar las mermas no técnicas, a través de estrategias como auditorias, mejorar la gestión administrativa planteando usar el programa Optimus NGC – Maximus y así controlar la información de la facturación del cliente, el balance de energía, registro conforme de medidores.

Así también Amanqui (2018), basándose en la metodología de flujo de cargas, y con el soporte de un programa computacional como el software CYMDIST de análisis técnico a las redes eléctricas, llegó a la conclusión que, con la implementación de la reconfiguración de redes de distribución primaria de los alimentadores e implementación de seccionadores a distancia, cumplirán con

el objetivo de garantizar una mayor confiabilidad del servicio de suministro bajo la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

Así mismo Paricahua (2017), mediante la información obtenida a partir de un estudio bibliográfico documentado teórico y conceptual, estudió y analizó diferentes metodologías que permitieron estimar las pérdidas técnicas en redes de distribución de energía eléctrica, determinando que los orígenes de las pérdidas en MT y BT son a causa de los niveles de voltaje, la configuración del régimen eléctrico, sectores típicos, Alimentadores, líneas, transformadores de distribución. Además, determinó que mediante proyectos de inversión del sistema eléctrico se reducirán las pérdidas totales.

Aman (2017), implementó una herramienta computacional para el cálculo de mermas técnica del alimentador 17G, para ello utilizó el software Matlab que permitió calcular el índice sectorizado de mermas técnicas en la compañía Eléctrica Quito, comparándolo con las cifras registrados por la empresa. Finalmente, llegó a la conclusión que esta metodología evidencia el funcionamiento anormal de los alimentadores que no son tomados en cuenta para elaborar planes de reducción de pérdidas.

Finalmente, Apaza (2017), mediante el método de máxima demanda, evaluó el comportamiento del alimentador en sus diferentes etapas, utilizando equipos de medición y programas computacionales. Para las pérdidas técnicas empleo el análisis de flujo de cargas con lo que determino las pérdidas técnicas. Para las pérdidas no técnicas utilizo un método de comparación entre la energía suministrada y la energía facturada, por ello, propuso un plan para su reducción y control mediante el balance de energía de pérdidas técnicas e implementación de un programa de pérdidas basándose en su costo beneficio.

El sistema de distribución conformado por las redes primarias en media tensión, transformadores e instalaciones de red de suministro eléctrico, se encargan de

distribuir y transformar la energía eléctrica de media a baja tensión, la cual es transportada por los conductores a cierta distancia, y empalmado la acometida a esta, con lo cual llega a los consumidores (Cañar,2007).

Los alimentadores son circuitos acoplados a una estación receptora, que suministra energía eléctrica desde las subestaciones de distribución (SED) hasta los transformadores. Están compuestos por: troncal, el cual conduce la energía eléctrica desde la SED a los ramales, los cuales van acoplados los transformadores de distribución y suministros en media tensión. Estos proporcionan energía eléctrica a partir de los transformadores de distribución hacia las acometidas de los beneficiarios. En las zonas rurales y residenciales las líneas de carga mayormente son monofásicas, en tanto, en zonas industriales y comerciales son trifásicas.

Las redes de distribución se componen por:

Alumbrado público, es el servicio público que provee la visibilidad apropiada para el progreso de las labores diarias. Dependiendo del sector y el sistema vial (luminarias y accesorios de montaje).

Las acometidas, instalaciones de derivación que suministran la energía eléctrica iniciando en las redes de distribución hasta el medidor del inmueble otorgando de suministro eléctrico a una vivienda.

Los medidores, dispositivos utilizados para medir el consumo de energía eléctrica del inmueble.

Según OSINERGMIN, las pérdidas de energía se generan durante el transporte por redes eléctricas, motivo por lo cual la totalidad de energía producida no alcanza a los consumidores finales. En el periodo del 2015, las mermas de energía en la fase de transmisión fueron 3.8% del total de la producción, por lo

contrario, en la etapa de distribución fueron 7.5% de la energía entregada en las redes de media y baja tensión.

Se pueden clasificar en pérdidas técnicas y no técnicas. La primera, originada por el consumo energético de los dispositivos durante sus procesos, la cual no es facturada. Las pérdidas no técnicas, se encuentran involucradas las mermas sociales y comerciales, relacionadas por el hurto de energía, fraude o fallas administrativas (Paricahua,2017).

Estas pérdidas son originadas por: el nivel económico bajo que es una de las causas externas de pérdidas de energía, debido a las invasiones en áreas no electrificadas, donde se puede observar la manipulación de las instalaciones eléctricas; la ausencia de sanciones a los usuarios por la manipulación del suministro, los insuficientes recursos para la ejecución de proyectos viables para reducir la pérdida de energía y la falta de atención de nuevos suministros, cobranzas, mala facturación.

Las pérdidas técnicas son originadas por la energía utilizada en los equipos que generan, transmiten y distribuyen, siendo una energía no registrada. Su almacenamiento, es originada al transmitir energía eléctrica mediante equipos de distribución (efecto Joule), y líneas de transmisión por el efecto corona.

El efecto Joule es la cantidad de energía calorífica causada por una corriente eléctrica, manifestándose en aumento de la temperatura en los cables y bobinas de los transformadores de distribución.

Efecto Corona se genera a causa de elevadas temperaturas alrededor del conductor, se muestra en forma de luminosidad y crepitación constante.

Pérdidas por histéresis originada por propiedades magnéticas que varía por frecuencia y densidad del flujo, se representa por datos experimentales.

Las pérdidas por corriente parasitarias, se origina por la variación del campo magnético a causa de la ley de Faraday generando inducción en el voltaje que al circular por el conductor generan pérdidas resistivas tipo I^2R .

Pérdidas resistivas, se calcula a partir de la ecuación I^2R . Estas pérdidas determinan la máxima demanda de carga utilizando metodologías frecuentes. Se aplica para: mermas resistivas en líneas primarias, transformadores de subtransmisión y distribución, líneas secundarias y conductores de las acometidas.

Después del cálculo de pérdida de potencia, se calcula la pérdida de energía del alimentador primario. Se utiliza el valor de pérdida de potencia a demanda máxima obtenida por el flujo de carga, factor de pérdidas y cálculo realizado por la empresa a los alimentadores.

En un alimentador primario existen mediciones de salida de las subestaciones que establece la curva de carga, con estas cifras es factible calcular el factor de pérdida para los intervalos de medición y finalmente el factor de pérdidas promedio.

Las pérdidas no técnicas, se origina cuando la energía se toma de forma ilegal desde el sistema sin ser registrada por el medidor de energía, representando una pérdida económica importante a la compañía del servicio de energía. Se pueden dar:

Pérdidas por robo: son conexiones clandestinas a partir de la red hasta las posesiones de los usufructuarios originando que la energía consumida no sea facturada (Castro, Moisés, 2016).

Pérdidas por fraude: son aquellas vulneraciones ocasionadas por los usuarios en el sistema de medición, manipulan los componentes de la conexión con la

finalidad de modificar el registro de consumo, siendo un tipo de pérdida parcial o importante (Castro, 2016).

Pérdidas por administración: energía no facturada, a causa de complicaciones de las gestiones administrativa de la compañía: error en la medición de los consumos, déficit en la toma de lectura de la medición, data errónea y demora en facturación (Castro, 2016).

Existen diversas metodologías utilizadas para el cálculo de pérdidas, algunos de ellos utilizan programas de simulación. Todo método se basa en los datos de mediciones y la técnica de ser analizado, expresando la tendencia horaria que permite el ahorrar tiempo y simplificar la simulación.

El método de flujo de carga se utiliza para analizar los sistemas eléctricos, requiriendo información técnica de la red (conductor, transformador, entre otros), un diagrama unifilar y datos de demanda. Los datos obtenidos son ingresados a un programa computacional de simulación (Digsilent PowerFactory versión 15.1) que permite calcular corrientes, voltajes y potencias de cada nodo.

Cabrera (2016) realizó un estudio a la empresa CENTROSUR, utilizó la metodología de balance de energía para obtener las pérdidas energía en el sistema de distribución. Recopiló información de la topología del sistema para evaluar correctamente los parámetros eléctricos a ser utilizados en el software de simulación CYMDIST para obtener la demanda máxima y calcular el factor de carga de alimentador. Para las pérdidas en redes secundarias el cálculo lo realizó en una muestra de un circuito de baja tensión balanceada con lo que fue necesario medir los transformadores de distribución de baja tensión, conseguir los registros de consumo de energía de los usuarios y datos de la topología de la red. Para dicho calculo empleo ecuaciones en los ramales trifásicos y monofásicos. Para el cálculo de las pérdidas de alumbrado público consideró

que el tiempo de trabajo de las luminarias son de 12 horas continuas. Para la evaluación en pérdidas en acometidas determinó que es preciso conocer: Cantidad de consumidores, consumo promedio por tipo de tarifa, ubicación territorial, tipo de medidor y acometida, distancia media de las acometidas. Para el cálculo de pérdidas utilizó el programa de modelación, el cual simula las redes malladas, altamente malladas y radiales, en su mayor parte son radiales. La información geográfica se obtendrá por Geographic Information System (sistema GIS).

III. METODOLOGÍA

En la presente investigación se utilizó el diseño metodológico para lidiar el problema de las mermas técnicas y no técnicas destinado al subsistema de distribución que se origina en el inicio del alimentador en media tensión hasta la carga residencial.

El proceso principal metodológico se basó en argumentos teóricos y prácticos de las pérdidas estimadas en un alimentador que proporcionaron una pauta clara de la situación de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Las técnicas que integraron la metodología redujeron la vulnerabilidad de las instalaciones eléctricas aplicando nuevas opciones como configuración de redes, conductores, entre otros; asimismo, se obtuvo el proceso de revisión y normalización de clientes, dicha técnica rige con los resultados del proceso de sectorización de las redes y el índice de pérdidas que se registraron.

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

Corresponde a un diseño Pre - experimental

Tipo de investigación: Aplicada

Nivel de investigación: Explicativo

Método: Inductivo: Particular - General

G X O₂

Donde G Alimentador 1303, X Análisis de estudio sectorizado del alimentador 1303, O₂ Control y reducción de las pérdidas totales del alimentador 1303

3.2. Variables y Operacionalización de Variables

- **Variable Independiente**

Estudio sectorizado para el control y reducción de pérdidas de energía.

Definición conceptual: Conjunto de métodos que se utilizan para fiscalizar y comprimir las pérdidas de energía optimizando tiempo y recursos.

Definición operacional: La investigación se establece en el estudio de la variable análisis de estudio de control y reducción de mermas.

Indicadores:

- Contrastar la energía facturada en media y baja tensión con el alumbrado público de la energía comprada.
- Disgregar las mermas técnicas y comerciales en mermas en media y baja tensión
- Forjar balance de energía por subestación del alimentador.

Escala de medición: Razón

- **Variable Dependiente:**

Pérdidas de energía del alimentador 1303.

Definición conceptual: Pérdidas de energía se generan durante el transporte de energía por las líneas de transmisión y distribución.

Definición operacional: La indagación se fundamenta en el estudio de la variable mermas totales que será medida a través de la merma técnica y no técnica.

Indicadores:

- Proporción de pérdidas totales (%)

- Proporción de pérdidas técnicas (%)
- Proporción de pérdidas no técnicas. (%)

Escala de medición: Razón

3.3. Población y Muestra

Población

La población está compuesta por las subestaciones de distribución conectados al Alimentador 1303 de la empresa eléctrica.

Muestra

Como muestra se ha considerado 15 subestaciones de distribución del alimentador A1303 de la provincia de Talara, considerándose como muestreo no probabilístico bajo los criterios del investigador y representación de la muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:

Para el tema de estudio se recolectó la información de la siguiente manera:

Se recopiló información fehaciente de la compra y venta de energía registrada en la base de datos del área comercial de la empresa eléctrica.

Se obtuvo información de medidores instalados en cabecera del alimentador mediante programa Metter Cat, así como del sistema GIS de la empresa.

Se efectuó inspecciones en campo para la toma de datos de las subestaciones del alimentador en estudio, se utilizó la pinza voltimétrica – amperimétrica que registró los parámetros eléctricos como nivel de tensión y corriente, que sirven en la evaluación.

La recolección de datos se utilizó una ficha de registro, digitada en el programa Excel en la cual se recopiló la siguiente información: Características técnicas de las SED, archivo conteniendo los clientes en BT y MT.

Tabla 1:Técnicas de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Revisión de base de datos	Ficha de registro para la recolección de información
Mediciones de campo	Pinza voltimétrica – amperimétrica

Validez y confiabilidad:

La validez y confiabilidad del informe de investigación se basó en los lineamientos de la norma técnica NTP ISO/IEC 17025: 2006, que indican el buen funcionamiento de los equipos.

Los equipos que serán utilizados están previamente calibrados para poder obtener datos correctos.

3.5. Procedimiento

Selección del alimentador:

Se seleccionó un alimentador de modelo urbano con una diversidad de consumos registrados, teniendo datos de la subestación del

sistema con información concerniente a demanda entregada en las partidas de los alimentadores existentes, asimismo, se tiene disponible la base de datos de los clientes consumidores agrupados al alimentador.

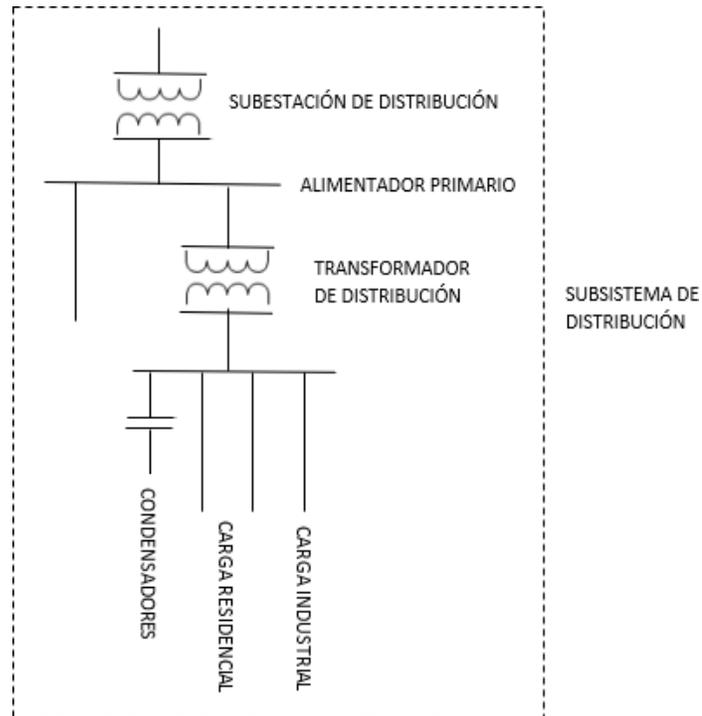


Figura 1: Sistema Eléctrico

Cálculo de pérdidas técnicas en alimentador

Para hallar las pérdidas técnicas de energía se efectuó a partir de los cálculos de pérdidas en diversos segmentos como pérdida en línea de por transporte, pérdida por acometida y pérdida por medidores, la suma de estas pérdidas da como resultado la ecuación correspondiente a las pérdidas técnicas (Pinedo, 2018).

$$P_{téc} = Pérdidas_{en\ línea} + Pérdidas_{Acometida} + Pérdidas_{Medidores} \quad (1)$$

Pérdida en línea de baja tensión:

$$PL = \left[\frac{\rho Al. resist. mat(\Omega) * Lc (m) * NLA}{Sc (mm^2)} \right] \left[\left(\frac{P (kw)}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \right)^2 \right] \quad (2)$$

Donde: $\rho Al. resist. mat(\Omega)$ densidad del conductor expresado en ohmios, $Lc (m)$ longitud en metros, $Sc (mm^2)$ sección del conductor en milímetros cuadrados, $P (kW)$ potencia en kilowatt, V voltaje (Gapel,2018).

Pérdidas en acometidas:

$$P_t = \sum_{k=1}^n (I_{maxk})^2 \times R_k \times Lc \quad (3)$$

Donde: P_t pérdida de potencia en acometida [kW], I_{maxk} corriente máxima para acometida, R_k resistencia para la acometida y factor de corrección (1.34), n número de acometidas, Lc longitud de acometida (Gapel,2018)

Pérdidas en medidores:

$$Ppb = \{Pbv_3 + Pbc_3 * \left(\frac{Pm_3}{380v * In * fp * \sqrt{3}} \right)^2\} * Nm_3 + \{Pbv_1 + Pbc_1 * \left(\frac{Pm_1}{220v * In * fp} \right)^2\} * Nm_1 \quad (4)$$

Donde Ppb pérdidas totales de potencia en bobinas de medidores, Pbv_3 pérdidas totales en bobinas de voltaje de medidores trifásicos, Pbc_3 pérdidas en bobinas de corriente de medidores trifásicos, Pm_3 potencia media registrada por medidores trifásicos, Pm_1 potencia

media registrada por medidores monofásicos, I_n corriente nominal medidores, f_p factor de potencia, P_{bv1} pérdidas en bobinas de voltaje de medidores monofásicos, P_{bc1} pérdidas en bobinas de corriente de medidores monofásicos, N_{m1} número de medidores monofásicos, N_{m3} número de medidores trifásicos (Gapel, 2018).

Se empleó información de la Norma Metrológica Peruana NMP-006-1997 Medidores de Energía Activa para Corriente Alterna de Clase 0.5; 1 y2, basada en la IEC 521-1988 Class 0.5; 1 and 2 Alternating-Current Watt-hour Meters, de la norma se tomó los valores de pérdidas para las bobinas de corriente y tensión.

Pérdidas en alumbrado público:

$$E = Pt * T \quad (5)$$

Donde E pérdidas de energía en alumbrado público [kWh], Pt pérdida de potencia total en alumbrado público [kW] (Pinedo, 2017).

Cálculo de las pérdidas no técnicas de energía

No establece una merma real de energía, debido a que es manipulada por usuarios registrados o ajenos a la empresa de distribución, la cual es utilizada para algún fin, pero no está siendo pagada, provocando una pérdida económica.

$$P_{NT} = P_T - P_{tec} \quad (6)$$

Donde P_{NT} pérdidas no técnicas [kWh], P_T pérdidas totales, P_{tec} pérdidas técnicas calculadas (Gapel, 2018).

Cálculo de las pérdidas totales:

$$E_{ptot} = P_T + P_{NT} \quad (7)$$

Donde E_{ptot} energía de pérdidas totales [kWh], P_T pérdidas técnicas, P_{NT} pérdidas no técnicas (Gapel, 2018).

Balance de energía:

El balance de energía identifica y cuantifica las variaciones de energía en un determinado tiempo, el cual debe ser exacto y detallado para que al ser analizado se conoce de qué forma se está utilizando la energía disponible.

Para la ejecución del balance se estableció en cada etapa del sistema eléctrico, una estimación periódica:

- Energía integrada al sistema eléctrico: la energía neta que entra a la red de distribución de media tensión está coligada al sistema eléctrico estimado durante el periodo de análisis.
- Energía otorgada a consumidores: Energía registrada y cedida a los usuarios de las diferentes opciones tarifarias durante la evaluación periódica.

Para ello se aplicó la siguiente formula:

$$E_S = E_R + E_{AP} + E_{ptot} \quad (8)$$

Donde E_S energía suministrada [kWh], E_R energía registrada [kWh], E_{AP} energía consumida en alumbrado público [kWh], E_{ptot} energía de pérdida total (pérdida técnica y no técnica) [kWh] (Pinedo, 2017).

Uso del Metter Cat:

Se realizó la descarga de datos registrado por el Medidor ELSTER instalado en cada subestación de distribución.

- Conectar el medidor con la Laptop mediante el Lector Óptico éste se conecta a la laptop por conexión USB.
- Ingresar y seleccionar Conexiones – Optical Probé.
- Configurar la máquina para cambiar a COM3 la conexión de OpticalProbe.
- Lectura del Consumo, seleccionamos en Función y luego Billing Read with Reset
- Se carga el proceso de lectura, descargando las mediciones realizadas por el medidor ELSTER ALPHA A3.
- Al finalizar la lectura, reporta un informe que indica Lectura de facturación (consumo) terminada.

3.6. Método de análisis de datos

Al finalizar la recolección de los datos obtenidos en las inspecciones de campo y base de datos de la compañía, fueron digitalizados en el programa Excel en el cual se obtuvieron resultados estadísticos de las variables en estudio.

