



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Auditoría del sistema eléctrico de baja tensión del Centro
Comercial El Dorado para mejorar la eficiencia energética,
Florenxia de Mora, Trujillo, Perú**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTORES:

Rodríguez Loyola, Eddy Paul (orcid.org/0000-0002-5756-7185)

Vasquez Casana, José Luis (orcid.org/0000-0003-3625-0311)

ASESOR:

Mg. Sánchez Huertas, Carlos Enrique (orcid.org/0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, Transmisión y Distribución

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a mis padres Edilberto y Olinda, por su comprensión y ayuda en todo momento. Me enseñaron a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento de lograr la culminación de mi carrera universitaria, también me enseñaron buenos valores como la perseverancia y el empeño de salir adelante y todo ello con una dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Eddy Paul Rodríguez Loyola

Dedico esta investigación a mis padres que me han formado con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles y a seguir hasta el último día de estudiante universitario, y también a todas esas personas que nos han apoyado y hecho que esta investigación se realice con éxito al compartirnos sus conocimientos.

José Luis Vasquez Casana

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios por guiarnos y darnos la fortaleza de seguir adelante siempre. A todos nuestros docentes de la escuela de ingeniería mecánica eléctrica que nos inculcaron buenos valores y conocimientos necesarios para nuestra formación como próximos ingenieros. A la Universidad Cesar Vallejo por brindarnos las herramientas necesarias para complementar nuestros conocimientos. Y un agradecimiento sincero para nuestro docente Carlos Enrique Sánchez Huertas porque nos brindó las asesorías para mejorar en cada etapa de nuestra investigación.

Los autores

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo y Diseño de investigación	32
3.1.1. Tipo De Investigación.....	32
3.1.2. Diseño de Investigación	32
3.2. Variables y operacionalización	32
3.3. Población, Muestra Muestreo	35
3.3.1 Población	35
3.3.2 Muestra	35
3.3.3 Muestreo	35
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimientos	36
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos.....	37
IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	38
4.1. Recursos y Presupuesto	38
4.2. Financiamiento.....	39

4.3. Cronograma de ejecución.....	40
IX. REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CAPACIDAD ITM	30
TABLA 2. CAPACIDAD ID.....	31
TABLA 3. MATRIZ OPERACIONAL DE VARIABLE INDEPENDIENTE	33
TABLA 4. MATRIZ OPERACIONAL VARIABLE DEPENDIENTE	34
TABLA 5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	35
TABLA 6. RECURSOS Y PRESUPUESTOS	38
TABLA 7. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	39
TABLA 8. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	40
TABLA 9: HOJA DE CÁLCULO DE ANÁLISIS DE CONDUCTORES MONOFÁSICOS A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	49
TABLA 10. CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES TRIFASICOS DE COBRE	54
TABLA 11: CALORES QUE CALIENTAN EL AMBIENTE DE LA SUBESTACIÓN.	61
TABLA 12: VALORES DE EVACUACIÓN DEL AIRE EN UNA INSTALACIÓN. ...	62
TABLA 13: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN EN ACTIVOS, MANO DE OBRA E INSUMOS PARA MEJORAS EN SUBESTACIÓN EL DORADO	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 1. LEYENDA DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	11
FIGURA 2: DIAGRAMA EQUIVALENTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO.	22
FIGURA 3: GRUPOS DE CONEXIÓN NORMALIZADA DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS.....	24
FIGURA 4: UNIDADES CAPACITIVAS CONECTADAS	26
FIGURA 5: PROTECCIÓN POR FUSIBLE EN SERIE PARALELO.....	26
FIGURA 6: TRIÁNGULO DE POTENCIA EN CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA.....	27
FIGURA 7: COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA DEL FACTOR DE POTENCIA	28
FIGURA 8: TABLERO DE TRANSFERENCIA DE POTENCIA.....	29
FIGURA 9. PARTES DEL ITM	30
FIGURA 10. PARTES DEL ID	31
FIGURA 11: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EL DORADO	42
FIGURA 12: BALANCE DE POTENCIA ACTIVA EN SUB ESTACIÓN DE EL DORADO.....	43
FIGURA 13: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE SALIDA DEL TRANSFORMADOR, EN OPERACIÓN, SIN BANCO DE CONDENSADORES.	44
FIGURA 14: ESQUEMA DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE DISTRIBUCIÓN EN BT.....	45
FIGURA 15: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 1	46
FIGURA 16: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 1; SIN BANCO DE CONDENSADORES.....	48
FIGURA 17: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 2	50
FIGURA 18: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 2; SIN BANCO DE CONDENSADORES	50

FIGURA 19: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 3	51
FIGURA 20: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 3; SIN BANCO DE CONDENSADORES	51
FIGURA 21: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 4	52
FIGURA 22: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 4; SIN BANCO DE CONDENSADORES	52
FIGURA 23: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 5	53
FIGURA 24: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 5; SIN BANCO DE CONDENSADORES	53
FIGURA 25: DIAGRAMA UNIFILAR DE POTENCIAS A TABLEROS MONOFÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN Y SUB ESTACIÓN EL DORADO.	54
FIGURA 26: DIAGRAMA UNIFILAR DE COMPENSACIÓN INDIVIDUAL DEL FACTOR DE POTENCIA CON CONDENSADORES MONOFÁSICOS A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	56
FIGURA 27: DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO CON 6 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	57
FIGURA 28: DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO CON SEIS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, CON VALORES NOMINALES.....	58
FIGURA 29: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DEL TRANSFORMADOR DE SUBESTACIÓN, CON MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.....	60
FIGURA 30: VENTILACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CON EXTRACTOR.	62

RESUMEN

El presente informe de investigación se titula Auditoría del sistema eléctrico de baja tensión del Centro Comercial El Dorado para mejorar la eficiencia energética, Florencia de Mora, Trujillo, Perú. El cual tuvo como objetivo establecer un plan de medidas correctivas en base a una auditoría eléctrica para mejorar la eficiencia energética del centro comercial El Dorado. Se usó un tipo de investigación aplicada y un diseño no experimental transversal descriptivo y se emplearon variables cuantitativas. Los datos se recolectaron con ayuda de equipos como el multímetro y la pinza amperimétrica para la medición de voltajes y amperajes en los tableros de distribución, para que posteriormente realizar una auditoría energética del sistema de transformación y distribución y analizar las eficiencias en el transformador y conductores, así como el factor de potencia. Se dimensionó un circuito de compensación del $\cos\phi$ individual, para no pagar energía reactiva; con esto se lograría obtener un incremento de potencia activa que puede ser suministrada por el transformador de 22 kW. Se concluyó que al aumentar el factor de potencia a 0.97 se generaría 194 kW de potencia activa y evitar la facturación de la potencia reactiva el cual nos permitirá tener un nuevo tablero con una capacidad de 20 kW

Palabras clave: Auditoría, baja tensión, eficiencia energética

ABSTRACT

This research report is entitled Audit of the low voltage electrical system of the El Dorado Shopping Center to improve energy efficiency, Florencia de Mora, Trujillo, Peru. The objective of which was to establish a plan of corrective measures based on an electrical audit to improve the energy efficiency of the El Dorado shopping center. A type of applied research and a descriptive cross-sectional non-experimental design were used, and quantitative variables were used. The data was collected with the help of equipment such as the multimeter and the clamp meter for the measurement of voltages and amperages on the distribution boards, so that later, an energy audit of the transformation and distribution system could be carried out and the efficiencies in the transformer and conductors could be analyzed. as well as the power factor. An individual $\cos\phi$ compensation circuit was dimensioned so as not to pay reactive energy; With this, it would be possible to obtain an increase in active power that can be supplied by the 22-kW transformer. It was concluded that by increasing the power factor to 0.97, 194 kW of active power would be generated and avoiding the billing of reactive power, which will allow us to have a new panel with a capacity of 20 kW

Keywords: Audit, low voltage, energy efficiency

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sociedad necesita para mantener su nivel de vida y de comodidad un considerable consumo de energía, por tanto, el reto está en buscar el desarrollo sostenible conservando el nivel de actividad de transformación y de progreso, pero acomodándose a las necesidades y a los recursos con los que se cuentan y evitando la ineficiencia energética.

La energía es un elemento muy importante en el desarrollo económico y social. El aumento del consumo de la energía eléctrica, independiente del crecimiento económico y de la necesidad de satisfacer un mayor número de demandas, genera la urgencia de la integración de los aspectos medio ambientales y el desarrollo sostenible en la política energética

El sector comercial, y más específicamente los Centros Comerciales, son establecimientos que consumen energía durante largos periodos de tiempo y de distintas formas (calefacción, refrigeración, iluminación, etc.), además de recibir una alta cantidad de personas que requieren un cierto nivel de comodidad durante su estancia en dichos establecimientos. Si bien este sector muestra un gran interés por el ahorro y la eficiencia energética, así como por el uso de energías renovables, aún quedan muchas metas que cumplir para así alcanzar niveles óptimos. Las auditorías energéticas llegan a ser un mecanismo ideal para la introducción de la eficiencia energética en los Centros Comerciales.

Perú ha tenido un muy buen crecimiento en los últimos años, con una tasa de crecimiento del 8% anual. Están regulados por Osinergmin, en relación con la normalidad y el desempeño (Tamayo, et al., 2016, p. 5). El objetivo de la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE) es definir requisitos mínimos de medición, especificaciones, puntos y condiciones, con el objetivo de lograr una mejor calidad de servicio. Además, la normativa considera la calidad con respecto a su tensión y tolerancias (OSINERMING, 2016). En la región de La Libertad, la cobertura eléctrica se incrementó en un 33%, alcanzando un factor de 76%, ubicándose en el octavo lugar en cobertura en todas las partes (DREM, 2015).

En esto, se debe mantener una buena calidad de energía con sus respectivos niveles. Debe haber un buen nivel de calidad de energía, con un sistema de distribución correspondiente. En cuanto a las cargas eléctricas, deben ser justas, porque provienen de las redes de transmisión y se distribuyen desde los circuitos y transformadores que conducen a los consumidores (OSINERMIN, 2016).

El centro comercial El dorado está ubicado en el distrito de Florencia de Mora en la ciudad de Trujillo. Este cuenta con un sistema eléctrico trifásico compuesto con una subestación en la cual se encuentra el transformador de 200 KVA el cuál se encarga de abastecer energía en baja tensión, el centro comercial opera por 10 horas al día.

El sistema no tiene un expediente técnico actualizado y las cargas han ido aumentando sin ser actualizado el diagrama unifilar y sin tener en cuenta la capacidad de transmisión de los conductores y de los dispositivos eléctricos y de los dispositivos de protección. También en la subestación se ha observado que no cuenta con banco de condensadores para obtener un factor de potencia adecuado, el sistema no cuenta con instrumentos de medida de los parámetros eléctricos en baja tensión

Todo esto conduce al aumento de pérdidas eléctricas en transformación, distribución a tableros y en consumidores de diferente tipo, reduciendo la eficiencia del sistema ocasionando el aumento del pago de energía eléctrica de acuerdo a lo que manifiestan los consumidores

Debido a eso es que se propone realizar una auditoría al sistema eléctrico de baja tensión con lo cual pasaremos a determinar la eficiencia de los equipos con los que cada puesto cuenta, conductores generales de cada puesto, conductores de sus conexiones derivadas. Con el fin de que no se tomen medidas que no son de ingeniería si se llega a diagnosticar anomalías en el análisis.

Por todo lo expuesto se propone realizar una auditoría al sistema eléctrico del centro comercial El dorado para determinar las medidas a aplicarse para aumentar la eficiencia del sistema y reducir el costo de la energía eléctrica

Para solucionar la problemática presentada, se propuso la siguiente **formulación de problema**: ¿En qué medida la aplicación de una auditoría permitirá establecer las medidas correctivas para aumentar la eficiencia del sistema eléctrico de baja tensión?

La presente **investigación planteada se justifica** porque se está aplicando conocimientos existentes y previamente adquiridos para resolver un problema de eficiencia energética en el sistema eléctrico de baja tensión.

Como solución al problema, se propuso el siguiente **objetivo general**: Establecer un plan de medidas correctivas en base a una auditoría eléctrica para mejorar la eficiencia energética del centro comercial El Dorado, Florencia de Mora, Trujillo, Perú.