Para determinar si el estudio sectorizado permitió controlar y reducir las pérdidas del alimentador 1303 en la ciudad de Talara, se aplicó una prueba de t-Student para grupos relacionados (mediciones antes-después), con estadística descriptiva de box-plot; toda la analítica se realizó con un nivel de confianza del 95%; para procesar los datos se utilizó el programa estadístico Minitab 19.

3.7. Aspectos Éticos

Para el trabajo de investigación se utilizará resultados confiables de años anteriores y de las últimas mediciones; asimismo, las referencias bibliográficas serán citadas según la Norma ISO 690, respetando la propiedad intelectual expresada por los autores.

IV. RESULTADOS

4.1. Cálculo de pérdidas técnicas sectorizas del alimentador 1303

La S.E.T Malacas se encuentra dentro de la ciudad de Talara, presenta las siguientes características: Coeficiente de electrificación del 99.92%, además tiene 37 767 clientes aproximadamente, 33.40 km² de área de concesión, 434 km de redes de B.T, 251 km de redes de M.T y 394 SED.

La S.E.T Malacas está conformada por un transformador de potencia perteneciente a Electroperú:

- a. Transformador T20-21 – 13,2 kV – 75 MVA

La S.E.T Malacas cuenta con un transformador de potencia, perteneciente a Electroperú, y 4 alimentadores conectados a él.

Tabla 2: Alimentador 1303

ÍTEM	TRANSFORMADOR	CÓDIGO DE ALIM.	TENSIÓN INICIAL (Kv)	TENSIÓN FINAL (Kv)	%	
					ΔV	ΔV
1	T 20 -21	A1302	13.2	12-46	0.74	5.57
2		A1303	13.2	12.24	0,96	7.27
3		A1304	13.2	12.36	0.84	6.33
4		A1305	13.2	12.86	0.34	2.60

4.1.1. Pérdidas en línea de Baja Tensión:

Para evaluar las pérdidas en la línea de baja tensión, se consideró el tipo de conductor instalado, sección en milímetros cuadrados, longitud lineal expresada en metros, la densidad del material del conductor,

número de fases o líneas, nivel de tensión datos obtenidos durante las inspecciones de campo y datos de tabla de fabricantes de conductores, los mismos que fueron reemplazados en la ecuación 2 con lo que se obtuvieron las pérdidas en línea de baja tensión.

$$PL = \left[\frac{\rho_{Al. resist. mat}(\Omega) * Lc (m) * NLA}{Sc (mm^2)} \right] \left[\left(\frac{P (kw)}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \right)^2 \right]$$

$$PL = \left[\frac{1.2(\Omega) * 577.9 m * 3}{25 mm^2} \right] \left[\left(\frac{55090 (kw)}{\sqrt{3} * 380 (v) * 0.7} \right)^2 \right]$$

$$PL = 1,189.81 kW$$

Con este mismo procedimiento de cálculo de pérdidas en línea se obtuvieron los valores en las demás subestaciones (anexo 5).

Después de calcular las pérdidas de energía en las redes de baja tensión, los resultados se muestran en la tabla N° 3, como se puede apreciar se ha obtenido un valor de merma en conductores de BT por subestación de distribución con un total de pérdidas de 29079.65 kW, siendo la SED 134-36 la de mayor pérdida con 2789.12 kW.

Tabla 3: Pérdidas en línea de baja tensión

	P (kW)	V (voltios)	Lc (m)	Sc (mm ²)	cos ø	IL (A)	k	ρ Al. Resist. Mat (Ω/m)	NLA	$\frac{K}{\sqrt{3}}$	PPL (kW)
SE 128-36	55.09	380	577.9	25	0.7	141	1	1.2	3	1.732050808	1,189.81
SE 129-36	86.74	380	710.5	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	1,873.66
SE155-42	108.4	380	568.8	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,340.48
SE 131-36	93.24	380	661	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,014.16
SE 183-38	95.62	380	644.5	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,065.42
SE 184-38	95.37	380	646.2	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,060.06
SE 185-38	53.55	380	594.6	25	0.7	141	1	1.2	3	1.732050808	1,156.70
SE 186-38	62.58	380	508.8	25	0.7	141	1	1.2	3	1.732050808	1,351.75
SE132-36	98.67	380	624.6	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,131.38
SE 134-36	129.1	380	477.3	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,789.12
SE 135-36	106.5	380	578.7	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,300.17
SE 181-38	108.4	380	568.6	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	2,340.96
SE 182-38	81.85	380	752.8	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	1,767.69
SE 183-38	82.25	380	749.2	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	1,776.47
SE 184-38	88.95	380	693	35	0.7	141	1	0.868	3	1.732050808	1,921.82
Total											29,079.65

4.1.2. Pérdidas en Acometidas

Los modelos de la red de BT, se consideran modelos de carga repartida, es decir los tramos de la red de BT incluyen las pérdidas de redes y acometidas, una carga repartida se distribuye de manera uniforme en toda su longitud.

Las acometidas domiciliarias monofásicas normalmente son de conductor concéntrico de cobre de 4 mm² de sección y en pocos casos se usa 6 mm² de sección. Los tipos de conductores que se utilizan generalmente para las instalaciones en Acometidas domiciliarias son: conductor concéntrico SET, su valor depende de la longitud y la carga que transporta (aérea). Los datos obtenidos durante la evaluación fueron reemplazados en la ecuación 3.

$$P_t = \sum_{k=1}^n (I_{maxk})^2 \times R_k \times L_{acom.}$$

$$P_t = 252 \text{ acom.} * 4.3A^2 * 0.04183 \Omega/m * 1.34 * 15m$$

$$P_t = 3.9176 \text{ kW}$$

Después de realizar el mismo procedimiento de cálculo de pérdidas en acometidas para las demás subestaciones, los resultados se muestran en la tabla N° 4, se puede apreciar se ha obtenido un valor de merma en acometidas de BT por subestación de distribución con un total de pérdidas de 68.28 kW, siendo la SED 132-36 la de mayor pérdida con 7.72 kW.

Tabla 4: Pérdidas en Acometidas

	IL (A)	Lc (m)	Sc (mm ²)	ρ Al. Resist. Mat (Ω/m)	Factor de Corrección	λ (react. Lineal Cond.)	Usuarios	PPL (kW)
SE 128-36	4.3	15	4	0.04183	1.34	1.105	252	3.92
SE 129-36	4.3	18	4	0.04183	1.34	0.099	213	3.97
SE155-42	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	371	5.77
SE 131-36	4.3	16	4	0.04183	1.34	0.099	428	7.10
SE 183-38	4.3	18	4	0.04183	1.34	0.099	357	6.66
SE 184-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	375	5.83
SE 185-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	1.105	276	4.29
SE 186-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	1.105	189	2.94
SE132-36	4.3	18	4	0.04183	1.34	0.099	414	7.72
SE 134-36	4.3	16	4	0.04183	1.34	0.099	289	4.79
SE 135-36	4.3	16	4	0.04183	1.34	0.099	234	3.88
SE 181-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	200	3.11
SE 182-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	83	1.29
SE 183-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	383	5.95
SE 184-38	4.3	15	4	0.04183	1.34	0.099	43	0.67

68.28

4.1.3. Pérdidas en Medidores Eléctricos

Con las especificaciones técnicas de medidores del fabricante, se obtuvieron valores representativos de pérdidas en las bobinas de voltaje y corriente para el parque de medidores monofásicos y trifásicos con los cuales se realizaron los cálculos de pérdidas en los medidores. Ver Anexo 12 (Especificaciones Técnicas de Medidores Monofásicos/Trifásicos).

Reemplazando los valores del anexo 6 en la ecuación 4 se obtuvieron las pérdidas en los medidores de energía.

$$Ppb = \{Pbv_3 + Pbc_3 * (\frac{Pm_3}{380 * In * fp * \sqrt{3}})^2\} * Nm_3 + \{Pbv_1 + Pbc_1 * (\frac{Pm_1}{220 * In * fp})^2\} * Nm_1$$

$$Ppb = \{2.61 + 0.28 * (\frac{1000w}{380v * 4.3A * 0.23 * \sqrt{3}})^2\} * 7 + \{1.07 + 1 * (\frac{360w}{220v * 4.3A * 0.2})^2\} * 245$$

$$Ppb = 0.37 kW$$

Dicho procedimiento se empleó para las demás subestaciones, dando como resultado los valores mostrados en la Tabla N° 5, en la cual se observa que la estructura de pérdidas en medidores los electrónicos representan el 85,78 %, los medidores electromecánicos el 13.78 %.

Tabla 5: Pérdidas en medidores

PÉRDIDA PARA MEDIDORES			
SED	Corriente (A)	Cantidad de medidores	Pérdida total (kW)
SE 128-36	4.3	252	0.37
SE 129-36	4.3	213	0.31
SE155-42	4.3	371	0.54
SE 131-36	4.3	428	0.63
SE 183-38	4.3	357	0.52
SE 184-38	4.3	375	0.55
SE 185-38	4.3	276	0.40
SE 186-38	4.3	189	0.28
SE132-36	4.3	414	0.61
SE 134-36	4.3	289	0.42
SE 135-36	4.3	234	0.34
SE 181-38	4.3	200	0.29
SE 182-38	4.3	83	0.12
SE 183-38	4.3	383	0.56
SE 184-38	4.3	43	0.06

De acuerdo con la información de cálculos obtenidos en las subestaciones seleccionadas para el estudio sectorizado, se realizó el cálculo de las pérdidas técnicas para cada subestación aplicando la ecuación 1.

$$P_{téc} = P_{\text{pérdidas}_{en\ línea}} + P_{\text{pérdidas}_{Acometida}} + P_{\text{pérdidas}_{Medidores}}$$

$$P_{téc} = 1,189.95 + 3.92 + 0.37 \text{ kw}$$

$$P_{téc} = 1,194.24 \text{ kW}$$

Tabla 6: Cálculo de las pérdidas técnicas

SED	PÉRDIDA POR TRANSPORTE DE CORRIENTE EN EL CONDUCTOR			PÉRDIDA POR ACOMETIDA						PÉRDIDA PARA MEDIDORES			TOTAL, PÉRDIDA TÉCNICA (kW)	% PÉRDIDAS TÉCNICAS	
	CORRIENTE (A)	MÁXIMA DEMANDA (kW)	PÉRDIDAS 3% MX. DEMANDA (kWh)	CORRIENTE POR ACOMETIDA (A)	RESISTENCIA DE ACOMETIDA (Ω/m)	LONGITUD PROMEDIO (m)	PÉRDIDA POR ACOMETIDA (kW)	CANTIDAD USUARIOS	PÉRDIDA TOTAL (kW)	CORRIENTE (A)	CANTIDAD DE MEDIDORES	PÉRDIDA TOTAL (kW)			
SE 128-36	42	73	55.09	1,189.95	4.3	0.04183	15	15.55	252	3.92	4.3	252	0.37	1,194.24	4.46%
SE 129-36	61	115	86.74	1,873.60	4.3	0.04183	18	18.66	213	3.97	4.3	213	0.31	1,877.89	4.27%
SE1 55-42	78	145	108.35	2,340.38	4.3	0.04183	16	16.58	371	6.15	4.3	371	0.54	2,347.08	6.23%
SE 131-36	86	124	93.24	2,014.00	4.3	0.04183	16	16.58	428	7.10	4.3	428	0.63	2,021.73	5.13%
SE 183-38	67	125	95.62	2,065.41	4.3	0.04183	18	18.66	357	6.66	4.3	357	0.52	2,072.59	5.60%
SE 184-38	67	126	95.37	2,060.01	4.3	0.04183	15	15.55	375	5.83	4.3	375	0.55	2,066.39	4.86%
SE 185-38	35	65	53.55	1,156.60	4.3	0.04183	15	15.55	276	4.29	4.3	276	0.40	1,161.39	4.92%

SE 186- 38	42	81	62.58	1,351.7 4	4.3	0.04183	15	15.55	189	2.94	4.3	189	0.28	1,354. 95	3.56%
SE1 32- 36	10 2	13 1	98.67	2,131.2 9	4.3	0.04183	18	18.66	414	7.72	4.3	414	0.61	2,139. 62	3.41%
SE 134- 36	94	16 5	129.12	2,789.0 2	4.3	0.04183	16	16.58	289	4.79	4.3	289	0.42	2,794. 23	6.73 %
SE 135- 36	14 2	12 1	106.49	2,300.2 0	4.3	0.04183	16	16.58	234	3.88	4.3	234	0.34	2,304. 43	5.80%
SE 181- 38	75	14 2	108.38	2,341.0 3	4.3	0.04183	15	15.55	200	3.11	4.3	200	0.29	2,344. 43	4.60%
SE 182- 38	39	68	81.85	1,767.9 8	4.3	0.04183	15	15.55	83	1.29	4.3	83	0.12	1,769. 39	4.63%
SE 183- 38	40	75	82.25	1,776.6 2	4.3	0.04183	15	15.55	383	5.95	4.3	383	0.56	1,783. 13	4.29%
SE 184- 38	39	73	88.95	1,921.3 4	4.3	0.04183	15	15.55	43	0.67	4.3	43	0.06	1,922. 07	4.89%
TOT AL														29,15 3.56	

Con la información detallada en la Tabla 6, se puede apreciar que la SED SE 134 - 36, cuenta con un 6.73 % de pérdidas técnicas, el cual se encuentra por encima del límite permitido. Para apreciar mejor la información, en la Figura 2 se comparan los porcentajes de pérdidas técnicas de los SED. Estas pérdidas son causadas por conductores subdimensionados debido al aumento de demanda, transformadores sobredimensionales e incumplimiento del programa de redes de baja tensión.

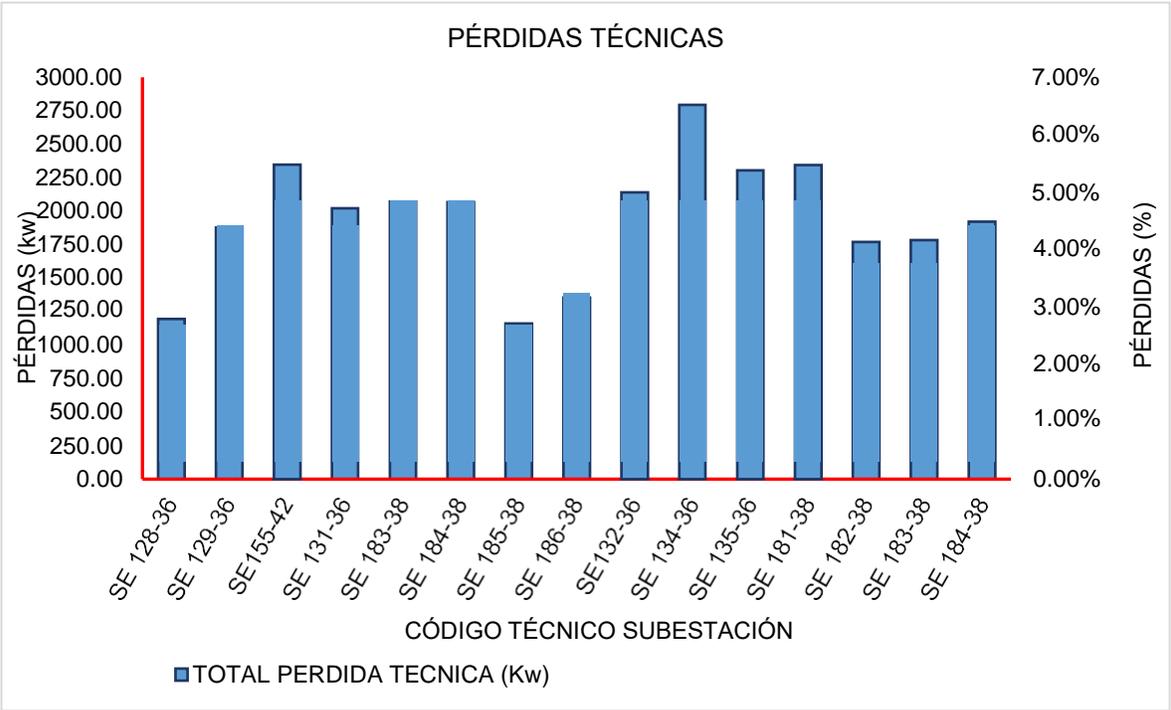


Figura 2: Pérdidas Técnicas

4.2. Calcular las pérdidas no técnicas sectorizadas del alimentador 1303

Las pérdidas no técnicas se calcularon mediante la diferencia de las pérdidas totales y las pérdidas técnicas en cada SED de estudio (ecuación 6), la información fue obtenida de la base de datos de la concesionaria. Las pérdidas no técnicas son originadas por diversas causas sociales en la localidad de Talara, las principales causas que se presentaron fueron por el hurto de energía eléctrica, fraude realizados a

los sistemas de medición, conexiones clandestinas sin registro y error de lectura.

$$P_{NT} = P_T - P_{tec}$$

$$P_{NT} = 19243.74 \text{ kWh} - 7165.45 \text{ kWh}$$

$$P_{NT} = 12,078.29 \text{ kWh}$$

En la tabla N° 7, se muestran las pérdidas no técnicas de las 15 subestaciones del alimentador 1303, entre los meses de Julio y diciembre de 2019. Dicho procedimiento se empleó para las demás subestaciones, se observó que durante ese periodo hubo una pérdida no técnica promedio de 7.40%, siendo la SED 186-38 la que obtuvo mayores pérdidas de energía con 20,560.30 Kwh representando el 9.09%.

Tabla 7: Cálculo de pérdidas no técnicas

SED	PÉRDIDAS	%	PÉRDIDAS TÉCNICAS		PÉRDIDAS NO TÉCNICAS	
	TOTAL kWh	PÉRDIDAS TOTALES	KWh	%	KWh	%
SE 128-36	19,243.74	12.50%	7,165.45	4.66%	12,078.29	7.85%
SE 129-36	26,281.41	10.32%	11,199.36	4.40%	15,082.05	5.92%
SE155-42	33,049.89	14.70%	14,082.46	6.26%	18,967.43	8.43%
SE 131-36	30,851.56	12.98%	12,130.36	5.10%	18,721.20	7.87%
SE 183-38	28,830.28	13.08%	12,435.56	5.64%	16,394.72	7.44%
SE 184-38	27,721.93	10.91%	12,398.34	4.88%	15,323.59	6.03%
SE 185-38	14,545.17	10.24%	6,968.31	4.90%	7,576.86	5.33%
SE 186-38	28,690.03	12.69%	8,129.73	3.60%	20,560.30	9.09%
SE132-36	34,851.90	9.34%	12,837.72	3.44%	22,014.18	5.90%
SE 134-36	42,499.13	13.24%	16,765.39	5.22%	25,733.74	8.02%
SE 135-36	34,514.59	14.62%	13,826.56	5.86%	20,688.03	8.76%
SE 181-38	36,016.68	11.82%	14,066.58	4.62%	21,950.10	7.20%
SE 182-38	31,314.10	12.83%	11,191.37	4.58%	20,122.73	8.24%
SE 133-38	29,907.93	12.03%	10,698.79	4.31%	19,209.14	7.73%
SE 136-38	28,981.21	12.39%	11,532.41	4.93%	17,448.80	7.46%
TOTAL	447,299.55	12.17%	175,428.38	4.77%	271,871.17	7.40%

4.3. Cálculo del balance de energía sectorizado entre los meses Julio y diciembre 2019

A continuación, se presenta el cálculo de balance de energía aplicando la ecuación 8 para cada subestación en los meses de Julio a diciembre del 2019.

En la figura N° 3, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 128 – 36, presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (14,24%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (9,78%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4,46%).

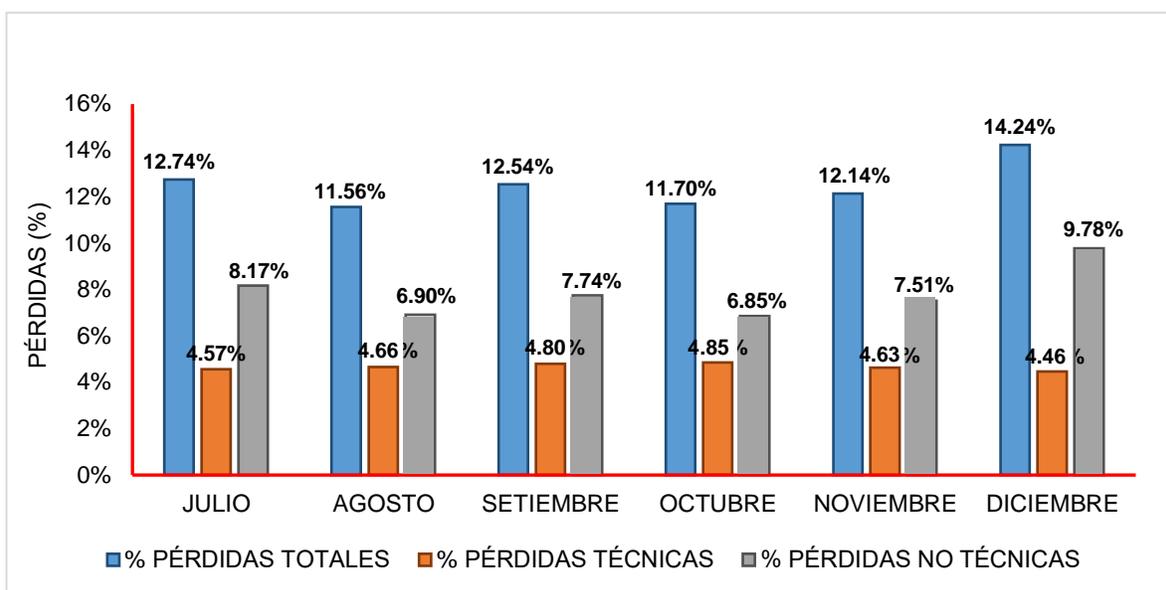


Figura 3: Balance de energía 2019- SED 128-36

En la figura N° 4, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 129 – 36 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (11,19%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (6,92%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4,27%).

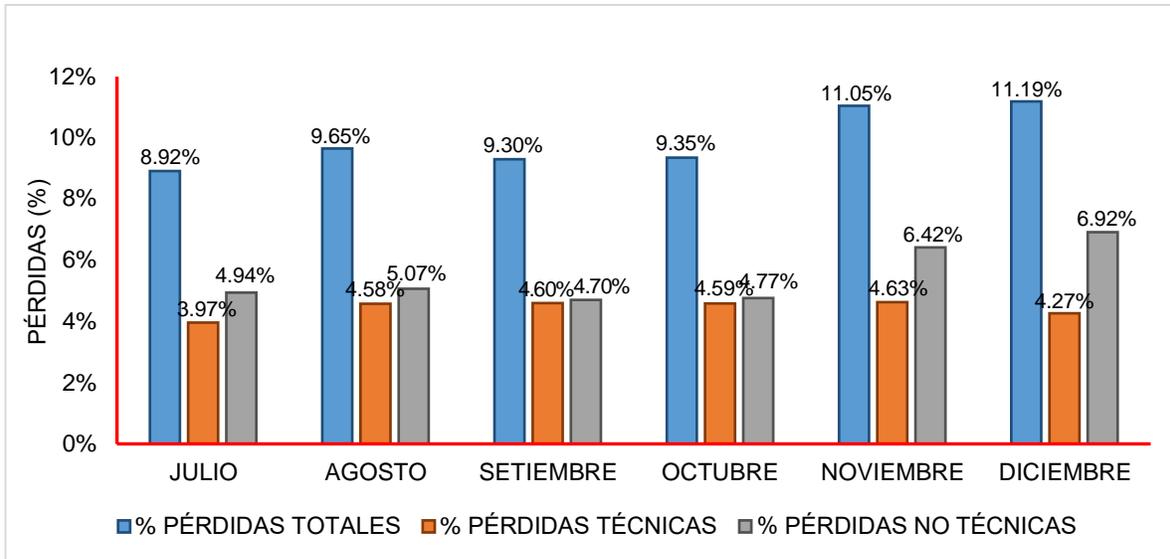


Figura 4: Balance de energía 2019- SED 129-36

En la figura N° 5, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 155 – 42 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (15.00%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.76%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.23%).

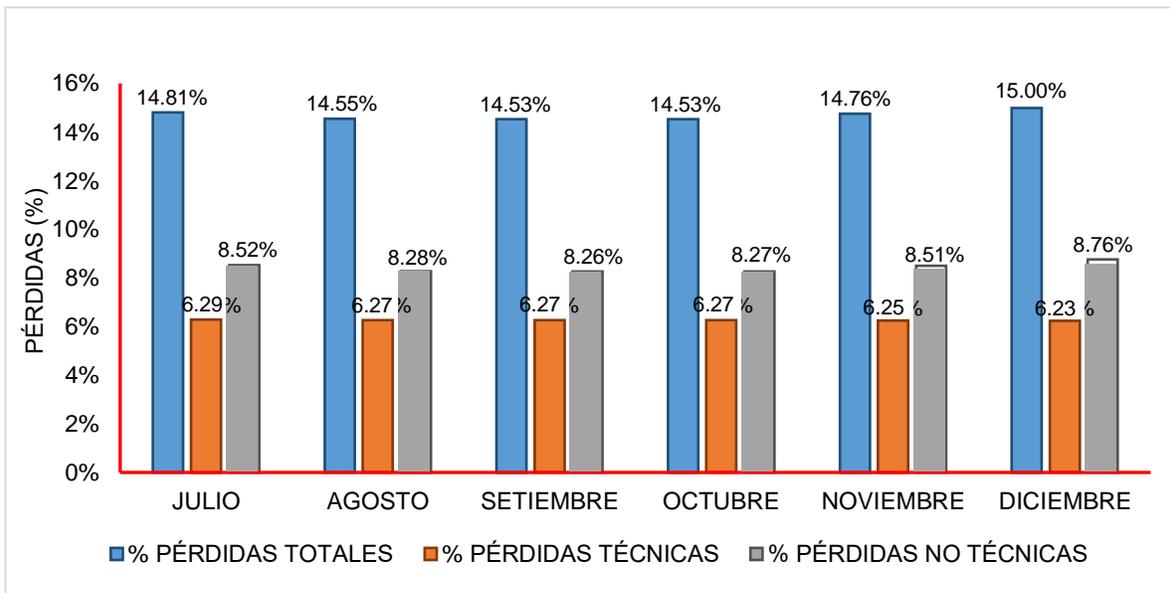


Figura 5: Balance de energía 2019- SED 155-42

En la figura N° 6, se observa que, en el mes de agosto, el balance en la subestación SE 131 – 36 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (13.36%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.55%) aportan mayor pérdida que las técnicas (5.08%).

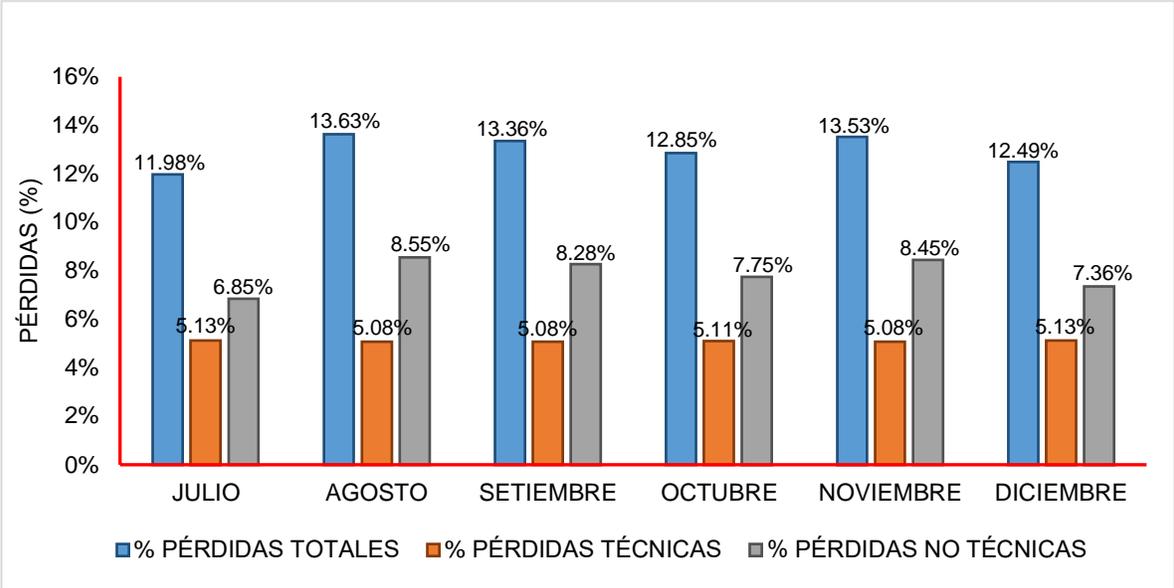


Figura 6: Balance de energía 2019 - SED 131-36

En la figura N° 7, se observa que, en el mes de septiembre, el balance en la subestación SE 183 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (13.76%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.15%) aportan mayor pérdida que las técnicas (5.61%).

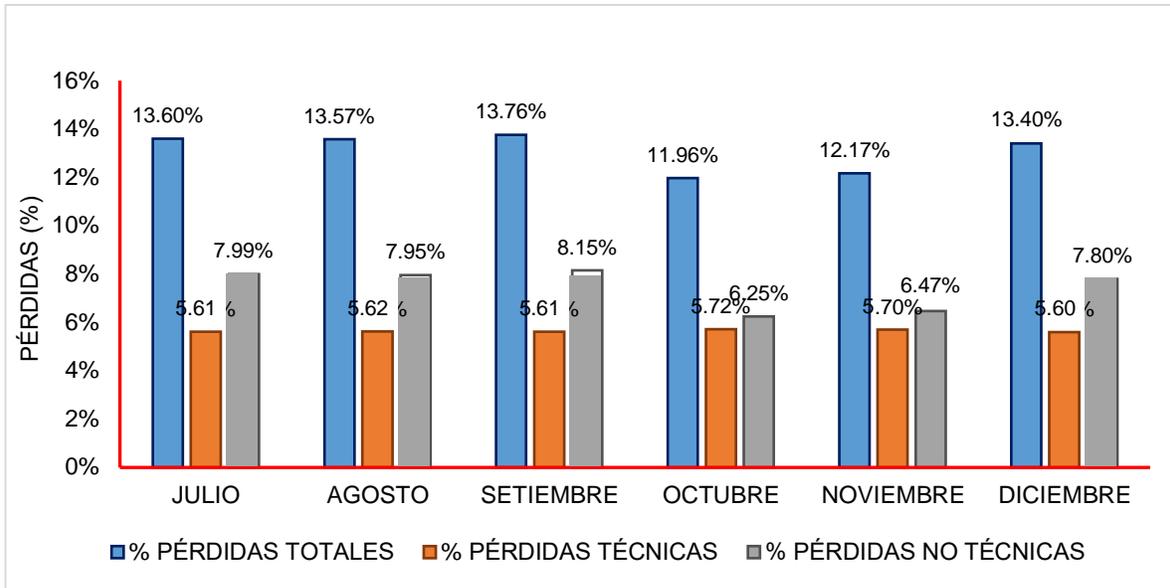


Figura 7: Balance de energía 2019 - SED 183-38

En la figura N° 8, se observa que, en el mes de julio, el balance en la subestación SE 184 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (11.12%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (6.23%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.90%).

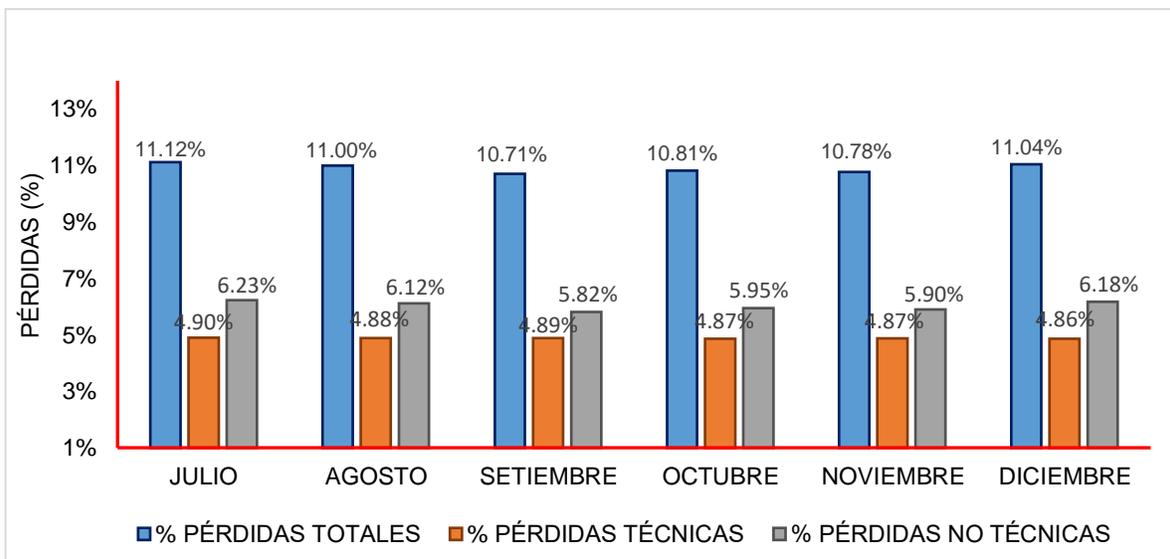


Figura 8: Balance de energía 2019- SED 184-38

En la figura N° 9, se observa que, en el mes de noviembre, el balance en la subestación SE 185 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (10.67%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (5.79%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.88%).

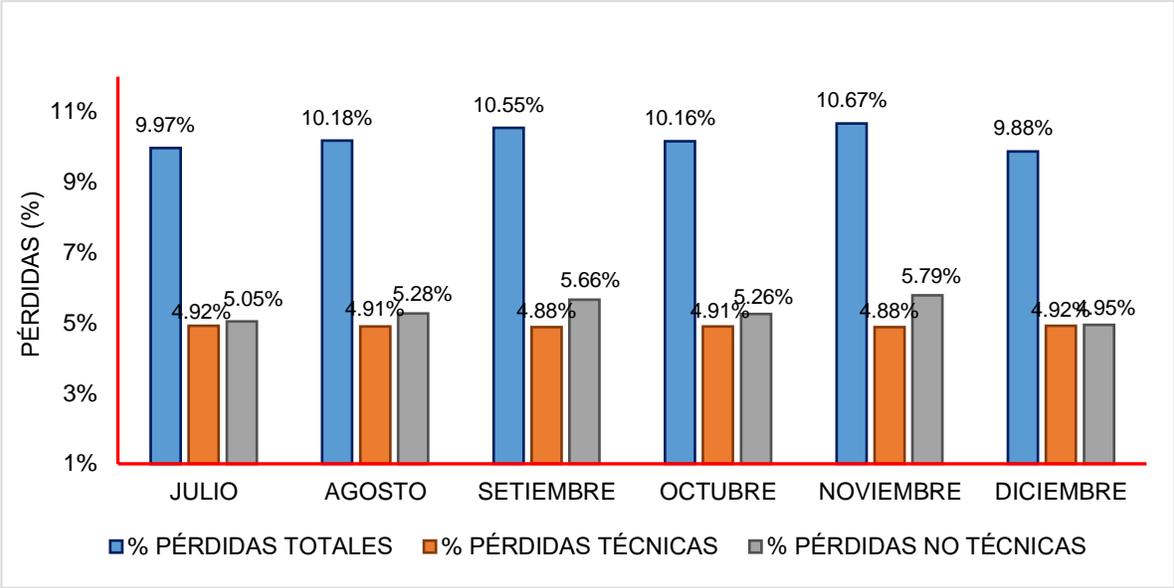


Figura 9: Balance de energía 2019- SED 185-38

En la figura N° 10, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 186 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (13.62%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (10.06%) aportan mayor pérdida que las técnicas (3.56%).

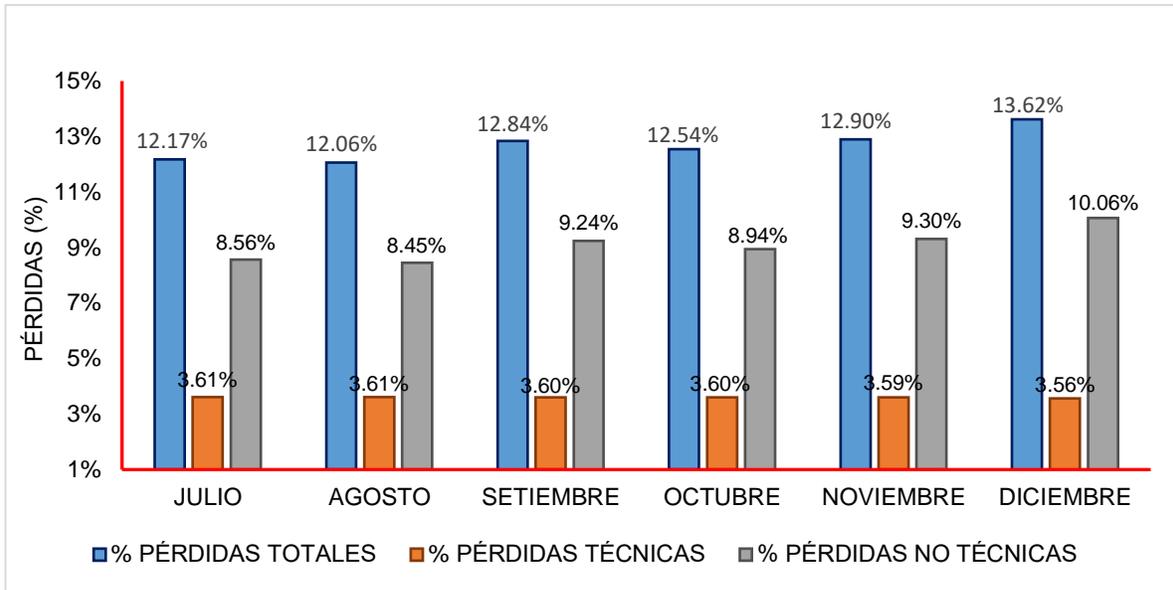


Figura 10: Balance de energía 2019 - SED 186-38

En la figura N° 11, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 132 – 36 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (10.13%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (6.73%) aportan mayor pérdida que las técnicas (3.41%).

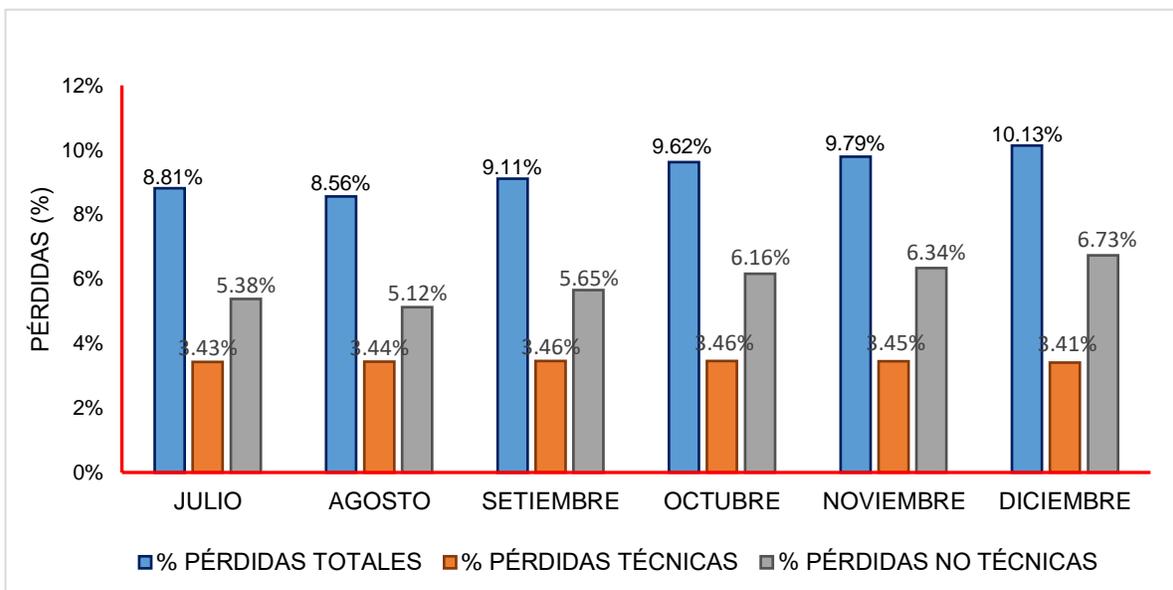


Figura 11: Balance de energía 2019 - SED 132-36

En la figura N° 12, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 134 – 36 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (14.06%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.88%) aportan mayor pérdida que las técnicas (5.18%).