Para obtener el objetivo general se propusieron los siguientes **objetivos específicos**: (1) Realizar el diagrama unifilar desde la subestación a los tableros de distribución en baja tensión; (2) Realizar una auditoría energética del sistema de transformación y distribución del centro comercial el dorado (3) Elaborar medidas de mejora en la subestación (4) Realizar el análisis económico de implementación de mejoras en subestación Para dar solución a la enunciación del problema, se propuso la siguiente **hipótesis**: Con la auditoría y el diagnóstico que se obtuvo se presentará una propuesta de mejora para aumentar la eficiencia energética del sistema de baja tensión del centro comercial el dorado, Florencia de Mora, Trujillo, Perú.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes pretenden mostrar que el tema ha sido discutido por otros autores y demostrar que aún hay algo que decir o saber al respecto (Retamozo, 2014, p.185). Esta investigación se basa científicamente en trabajos previos internacionales, nacionales y locales. Relacionado con el tema de investigación cubierto:

Vintimilla Córdoba & Paladines Eras (2012) “Auditoría energética de la Fábrica Nacional de Cartón en Kartobel. Cuenca - Ecuador. Máquinas eficientes) y la reprogramación de los procesos de producción, cuya adopción puede conducir a instalaciones más eficientes. Se implementaron luces LED por tratarse de una nueva tecnología, y el costo es alto según el análisis de la inversión en planta y área de sótano hasta \$ 73,702.00, sin embargo, el máximo liderazgo en la industria está comprometido con la implementación. Las mejoras, y financiarán la ejecución teniendo en cuenta los beneficios del ahorro energético y la calidad de la iluminación, así como los menores costes de mantenimiento. En la placa se muestra un QAC-1 FP de baja potencia a bajo voltaje 0,67. Se ha mejorado en el transformador de media tensión TR12, como la corrección de PF realizada en toda la fábrica, 19 aumenta el rango entre 0,92 - 0,93, lo que se refleja en la química Única con una caída promedio mensual de \$ 4.000. Hasta \$ 5,000. Como resultado, el consumo total tiende a disminuir un 3%, lo que equivale a 1.167.162,66 kWh / año, lo que también incide en la mejora de la producción.

Salgado Muños (2014) propone mejorar la gestión de la energía en el sector alimentario de Lima - Perú. Cálculo realizado en el Capítulo 3, se tomarán un ahorro anual de S /. 10, 688 Solicitud de control de la demanda máxima, si decidimos el primer reemplazo de la solución. Un ahorro anual de S /. 51.627 cuando se describe en la velocidad MT3 cuando opta por las 2 alternativas. Nuestra auditoría muestra el principal nivel de ahorro obtenido mediante el control de las necesidades y los niveles máximos, utilizados para controlar este monitoreo y consumo de acuerdo con la evaluación de las prioridades de la fábrica. Se logrará un análisis alternativo, que ahorre hasta un 3% por año al seleccionar el control de la demanda máxima, obtener ingresos de inversión

durante 28 meses y, con el segundo reemplazo, los ahorros más importantes, hasta el 53% por año en el pago y la inversión de devolución disminuyeron. En 6 meses, el segundo reemplazo de esta solución es más convincente por la investigación. Actualmente, la compañía es un cliente calificado en la hora punta, que afecta el pago mensual, para revertir este factor debe ser monitoreado y reconocido, este parámetro se asocia con el consumo de KWH en HP HORAS (de 18:00 a 11:00:00 PM) y FP resto del día. El control máximo requiere proporcionarnos los parámetros necesarios para la aplicación de los controles.

Torre de flores (2018) "Auditoría energética, para reducir el consumo de energía en la fábrica agrícola y comercial S.A. - Lambayeque". Fábrica, dos tipos de energía, electricidad y GLP se utilizan con un porcentaje porcentual más alto, con 89% y GLP con un 11% con diagrama pastel. Con respecto al sistema de fábrica, se recomienda modificar el motor actual con un sistema A, el motor 1b 30 HP y el motor de 2c 20 HP, que representa el 9% y el 6% en el cambio de consumo de energía de potencia correspondiente más adelante. Con 5 motores de 2 CV, cada herramienta, para ahorrar consumo de energía en este sistema y en el sistema Rosca FiCeCA. En el sistema ROSCA FIDEC, la propuesta económica es desplegar cámaras de secador, con la inversión de S / 11,188.76 por la cámara y aquí 3 secadores desplegados son un total de S / 33566.28 con el tiempo de recuperación de tiempo. 3 años con un rango de 1538,40 y dispara el 14%. En Molino Motor System, se mencionó el cambio económico de cambios en el motor, incluida la inversión de S / 33566.28 con un período de recuperación de 3 años con un rango de 3071.98 y disparo con un 17%.

Auditoría energética de Bazán, A y Karlo, K (2020) del sistema eléctrico para la bolsa de oro de Valle en la ciudad de Jaén-Perú-2020. Esta implementación se llevó a cabo, en la bolsa Millinera de la bolsa de arroz de Valle Dorado, ubicada en Hamlet Yanuyacu del distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, Perú. Esta compañía recopila un gasto de alta potencia sobre electricidad de acuerdo con los ingresos por pagos de

electricidad En los últimos meses, este estudio de disertación se ha centrado en objetivos específicos, después de analizar el objetivo del problema de reducir los costos de electricidad basados en los datos obtenidos. Electro es en sí mismo; Con el uso de equipos necesarios para este plan de investigación (analizador de redes trifásicas, alicates de lujo, amperimétricas), se han realizado mediciones y a partir de esto, se han obtenido datos reales, se obtienen comparan los estándares nacionales e internacionales. La investigación comenzó con el inventario de maquinaria y equipos de consumo eléctrico, obteniendo un requisito máximo de 319.92 kW, se registraron y se registraron medidas de transformador mixto para determinar que la electricidad de sustancias alcanzará la fábrica; Se ha propuesto hacer un cambio tecnológico para sistemas eléctricos y motores eléctricos, para reducir la respuesta de la energía, es necesario un banco de capacitores de 50 kVAR, concluyendo que el proyecto es factible indicadores financieros de los indicadores financieros. Válvula con un total de S / 22 409.3 y 14% de disparo, y la tasa de beneficios / costos de S / 1.30.

SINCHE LUJÁN & URBINA POLO (2011) "Diseño y propuesta del Programa de Gestión de Energía, para mejorar la eficiencia de la electricidad de la compañía de aves de corral de Yugoslavia S.A.C TRUJILLO - Perú". El trabajo actual muestra que la auditoría de energía es una herramienta importante para ahorrar electricidad en el sector industrial. Se indica que, a mediano plazo, logrará guardar S / 388 623 al aplicar la auditoría y desarrollar diagnósticos de energía en el sistema de energía interno de la fábrica. El diseño del plan y la implementación de la gestión de la energía ayudará a reducir el consumo de electricidad, lo que significa una economía sostenible en la eficiencia de la electricidad. Se indica que la identificación de las mejoras y las propuestas contribuirá a mejorar los indicadores de energía, alcanzando una disminución (KWH / TON) de 32.91 a 26.05, lo que significa que el 21% del proyecto. La recuperación de la inversión se llevará a cabo durante un período de 4 años de 2 meses, obteniendo un 33,49%, la válvula estimada es la técnica de 33,49,187 y el servicio / costo resultante en 2.76. Por lo tanto, concluimos que la propuesta tiene apoyo económico.

Para esta investigación se tuvieron en cuenta las siguientes bases teóricas y conceptos:

ENERGÍA ELÉCTRICA, esta es la forma de energía que resulta de la presencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, condición que permite que se forme una corriente eléctrica entre dos puntos si se ponen en contacto a través de un objeto conductor para realizar el trabajo mencionado anteriormente. La energía eléctrica es energía que se puede convertir en muchas formas de energía como: luz, calor y energía mecánica. (Eléctrica, s.f.) (Julien Pérez Porto 2009).

CORRIENTE ELÉCTRICA, También conocido como volumen eléctrico (I), es simplemente el flujo de carga a través de un conductor en 16 unidades de tiempo y es causado por el movimiento de cargas, generalmente electrones, dentro de un objeto, una sustancia eléctrica. Para designar corriente eléctrica o corriente eléctrica se utiliza la letra (I) y su unidad de medida es AMPERE o AMPERE (A), en honor al francés André Marie Ampère (1775-1836). (Instituto Tecnológico El Oro, 2009, p. 10).

La corriente se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{Q}{t} \quad Ecu (1)$$

En donde:

I: intensidad de corriente (A)

Q: carga eléctrica (C).

t: tiempo (s)

CONSUMO ELÉCTRICO, La electricidad es lo que habilita todos los electrodomésticos como licuadoras, televisores, radios, microondas, bombillas, etc. y otros equipos utilizados en la industria, brindándonos el servicio para el que fue diseñado. Cuando este dispositivo eléctrico se pone en marcha, generará un consumo de energía eléctrica en función de la energía disponible para él y el tiempo de su funcionamiento. Para obtener la energía consumida o

la energía consumida por cada uno de estos dispositivos eléctricos, se multiplica la potencia del dispositivo eléctrico (la potencia nominal) por el tiempo de encendido (horas / día), que es la ecuación. (Ministerio de Energía y Minerales, 2014, p. 11).

$$C.E = P + t \quad (Ecu 2)$$

En donde:

C.E: energía consumida (kW.h / frecuencia)

P: Potencia (kW)

t: Tiempo (horas/frecuencia)

DETERMINACIÓN DEL COSTO PROMEDIO MENSUAL, para hallar el costo promedio del consumo mensual de la utilización de cada uno de los equipos trabajados se emplea la siguiente ecuación: Energía consumida potencia del tiempo que Por el artefacto = artefacto eléctrico x esta encendido (KW.h/frecuencia) (KW) (Horas/frecuencia)²¹ Los costos por kW.h vienen especificados en cada uno de los recibos, además debemos de indicar que el costo mensual de energía – eléctrica determinado en los ejemplos no se ha considerado los costos adicionales como alumbrado público, zonas rurales, entre otros. De manera que se tendría que adicionar estos costos adicionales al costo determinado en cada uno de los artefactos para así obtener el costo final. (Ministerio de Energía y Minas, 2014, P. 12,16).

$$C.M = C.E + E.C \quad Ecu (3)$$

En donde:

C.M: Costo de energía mensual (S/.)

C.E: Costo de energía eléctrica $\left(\frac{s/.}{kW/h}\right)$

E.C: Energía consumida por el artefacto (kW/h)

LA AUDITORÍA ENERGÉTICA es un proceso para analizar el consumo de energía de la instalación (vivienda, construcción, comercial, industrial, etc.) para determinar la situación real a través de medidas a implementar, así como para establecer el proceso o la eficiencia del sistema. He identifique las opciones de ahorro de energía sin cambiar los resultados logrados en esta actividad, así como las alternativas deben evaluarse en términos económicos para su aplicación. (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

EL TIPO DE AUDITORÍA, la investigación energética podría caminar rápidamente a través de la instalación para determinar los principales problemas, de acuerdo con un análisis detallado de más de lo que nos permite implementar medidas para la eficiencia energética y cumplir con los aspectos económicos y financieros, como la empresa. Auditado. Ellos preguntaron. Puede resaltar ciertas categorías, tales como:

LA AUDITORÍA DE ENERGÍA PRELIMINAR incluye una breve revisión de la instalación de facturas de servicios públicos y otros datos operativos, así como a caminar por la instalación. Este nivel de detalle, aunque no fue suficiente para alcanzar una decisión final, pero fue suficiente para dar prioridad a los proyectos de eficiencia energética e identificar la auditoría más detallada. (Ministerio de Energía y Mina, 2014, p. 13).

AUDITORÍA DE ENERGÍA DETALLADA, recopile información más detallada sobre el proceso de instalación y el funcionamiento de la implementación de una evaluación más detallada de las medidas de conservación de la energía. Requiere el uso de dispositivos de medición y su alcance puede incluir todos los recursos energéticos de la compañía. Este tipo de auditoría identificará toda la energía en las instalaciones y se encuentre en sus parámetros de operación exactos, también se guían por las encuestas de los empleados. (Ministerio de Energía y Minas, 2014, P.14).

AUDITORÍA DE ENERGÍA ESPECIAL, evaluación más intensiva para obtener en auditoría detallada, detalles de reuniones de dispositivos, medir otros parámetros en diferentes partes de la distribución de energía, análisis de errores de un cierto período de tiempo e influencia en las horas de trabajo. Esta Auditoria representa un costo alto y requiere de una firma auditora que tenga

todos los instrumentos requeridos para una Auditoria Energética sofisticada. (Ministerio de Energía y Minas, 2014, p. 16).

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA se puede definir como la reducción del consumo energético manteniendo los mismos servicios energéticos, sin mermar nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando ahorros y promoviendo comportamientos sostenibles en el uso. (Agencia Internacional de Energía "IEA", 2015, p. 17).

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{Energía aprovechada}}{\text{Energía consumida}} \quad \text{Ecu (4)}$$

INDICADORES ENERGÉTICOS, son parámetros y herramientas indispensables que sirven para estudiar la interrelación entre la actividad humana y económica, así como el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Los indicadores nos permiten conocer a quiénes se les formulan las políticas para obtener los ahorros de energía, que a través de unas fórmulas matemáticas sencillas nos permiten obtener una fácil comprensión de las causas, comportamiento y resultado de una actividad. (Agencia Internacional de Energía "AIE", 2015, p. 17).

En la actualidad existen una serie de indicadores los cuales nos permiten determinar las distintas variables a evaluar, entre ellas están:

$$\text{Índice de consumo} = \frac{\text{Energía consumida}}{\text{Produccion realizada o servicios prestados}} \quad \text{Ecu(5)}$$

$$\text{Índice de consumo} = \frac{\text{Energía consumida}}{\text{Area construida}} \quad \text{Ecu (6)}$$

$$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Energía producida}}{\text{Energía consumida}} \quad \text{Ecu(7)}$$

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ELECTRODOMÉSTICOS, consiste en la capacidad de un electrodoméstico en realizar todas sus funciones con el menor consumo de energía posible. Cuanta menos energía gaste, mayor será su eficiencia. (Millar, 2021).