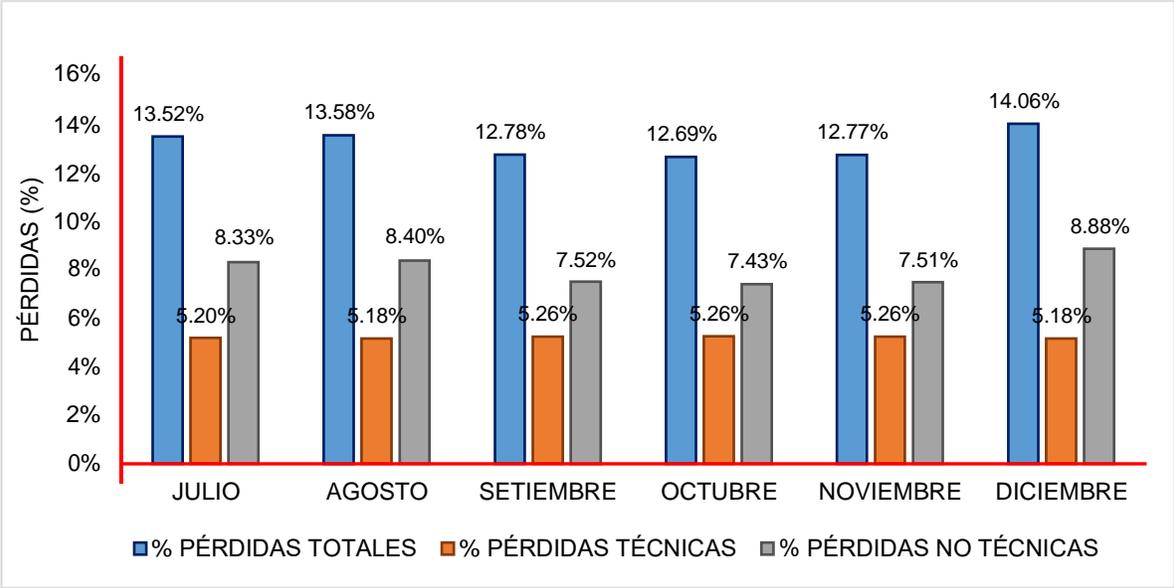


Figura 12: Balance de energía 2019- SED 134-36

En la figura N° 13, se observa que, en el mes de agosto, el balance en la subestación SE 135 – 36 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (15.04%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (9.04%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.00%).

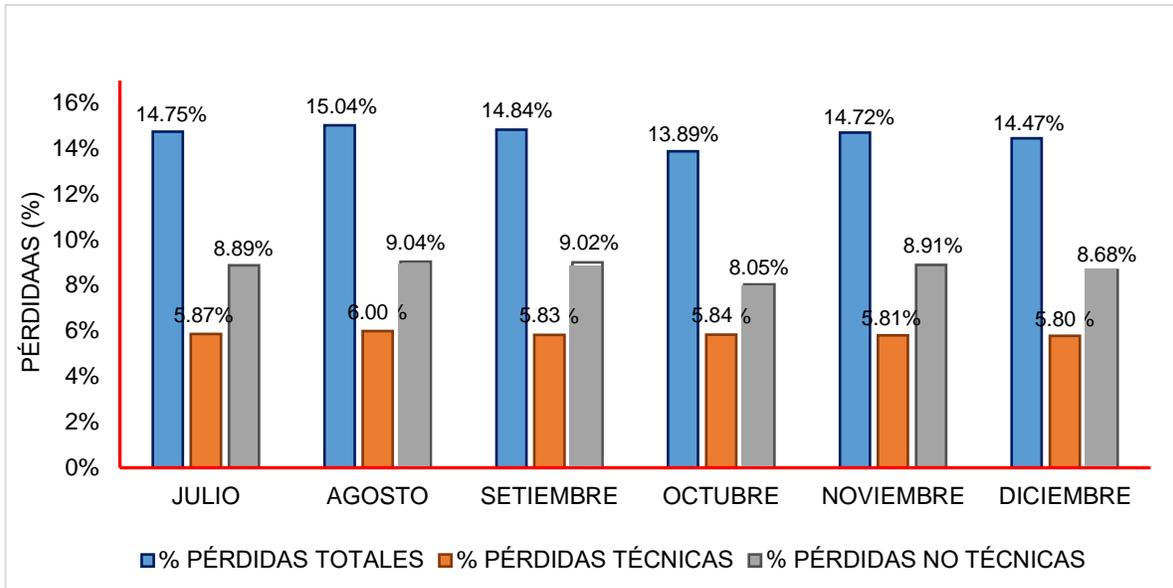


Figura 13: Balance de energía 2019- SED 135-36

En la figura N° 14, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 181 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (12.21%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (7.61%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.60%).

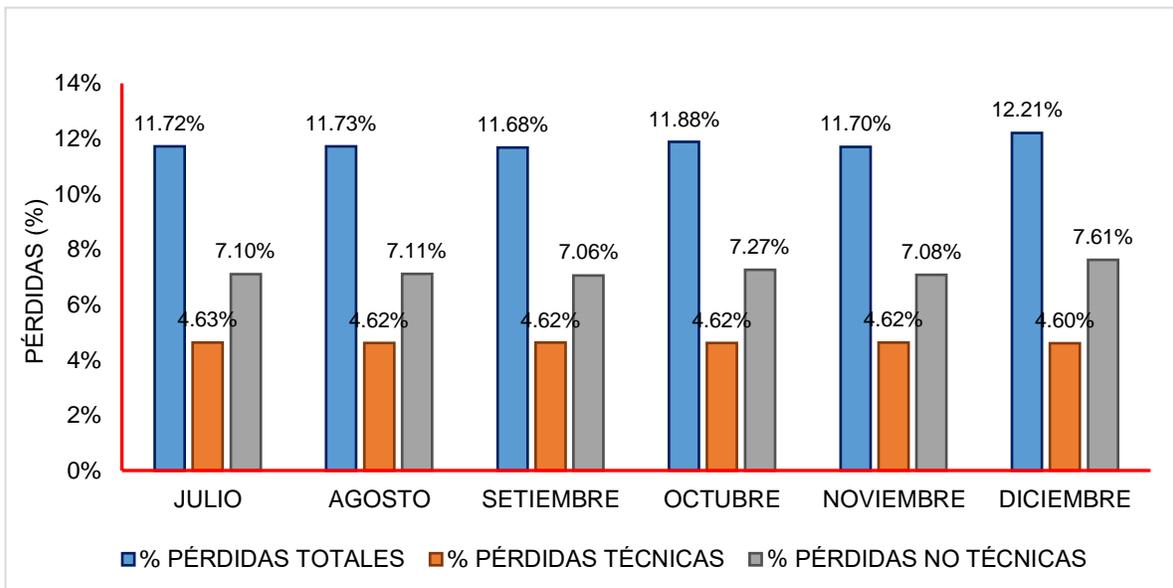


Figura 14: Balance de energía 2019 – SED 181-38

En la figura N° 15, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 182 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (14.11%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (9.48%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.63%).

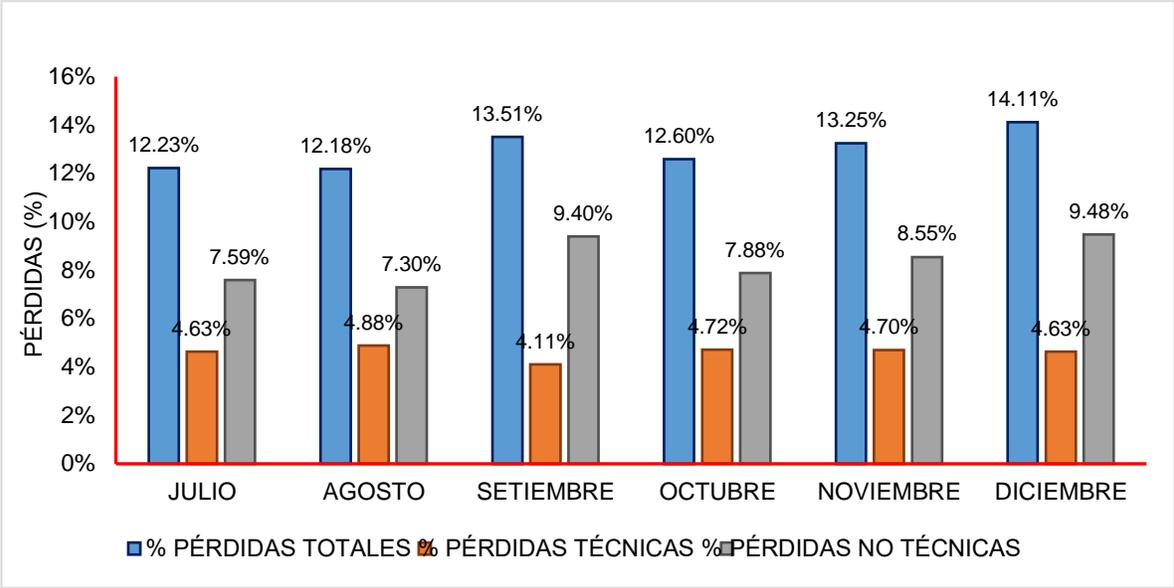


Figura 15: Balance de energía 2019- SED 182-38

En la figura N° 16, se observa que, en el mes de julio, el balance en la subestación SE 133 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (12.21%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (7.90%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.31%).

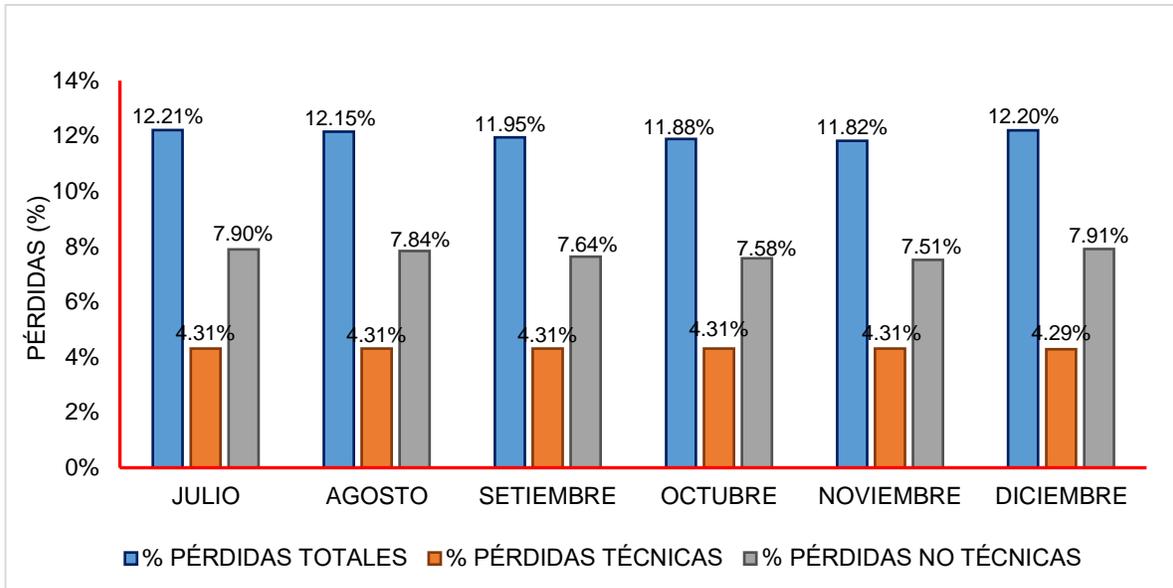


Figura 16: Balance de energía 2019 - SED 133-38

En la figura N° 17, se observa que, en el mes de diciembre, el balance en la subestación SE 136 – 38 presenta un elevado porcentaje de pérdidas totales (13.09%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.20%) aportan mayor pérdida que las técnicas (4.89%).

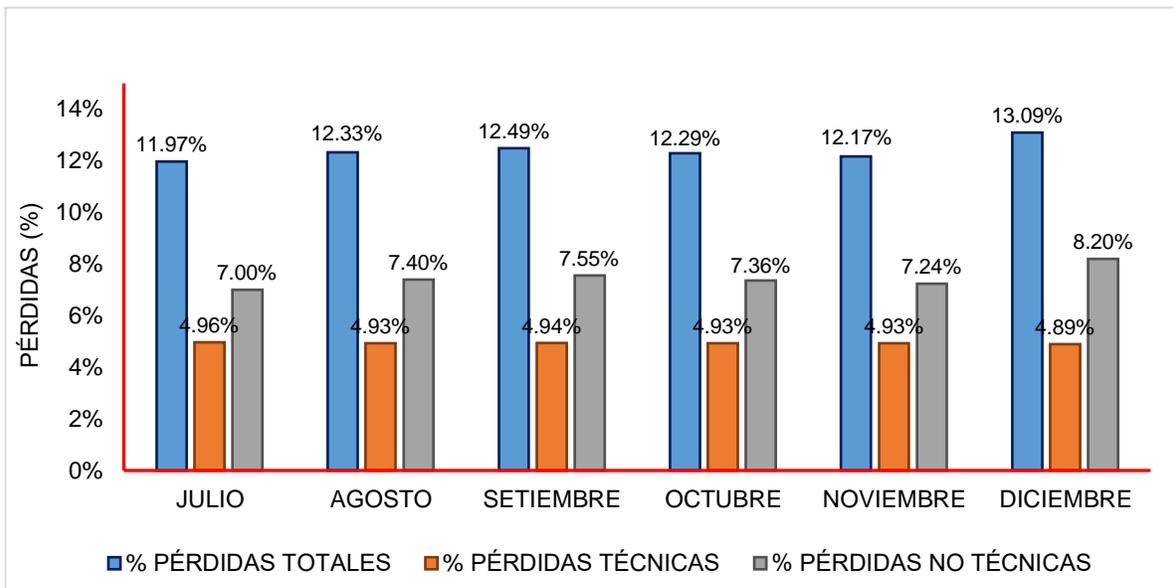


Figura 17: Balance de energía 2019 - SED 136-38

A continuación, se mostrarán los balances de pérdidas por SED, comprendidos entre los meses de julio a diciembre del 2019.

En la figura N° 18, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de julio, el SED 155-42 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (14.81%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.52%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.29%).

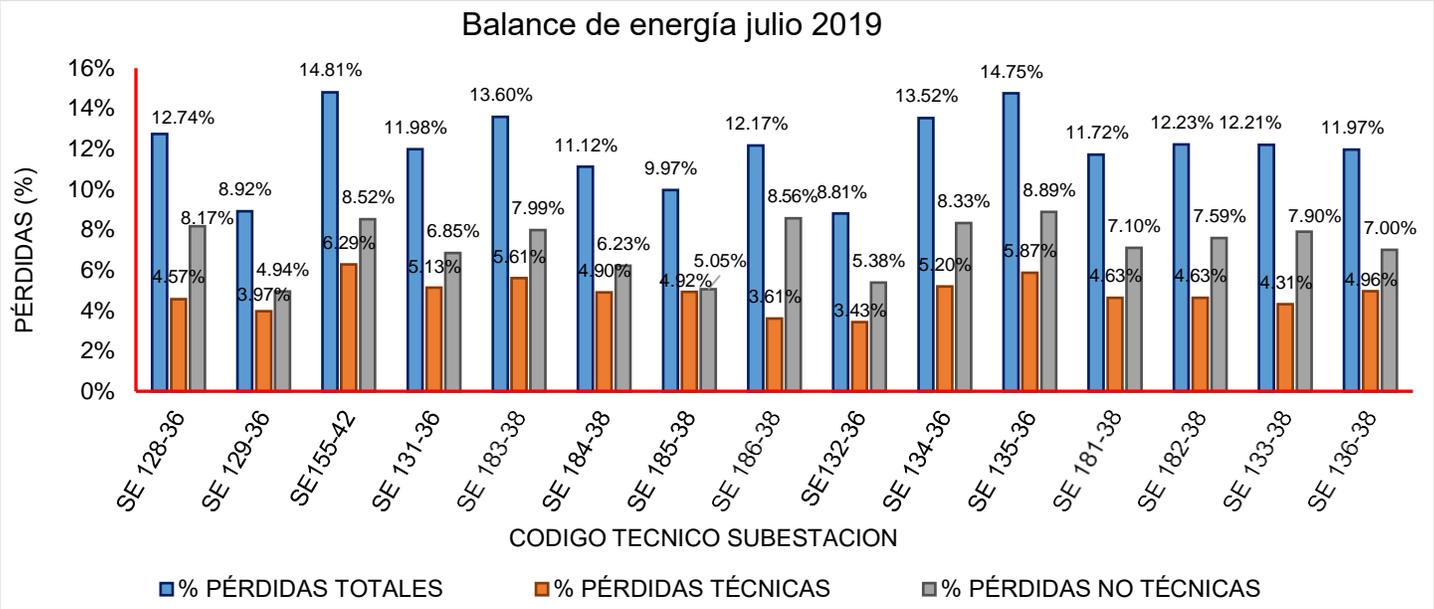


Figura 18: Balance de energía mes de Julio 2019

En la figura N° 19, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de agosto, el SED 135-36 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (15.04%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (9.04%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.00%).

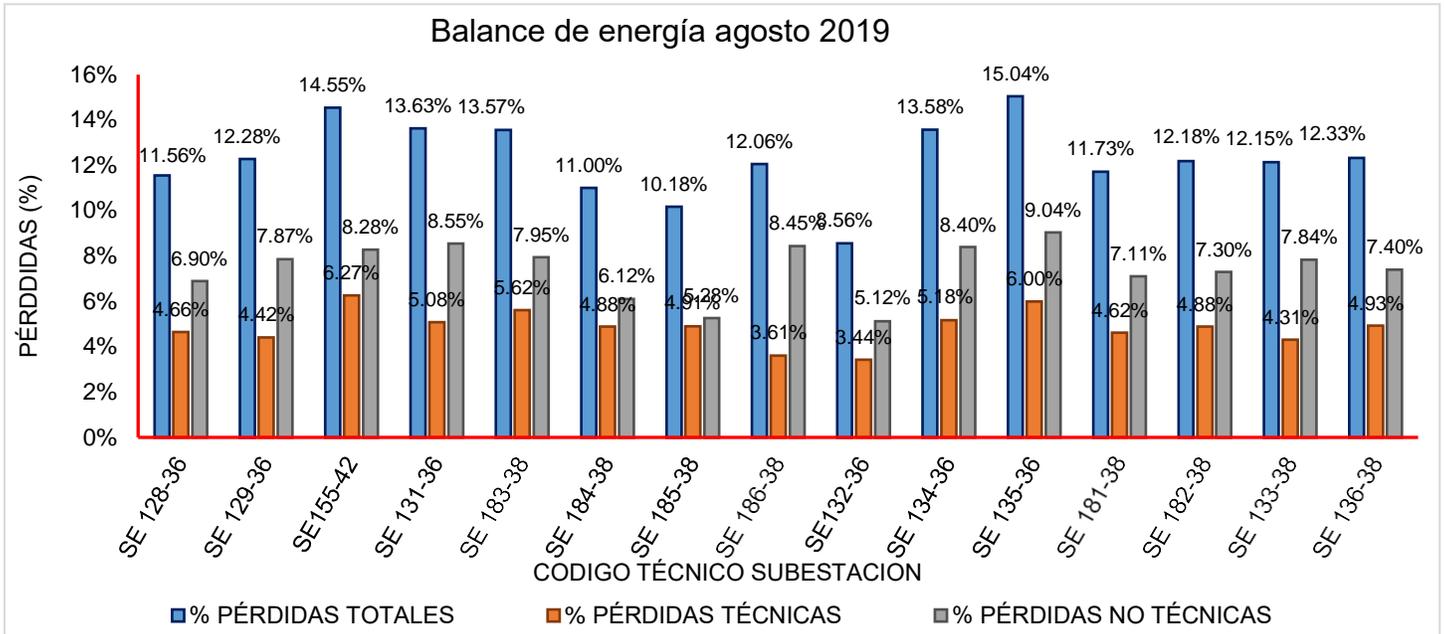


Figura 19: Balance de energía mes de agosto 2019

En la figura N° 20, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de septiembre, el SED 135-36 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (14.84%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (9.02%) aportan mayor pérdida que las técnicas (5.83%).