Esta eficiencia está clasificada en letras de la siguiente manera:

- **Muy eficiente: A+++ , A++ , A+**
- **Eficiencia moderada: A y B**
- **Poco eficiente: C y D**

FIGURA 1. LEYENDA DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.



Fuente: Millar tendencias.

LA AUDITORÍA ELÉCTRICA, consiste en realizar una serie de procedimientos que consta de una indagación, investigación y análisis de los flujos de energía eléctrica en 23 las empresas, edificios, fábricas o en otros locales, con la finalidad de identificar y de realizar un análisis a las distintas situaciones, aspectos que permitan brindar los posibles ahorros de energía eléctrica. Pero antes de realizarse la auditoria eléctrica en una empresa se debe de tener la idea clara del alcance que desean llegar con el proyecto, por tanto, se dice que es necesario conocer bien los objetivos que se busca conseguir con la misma. Por lo que la auditoria eléctrica es una herramienta muy valiosa ya que permite medir y evaluar para una mejora continua. (Vintimilla y Paladines, 2012, p. 22-23).

SISTEMA DE ILUMINACIÓN, es la cantidad de luz que se suministra al ambiente. La cantidad de luz se expresa principalmente en tres tipos de

unidades: vatios, mhos y lux. Watt es una unidad de energía eléctrica que determina el consumo de energía promedio de un dispositivo eléctrico en funcionamiento. El producto del elemento luminoso se mide en lúmenes y representa su luminosidad. (Villegas y Urbina, 2008)

UN SISTEMA DE ENERGÍA se define como un grupo de dispositivos electrónicos que actúan en relación entre sí, cada uno de los cuales realiza una función específica dentro del marco de ese grupo. Aporta electricidad, calor, radiación, sonido, mecánica, etc. (Villegas y Urbina, 2008)

SISTEMA ELÉCTRICO, que son los elementos, líneas y accesorios que en conjunto forman un sistema que transmite energía, incluidas las plantas de producción, a los propios abonados. (Villegas y Urbina, 2008)

UN SISTEMA DE ALTA TENSIÓN, una instalación eléctrica de alta tensión, es un sistema que genera, transmite, transforma, distribuye o utiliza energía eléctrica de una tensión superior a los siguientes límites: corriente alterna: superior a 1000 voltios. Corriente continua: superior a 1500 V Las líneas de alto voltaje son los voltajes más altos en un sistema eléctrico y son las más largas y grandes en las líneas de procesamiento de energía. Vinculan diferentes regiones juntas, intercambiando energía de un lado a otro. Para transmitir energía eléctrica a largas distancias, reducir el desperdicio y maximizar la capacidad de transmisión, es necesario aumentar el voltaje de transmisión. Los voltajes en los circuitos de transmisión pueden oscilar entre 69 kV y 750 kV (Morello, 2009).

SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, es decir, potencia convertida de media tensión por equipos especializados para este fin. Estos sistemas eléctricos suelen funcionar con 120 voltios, 240 voltios monofásicos y 360 voltios trifásicos. Estos sistemas se pueden ilustrar mediante el sistema de cableado que asegura el consumo diario de energía eléctrica en hogares, empresas industriales, hospitales, etc. (Murillo, 2009).

SISTEMA MECÁNICO Un sistema mecánico es un sistema formado principalmente por piezas, dispositivos o elementos que tienen una función específica para transformar o transmitir el movimiento de las fuentes que los generan, transformando formas y energías diferentes. Se caracterizan por la presentación de partículas sólidas o piezas, con la intención de realizar movimientos debido a una acción o aplicación de una fuerza. A menudo, se puede combinar con un sistema eléctrico que genera movimiento a partir de un motor eléctrico. (mecánico B1.213)

LA POTENCIA, que se deriva de la velocidad a la que se consume energía en un momento dado, se define generalmente como "la capacidad de un dispositivo eléctrico para realizar un trabajo o la cantidad de trabajo que realiza en una unidad de tiempo", y su unidad de medida es vatios (w) más sus múltiplos como kilovatios (KV.) y megavatios (MW), y sus múltiplos corresponden a milivatios (mW). (RTR Energy, 2012, pág.24).

tipos de fuerza

LA POTENCIA ACTIVA es la potencia disipada por cargas resistivas (por ejemplo, resistencias). La potencia reactiva es la potencia disipada por cargas reactivas (inductores y condensadores). La fuerza reactiva se encuentra en el eje Y imaginario y la fuerza activa en el eje X real, por lo que forma un triángulo rectángulo llamado hipotenusa con la fuerza "aparente". Por lo general, le da la potencia del motor en forma de potencia activa, también conocida como potencia "real" o "de resistencia", y está en vatios. (Energy RTR, 2012, p. 24).

LA ENERGÍA REACTIVA, no es la energía realmente consumida durante la instalación, porque no produce trabajo útil porque su valor medio es cero. Ocurre en instalaciones eléctricas en las que existen bobinas o condensadores, que son necesarios para generar campos magnéticos y eléctricos en estos componentes. Está representado por una Q y una auditoría energética en un supermercado La Colonia UNAN-Managua FAREM-Estelí se mide en voltaje reactivo (VAr). La empresa de servicios públicos mide la potencia reactiva en

metros (kVArh) y si supera ciertos valores, incluirá una penalización por ahorro de energía reactiva en su factura eléctrica. (Energy RTR, 2012, p. 25).

POTENCIA APARENTE es una suma vectorial de la fuerza activa y reactiva; Se expresa en S y se mide en voltios-amperios (VA). Para un voltaje dado, la potencia aparente es proporcional a la corriente que fluye en el sistema eléctrico. La cantidad de luz o potencia óptica solo es importante para conocer el flujo luminoso que puede producir un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante un determinado período de tiempo. Su símbolo es Q v y su unidad son lúmenes por segundo ($\text{lm} \cdot \text{s}$). Según Reinaldo O. Da Silva, la efectividad se relaciona con “el logro de las metas / resultados establecidos, es decir, la realización de actividades que permitan el logro de las metas planteadas. La eficiencia es la medida en que logramos una meta o resultado” (Energy RTR, 2012, p. 25).

MULTÍMETRO, es un multímetro que es un instrumento electrónico ampliamente utilizado por ingenieros y técnicos eléctricos. Se usa para medir tres propiedades eléctricas simples: voltaje, corriente y resistencia, aunque también se puede usar para probar la continuidad entre dos lados de un circuito eléctrico. Este dispositivo tiene muchas funciones diferentes, se puede utilizar como amperímetro, voltímetro y ohmímetro. Estamos hablando de una de las herramientas imprescindibles para cualquier trabajador del campo eléctrico, porque además de económicas, aportan un alto grado de certeza a la hora de medir los citados límites en el circuito eléctrico. (Texa, 2020).

AMPERÍMETRO, es un dispositivo de medición especializado que es utilizado para hacer mediciones de corriente con un extenso rango de 100 mA a 2000 A. Este pertenece a los dispositivos importantes de los ingenieros eléctricos. Tienen la posibilidad de utilizar para evaluar voltajes, resistencias y mediciones de frecuencia. Además, se debe considerar que el rango de medición del amperímetro es dependiente del costo de la resistencia. Un amperímetro puede medir una vasta escala de valores de corriente pues a valores elevados solo una pequeña cantidad del flujo eléctrico va a través del mecanismo del medidor; una derivación en afín con el medidor lleva la mayoría. Una vez que se utiliza un amperímetro, es primordial que el instrumento se encuentre conectado de manera correcta al circuito. (Intelecto universal, 2020)

ANALIZADOR DE REDES, es un instrumento multifuncional que mide con precisión corriente CC, corriente CA, amplitud CA, amplitud CA y potencia. El resultado de la medición de CA se estima al costo real con un valor máximo de 4000 Watts. Durante la medición de potencia, la polaridad cambiará automáticamente, si se genera una carga de medición negativa, aparecerá un signo menos en la pantalla del analizador de red. (Herramientas PCE, 2018)

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (RNE), estas se elaboran a través de Comités Técnicos, conformados por representantes de diversas instituciones involucradas en el tema materia de la norma en cuestión sus representantes son las universidades, institutos de investigación y consultores de reconocido prestigio en el país. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).

CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CNE), el propósito de este Código es implementar estándares de precaución para proteger las condiciones estables de personas, animales, plantas y propiedades, de los peligros derivados del uso de la electricidad; Además de preservar el medio ambiente y proteger el patrimonio cultural del país. Además, toma en cuenta las precauciones contra descargas eléctricas e incendios, así como las medidas adecuadas para la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas

eléctricos. Deben tener en cuenta las reglas del Código si quieren lograr una instalación segura. (Ministerio de Energía y Minerales, 2016).

CAÍDA DE VOLTAJE. Se le llama caída de voltaje a la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido. (Neagu Bratu y Eduardo Campero, 1990-1992, p. 108),
Cualquier otro punto de la misma, cuando está circulando la corriente nominal:

$$\Delta V = V_N - V_T \quad Ecu (8)$$

En donde:

V: Variación de voltaje

Vn: voltaje nominal

Vt: voltaje teórico

LOS RIESGOS DE ELECTRICIDAD, una base segura no debe mostrar riesgos para los usuarios o para que los equipos se proporcionen o se cierren. De manera similar, según los autores Neagu Batu y Eduardo Campero (1990-1992, P.23), muchos factores se pueden usar para proteger a las personas que trabajan cerca de la instalación eléctrica, que incluyen: conexión a tierra del suelo todas las partes metálicas, incluida la puerta. Se pueden abrir mecanismos de bloqueo de puerta basados mientras se proporciona, la instalación de palets de madera y caucho en lugares es explotado y en general, elementos que previenen el pasillo (signos, candados, etc.). Con respecto a la seguridad del equipo, se debe realizar el análisis económico técnico para determinar la inversión en medidas de protección para cada equipo. Por ejemplo, para un grupo que representa una parte importante de la instalación y es muy costosa, la inversión en medidas de protección no debe ser limitada. (Battreer y Campero, 1990-1992)

EL MÉTODO DE DISEÑO DEL PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Este método se basa en 3 pasos: evaluación, identificación, monitoreo, configuración de energía de una industria, encontrando parámetros que nos permiten aplicar modificaciones para ahorrar energía, analizar la función óptima de las personas el principal consumo para 'aplicar los resultados para transferir los resultados y Permítanos obtener lo siguiente:

- a) Presentar una inversión con propuestas sobre mejoras económicas y económicas factibles, la gestión de acciones básicas de superación para autenticar el ingreso económico directo de la industria.
- b) Las opciones claras, verificadas y verificadas relacionadas con las variables más marcadas, invertidas y los procedimientos se aplicarán inmediatamente después de que se apruebe la inversión.
- c) Realizar la educación y los hábitos cambiantes en los operadores y administración, con la capacitación, la programación y el equipo industrial de ahorro de energía, lo que lleva a la mejora mínima de la inversión. industria.
(García Sánchez, 2014)

LA PRIMERA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE ENERGÍA. En esta etapa, una evaluación preliminar se llevará a cabo en la empresa , los parámetros eléctricos, compruebe los diagramas unifilares, la modificación de mantenimiento, monitoreo y programas de verificación y ajustes públicas reciben del proceso industrial.

Para tener un concepto claro de la situación de la energía, se necesita un ascensor de datos que permite:

- a) Evaluación preliminar de las instalaciones industriales para hacer un programa programado el trabajo, para proporcionar y especificar supuestos se propondrán las operaciones realizadas, de administrar.
- b) Los datos necesarios para este periodo es el siguiente:
 - La actualización de diagramas único, sistemas de protección.
 - Las copias de los ingresos por consumo de electricidad, emitidos por empresa de comercialización de la electricidad, con una antigüedad aproximada de 01 año.

- Instale y enumere los dispositivos eléctricos más importantes, dependiendo de su capacidad con un área de producción.
- Para estos dispositivos, es necesario tener: actualización de mantenimiento, operación, parada, hecho cada año.
- Procesos de producción de la fábrica, tiempo para explotar los campos de diversas productividades, administrativo, uso común. Contenido de energía de los agentes.

De manera similar, es necesario tener información de los proveedores de datos de entrega y para obtener detalles sobre las estaciones de conversión con los parámetros de envío. Con esta información, el dispositivo de control de los controles se seleccionará en paralelo con estas cosas, también debe tener información de la tensión mixta y el transformador de corriente para evaluar las tasas constantes ($X / 110/220 \text{ V}$ o $I. / 2.5 / 5 \text{ A}$).

LA SEGUNDA ETAPA: DIAGNÓSTICO DE ENERGÍA INTEGRADO.

En el proceso de estas actividades de época, tales como:

Revise la información administrativa relevante y la tecnología de base.

Para el análisis, debe tener soporte administrativo y operadores de fábricas para obtener información relevante para las actividades de planificación que tengan en cuenta la logística, los recursos y el apoyo de los datos de uso responsable de los empleados y los parámetros de investigación. De manera similar, la instalación del dispositivo de configuración de parámetros se combinará, debe estar protegida y segura para obtener información para lograr variables que serán una pregunta de investigación y determinar:

Costos del centro de energía del centro. (Electricidad, combustible, agua, aire, etc.)