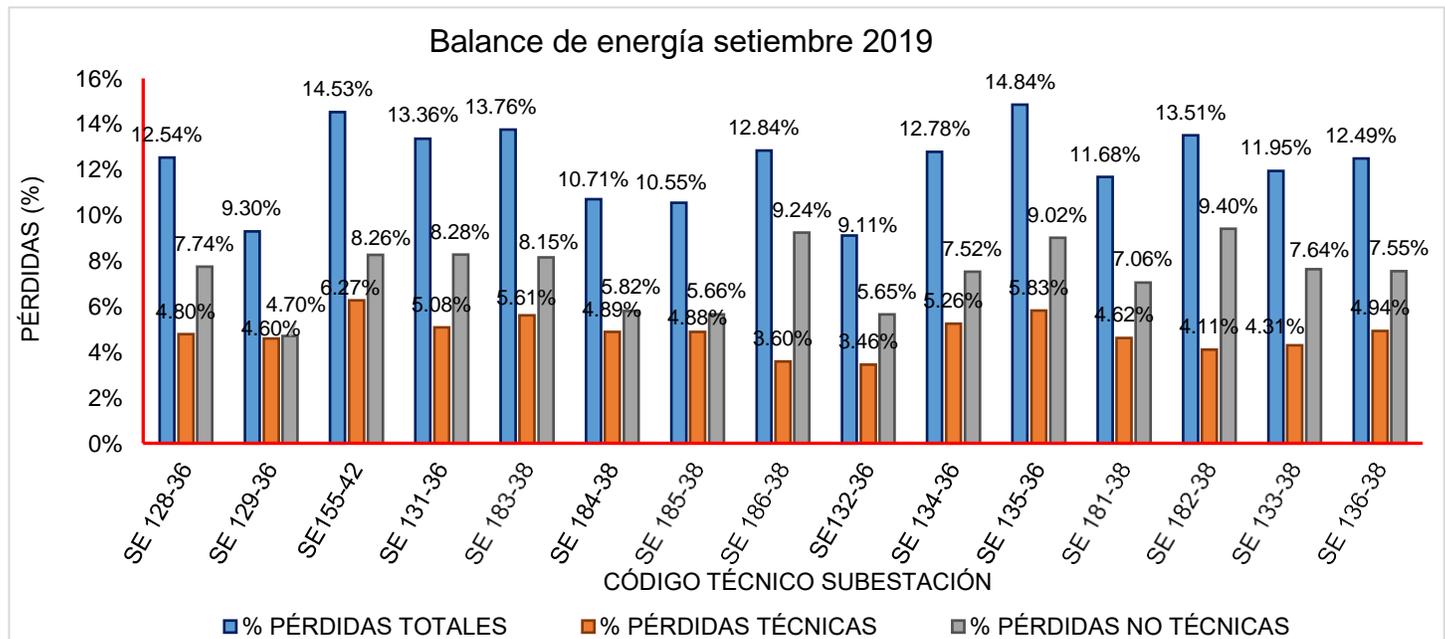


Figura 20: Balance de energía mes de setiembre 2019

En la figura N° 21, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de octubre, el SED 155-42 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (14.53%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.27%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.27%).

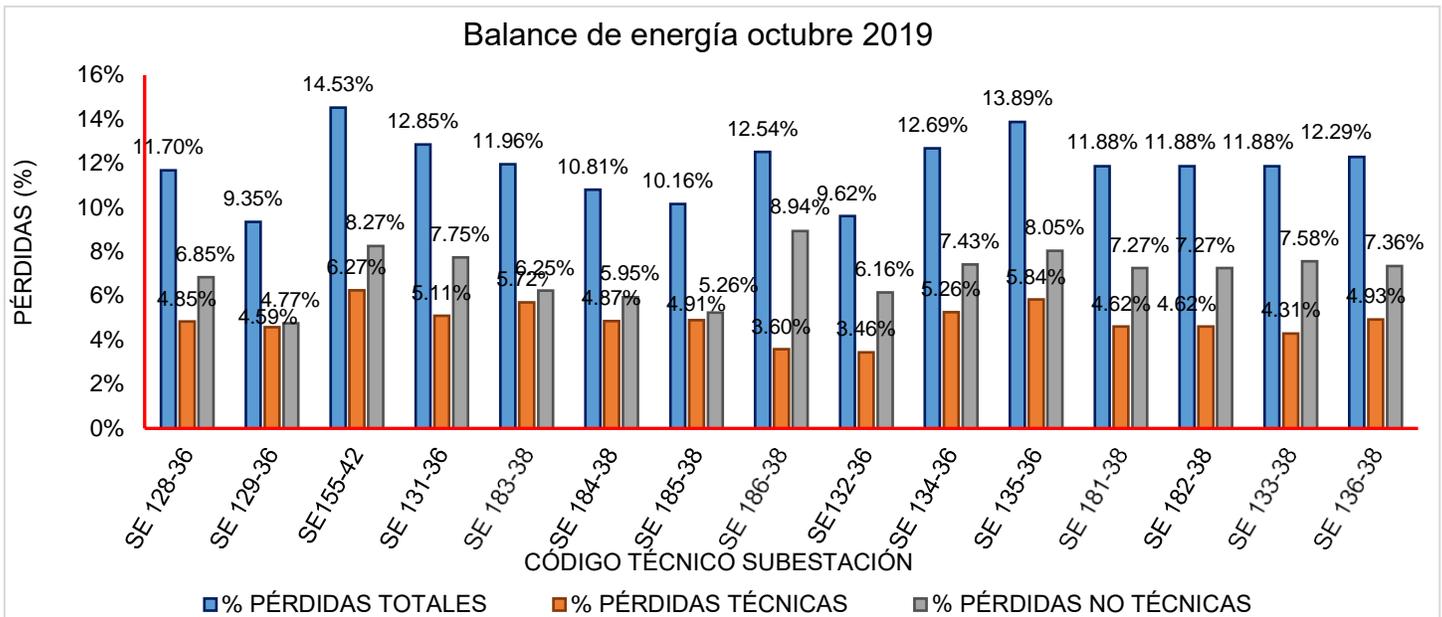


Figura 21: Balance de energía mes de octubre 2019

En la figura N° 22, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de noviembre, el SED 155-42 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (14.84%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.51%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.25%).

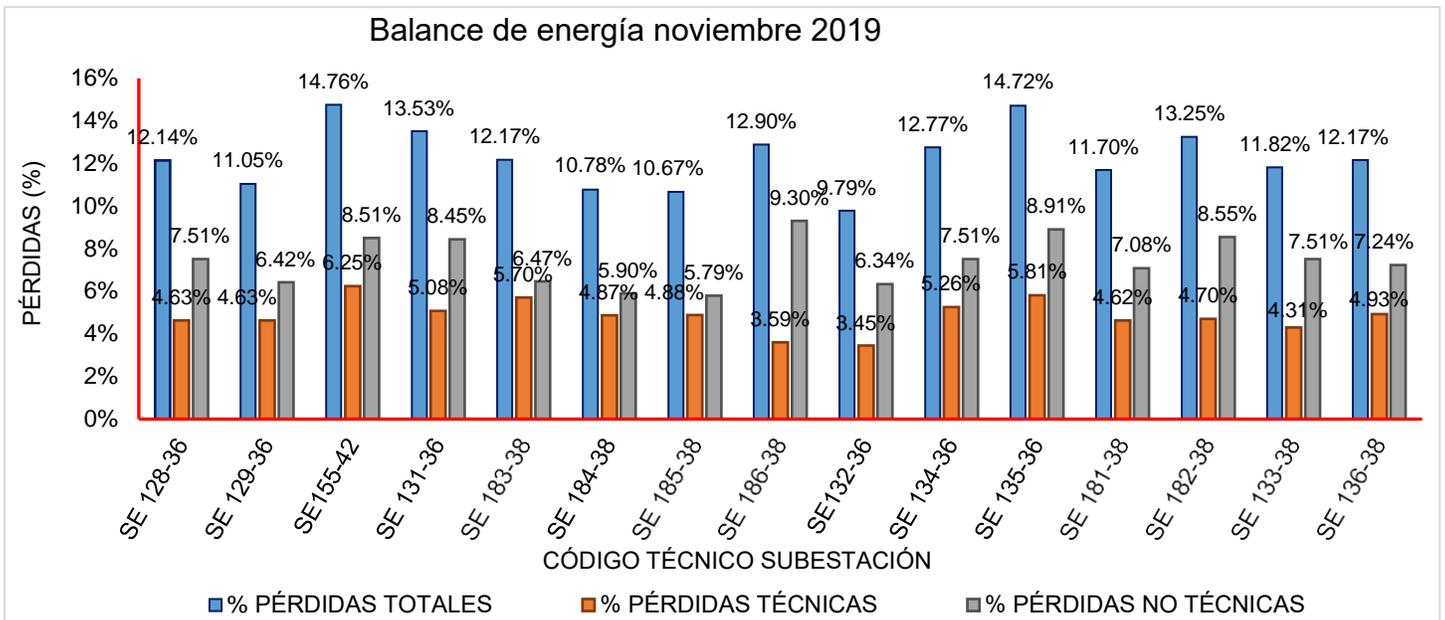


Figura 22: Balance de energía mes de noviembre 2019

En la figura N° 23, se observa que, en el balance de pérdidas del mes de diciembre, el SED 155-42 es el que tuvo mayor porcentaje de pérdidas totales (15.00%), donde el porcentaje pérdidas no técnicas (8.76%) aportan mayor pérdida que las técnicas (6.23%).

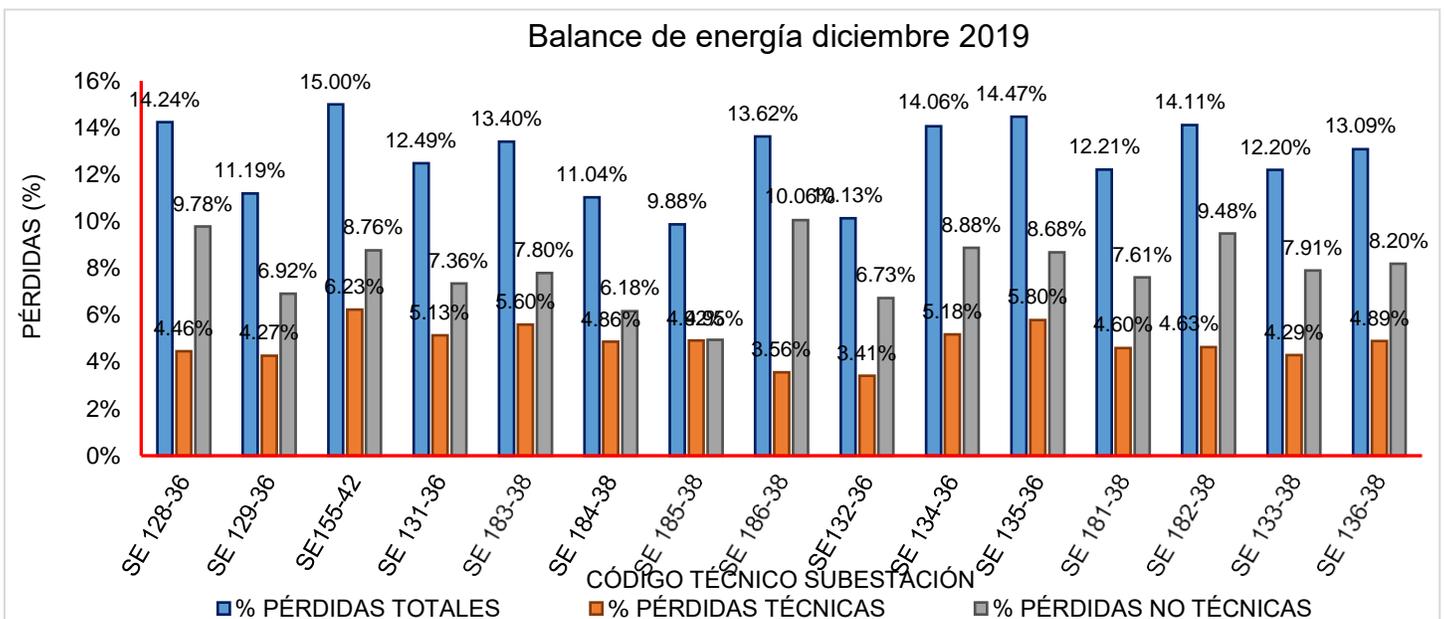


Figura 23: Balance de energía mes de diciembre 2019

4.4. Balance de energía sectorizado del 2019

En el balance de energía sectorizado entre los meses de julio y diciembre del 2019. Las pérdidas técnicas en general se mostraron más bajas que las pérdidas no técnicas, manteniendo una tendencia constante entre los meses estudiados (valor promedio aproximado de 4.83%). Por otro lado, las pérdidas no técnicas mostraron valores más altos que las pérdidas técnicas, manteniendo una tendencia constante desde el mes de julio hasta septiembre (valor promedio aproximado de 7.31%), ya que, en el mes de octubre el porcentaje de pérdidas tuvo una tendencia a subir en su porcentaje (valor promedio aproximado de 7.47%).

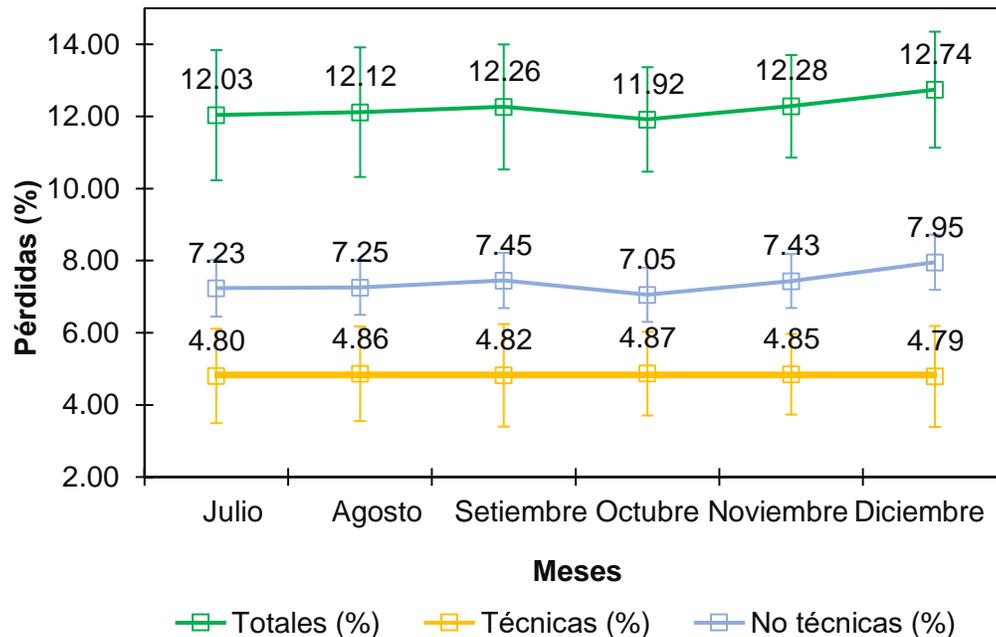


Figura 24: Balance de energía sectorizado del 2019

4.5. Comparación del estudio sectorizado y no sectorizado del alimentador 1303 en la ciudad de Talara.

Los resultados luego del estudio sectorizado entre el mes de julio y diciembre evidencian que las pérdidas técnicas en promedio disminuyeron de 4.80% a 4.79%; además, las pérdidas no técnicas en

promedio incrementaron su valor pasando de 7.23% a un 7.95%. De los resultados se puede apreciar que la variabilidad de los datos, luego del estudio sectorizado, es menor que antes del estudio (las cajas presentan menor altura). En general, las pérdidas totales tienen un incremento luego del estudio sectorizado, pasando de un valor promedio de 12.03% a 12.74%

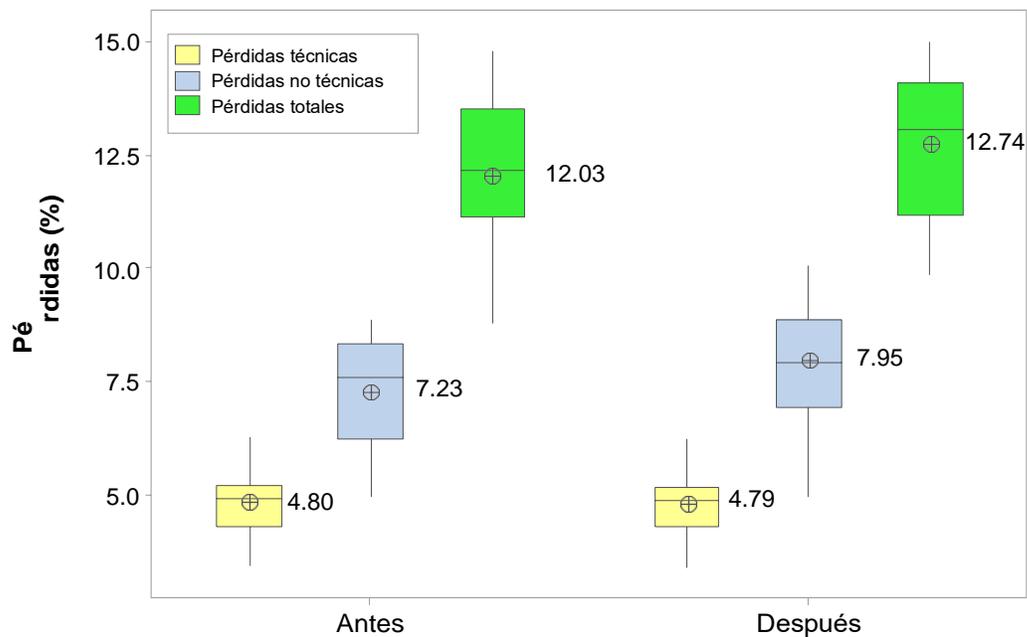


Figura 25: Comparación del estudio sectorizado y no sectorizado del alimentador 1303

4.5.1. Prueba de T-student

En la figura N° 26, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de la prueba T-student a los datos de pérdidas totales recogidas antes y después del estudio sectorizado. Donde se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.005 < 0.05$) respecto a las mediciones antes ($12.03 \pm 1.81\%$) y después ($12.74 \pm 1.61\%$) del estudio sectorizado, evidenciando un aumento de 0.708% de pérdidas totales.

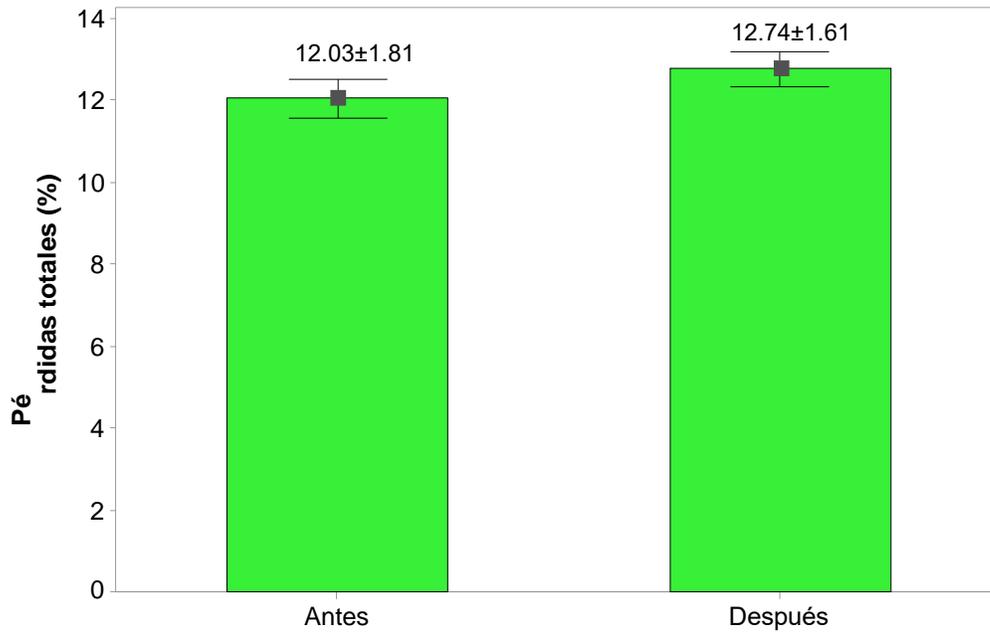


Figura 26: Prueba t-student para pérdidas totales

Diferencias emparejadas	T	Grados de libertad	p
-0.708	-3.318	14	0.005

En la figura N° 27, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de la prueba T-student a los datos de pérdidas técnicas recogidas antes y después del estudio sectorizado. Donde se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.617 > 0.05$) respecto a las mediciones antes ($7.23\pm 1.3\%$) y después ($7.95\pm 1.40\%$) del estudio sectorizado, evidenciando una disminución no significativa de 0.012% de pérdidas técnicas.