Revise los diagramas de Unifilar, que incluyen:

- Actualizar el sistema eléctrico de planta en diagramas unifilares
- Lista de todas las cargas y / o centros de carga existentes, incluida la iluminación interior y externa, consumen servicios auxiliares,

compensación de oficinas, talleres, etc.; determinará la carga de la planta.

- Planificación y plantas en general
- Análisis detallado del estado físico de ajustes como (circuito, protección, sistema de distribución, LED, Mantenimiento, etc.).

PROGRAMA DE MEDICIÓN.

Los siguientes procedimientos serán monitoreados para la recopilación de datos:

- Instalación de dispositivos de medición en paralelo con los que existen en planta.

PARA INSTALAR, se tomarán en cuenta los siguientes elementos:

- El nivel de voltaje al mismo tiempo está en el lado medio y bajo
- Considere el plan para determinar la ubicación del dispositivo de medición de la unidad y fuera de la fábrica, incluido el dispositivo instalado por la compañía de distribución de energía.
- Especificación del dispositivo de medición (Trafomix).
- Especificación de instalaciones internas, trifásico o trifásico con una rama neutral.
- Los parámetros que desea medir (KW, KVAR, KVA, FDP, V, I, V.V.).
- Tiempo de integración de medición.

Tome el diagrama de carga activo y la reacción y el consumo de energía diario promedio. Medición en estaciones de transformador dentro de bajo voltaje. Estos parámetros se toman en el lado adicional del transformador, para los datos de funcionamiento de datos reales, en los que se tienen en cuenta las siguientes operaciones:

- Características de la configuración.
- Conexión total de línea con transformador.
- Parámetros de grabación (A, U, KW, KVAR, KVA, FDP, V.V.).
- El tiempo integrado se propone durante 15 minutos o menos.

- Tiempo de registro: 24 horas más continuamente.
- Los kits de protección se utilizarán para evitar errores del dispositivo.

El objetivo de estas medidas será determinar la máxima demanda de la fábrica, relacionada con los transformadores de potencia existentes, para descomponer el consumo total de áreas de producción, iluminación, servicios generales, para administrar, etc., etc. Un diagrama de estudio reduce nuestra Pérdida central.

LAS MEDICIONES DE MOTOR TRIFÁSICAS, los circuitos de carga se determinarán, actualizarán con la capacidad instalada de cada circuito, teniendo en cuenta el número y las características del motor en comparación con HP, preferiblemente las potencias superiores a 20 HP. Se realizarán las siguientes pruebas:

- Toma de parámetros de fase (R, S, T.).
- La carga se extrae de la cuadrícula.
- Factor de potencia, de modo que las medidas de evaluación de datos reales se realizarán en el lado de los condensadores antes y después.
- Calcule el deslizamiento, en el que se mide la operación RPM.
- Medidas de fugas terrestres.
- Mida la temperatura en el sobre del motor.
- Las condiciones ambientales de trabajo pueden afectar la salud de los operadores y equipos.

PÉRDIDA DE CÁLCULO EN EQUIPOS ELÉCTRICOS. Los motores eléctricos son los principales consumidores de la industria, se estima que el consumo de dichos dispositivos promedia un 70% en el mundo y el Perú en el orden del 25%. Las industrias están en su equipo con una gran cantidad de motores. Muchas máquinas, especialmente las bombas y los fanáticos, deben cumplir con su potencia de salida para satisfacer las necesidades de variables de los procesos que intervienen. Este cambio generalmente se realiza utilizando la bomba o ventilador a la velocidad máxima y su potencia de salida "especificada" con una válvula parcial. Los dispositivos electrónicos modernos con velocidades ajustables pueden reducir las pérdidas de energía, lo que resulta en ahorros puede variar de 20 a 40%, con aplicaciones típicas que reducen la cantidad total

de energía. Consumido por las fábricas de automóviles. La depreciación se llevará a cabo dentro de los seis meses y tres años con un valor de medio año. Reemplazo de motores eléctricos de alta eficiencia Muestra el ahorro de energía en la industria, lo que demuestra potencial capacidad de ahorro del 50% en el motor, el resto está directamente relacionado con las elecciones y el mantenimiento de la evaluación, así como los ejecutivos que participan en los empleados en funcionamiento bien. La práctica puede reducir los costos operativos.

OTROS EQUIPOS ELÉCTRICOS. Para reducir o tener control de pérdidas, debemos realizar las siguientes acciones:

- Controle y administre el nivel de voltaje en la industria, no deben exceder el 2,5%, por lo que el valor nominal debe realizarse y respetarse en los programas de mantenimiento y reemplazo y el conjunto de referencia de la caja de instalación.
- Optimización y / o modificación del proceso productivo para el uso eficiente de la energía eléctrica, con el propósito de monitorear directamente equipos relacionados tales como: transformadores, hornos eléctricos, trituradoras, compresores, ventiladores, etc.
- Aplicación de tecnología LED para reemplazar cargas de iluminación y aplicación de tecnología avanzada en Control On / Off (PLC).
- Corregir el factor de potencia mediante la instalación de baterías de condensadores, evitando así el pago de multas por infracciones por parte de las concesionarias eléctricas.
- La inversión en instalación de condensadores se sustenta económicamente, ya que se paga a través de la factura mensual del fabricante y la inversión se recupera en el mediano plazo.

LA TERCERA ETAPA: ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO. Esto se refleja en los análisis técnicos realizados en campo, apoyados en cálculos y recomendaciones basados en análisis económicos.

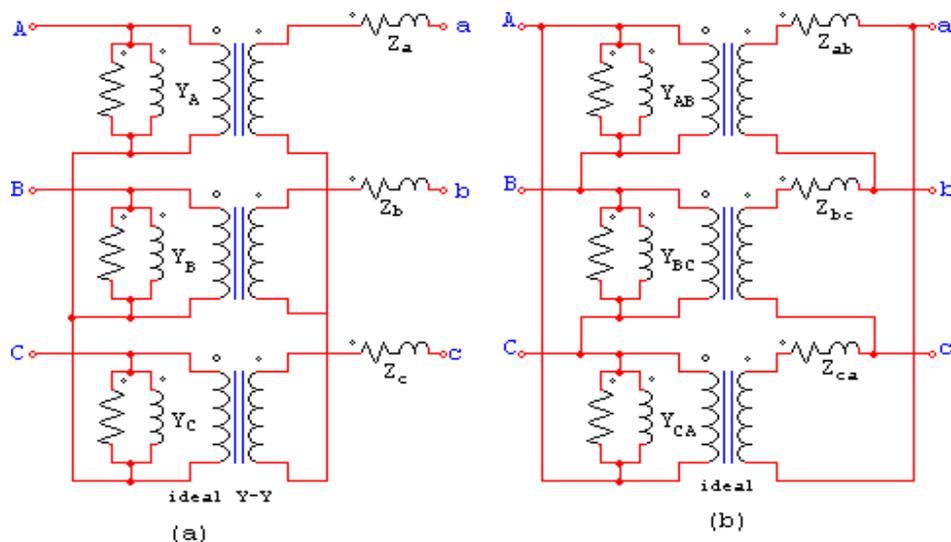
Finalmente, se detallarán las mejoras y se contará con un soporte técnico similar para el desempeño financiero y el análisis basado en el ROI. También es importante establecer medidas de control de energía para controlar la variación en el consumo.

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN TRIFÁSICO. Estos equipos eléctricos son los más utilizados en la industria, ya que los sistemas de generación y distribución en su mayoría se presentan en corrientes alternas trifásicas, su constitución puede realizarse de diferentes maneras:

- Haciendo un transformador trifásico, que consiste en tres juegos de devanados enrollados sobre un núcleo común.
- Conectando tres transformadores monofásicos en un grupo trifásico.

En la gráfica adjunta se muestra los tipos de conexiones para la obtención de transformadores trifásicos.

FIGURA 2: DIAGRAMA EQUIVALENTE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO.



Elaboración propia

Grupos de conexión

Los grupos que se tienen en cuenta por sus propiedades de conexión en paralelo forman cuatro grupos. Cada uno de ellos se caracteriza por el retraso provocado por el método de conducción entre f.e.m. primarios y secundarios.

N.º	Grupo	Símbolo		Conexionado	
		Primario	Secundario	Primario	Secundario
0	Dd0				
	Yy0				
	Dz0				
5	Dy5				
	Yd5				
	Yz5				
6	Dd6				
	Yy6				
	Dz6				
11	Dy11				
	Yd11				

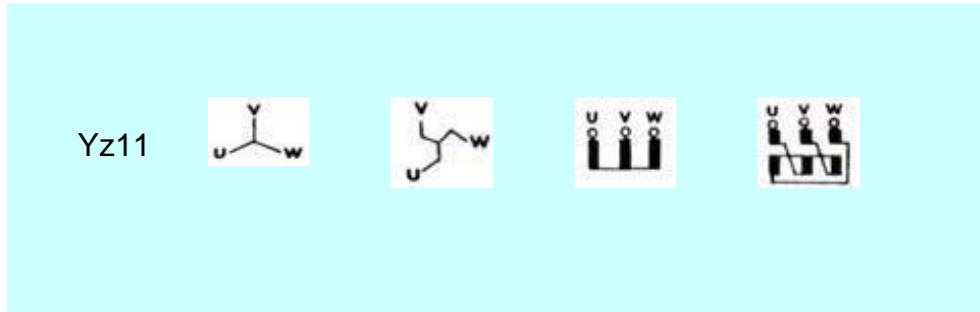


FIGURA 3: GRUPOS DE CONEXIÓN NORMALIZADA DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS

En esta tabla se muestran los grupos y conexiones de los transformadores trifásicos que deben cumplir determinadas especificaciones.

Potencias en el transformador

Potencia suministrada al transformador por el circuito primario

$$P_{ent.} = \sqrt{3} * V_P * I_P * \cos \varphi \quad (Ecu. 9)$$

Ecuación de la potencia suministrada por el lado del secundario:

$$P_{ent.} = \sqrt{3} * V_S * I_S * \cos \varphi \quad (Ecu. 10)$$

En un transformador ideal las potencias de salida y entrada son iguales, así como la relación de las potencias reactiva y aparente.

$$Q_{ent.} = \sqrt{3} * V_P * I_P * \sen \varphi = \sqrt{3} * V_S * I_S * \sen \varphi = Q_{sal} \quad (Ecu. 11)$$

$$S_{ent.} = \sqrt{3} * V_P * I_P = V_S * I_S = S_{sal} \quad (Ecu. 12)$$

La impedancia de un transformador es la relación fasorial entre la tensión y la intensidad que lo atraviesan:

$$Z_L = \frac{V_L}{I_L} \quad (Ecu 13)$$

Rendimiento del transformador

La eficiencia de los transformadores está plasmada en la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{P_{sal}}{P_{ent}} * 100\% = \frac{P_{sal}}{(P_{sal} + P_{perdida})} * 100\% \quad (Ecu 14)$$

Esta ecuación se aplica a la mayoría de los aparatos eléctricos como: motores, generadores, transformadores, etc. Los circuitos de transformadores equivalentes facilitan cálculos eficientes. Se han identificado tres pérdidas presentes en el transformador: pérdida de cobre, histéresis y corrientes parásitas.

Para calcular la eficiencia se suman las pérdidas de cada resistencia y se aplica la ecuación:

$$\eta = \frac{P_{sal}}{(P_{sal} + P_{perdida})} * 100\% \quad (Ecu 15)$$

Puesto que la potencia es $P_{sal.} = V_s * I_s * \cos\varphi$, la eficiencia puede expresarse por:

$$\eta = \frac{V_{sls} * \cos\varphi}{(P_{cu} + P_{nucleo} + (V_s * I_s * \cos\varphi))} * 100\% \quad (Ecu 16)$$

Metodología para compensar el factor de potencia:

En SEP, ocurren condiciones como la demanda de reactivos no planificada, lo que obliga a los generadores a reducir la fp para agregar reactivos a la red.

Lo que se requiere es la potencia aparente más cercana a la potencia activa.

Los métodos de compensación más empleados son:

- Selección e instalación de condensadores de potencia, los cuales se instalan en paralelo con la carga inductiva a compensar.
- Generación de potencia reactiva con máquinas sincrónicas.

Selección e Instalación de Condensadores de Potencia:

Este método es el más utilizado en la actualidad debido a la disponibilidad de información relevante y al hecho de que el costo de implementación es más razonable para la planta, que estudiaremos en detalle.

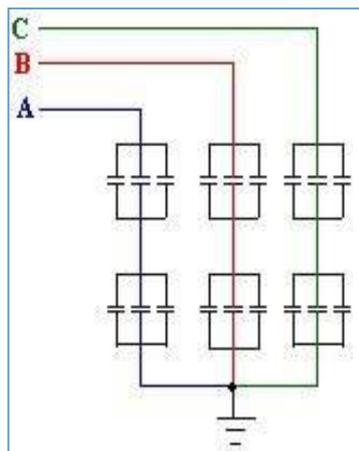


FIGURA 4: UNIDADES CAPACITIVAS CONECTADAS

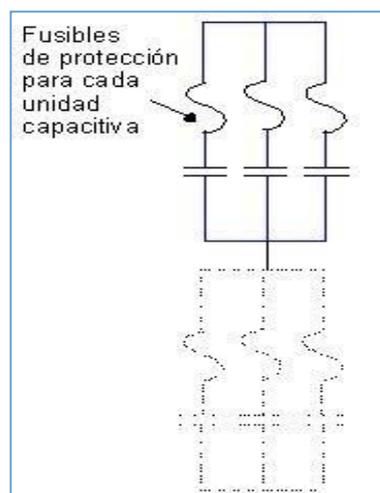


FIGURA 5: PROTECCIÓN POR FUSIBLE EN SERIE PARALELO.

Factor de potencia concentrado compensatorio

Se instala en el tablero general del lado BT, el banco de compensación, después de la selección y el ajuste. Tiene las siguientes ventajas:

- Levantamiento de sanciones.
- Obtención del ajuste de potencia (S) (kVA) que se muestra.
- Reducir la carga en el adaptador de corriente.

Principios de ingeniería y fórmulas se emplean para calcular el factor de potencia

Fórmula para definir el fdp:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (\text{Ecu 17})$$

φ es el ángulo entre la potencia activa **P** y el valor absoluto de la aparente **S**

Si las corrientes y tensiones son perfectamente sinusoidales, entonces la fórmula es.

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \frac{V_{eff} * I_{eff} * \cos(\angle V - \angle I)}{V_{eff} * I_{eff}}$$
$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \cos(\angle V - \angle I) = \cos(\angle Z) \quad (\text{Ecu 18})$$

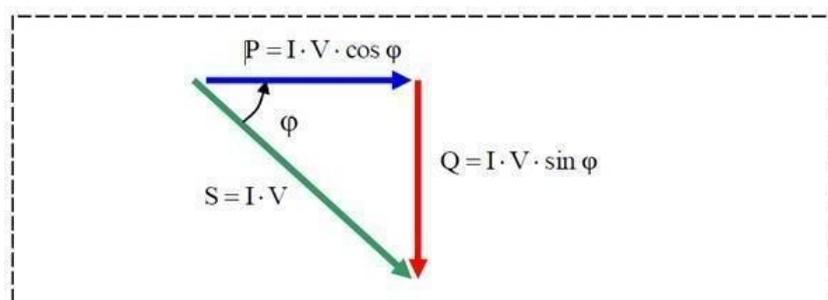


FIGURA 6: TRIÁNGULO DE POTENCIA EN CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA

Compensación automática del fp:

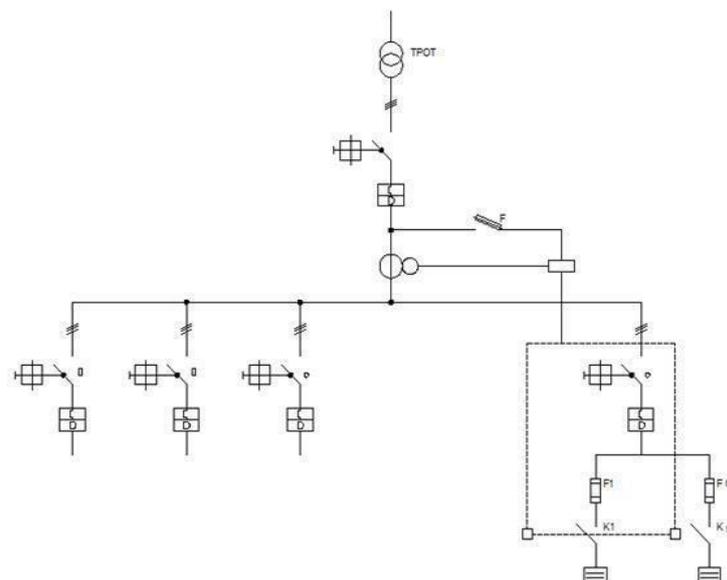
El diseño se basa en un grupo de condensadores, que son controlados por un relé variable. Cada fase de la batería está protegida por un (disyuntor o fusible), un elemento de conmutación (medidor) y un banco de condensadores trifásicos.

Los relés variables miden automáticamente el factor de potencia de la instalación y controlan los pasos conectados mediante la conmutación de conductores.

Este método se utiliza como método de eliminación global central en el panel general.

Diagrama eléctrico trifásico con condensador.

FIGURA 7: COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA DEL FACTOR DE POTENCIA.



Elaboración propia

Tableros de transferencia automática para grupos electrógenos (TTA)

Para operar equipos de emergencia como generadores, existe un Panel de Transferencia Automatizado (TTA), que garantiza seguridad y confiabilidad. En caso de una falla en la red eléctrica, operan el grupo electrógeno para compensar la energía no ahorrada.



FIGURA 8: TABLERO DE TRANSFERENCIA DE POTENCIA

Cálculo La de la sección de conductores por caída de tensión.

Se muestran fórmulas para el cálculo de caídas de tensión en suministros monofásicos y trifásicos.

Caso de conductor monofásico

$$S = \frac{2 * \rho * L * I * \cos \varphi}{\Delta U * U} \quad (Ecu. 19)$$

Caso de conductor trifásico

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I_L * \cos \varphi}{\Delta U * U} \quad (Ecu. 20)$$

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO, es un elemento de protección contra sobre intensidades, como algún cortocircuito. Su funcionamiento es similar al disyuntor motor, con la única diferencia que el interruptor termomagnético viene calibrado de fábrica y se activa por sí solo al superarse su intensidad nominal. (Instalaciones eléctricas y automatismos, 2014, p. 113).

FIGURA 9. PARTES DEL ITM



Fuente: Instalaciones eléctricas y automatismos

TABLA 1. CAPACIDAD ITM

Artículo	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS	
	Bipolar - 230/400 Va.c.	
	In (A)	Nº de módulos
FN820YC6	6	2
FN820YC10	10	2
FN820YC16	16	2
FN820YC20	20	2
FN820YC25	25	2
FN820YC32	32	2
FN820YC40	40	2
FN820YC50	50	2
FN820YC63	63	2

Artículo	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS	
	Tripolar - 230/400 Va.c.	
	In (A)	Nº de módulos
FN830YC6	6	3
FN830YC10	10	3
FN830YC16	16	3
FN830YC20	20	3
FN830YC25	25	3
FN830YC32	32	3
FN830YC40	40	3
FN830YC50	50	3
FN830YC63	63	3

Fuente: Melecsa

INTERRUPTOR DIFERENCIAL, es un elemento de seguridad destinado a proteger a las personas contra fugas de corriente eléctrica en caso de fallo de aislamiento. (Instalaciones eléctricas y automatismos, 2014, p. 116).

FIGURA 10. PARTES DEL ID



Fuente: Instalaciones eléctricas y automatismos

TABLA 2. CAPACIDAD ID

Artículo	INTERRUPTORES DIFERENCIALES	
	Bipolar - 230/400 Va.c. IΔN=0.03A	
	In (A)	Nº de módulos
G7230AC25	25	2
G7230AC40	40	2
G7230AC63	63	2

Artículo	INTERRUPTORES DIFERENCIALES	
	Tetrapolar - 230/400 Va.c. IΔN=0.03A	
	In (A)	Nº de módulos
G7430AC25	25	4
G7430AC40	40	4
G7430AC63	63	4

Fuente: Melecsa

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo De Investigación

Aplicada, se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que existen. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. (Behar,2018, p. 20).

Para lo cual aplicaremos los conocimientos que existen para la solución de un problema real que es la mejora de la eficiencia del centro comercial el dorado.

3.1.2. Diseño de Investigación

Sin experimentación, el investigador observa los fenómenos a medida que ocurren naturalmente sin interferir con su desarrollo. (Behar, 2018, pág.19). Porque las variables no serán manipuladas y solo serán descritas.

Transversal Descriptivo, puesto que se hará un corte en un tiempo **específico** que es el momento que se realizará la toma de datos para la auditoria del sistema de baja tensión y luego se describirá el proceso.

3.2. Variables y operacionalización

- Auditoria del sistema eléctrico de baja tensión
 - Variable independiente

- Eficiencia energética
 - Variable dependiente

Operacionalización de las Variables

TABLA 3. MATRÍZ OPERACIONAL DE VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Auditoría del sistema eléctrico de baja tensión (INDEPENDIENTE)	Se define como un estudio integral de los aspectos económicos y técnicos que inciden directa o indirectamente en el consumo de energía eléctrica (Figuroa, 2015, p-3).	Para determinar la auditoría del sistema eléctrico en baja tensión se tomará en cuenta los parámetros de voltaje, amperaje y potencia, de la energía consumida	<ul style="list-style-type: none"> - El voltaje será medido en voltios - El amperaje será medido en amperios - La potencia será medida en kW - Resistencia del aislamiento del conductor - Perturbaciones 	De Intervalos

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 4. MATRÍZ OPERACIONAL VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia energética (DEPENDIENTE)	Es la reducción de las potencias demandadas al sistema eléctrico, sin que estas afecten a los trabajos o actividades normales que se desarrollan dentro de la industria (Serra,2016)	Para determinar la eficiencia energética se considerará los índices de factor de potencia (potencia aparente) sobre el consumo energético para hacer una comparativa real	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia aparente - Potencia activa - Potencia reactiva - Costo de energía mensual, será medido en kW/h 	De razón

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, Muestra Muestreo

3.3.1 Población

Para nuestra investigación, se tomará como población a los 80 puestos electrificados del centro comercial El Dorado.

3.3.2 Muestra

Para nuestra investigación se tomará como muestra a 46 puestos electrificados del centro comercial el dorado, la cual se obtuvo de la aplicación de la fórmula para el muestreo probabilístico estratificado.

3.3.3 Muestreo

Esta auditoria es probabilística porque tenemos la muestra que es el centro comercial El dorado y también será estratificado porque se dividirán a los puestos en 3 divisiones según su demanda máxima: Alta carga, Media carga y baja carga; y de esas divisiones se escogerán aleatoriamente un cierto número.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

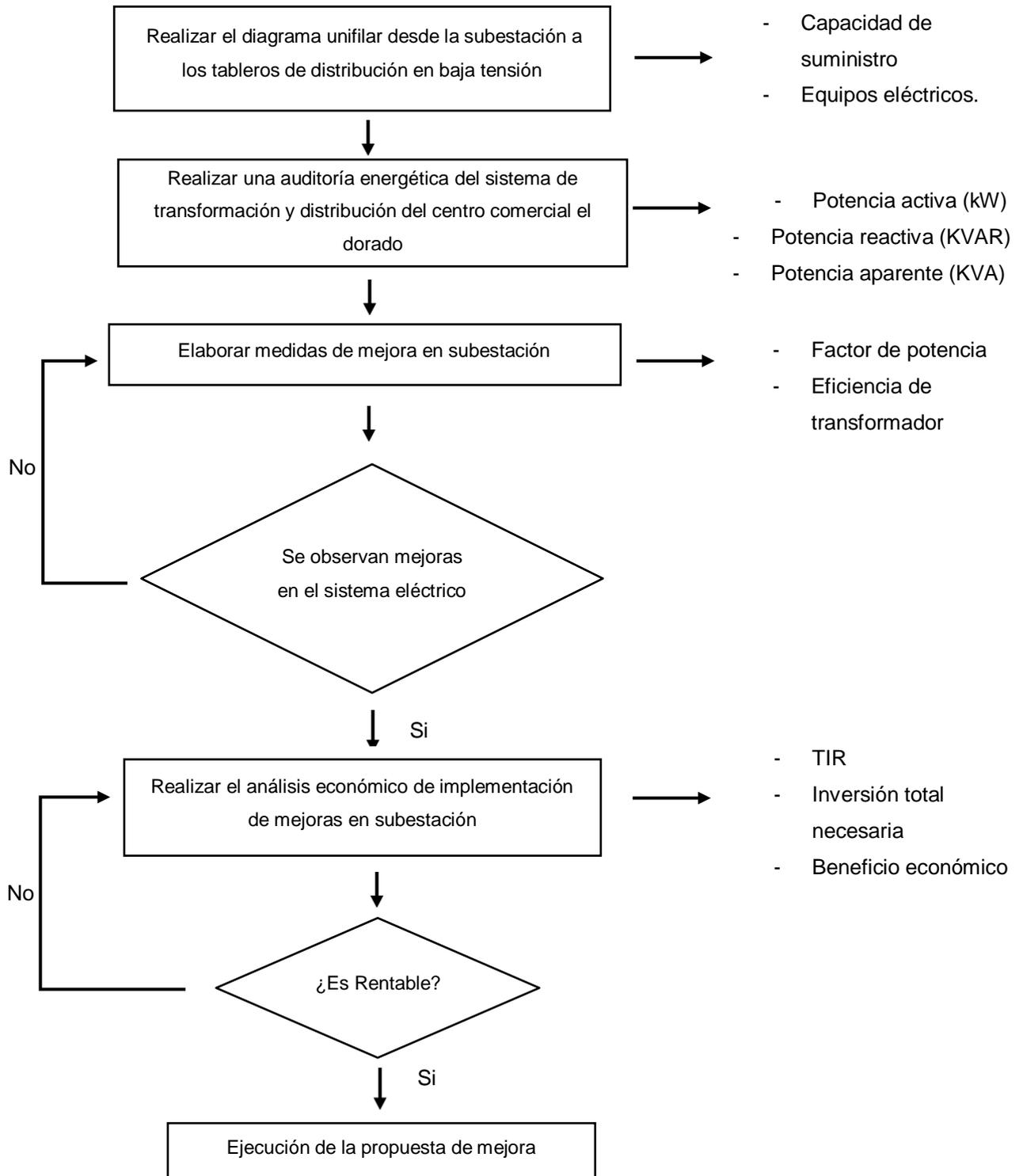
TABLA 5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Técnica	Instrumento	Validación
Observación	Ficha de observación	Por asesor profesional
Encuesta	Cuestionario	Por asesor profesional

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

Se proporcionan diagramas de flujo de procedimientos para desarrollar los objetivos específicos del estudio y determinar la solución al problema.