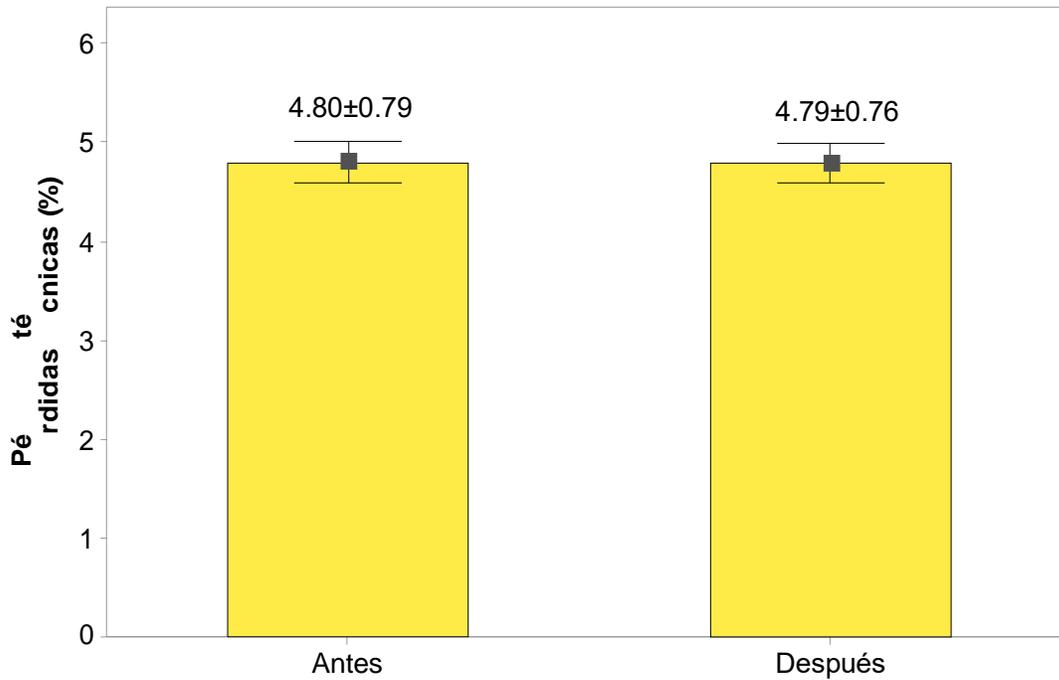


Figura 27: Prueba t-student para pérdidas técnicas

Diferencias emparejadas	T	Grados de libertad	p
0.012	0.511	14	0.617

En la figura N° 28, se muestran los resultados obtenidos luego de la aplicación de la prueba T-student a los datos de pérdidas no técnicas, recogidas antes y después del estudio sectorizado. Donde se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.003 < 0.05$) respecto a las mediciones antes ($7.23\pm 1.3\%$) y después ($7.95\pm 1.40\%$) del estudio sectorizado, evidenciando un aumento de 0.720% de pérdidas no técnicas

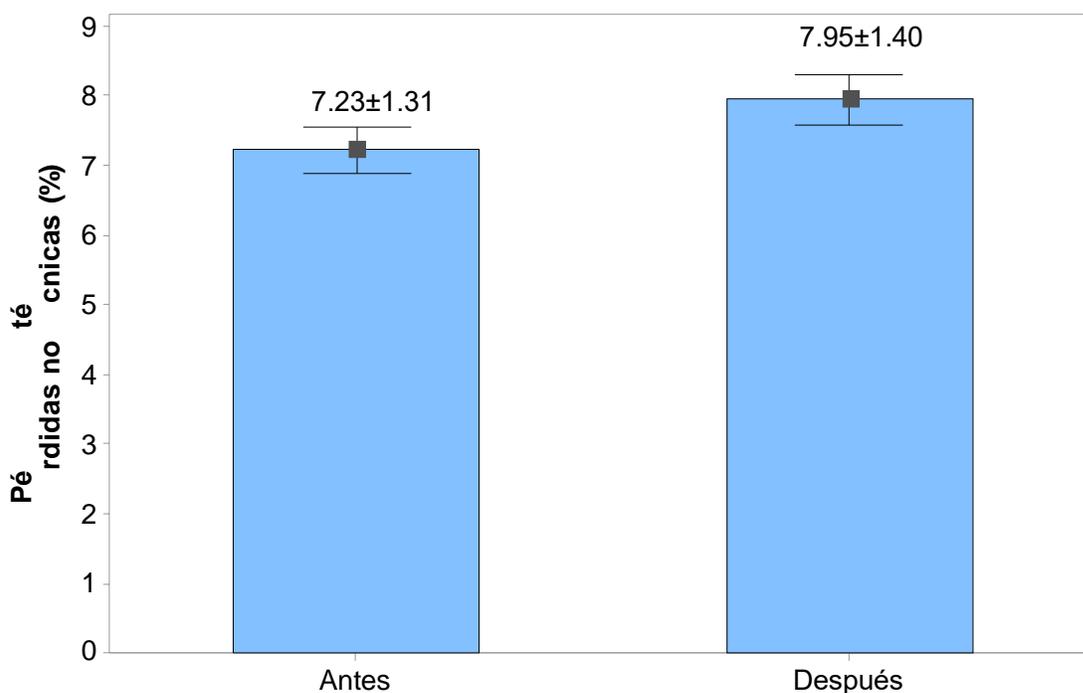


Figura 28: Prueba t-student para pérdidas no técnicas

Diferencias emparejadas	T	Grados de libertad	p
-0.720	-3.528	14	0.003

4.6. REDUCCIÓN Y CONTROL DE PÉRDIDAS:

En la localidad de Talara, según el balance que se realizó en esta investigación, las pérdidas de energía fueron de 12.74% en el sistema de distribución del alimentador 1303. Por lo que se brinda soluciones que permitan reducir las pérdidas de energía en especial las pérdidas no técnicas, las cuales dejan una gran pérdida económica a la empresa.

4.6.1. Pérdidas técnicas:

Cambio de conductor:

Debido al incremento de la demanda en el alimentador 1303, para poder reducir las pérdidas de energía se debería redimensionar el conductor por otro de mayor calibre evitando caídas de tensión y por ende pérdidas de energía.

División de sectores:

Localizar el centro de carga del sector con la finalidad de distribuir la energía más allá del trayecto en la cual las pérdidas eléctricas se incrementan a causa de la longitud recorrida por la corriente.

Asimismo, se pueden optimizar los recursos utilizando equipos más eficiente y tecnología de última generación.

Analizar y evaluar mediante programas informáticos de última generación el sistema eléctrico en tiempo real.

4.6.2. Pérdidas no técnicas:

Instalar conductores antihurto para evitar conexiones clandestinas.

Debido a que una de las causas de pérdidas de energía es por conexiones ilegales que están radicadas en la red de distribución con conductores expuestos, se debería instalar un conductor antihurto en los sectores más críticos ocasionado por la falta de atención en forma inmediata al requerimiento del servicio eléctrico.

Esta propuesta permite reducir tanto las pérdidas de energía eléctrica como las averías ocasionadas por las conexiones ilegales, mejorar la calidad del servicio y mejorar la economía de la empresa.

Para el control de registro en la toma de lectura, la alternativa sería establecer un recorrido así no olvidar ningún medidor de energía y realizar estimaciones del consumo; asimismo, supervisar a los técnicos encargados de dicha actividad para corroborar que las anotaciones sean reales.

Además, implementar medidores digitales a los nuevos clientes e ir reemplazando en la manera que sea posibles los medidores antiguos para una toma de lectura exacta de la energía consumida. Denunciar las irregularidades de las conexiones.

Brindar facilidad de pago a deudas acumuladas.

Asesorar al cliente sobre el uso adecuado de la energía, con la finalidad de moderar sus consumos y evitar la suspensión del servicio.

V. DISCUSIÓN

La valoración de energía contribuyó a disgregar y ponderar las pérdidas de energía de la concesionaria, permitiendo restablecer las actividades del equipo de pérdidas, para contribuir en una mejora continua.

En la presente investigación se realizó un análisis de estudio sectorizado para mejorar la metodología de las pérdidas técnica y no técnicas en la empresa de distribución. Se seleccionó el alimentador 1303 conectado al transformador T20-21 (Tabla N°2), el cual tiene una capacidad de 1,849.14 MWh y su tensión es 13.2 kV, dicho alimentador suministra de energía eléctrica a 12,210 clientes de zona residencial y comercial en la ciudad de Talara.

El estudio sectorizado para calcular las pérdidas totales se llevó a cabo durante los meses de julio a diciembre, obteniendo como resultado 12.03% a 12.74% respectivamente. Ochoa (2010), realiza el estudio del alimentador 124 durante siete (7) meses encontrando como resultado que las pérdidas de energía fueron de 16.2%.

El cálculo de pérdidas energía del alimentador 1303 en el periodo julio a diciembre, la información que se obtuvo del estudio sectorizado mostró que la empresa registró 12.74% de pérdidas totales, 4.79% pérdidas técnicas. Coincidiendo con la investigación de Aman (2017), el alimentador 17G presenta pérdidas técnicas de 5.58% referente a la energía que ingresa al sistema, siendo la pérdida total de 14.68%, concluyendo que si no son valores muy elevados se deben tomar en cuenta para proyectar acciones que reducirán los indicadores de pérdidas, asimismo, un estudio sectorizado cuenta con diferentes fuentes de información para conseguir valores más exactos a la condiciones de las redes, permitiendo identificar los sectores de mayor criticidad.

En el estudio de Apaza (2017), se utilizó el programa Digsilent para la evaluación de pérdidas energía, dando como resultado el 10.05% de pérdidas técnicas

ocasionadas por fenómenos físicos en red primaria, transformadores, acometidas, alumbrado público y contadores; las pérdidas comerciales alcanzaron un valor de 2.89%, debido a errores, fraudes, conexiones ilegales y clandestinas no identificadas, siendo 12.94% su pérdida total, en comparación de la presente tesis, la empresa obtuvo mayor pérdidas no técnicas para los meses de julio a octubre de 7.23 % a 7.05% respectivamente, para posteriormente en el mes de diciembre aumentar a 7.95%.

En el estudio de Paricahua (2017), se efectuó flujos de carga a los 42 alimentadores en media tensión, para lo cual la información obtenida del programa GIS y los datos registrados de los medidores de cada alimentador dieron como resultado que en el mes de Junio del 2015 la máxima demanda fue de 644.96 MWh/mes lo que representa el 3.46%, en la cual la pérdida técnica con mayor valor fue en el alimentador L 5009 con 143.67 MWh. Comparada con la tesis de estudio, se analizó 15 subestaciones del alimentador 1303, siendo la subestación 155-42 la de mayor valor de pérdidas energía con 2347.08 kWh.

Las pérdidas totales de las 15 subestaciones fueron de 12.74 % siendo el mes de diciembre el de mayor índice de pérdidas, en cuanto las pérdidas técnicas durante los meses de estudio se observaron que en el mes de julio a octubre tuvo una tendencia a aumentar de 4.80% a 4.87%, finalmente en el mes de diciembre descendió a 4.79%, en cambio las pérdidas no técnicas van desde 7.23 % en el mes de julio, aumentando para el mes de diciembre con un valor de 7.95%. Para Pinedo (2017), quien realizó el análisis a 19 subestaciones de distribución las pérdidas totales fueron de 1,196,827 kWh representando el 10.02% pérdidas totales de la empresa Electro Oriente S.A, evidenciando que durante los meses de enero y febrero tuvieron un mayor índice de pérdidas; concluyó, que el método de balance de energía influyó para identificar las pérdidas comerciales en las redes de BT de la empresa.

Se calculó las mermas de los transformadores de media y baja tensión asumiendo los valores de pérdidas indicadas por los fabricantes, obteniendo que en la SE 135-36 el valor de pérdida total es de 2.78 kWh, comparando con Paricahua, las mermas de energía de los transformadores fueron de 644,96 MWh – mes lo que significa el 3.56% de la energía comercializada en BT en el mes de junio de 2015.

Como se aprecian los datos registrados del alimentador 1303 en la figura N°24 y analizado mediante la prueba de t-student para grupos relacionados, se determinó que existe diferencias significativas ($p < 0.05$, $p = 0.005$) en las mediciones antes ($12.03 \pm 1.81\%$) y después ($12.74 \pm 1.61\%$) en referencia a la aplicación del estudio sectorizado, existiendo un aumento de 0.708%, asimismo las pérdidas no técnicas evidencian una diferencia significativa con el estudio sectorizado, aumentando 0.720%, esto nos da a conocer que se cumple la hipótesis alterna, el cual podrá controlar y reducir las pérdidas del alimentador 1303 en la ciudad de Talara

El cálculo del balance de energía de pérdidas totales (Anexo N°7) del estudio sectorizado entre julio a diciembre varía de 12.03 % a 12.74%, coincidiendo con Cañar (2007), el balance general de pérdidas técnicas del alimentador en estudio es de 6.54% lo que representa 716,227.49 kWh/ año, las pérdidas no técnicas generadas por error, fraude, conexiones clandestinas e/ ilegales que no son identificadas ni administradas tuvieron un valor de 8.36 % representando 916,077.57 kWh/año, siendo el balance de energía total del alimentador “Universidad” entre mayo 2005 a abril 2006, 14.90% dicho porcentaje representa el 1,632,305.07 kWh/ año.

En estudio de Barrera (2019), concluyó que la empresa de distribución tuvo pérdidas de energía de 10.50% y 9.45% en los meses de junio y julio del 2018, respectivamente; la ciudad de Talara se registró 11.92% de pérdidas de energía para dicho año. Barrera utilizó el balance de energía en el proceso de

macromedición y micromedición con los cuales pudo ubicar las áreas críticas de la empresa, detectando que las pérdidas no técnicas son ocasionadas por hurto o sustracción de energía a causa de las conexiones clandestinas, generando la manipulación de las redes, instalaciones y medidores. En el presente estudio, se llegó a la conclusión que en agosto y diciembre del 2019 fueron los meses con mayor índice de pérdidas de energía 15.04 % y 15.00 % respectivamente, siendo las pérdidas comerciales las causantes de dichas mermas.

VI. CONCLUSIONES

- En la presente investigación de estudio sectorizado realizada al alimentador 1303, se tomó como muestra 15 subestaciones, obteniendo como resultado para las pérdidas técnicas un valor de total 29,153.55 kWh, siendo la subestación 134 – 36 la más afectada con 2,794.23 kWh en el periodo de análisis.
- Durante el periodo de estudio se obtuvo que el alimentador 1303, las pérdidas no técnicas fueron 7.40% lo que representa 271,871.17 kWh, siendo la subestación 186-38 la que generó mayores pérdidas no técnicas con 9.09%.
- Se calculó el balance de energía sectorizado entre los meses de julio y diciembre 2019, teniendo como resultado que hubo aumento pérdida técnica entre julio y octubre, posteriormente disminuyó en diciembre; para pérdidas no técnicas, entre los meses de julio a octubre existió tendencia a disminuir, para posteriormente en diciembre aumentar; con respecto a pérdidas totales disminuyeron en los meses de julio a octubre.
- El estudio sectorizado brindó datos más fiables a comparación del no sectorizado en el cual se hace mediciones de 15 días y los cuales son proyectados.
- A diferencia de Pinedo (2018) que solo realiza un estudio descriptivo del método de balance de energía por subestaciones, esta tesis logró realizar la prueba estadística de t-Student y apoyándose también del gráfico estadístico de box-plot, obteniendo que la efectividad de la aplicación del método de balance de energía sectorizado, también puede corroborarse mediante pruebas de hipótesis estadísticas que evidencian diferencias estadísticamente significativas en el balance de pérdidas no técnicas ($p < 0.05$) y en general en las pérdidas totales ($p < 0.05$).

- Para una muestra relacionada (estudio sectorizado de balance de energía, antes y después) aplicó una evaluación de t-Student para grupos conectados (mediciones antes-después), con la estadística descriptiva de box-plot; con un nivel de confianza del 95%; utilizando el programa estadístico Minitab 19, obteniendo que existe una diferencia significativa de mermas en el estudio sectorizado del alimentador 1303.

- Los principales problemas para el incremento de las pérdidas de energía se deben al aumento de la demanda que al no ser atendido su requerimiento realizan conexiones clandestinas y esto produce a su vez que los conductores se sobrecarguen.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar balances mensuales de energía aplicando el proceso de zonificación mínimo cada 6 meses en los demás alimentadores, creando un soporte de datos históricos en índices de pérdidas por sectores.
- Se recomienda evaluar los indicadores de calidad de suministro y producto de los alimentadores y su relación con las altas pérdidas de energía.
- Se recomienda capacitar, sensibilizar y motivar al personal de la Compañía Eléctrica acerca de la importancia en la disminución de pérdidas, destacando los beneficios que este conlleva.
- Se recomienda un trabajo de campo, con la finalidad de actualizar la base de datos en el sistema GIS, evitando conflictos con redes desactualizadas, tanto en la configuración de sus redes como en sus parámetros eléctricos.
- Se recomienda a una mayor inversión hacia programas de ampliaciones de redes por demanda con la finalidad de reducción de pérdidas no técnicas sociales.
- Se recomienda que, en próximos estudios al aplicar alguna metodología, dichos procedimientos puedan corroborarse realizando pruebas estadísticas de diferencias, a fin de conocer si la aplicación tiene efectos estadísticamente significativos y poder realizar acciones correspondientes y evitar posibles malas decisiones en cuanto adoptar su aplicación.

REFERENCIAS

ACOSTA-URREGO, Camilo A. Identificación de pérdidas técnicas en redes de baja tensión con sistemas de puesta a tierra. *Dyna* [en línea]. 2013, 80(181), 40-50[fecha de Consulta 20 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49628728005>. ISSN: 0012-7353.

AGUIRRE, Mauricio. Evaluación de los diferentes métodos para el cálculo de las pérdidas técnicas en media tensión para redes de distribución. Tesis (Grado Académico Ingeniero Electricista). Universidad de El Salvador. 2016. 143pp.

AMAN, Luis. Cálculo del índice sectorizado de pérdidas en la empresa eléctrica Quito. Implementación de una aplicación computacional en Matlab, y comparación de la metodología actual para el cálculo de pérdidas utilizada por la EEQ ante una nueva alternativa. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. 2017. 166pp.

APAZA, Mariela. Estudio de Control y Disminución de pérdidas dentro del Servicio Eléctrico Puno alimentador 101 - concesión eléctrica de Electropuno S.A.A. Tesis (Título Profesional Ingeniero Mecánico Electricista). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2017. 118 pp

ARACA, BERRIOS, Erick Hans. Cálculo y Análisis de las pérdidas Técnicas del Sistema Eléctrico de media Tensión de la Ciudad de Juliaca. 2018.

ARANHA, Edison. Probabilistic methodology for Technical and Non-Technical Losses estimation in distribution system. *ScienceDirect*. [En línea]. V.97: 93-99, abril 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2012.12.008>

BOLETIN IIE. Pérdidas Técnicas y No técnicas de energía eléctrica. [En línea]. Vol.39. N°4. Octubre – diciembre 2015. [Fecha de consulta: 19 de noviembre del

2019]. Disponible en: <https://www.neplan.ch/wp-content/uploads/2016/03/BIIE04-2015.pdf>. ISSN: 0185-0059.