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Los datos serán recolectados a través de técnicas específicas por sus respectivas herramientas, y procesados por herramientas como: EXCEL, para ser ordenados, tabulados y presentados en forma de tablas, gráficos e interpretaciones de cada uno.

3.7. Aspectos éticos

En este proyecto de investigación, el investigador está obligado a respetar la credibilidad de los resultados y la confiabilidad de los datos proporcionados por todos los miembros de la institución mencionada. A medida que se realicen las investigaciones, se respetarán las identidades de todos los participantes del proyecto y se evitará la sensibilidad de cada uno de ellos. Además, se tendrán en cuenta algunos aspectos éticos, para garantizar el voluntariado, la confidencialidad, la participación igualitaria y el respeto a la propiedad privada.

IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Recursos y Presupuesto

TABLA 6. RECURSOS Y PRESUPUESTOS

PARTIDA	MATERIAL, PRODUCTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)	TIPO DE APOORTE
2.3.1.5.1.2	Papel bond	Millar	1	14.00	14.00	M
	Lapicero	Unidad	3	2.00	6.00	M
	Archivador	Unidad	1	13.50	13.50	M
2.3.22.21	Servicio de telefonía móvil	Global	2	30.00	60.00	M
2.3.22.23	Servicio de internet	Global	1	80.00	160.00	M
2.3.22.11	Servicio de electricidad	Global	1	90.00	180.00	M
2.3.21.21	Movilidad	Global	1	50.00	50.00	M
2.3.18.21	Alcohol	Unidad	1	20.00	20.00	M
	Mascarilla	Unidad	2	5.00	10.00	M
	Protector facial	Unidad	2	5.00	10.00	M
	Mameluco impermeable	Unidad	2	30.00	60.00	M
2.3.27.1498	Asesor	Unidad	1	40.00	40.00	M
2.3.27.52	Practicante	Unidad	2	950	1900	M
Total, Aporte Monetario						2483.50

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Financiamiento

**TABLA 7. FINANCIAMIENTO DEL
PROYECTO**

Entidad financiera	Monto	Porcentaje
Autofinanciado	S/. 2,483.50	100%

Fuente: Elaboración propia

4.3. Cronograma de ejecución

TABLA 8. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Ite m	ACTIVIDADES	SEMANA																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
A	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN																	
1	Carátula	X																
2	Índice de contenidos																	
3	Índice de tablas – figuras																	
4	Resumen																X	
B	INTRODUCCIÓN																	
5	Realidad Problemática				X													
6	Formulación del Problema				X													
7	Justificación					X												
8	Objetivos Generales y específicos					X												
9	Hipótesis					X												
C	MARCO TEÓRICO																	
10	Antecedentes						X											
11	Marco teórico de la variable						X											

D	METODOLOGÍA																
12	Tipo de investigación y diseño.								X								
13	variables y operaciones.									X							
14	Población, muestra y muestreo										X						
15	Técnicas y herramientas de recopilación de datos											X					
16	Procedimiento												X				
17	métodos de análisis de datos												X				
18	Aspecto ético													X			
E	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS																
19	Recursos y Presupuesto																X
20	Financiamiento																X
21	Cronograma de ejecución																X

Fuente: Elaboración propia.

V. RESULTADOS

5.1. Realizar el diagrama unifilar desde la subestación a los tableros de distribución en baja tensión

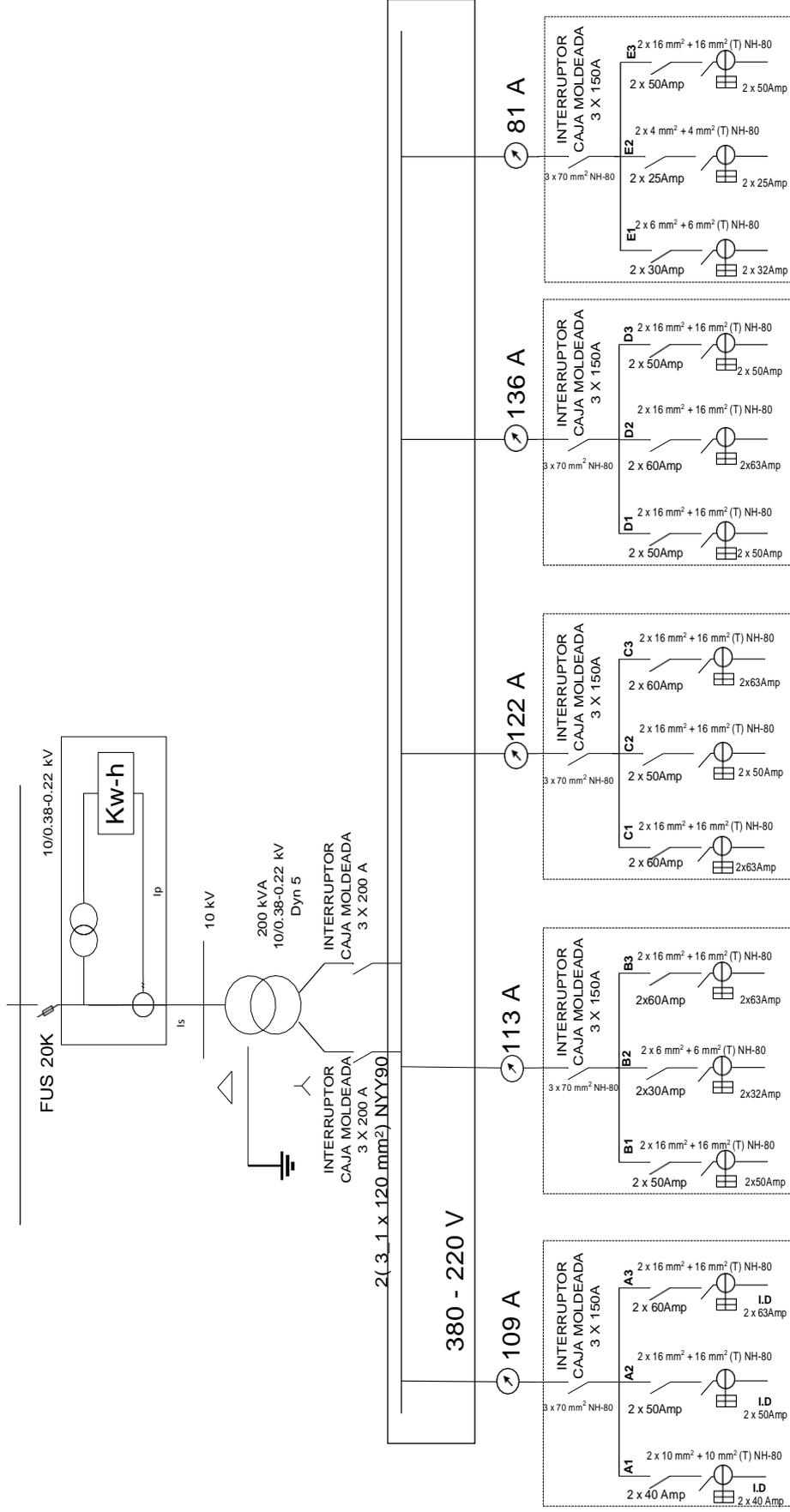


FIGURA 11: DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EL DORADO.

Fuente: Elaboración propia

5.2. Realizar una auditoría energética del sistema de transformación y distribución del centro comercial el dorado

5.2.1. Análisis de sistema de transformación

La subestación cuenta con un transformador trifásico de 10/0.38 kV con aceite con bobinado primario en triángulo y con bobinado secundario en estrella.

5.2.1.1. Determinación de capacidad y rendimiento del transformador

Características del transformador trifásico

Marca: TECNORED

$S_n = 200 \text{ KVA}$

$U_{n1} = 10 \text{ Kv}$

$U_{n2} = 380 - 220 \text{ V}$

Perdida en el H: 1770 w

Pérdida nominal en el Cu: 4120 w

Relación de transformación, $k = 26.32$

Corriente nominal en los terminales de salida, I_{2n} :

$$I_{2n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_{2n}} = \frac{200\,000 \text{ VA}}{\sqrt{3} * 380 \text{ V}} = 303.87 \text{ A}$$

Intensidad promedio en bornes del transformador, I_2 :

$$I_2 = 197.4 \text{ A}$$

Índice de carga del transformador:

$$a_c = \frac{I_{2\text{-oper}}}{I_{2n}} = \frac{197.4 \text{ A}}{303.87 \text{ A}} = 0.65$$

Rendimiento del transformador:

$$\eta_{Tr} = \frac{S_n * a_c * \cos \varphi_2}{S_n * a_c * \cos \varphi_2 + P_{Fe} + a_c^2 * P_{nCu}} * 100$$

$$\eta_{Tr} = \frac{200 * 0.65 * 0.86}{200 * 0.65 * 0.86 + 1.77 + 0.65^2 * 4.12} * 100 = 96.95 \%$$

Potencia promedio perdida en transformador, Pp1

$$P_{p1} = (1 - \eta_{Tr}) * P_{Abs}$$

$$P_{p1} = (1 - 0.9695) * 37\,330 = 1138.57\,W = 1.113857\,kW$$

Parámetros de operación Transformador

$$U_{1n} = 10\,kV$$

$$S_n = 200\,KVA$$

$$K_{tr} = 26.32$$

$$I_2 = 197.4\,A$$



$$P_{p-Tr} = 1.1138\,kW$$

$$P_{u-Tr} = 36.1914\,kW$$

$$V_s = 380V$$

FIGURA 12: BALANCE DE POTENCIA ACTIVA EN SUB ESTACIÓN DE EL DORADO

Nota: la subestación no tiene refrigeración forzada, solo ventilación natural, en verano la temperatura sube a un valor de 30-32 ° C., transformador sin condensador

Potencia activa en bornes del transformador, P₂:

$$P_2 = \frac{\sqrt{3} * U_L(V) * I_L(A) * \cos\varphi(-)}{1000} = \frac{\sqrt{3} * 380 * 197.5 * 0.86}{1000} = 111.73\,kw$$

- Potencia nominal aparente del transformador trifásico: 200 KVA
- Factor de potencia: 0.86

Potencia activa útil nominal:

$$P_u = 200 * 0.86 = 172\,kW$$

Angulo de desfase intensidad tensión en BT:

$$\varphi = \arccos 0.86 = 30.68^\circ$$

Potencia reactiva inductiva en bornes de BT:

$$Q_2 = P * \tan \varphi = 111.73 * \tan(30.68) = 66.28\,KVAR$$

Potencia aparente en bornes de BT:

$$S_2 = \frac{P_s}{\cos \varphi} = \frac{111.73}{0.86} = 129.95 \text{ KVA}$$

Triángulo de potencias en operación, en bornes del transformador:

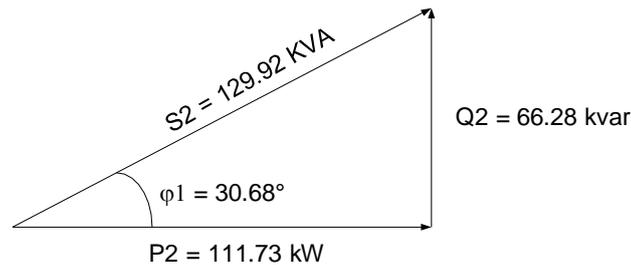


FIGURA 13: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE SALIDA DEL TRANSFORMADOR, EN OPERACIÓN, SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2. Pérdidas en conductor de distribución transformador – barra de BT

El tramo entre bornes de transformador de 200 KVA a barra de distribución en BT, 380 V, trifásica tiene un tándem de dos conductores NYY 90 de $S = 120 \text{ mm}^2$
Distancia desde transformador a barra BT = 3.5 m

Resistencia de línea en cada conductor:

$$R_L = \rho_{\text{cu}} * \frac{L_t}{S_t} = 0.0172 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{3.5\text{m}}{240 \text{ mm}^2} = 2.505 \times 10^{-4} \Omega$$

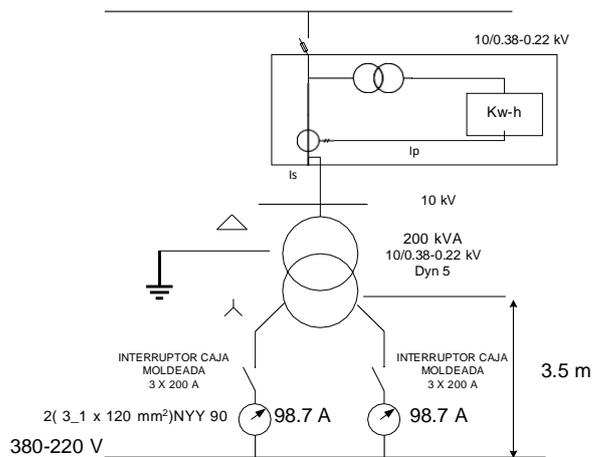


FIGURA 14: ESQUEMA DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE DISTRIBUCIÓN EN BT.

Elaboración propia.

Intensidad de línea que absorbe cada conductor:

$$197.4/2 = 98.7 \text{ A}$$

Pérdida de tensión en tramo 2-3:

$$\Delta U = \sqrt{3} * R_L * I_L = \sqrt{3} * (2.505 \times 10^{-4}) * 98.7 = 0.043 \text{ V}$$

Pérdida de potencia en conductor de distribución principal de subestación:

$$P_{p-2-3} = 2 * \sqrt{3} * \Delta U * I_L$$

2 siendo el número de conductores del tándem.

ΔU es la caída de tensión en conductor: 0.043 V

$$P_{p-2-3} = 2 * \sqrt{3} * 0.043 * 98.70 = 14.70 \text{ w} = 0.0147 \text{ kW}$$

Potencia útil del conductor:

$$P_u = P_t - P_p = 111.73 - 0.0147 = 111.725 \text{ kW}$$

Eficiencia del conductor:

$$\eta_{conductor} = \frac{P_u}{P_t} * 100 = \frac{111.725}{111.73} * 100 = 99.99\%$$

El tándem de dos conductores de distribución principal tiene un gran rendimiento, debido a la pérdida muy pequeña de potencia por haber sido sobredimensionado.

5.2.2. Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 1

- Factor de potencia de operación: 0.86
- Longitud del conductor: 20 m
- Material: Cobre, con conductividad de $0.0172 \Omega \cdot \text{m}/\text{mm}^2$

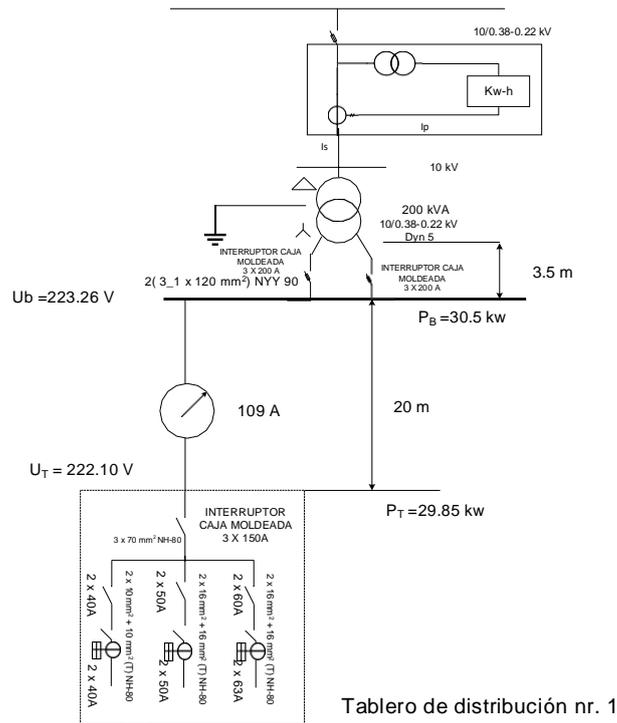


FIGURA 15: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 1.

Fuente: Elaboración propia.

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.1:

$$I_{\text{abs } 1} = 109 \text{ A}$$

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.1

$$R_L = 0.0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{20}{120} = 2.87 \times 10^{-3} \Omega$$

Caída de tensión en conductor:

$$\Delta U = R_L * I = (2.87 \times 10^{-3}) * 109 = 0.312 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.1

$$P_{p-cd1} = \Delta U_1 * I_{L1} * 10^{-3} = 0.312 * 109 * 10^{-3} = 0.034 \text{ kW}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.1:

$$U_{\text{Tablero}} = U_{\text{Barra}} - \Delta U_1$$

$$U_{\text{Tablero}} = 223.26 - 0.312 = 222.948 \text{ V}$$

Potencia promedio absorbida por tablero nr. 1

$$P_{\text{abs}} = U_{L1} * I_{L2} * \cos \varphi * 10^{-3}$$

$$P_{\text{abs}} = 222.948 \text{ V} * 109 \text{ A} * 0.86 * 10^{-3} = 21.55 \text{ kW}$$

Rendimiento del conductor nr.1

$$\eta_{L1} = 1 - \frac{P_{pL1}}{P_{\text{Abs}1}} = 1 - \frac{P_{pL1}}{P_{u-L1} + P_{pL1}}$$
$$\eta_{L1} = 1 - \frac{0.034}{0.034 + 21.55} = 0.9984 = 99.84 \%$$

Conductor: (NYY90)

Intensidad nominal del conductor, al aire libre: 455 A

Temperatura máxima de operación: 90°C

Potencia máxima que puede transmitir el conductor:

$$P_{\text{max}} = 223 \text{ V} * 455 \text{ A} * 0.86 * 10^{-3} = 87 \text{ kW}$$

Potencia máxima de diseño, para cada conductor:

$$P_{\text{max-conductor}} = P_{\text{max-tablero}} = \frac{P_{\text{max-transfo}}}{\text{Nro de tableros}} = \frac{200 \text{ kVA} * 0.86}{5} = 34.4 \text{ kW}$$

Se observa que la potencia que puede transmitir el conductor es mayor que la potencia máxima de diseño, 87 kw > 34.4 kw, el conductor ha sido sobredimensionado.

Temperatura del conductor:

$$T_{\text{conductor}}[^\circ\text{C}] = T_0 + (T_n - T_0) * \alpha^2$$

Siendo α el índice de carga del conductor:

$$\alpha = \frac{I_{oper}}{I_n} = \frac{109}{455} = 0.24$$

$$\rightarrow T_{conductor}[^{\circ}C] = 30 + (90 - 30) * 0.24^2 = 33.456^{\circ}C$$

Se observa que el incremento de temperatura, en operación, es bastante pequeño, de solamente 3.456 °C, casi despreciable, la temperatura de operación alcanza 33.456°C mucho menor que la máxima admisible, que es de 90°C.

Potencia activa en bornes de ingreso a tablero nr. 1:

$$P_{tablero\ 1} = \frac{222.948\ V * 109\ A * 0.86}{1000} = 20.90\ kW$$

Ángulo de desfase intensidad tensión en BT:

$$\varphi = \arccos 0.86 = 30.68^{\circ}$$

Potencia reactiva inductiva en bornes de BT:

$$Q_{tablero\ 1} = P * \tan \varphi = 20.90 * \tan(30.68) = 12.40\ KVAR$$

Potencia aparente en bornes de BT:

$$S_{tablero\ 1} = \frac{P_2}{\cos \varphi} = \frac{20.90}{0.86} = 24.30\ KVA$$

Triángulo de potencias en operación, en bornes del tablero nr. 1:

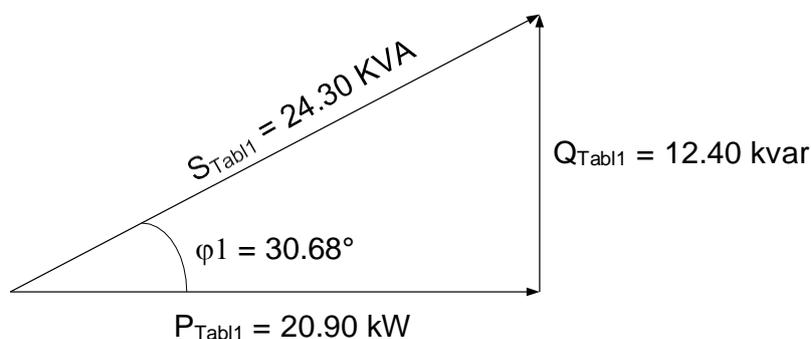


FIGURA 16: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 1; SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el mismo procedimiento y con los valores tomados en tableros, se elabora una hoja de cálculo en la que se muestran los resultados para los conductores de alimentación a cada tablero.

ANÁLISIS DE CONDUCTORES MONOFÁSICOS A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN						
Ingreso de datos						
Denominación -	U.M.	T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5
Tensión ingreso	V	223.26	223.26	223.26	223.26	223.26
Factor de potencia	-	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Conductor	-	NY 90				
Sección transversal del conductor	mm ²	120	120	120	120	120
Material del conductor		Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
Conductividad eléctrica	W*m/mm ²	0.0172	0.0172	0.0172	0.0172	0.0172
Longitud de fase	m	20	122	134	208	303
Intensidad de corriente	A	109	115	135	164	55
Intensidad Nominal del conductor	A	455	455	455	455	455
Temperatura máxima del conductor	°C	90	90	90	90	90
Resultados						
Resistencia de línea del conductor	W	0.00287	0.01749	0.01921	0.02981	0.04343
Caída de tensión en conductor	V	0.312	2.011	2.593	4.889	2.389
Potencia promedio perdida en conductor	kW	0.029	0.199	0.301	0.690	0.113
Tensión en bornes entrada a tablero	V	222.95	221.25	220.67	218.37	220.87
Potencia promedio absorbida por tablero	kW	20.90	21.88	25.62	30.80	10.45
Potencia promedio en barra	kW	20.93	22.08	25.92	31.49	10.56
Rendimiento del conductor	%	99.86%	99.10%	98.84%	97.81%	98.93%
Índice de carga del conductor	-	0.24	0.25	0.30	0.36	0.12
Temperatura del conductor	°C	33.44	33.83	35.28	37.80	30.88
Potencia reactiva ingreso a Tablero	kVAr	12.40	12.98	15.20	18.28	6.20
Potencia aparente ingreso a Tablero	KVA	24.30	25.44	29.79	35.81	12.15

TABLA 9: HOJA DE CÁLCULO DE ANÁLISIS DE CONDUCTORES MONOFÁSICOS A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

Fuente: Elaboración propia.

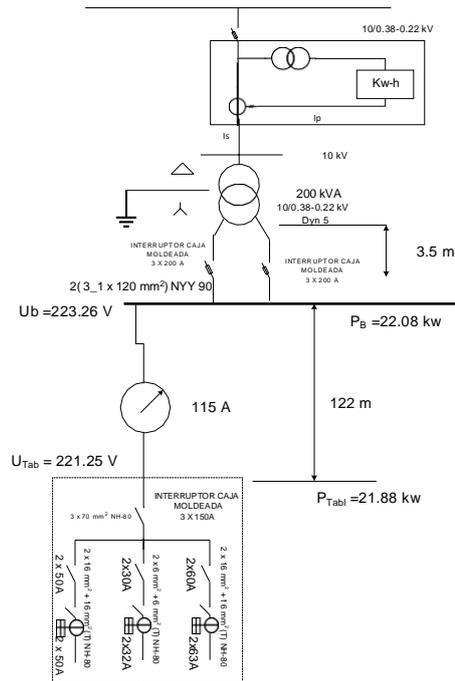


FIGURA 17: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 2.

Fuente: Elaboración propia.

Triángulo de potencias en operación, en bornes del tablero nr. 2:

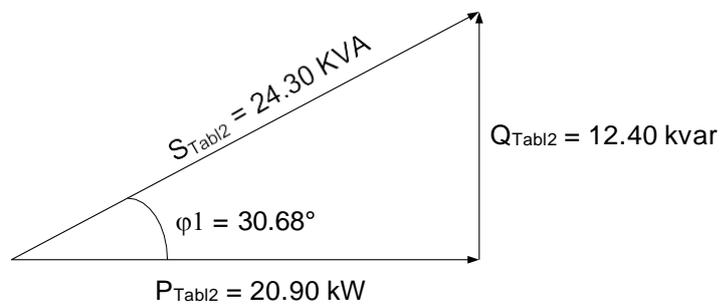


FIGURA 18: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 2; SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

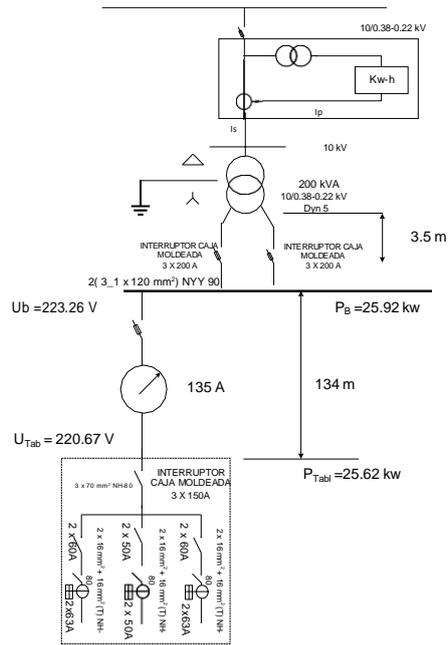


FIGURA 19: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 3.

Fuente: Elaboración propia.