CABRERA Carmen y RODAS Pedro. Metodología para determinar las pérdidas no técnicas de energía en el Sistema de Distribución de la Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR. Tesis (Título de Ingeniero Eléctrico). Cuenca, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiano. Escuela de Ingeniería Eléctrica, 2016, 177 pp.

CANDELO, John; HERNANDEZ, Helman y SANTANDER, Alcides. Location and size of renewable energy sources and capacitors in radial distribution systems with commercial losses. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2016, vol.24, n.4 [citado 2019-11-21], pp.600-614. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000400006&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-3305.

CAÑAR, Santiago. Cálculo detallado de pérdidas en sistemas eléctricos de distribución aplicado al alimentador Universidad perteneciente a la empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. Tesis (Título de Ingeniero Eléctrico). Quito, Ecuador. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2007, 234 pp.

CASTRO, Moisés y FLORIAN, Edgardo. Programa de Reducción y Control de Pérdidas no técnicas en el alimentador chs032 – 7ma. Sur, de la empresa Hidrandina S.A. – Chimbote. Tesis (Título Profesional Ingeniero en Energía). Nuevo Chimbote. Universidad Nacional del Santa. Escuela Profesional de Ingeniería en Energía. 2016.237 pp.

CORREA, Wilmer. Evaluación de los procedimientos en el diagnóstico de pérdidas de energía eléctrica implementados por Edec S.A. Tesis (Grado Académico de Ingeniero Electrónico). Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2016. 85pp.

DI MAURO, Guillermo F et al. Pérdidas Joule en alimentadores que transportan corrientes armónicas en baja tensión. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2013, vol.21, n.3 [citado 2020-05-02], pp.372-379. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000300007&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-3305.

ENRIQUEZ, Cristian. Método para aproximar las pérdidas de potencia en el sistema eléctrico de distribución en media tensión de la Provincia de Huancayo, Junín. Tesis (Grado Académico Ingeniero Electricista). Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2018. 61pp.

ESPINOZA, Nataly; BELTRÁN, Juan. Mejoramiento del Sistema Eléctrico de la Ciudad de Puerto Maldonado en Media Tensión. Tesis (Grado Académico de Ingeniero Electricista). Cusco, Perú. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. 2016. 164pp.

FARFÁN, Ana. Propuesta de Disminución de Pérdidas Técnicas de Energía Eléctrica y Mejoramiento de Tensión de Servicio en Redes de Distribución en Media Tensión de servicio 10kv, (Secho - c216). Tesis (Grado Académico de Ingeniero Mecánico-Eléctrico). Chiclayo, Perú. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. 2018.240pp.

FERNANDEZ, Marco. Propuesta de plan de determinación y reducción de pérdidas de energía eléctrica en el alimentador c-217 de la empresa Electronorte S.A. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2018.275pp.

FLORES, Johana. Propuesta de modelo de detección de fraudes de energía eléctrica en clientes residenciales de Lima Metropolitana aplicando minería de datos. Tesis (Ingeniero de Computación y Sistemas). Lima, Perú. Universidad San

Martín de Porres. 2014.183pp.

FREIRE, Fernando. Estudio de pérdidas técnicas de energía eléctrica en la subestación San Gabriel de la empresa Eléctrica Regional Norte SA. 2019. Tesis de Licenciatura.

GAPEL SAC. Informe técnico de mermas y pérdidas de energía - ENOSA. 2018.

GARCÉS, Alejandro, GALVIS, Juan y GALLEGO, Ramón. Solución al problema de balance de fases y reconfiguración de alimentadores primarios bajo un modelamiento trifásico usando Simulated Annealing Scientia Et Technica, 12(30):37-42, mayo, 2006, ISSN: 0122-1701

GONTRÁN, Jesús. Proyecto para el abatimiento de pérdidas no técnicas de energía eléctrica de la comisión federal de electricidad de la zona de Tijuana. Tesis (Grado Académico de Maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas). México D.F. Instituto Politécnico Nacional. 2004.110pp.

GONZALES, Fredy. Estudio de causas incidentes en las pérdidas no técnicas en baja tensión de una empresa distribuidora de electricidad con alta demanda. Tesis (Grado Académico de Ingeniero Eléctrico-Mecánica). Guayaquil, Ecuador. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.2019. 115pp.

HERNANDEZ, Sampieri. Metodología de la Investigación. 6ª edición. México. McGraw – Hill. 2014. 736p. ISBN: 978-1-4562-2396-0

JANO, Yony. Reducción de pérdidas no técnicas de energía en el sistema mt2, mt3, mt4 de la empresa Electro Puno S.A.A. Tesis (Título Profesional Ingeniero Mecánico Electricista). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2017. 83 pp.

MAYULEMA, Jimmy. Estudio de la composición de las pérdidas de energía en la empresa eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A (Título de Ingeniero Eléctrico). Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2008. 178pp.

OCHOA, Juan. Estimación de pérdidas técnicas en el sistema de la empresa eléctrica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Tesis (Grado Académico Ingeniero Electricista). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.213pp.

PARICAHUA, Rudy, et. Estudio y Análisis de una Metodología para la Estimación de pérdidas técnicas en redes de distribución de energía eléctrica en la región de Puno 2017. Tesis (Título Profesional Ingeniero Mecánico Electricista). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2017, 87 pp.

PEREZ, Ignacio. Optimización multiobjetivo del balance de fases en circuitos de distribución primaria. Energética [online]. 2016, vol.37, n.2 [citado 2020-05-29], pp.84-93. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012016000200002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1815-5901.

PINEDO, Fernando. Método de balance de energía por subestaciones y su influencia en la identificación y control de las pérdidas no técnicas en las redes de baja tensión en Electro Oriente S.A. Juanjui, 2018. Tesis (Título Profesional Ingeniero Mecánico Electricista). Perú. Universidad César Vallejo. Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica. 2018,162 pp.

POVEDA, Mentor. Nuevo método para calcular las pérdidas en sistemas de distribución eléctrica con altas pérdidas no técnicas.

ROMERO, Denice y VARGAS, Andrés. Modelo de incentivos para la reducción

de pérdidas de energía eléctrica en Colombia. Rev. maest. derecho econ. Bogotá. Vol. 6 N°6:221-257. Enero – diciembre 2010.

RUBIO, José. Análisis del Suministro de Energía Eléctrica de la Planta Procesadora de Limón y Mango de Agroindustrias Aib – Motupe – Lambayeque en el Marco de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Tesis (Grado Académico Ingeniero Mecánico Electricista). Lambayeque, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2018.206pp.

SARDINA. Osvaldo. Reconfiguración de redes eléctricas para la disminución de pérdidas en el municipio Manatí. Tesis (Grado Académico Ingeniero Eléctrico). Moa. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. 2017. 63pp.

SENER. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. 2018 – 2032. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>.

SUAREZ, Joffe. Estudio para el balanceo de la carga del alimentador Anconcito de 13.8 kV ubicado en el cantón Salinas provincia de Santa Elena. Tesis (Ingeniero Eléctrico Mecánico). Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.2019. 103pp.

TAMA, Alberto. Las Pérdidas de Energía Eléctrica [En Línea]. Revista Crieel ed 33. 30 septiembre, 2018. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en: sectorelectricidad.com/20860/las-pérdidas-de-energia-electrica/.

UCEDA, Harold. Análisis del sistema de distribución secundario de la subestación hi0090 – urb. Las quintanas – Trujillo mediante su modelado y simulación para optimizar la distribución de 315 kva. (Título de Ingeniero Mecánico – Eléctrico), Trujillo; Universidad Cesar Vallejo, 2017. 130pp

UPARELA, Miguel; GONZALEZ, Ruben; JIMENEZ, Jamer and QUINTERO, Christian G. Intelligent system for non-technical losses management in residential users of the electricity sector. Ing. Investig. [online]. 2018, vol.38, n.2 [cited 2019-11-20], pp.52-60. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092018000200052&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-5609.

YANQUI, Saúl. Optimización de procesos comerciales en empresas de distribución de energía eléctrica, implementando Smart Grid, validado en la empresa de distribución eléctrica de Arequipa. Tesis (Grado Académico de Maestro en Gestión de la Energía con mención en Electricidad). Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Unidad de posgrado de la facultad de Ingeniería de Producción y Servicios. 2014.125 pp.

ANEXOS

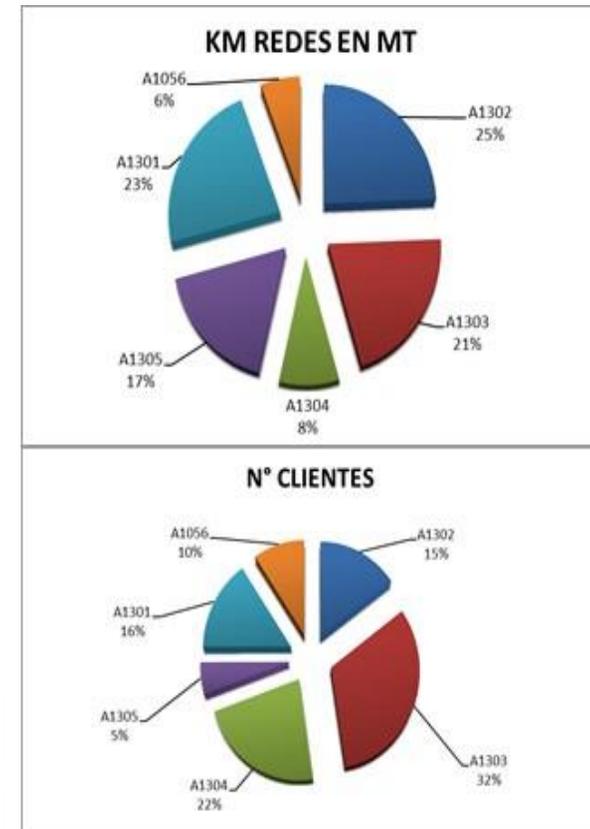
Anexo 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estudio sectorizado para el control y reducción de pérdidas de energía	Conjunto de métodos a utilizar para controlar y poder reducir las pérdidas de energía optimizando tiempo y recursos.	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable análisis de estudio de control y reducción de pérdidas.	Conocimiento sobre las pérdidas a la que es vulnerable el alimentador	Comparar la energía facturada en media y baja tensión y alumbrado público con la energía comprada. Disgregar las pérdidas técnicas y comerciales en pérdidas en media y baja tensión. Generar balance de energía por subestación del alimentador.	Razón
Pérdidas totales del alimentador 1303	Pérdidas de energía se generan durante el transporte de energía por las líneas de transmisión y distribución	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable pérdidas totales que será medida a través de la pérdida técnica y pérdida no técnica	Cálculo del balance de energía para determinar pérdidas totales del alimentador Cálculo de las pérdidas técnicas del alimentador 1303 Determinar las pérdidas no técnicas del alimentador 1303	Porcentaje de pérdidas totales Porcentaje de pérdidas técnicas Porcentaje de pérdidas no técnicas	Razón

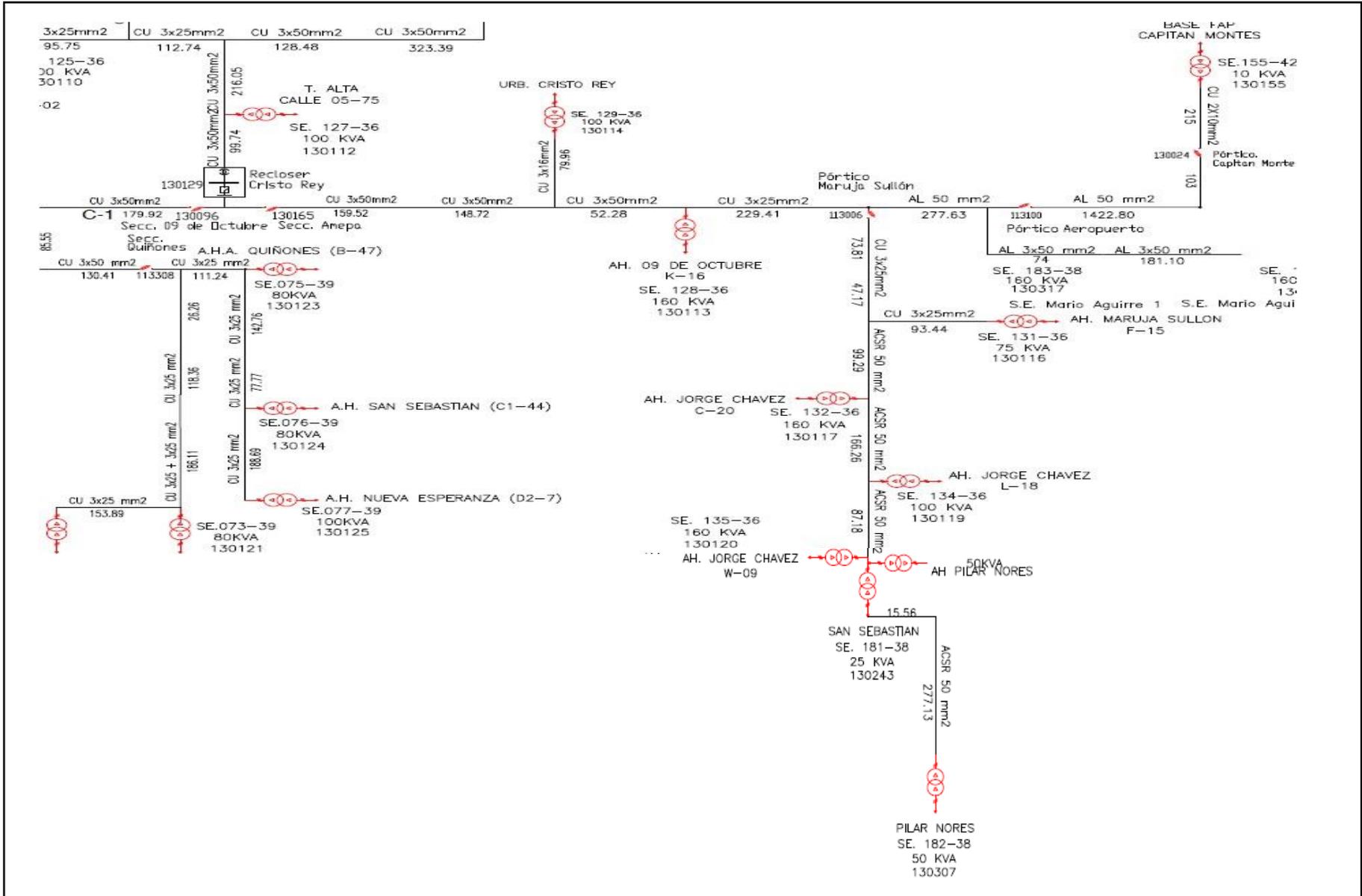
Anexo 3: Alimentadores Terna 6 – Malacas

SISTEMA ELÉCTRICO	ALIM	AMBITO	APORTE	CANTIDAD DE CLIENTES			KM DE REDES MT			KM DE REDES B.T			CANT. UAP
				MAYORES	COMUNES	TOTAL ALIMENTADOR	ENOSA	TERCEROS	SEDS	ENOSA	TERCEROS		
SE 0083	A1302	Alimentador 36	20.29%	26	5,703	5,729.00	50,20578	2,72385	78.00	52.97	0.08	2,427.00	
	A1304	Alimentador 37	29.62%	18	8,862	8,380.00	17,23933	1,40297	64.00	66.65	0.01	2,920.00	
	A1303	Alimentador 38	43.16%	23	12,187	12,210.00	43,08218	7,44486	147.00	80.08	0.04	3,340.00	
	A1305	Alimentador 39	6.97%	12	1,960	1,972.00	35,50889	5,11234	76.00	24.47	0.04	1,330.00	
SUB TOTAL						28,291.00	146.04	16.68	365.00	224.16	0.12	10,037.00	
SE 0232	A1301	Alimentador 55	61.38%	15	5,788	5,803.00	47,50013	17,47266	147.00	68.93		2,879.00	
	A1056	Alimentador 56	38.62%	6	3,645	3,651.00	12,14811	0,78789	40.00	34.68		1,459.00	
SUB TOTAL						9,454.00	59.64	18.26	187.00	103.61	0.00	4,338.00	
TOTAL						37,745.00	205.68	34.94	552.00	327.77	0.12	14,375.00	

- El A1302 es el alimentador más extenso y representa el 25% de las redes de la UN Talara pero el cuarto en Número de Clientes con solo el 15%.
- El A1303 es el que mayor Número de Cliente tiene con el 32% y es el tercero más extenso con el 21%.



Anexo 4: Diagrama Unifilar Alimentador 1303



Anexo 5: Pérdida en línea

	P (kW)	V (voltios)	Lc (m)	Sc (mm ²)	cos ϕ	IL (A)	k	ρ Al. Resist. Mat (Ω /m)	λ (react. Lineal Cond.)	ϕ	seno ϕ	Vp (voltios)	NLA	K $\sqrt{3}$	PPL (kW)
SE 128-36	55.09	380	577.9	25	0.7	141	1	1.2	1.105	0.795399	0.714143	2802.16	3	1.732050808	1,189.81
SE 129-36	86.74	380	710.5	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1746.216	3	1.732050808	1,873.66
SE155- 42	108.4	380	568.8	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1397.956	3	1.732050808	2,340.48
SE 131-36	93.24	380	661	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1624.559	3	1.732050808	2,014.16
SE 183-38	95.62	380	644.5	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1584.006	3	1.732050808	2,065.42
SE 184-38	95.37	380	646.2	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1588.184	3	1.732050808	2,060.06
SE 185-38	53.55	380	594.6	25	0.7	141	1	1.2	1.105	0.795399	0.714143	2883.136	3	1.732050808	1,156.70
SE 186-38	62.58	380	508.8	25	0.7	141	1	1.2	1.105	0.795399	0.714143	2467.104	3	1.732050808	1,351.75
SE132- 36	98.67	380	624.6	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1535.097	3	1.732050808	2,131.38
SE 134-36	129.1	380	477.3	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1173.074	3	1.732050808	2,789.12
SE 135-36	106.5	380	578.7	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1422.288	3	1.732050808	2,300.17
SE 181-38	108.4	380	568.6	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1397.465	3	1.732050808	2,340.96
SE 182-38	81.85	380	752.8	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1850.178	3	1.732050808	1,767.69
SE 183-38	82.25	380	749.2	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1841.33	3	1.732050808	1,776.47
SE 184-38	88.95	380	693	35	0.7	141	1	0.868	0.099	0.795399	0.714143	1703.206	3	1.732050808	1,921.82

Anexo 6: Pérdidas em medidores

	Potencia Trif.(W)	Med. Trif.	Pérd. Bob. Volt (V)	Pérd. Bob. Corr (W)	F.P.	Tensión (V)	K $\sqrt{3}$	Potencia Monof. (W)	Med. Monof.	CORRIENTE (A)	Perd. Bob. Volt (V)	Perd. Bob. Corr. (W)	F.P.	Tensión (V)	PÉRDIDA TOTAL (kW)
SE 128-36	1000	7	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	254	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.370
SE 129-36	1000	6	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	207	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.312
SE155-42	1000	11	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	357	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.544
SE 131-36	1000	12	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	417	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.628
SE 183-38	1000	10	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	347	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.523
SE 184-38	1000	11	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	366	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.550
SE 185-38	1000	8	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	267	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.405
SE 186-38	1000	6	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	179	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.277
SE132-36	1000	12	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	400	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.607
SE 134-36	1000	8	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	282	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.424
SE 135-36	1000	7	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	225	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.343
SE 181-38	1000	6	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	192	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.293
SE 182-38	1000	3	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	77	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.122
SE 183-38	1000	12	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	365	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.562
SE 184-38	1000	1	2.61	0.28	0.23	380	1.732051	360	43	4.3	1.07	0.1	0.2	220	0.063

Anexo 7: Balance de energía

Muestra Medición	Totalizador (kWh)	Alumbrado público (kWh)	Fracturado (kWh)	Pérdidas (KWH)			Pérdidas (%)		
				Técnicas	No técnicas	Totales	Técnicas	No técnicas	Totales
SED 128-36 SED	26145.38	2219.00	20596.00	1194.24	2136.14	3330.38	4.57	8.17	12.74
129-36 SED	47284.83	3212.57	39856.24	1877.89	2338.13	4216.02	3.97	4.94	8.92
155-42 SED	37337.80	2152.43	29656.35	2347.08	3181.94	5529.02	6.29	8.52	14.81
131-36 SED	39385.50	2855.19	31811.70	2021.73	2696.88	4718.61	5.13	6.85	11.98
183-38 SED	36957.53	2343.94	29588.48	2072.59	2952.52	5025.11	5.61	7.99	13.60
184-38 SED	42196.25	1819.38	35683.59	2066.39	2626.89	4693.28	4.90	6.23	11.12
185-38 SED	23584.77	1356.85	19875.65	1161.39	1190.88	2352.27	4.92	5.05	9.97
186-38 SED	37542.28	987.79	31985.15	1354.95	3214.39	4569.34	3.61	8.56	12.17
132-36 SED	62429.14	2565.20	54365.58	2139.62	3358.74	5498.36	3.43	5.38	8.81
134-36 SED	53748.42	1756.45	44722.65	2794.23	4475.09	7269.32	5.20	8.33	13.52
135-36 SED	39273.25	2116.65	31362.33	2304.43	3489.84	5794.27	5.87	8.89	14.75
181-38 SED	50684.03	1685.35	43057.25	2344.43	3597.00	5941.43	4.63	7.10	11.72
182-38	38198.29	1961.70	31566.24	1769.39	2900.96	4670.35	4.63	7.59	12.23

SED 133-38		41395.65	3235.89	33106.54	1783.13	3270.09	5053.22	4.31	7.90	12.21
SED 136-38		38725.06	2410.62	31680.58	1922.07	2711.79	4633.86	4.96	7.00	11.97
SED 128-36		26785.34	1985.00	20987.00	1194.24	2619.10	3813.34	4.46	9.78	14.24
SED 129-36		43956.71	3050.35	35985.75	1877.89	3042.72	4920.61	4.27	6.92	11.19
SED 155-42		37655.36	2152.43	29856.35	2347.08	3299.50	5646.58	6.23	8.76	15.00
SED 131-36		39385.50	2855.19	31611.70	2021.73	2896.88	4918.61	5.13	7.36	12.49
SED 183-38		36987.54	2343.94	29685.55	2072.59	2885.46	4958.05	5.60	7.80	13.40
SED 184-38		42516.38	1868.50	35955.65	2066.39	2625.84	4692.23	4.86	6.18	11.04
SED 185-38		23584.77	1356.85	19898.65	1161.39	1167.88	2329.27	4.92	4.95	9.88
SED 186-38	Después	38023.65	987.79	31856.21	1354.95	3824.70	5179.65	3.56	10.06	13.62
SED 132-36		62795.64	2566.00	53865.95	2139.62	4224.07	6363.69	3.41	6.73	10.13
SED 134-36		53948.65	1756.45	44608.26	2794.23	4789.71	7583.94	5.18	8.88	14.06
SED 135-36		39765.34	2133.60	31876.59	2304.43	3450.72	5755.15	5.80	8.68	14.47
SED 181-38		50995.25	1662.35	43105.65	2344.43	3882.82	6227.25	4.60	7.61	12.21
SED 182-38		38198.29	1921.69	30885.73	1769.39	3621.48	5390.87	4.63	9.48	14.11
SED 133-38		41582.78	3240.89	33268.35	1783.13	3290.41	5073.54	4.29	7.91	12.20
SED 136-38		39315.14	2462.55	31707.25	1922.07	3223.27	5145.34	4.89	8.20	13.09

Anexo 8: Procedimiento de cálculo de hipótesis en Minitab 19

1. Importación de datos de Excel a Minitab en formato CSV.

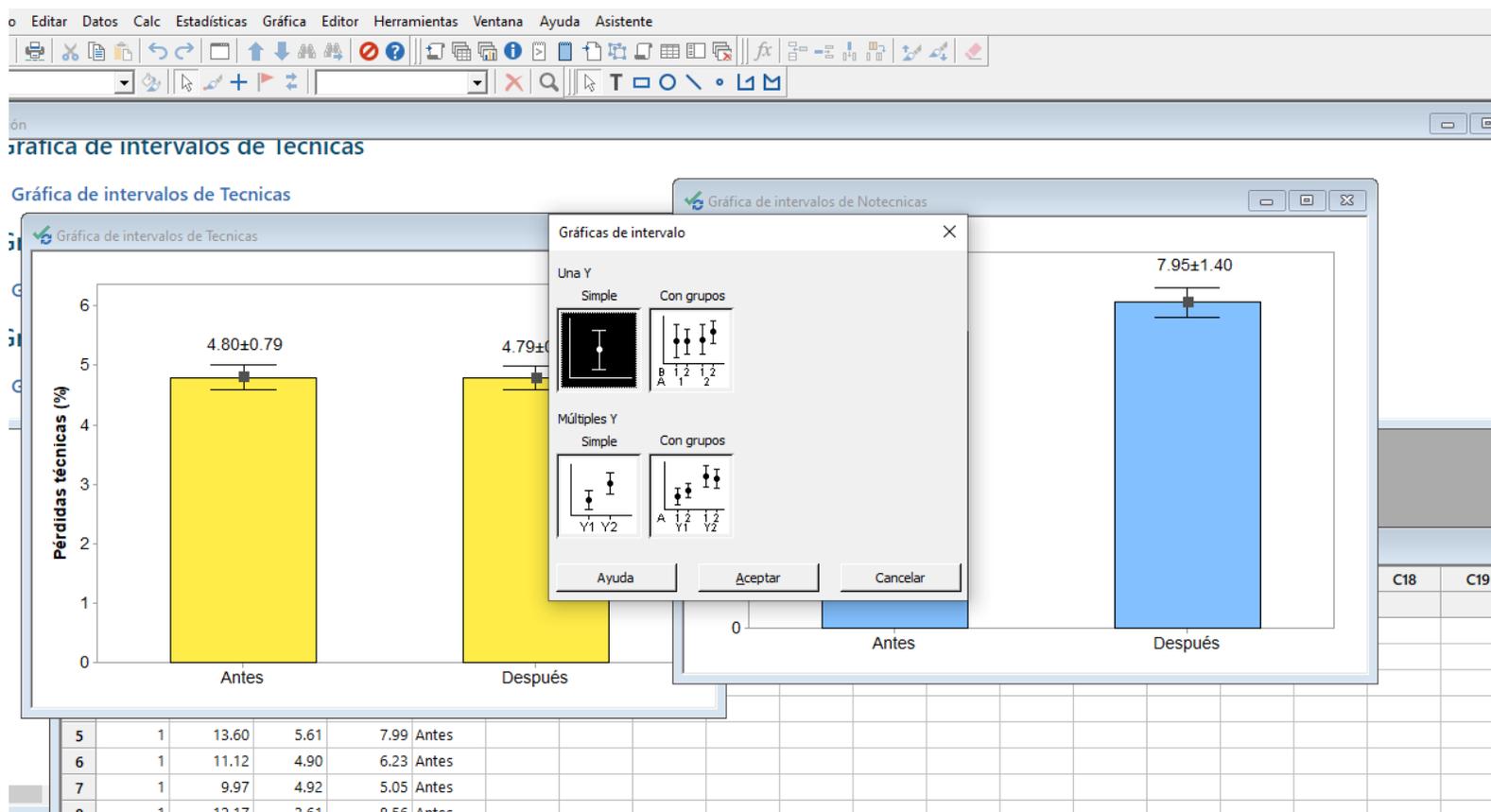
Minitab - Minitab.MPJ - [Hoja de trabajo 4***]

Archivo Editar Datos Calc Estadísticas Gráfica Editor Herramientas Ventana Ayuda Asistente

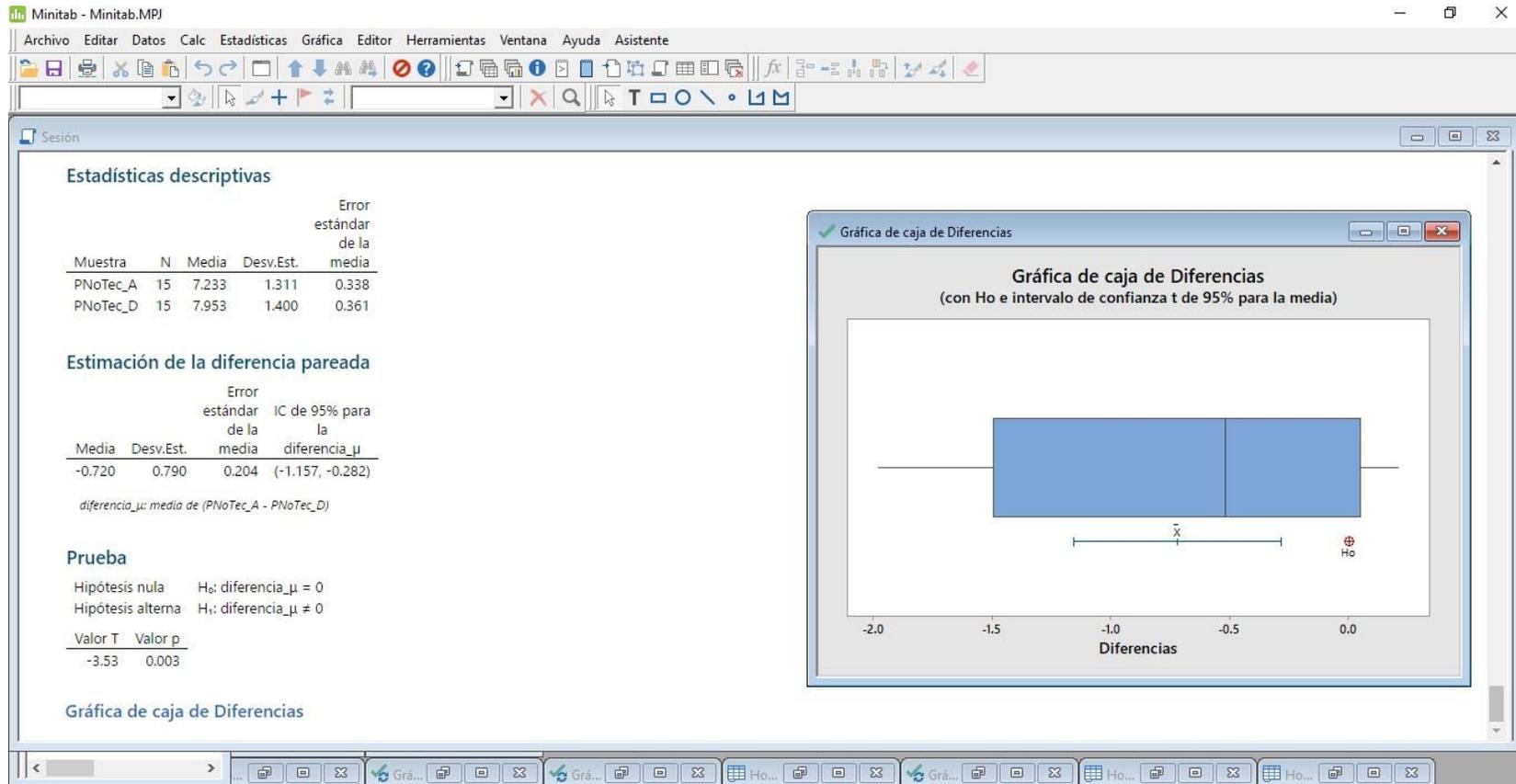
	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21		
	grupo	PTOtotales	Tecnicas	Notecnicas	Medicion																		
1	1	12.74	4.57	8.17	Antes																		
2	1	8.92	3.97	4.94	Antes																		
3	1	14.81	6.29	8.52	Antes																		
4	1	11.98	5.13	6.85	Antes																		
5	1	13.60	5.61	7.99	Antes																		
6	1	11.12	4.90	6.23	Antes																		
7	1	9.97	4.92	5.05	Antes																		
8	1	12.17	3.61	8.56	Antes																		
9	1	8.81	3.43	5.38	Antes																		
10	1	13.52	5.20	8.33	Antes																		
11	1	14.75	5.87	8.89	Antes																		
12	1	11.72	4.63	7.10	Antes																		
13	1	12.23	4.63	7.59	Antes																		
14	1	12.21	4.31	7.90	Antes																		
15	1	11.97	4.96	7.00	Antes																		
16	2	14.24	4.46	9.78	Después																		
17	2	11.19	4.27	6.92	Después																		
18	2	15.00	6.23	8.76	Después																		
19	2	12.49	5.13	7.36	Después																		
20	2	13.40	5.60	7.80	Después																		
21	2	11.04	4.86	6.18	Después																		
22	2	9.88	4.92	4.95	Después																		
23	2	13.62	3.56	10.06	Después																		
24	2	10.13	3.41	6.73	Después																		
25	2	14.06	5.18	8.88	Después																		

Hoja de trabajo actual: Hoja de trabajo 4

2. Desarrollo de figuras



5. Resultados prueba t-Student pareada para la media



Anexo 9: Alimentador 38



Anexo 10: Programa Metter Cat

Archivo Editar Conexiones Herramientas Ventana Ayuda

Lectura: Long Diagnostic Billing\A1800R A-38 MALCAS 20200706151511.msr

Estado
 Facturación actual
 Facturación anterior
 Temporada previa
 Lecturas automáticas
 Instrumentación
 Datos de registro de even
 Datos de historial
 Interval Data (Load Profile)
 Datos de intervalo (instru
 Constantes
 Demanda
 Caudales
 Configuración de datos de
 Config. de perfilado de ins
 Pantalla
 Características especiales
 Prueba de servicio
 Tipos de días
 Horas de cambio
 Fechas especiales
 Log: Configuration
 Opciones de relé
 Special Relay Status
 Remoto
 Tarjeta de opción especia
 Demanda pendiente
 Pantalla pendiente
 Tipos de días pendientes
 Horas de cambio pendien
 Fechas especiales pendie
 PQM
 Estado de PQM/bajas de
 Datos de registro de PQM

Phasor Diagram | Power Relationship | Harmonic Content

	Fase A	Fase B	Fase C	Sistema
Voltage [V]	55.2354	55.7683	55.2683	
Angulo de fase de voltaje	0.0000	240.0000	120.0000	
Current [A]	0.2724	0.2990	0.2927	
Angulo de fase de corriente	12.2265	253.0156	128.1875	
Factor de potencia (I)	0.9773	0.9743	0.9898	0.9812
Angulo de factor de potencia	12.2265	13.0156	8.1875	11.1374
kW	0.0147	0.0162	0.0160	0.0470
kVAR	0.0032	0.0038	0.0023	0.0092
kVA	0.0150	0.0167	0.0162	0.0479
Frecuencia de línea				60.0164

Nota 1: Los factores de potencia adelantados son negativos

desbloqueo

06/07/2020 10:15:11 a.m. Rotación de fase

Administración de lecturas almacenadas

Renovar Conjunto de vistas: Long Diagnostic

Diag. a column header here to group by that column

Leer tipo	Tipo de med.	ID	Fecha/hora
Facturació	A1800R	8724740	01/02/2020 01:
Facturació	A1800R	8724740	01/03/2020 12:
Facturació	A1800R	8724740	04/07/2020 10:
Facturació	A1800R	A-38 MALCAS	06/07/2020 10:

Account: A-38 MALCAS Meter ID: 02799635

Usuario: ezentis Grupo: Lecturistas

Anexo 11: Datos de conductor de baja tensión

CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ



CAAI

CABLES AUTOPORTANTES MULTI-CONDUCTORES DE ALUMINIO.



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y ELÉCTRICAS

Formación *	Espes. Aislam. Fase (mm)	Sección Neutro Portante (mm ²)	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/Km)	Resistencia Ohmica (Ohm/Km a 20°C)		Reactancia Inductiva (Ohm/Km a 60Hz)		Factor de Caída de Tensión ** (V/A.Km)	
					Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo	Fase	Alumbdo
1 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	130	1,910	—	0,099	—	3,492	—
2 x 16 + ND25 mm2	1,14	25	20,0	192	1,910	—	0,100	—	3,492	—
1 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	162	1,910	—	0,111	—	3,504	—
2 x 16 + NA25 mm2	1,14	25	23,0	225	1,910	—	0,108	—	3,502	—
2 x 25 + NA25 mm2	1,14	25	25,0	282	1,200	—	0,098	—	2,231	—
2x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	1,910	0,107	0,107	3,500	3,500
2x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	310	1,200	1,910	0,096	0,113	2,229	3,506
2x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	368	0,868	1,910	0,089	0,118	1,633	3,512
2x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507
2x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	344	1,200	1,910	0,102	0,120	2,235	3,514
2x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	400	0,868	1,910	0,095	0,124	1,639	3,518
3x16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	255	1,910	—	0,107	—	3,500	—
3x25+ND25 mm2	1,14	25	22,0	336	1,200	—	0,098	—	2,231	—
3x35+ND25 mm2	1,14	25	24,0	425	0,868	—	0,093	—	1,637	—
3x16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	287	1,910	—	0,114	—	3,507	—
3x25+NA25 mm2	1,14	25	25,0	373	1,200	—	0,105	—	2,238	—
3x35+NA25 mm2	1,14	25	27,0	460	0,868	—	0,099	—	1,643	—
3x50+NA35 mm2	1,52	35	32,0	630	0,641	—	0,101	—	1,242	—
3x16+16+ND25 mm2	1,14	25	20,0	315	1,910	1,910	0,113	0,113	3,506	3,506
3x25+16+ND25 mm2	1,14	25	22,0	400	1,200	1,910	0,103	0,120	2,236	3,514
3x35+16+ND25 mm2	1,14	25	24,0	485	0,868	1,910	0,096	0,125	1,640	3,519
3x35+16+ND35 mm2	1,14	35	26,0	510	0,868	1,910	0,100	0,129	1,644	3,523
3x50+16+ND35 mm2	1,52	35	30,0	655	0,641	1,910	0,096	0,137	1,237	3,531
3x16+16+NA25 mm2	1,14	25	23,0	350	1,910	1,910	0,120	0,120	3,514	3,514
3x25+16+NA25 mm2	1,14	25	25,0	435	1,200	1,910	0,109	0,127	2,242	3,521
3x35+16+NA25 mm2	1,14	25	27,0	520	0,868	1,910	0,103	0,132	1,647	3,526
3x35+16+NA35 mm2	1,14	35	28,5	550	0,868	1,910	0,106	0,135	1,650	3,529
3x50+16+NA35 mm2	1,52	35	32,0	701	0,641	1,910	0,102	0,143	1,243	3,538
3x50+25+NA35 mm2	1,52	35	32,0	731	0,641	1,200	0,104	0,127	1,245	2,261
3x70+25+NA50 mm2	1,52	50	38,0	970	0,443	1,200	0,100	0,137	0,890	2,272

Datos nominales sujetos a tolerancias normales de manufactura.

(*) ND= Neutro portante desnudo; NA= Neutro portante aislado.

(**) Factores de caída de tensión, para corriente trifásica, factor de potencia=0.8 y factor de carga 100%.

Anexo 12: Especificaciones técnicas de medidores monofásicos/trifásicos

Tipo de medidor	Medidor Electrónico		Medidor Electromecánico	
	Consumo Bobina Voltimétrica (W)	Consumo Bobina Amperimétrica (W)	Consumo Bobina Voltimétrica (W)	Consumo Bobina Amperimétrica (W)
Monofásico	1,07	0,10	3,00	0,17
Trifásico	2,61	0,28	6,03	0,62

Fuente: Gapel

Anexo 13: Constancia de autorización de datos de la empresa

“Año de la Universalización de la Salud”

CONSTANCIA

El que suscribe, Ingeniero Arturo Saguma Correa, Jefe Comercial de la Unidad de Negocios Talara - Electronoroeste S.A.

Hace constar:

Que el Sr. Wilfredo Asencio Yovera, identificado con DNI N° 03836001, de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica – Eléctrica de la Universidad César Vallejo sede Trujillo.

Realizó la investigación de su tesis titulada “Estudio Sectorizado del Alimentador 1303 para el Control y Reducción de las Pérdidas de Energía – Talara”, utilizando los datos necesarios de la organización con fines académicos para el desarrollo de dicha investigación.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Talara, 07 de agosto de 2020.

A circular stamp from Electronoroeste S.A. is centered on the page. The stamp contains the text "ELECTRONOROESTE S.A." around the perimeter and "Vº Bº Arturo Saguma Correa Jefe Comercial" in the center. A large, stylized signature is written over the stamp.

Ing. Arturo Saguma Correa

Jefe Comercial