Triángulo de potencias en operación, en bornes del tablero nr. 3:

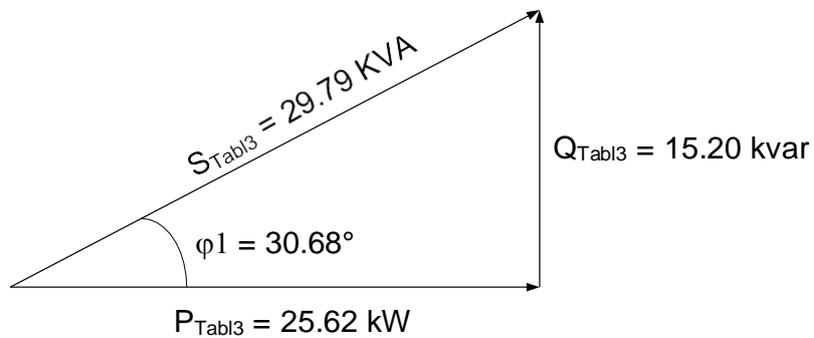


FIGURA 20: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 3; SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

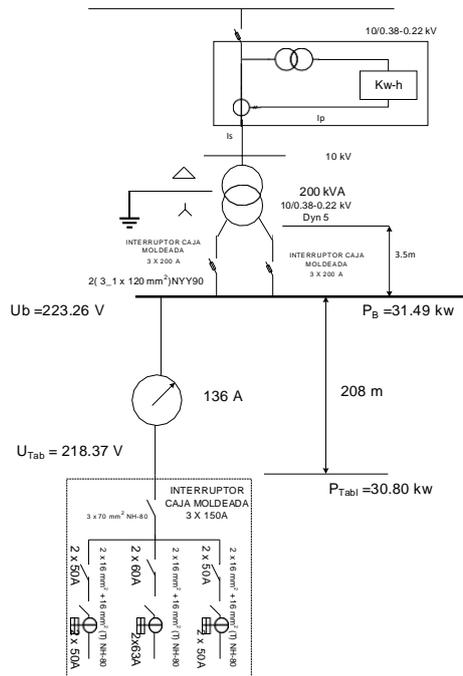


FIGURA 21: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 4.

Fuente: Elaboración propia.

Triángulo de potencias en operación, en bornes del tablero nr. 4:

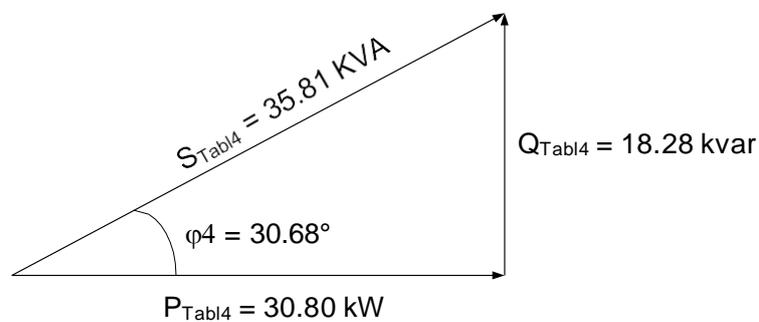


FIGURA 22: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 4; SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

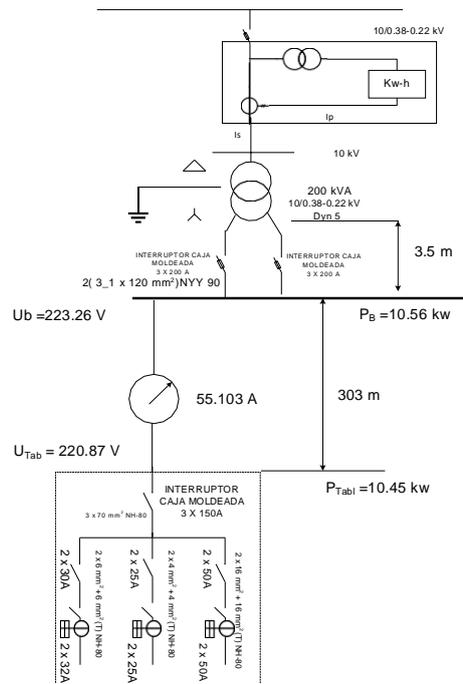


FIGURA 23: PARÁMETROS DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO NR. 5.

Fuente: Elaboración propia.

Triángulo de potencias en operación, en bornes del tablero nr. 5:

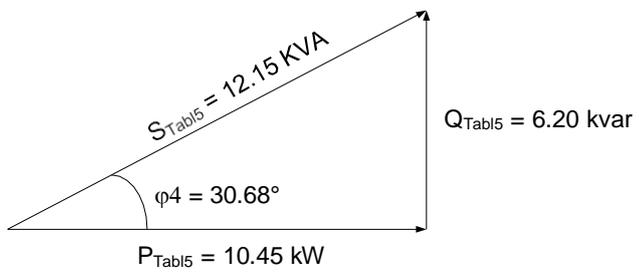


FIGURA 24: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DE ENTRADA A TABLERO DE DISTRIBUCIÓN NR. 5; SIN BANCO DE CONDENSADORES.

Fuente: Elaboración propia.

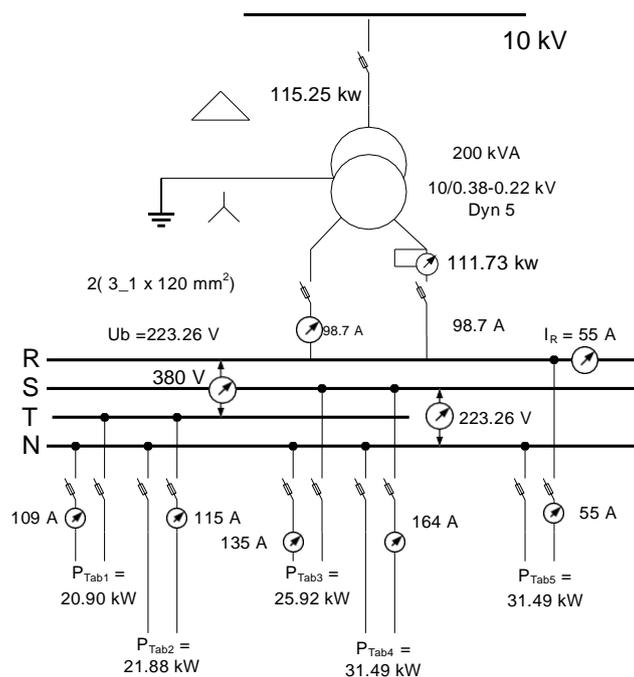


FIGURA 25: DIAGRAMA UNIFILAR DE POTENCIAS A TABLEROS MONOFÁSICOS DE DISTRIBUCIÓN Y SUB ESTACIÓN EL DORADO.

Fuente: Elaboración propia

TABLA 10. CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES TRIFÁSICOS DE COBRE

CALIBRE		CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) CONDUCTORES TRIFÁSICOS DE COBRE								
		Temperatura ambiente: 30°C aire libre y 25°C enterrado TW, THW Y NNY Unipolar - 3 conductores por tubo								
Escala Métrica	Escala Americana	TW Tensión 660V, Temp. Max. 60°C		THW Tensión 750V, Temp. Max. 75°C		NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 80°C			NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 90°C	
		Tubo	Aire	Tubo	Aire	Tubo	Aire	Enterrado	Aire	Enterrado
107.2	4/0	195	300	230	360					
120		210	320	245	380	345	405	380	455	448
126.7	250	215	340	255	400					

Fuente: INDECO

5.3 Elaboración de medidas de mejora en subestación

5.3.1. Mejora del factor de potencia

Se dimensiona un circuito de compensación del $\cos\varphi$, individual, para cada tablero de distribución. Se asume que el $\cos\varphi$ nuevo será de $\cos\varphi_2 = 0.97$, para que no inyecte energía reactiva capacitiva a la red eléctrica, si el factor de potencia fuera igual o mayor a 1, y que sea mayor a 0.95, para no pagar energía reactiva

Dimensionamiento de banco de condensadores para tablero 1

- Potencia activa promedio: 20.90 kw
- Factor de potencia nuevo: 0.97
- Ángulo de desfase intensidad – corriente, $\varphi_2 = 14.07^\circ$
- Potencia reactiva inicial, actual: 12.40 Kvar

Potencia reactiva nueva, a ser absorbida de la red, Q_{t2} :

$$Q_{t2}(KVAR) = P_t(kW) * \tan \varphi_2$$

$$Q_{t2}(KVAR) = 20.9(kW) * \tan 14.07^\circ = 5.24 VAR$$

Potencia necesaria del banco de condensadores, Q_c (Kvar):

$$Q_c(kVAR) = Q_{t1} - Q_{t2} = 12.40 - 5.24 = 7kvar$$

Capacidad del condensador (C):

$$C = \frac{Q_{c-unit}(Var)}{2\pi * f(Hz) * U_f^2(V^2)} = \frac{7,000}{2 * \pi * 60 * 220^2} = 3.84 * 10^{-4}F = 0.384\mu F$$

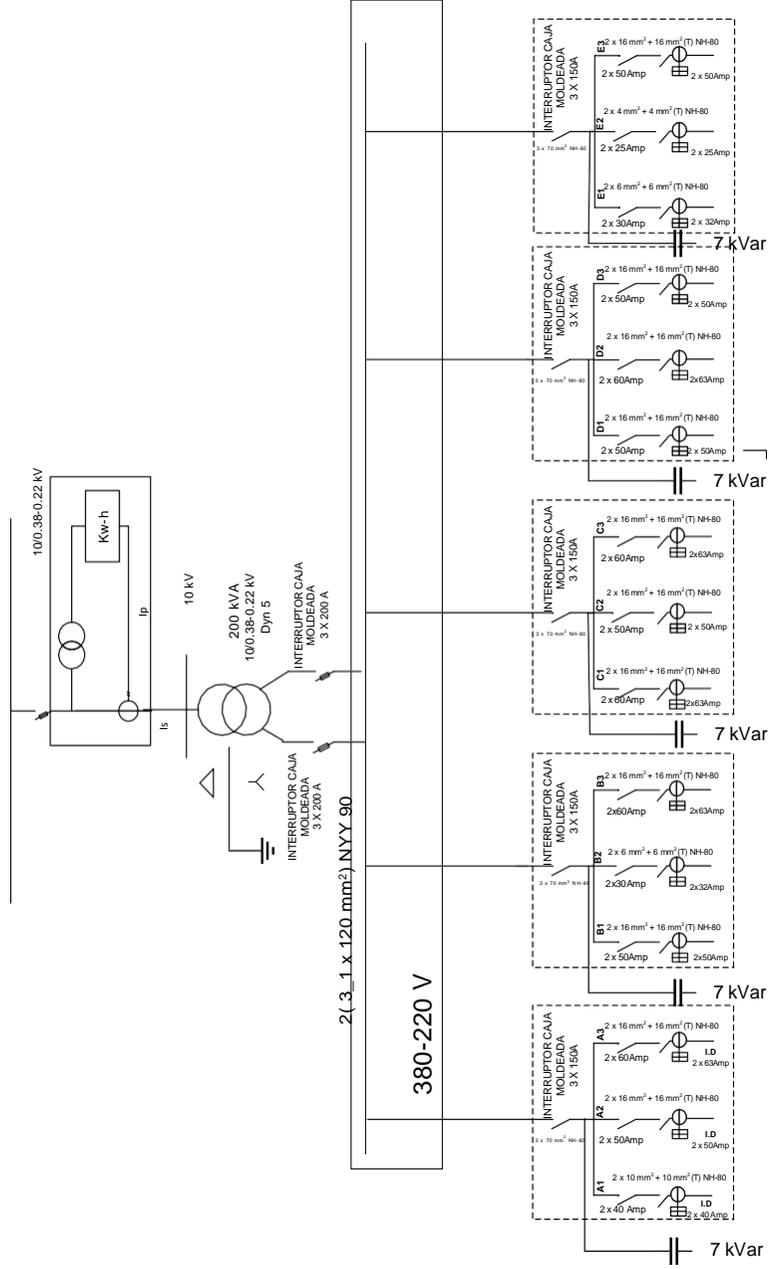


FIGURA 26: DIAGRAMA UNIFILAR DE COMPENSACIÓN INDIVIDUAL DEL FACTOR DE POTENCIA CON CONDENSADORES MONOFÁSICOS A TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

Fuente: Elaboración propia

5.3.2.

Aumento de Potencia activa por mejorar el factor de potencia

Datos actuales:

- Potencia nominal aparente del transformador: 200 KVA
- Factor de potencia nominal: 0.86

Potencia máxima activa a suministrar por transformador, sin mejora del factor de potencia:

$$P_{1-max} = S_n * \cos \varphi_1 = 200 \text{ KVA} * 0.86 = 172 \text{ kW}$$

Potencia máxima a suministrar por transformador, con mejora del factor de potencia:

$$P_{1-max} = S_n * \cos \varphi_1 = 200 \text{ KVA} * 0.97 = 194 \text{ kW}$$

Incremento de potencia activa que puede ser suministrada por transformador:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 194 - 172 = 22 \text{ kW}$$

Es decir, se puede instalar un tablero adicional de distribución de energía eléctrica monofásica, de $P_n = 20 \text{ kW}$ lo que ayudará a mejorar el equilibrio entre fases.

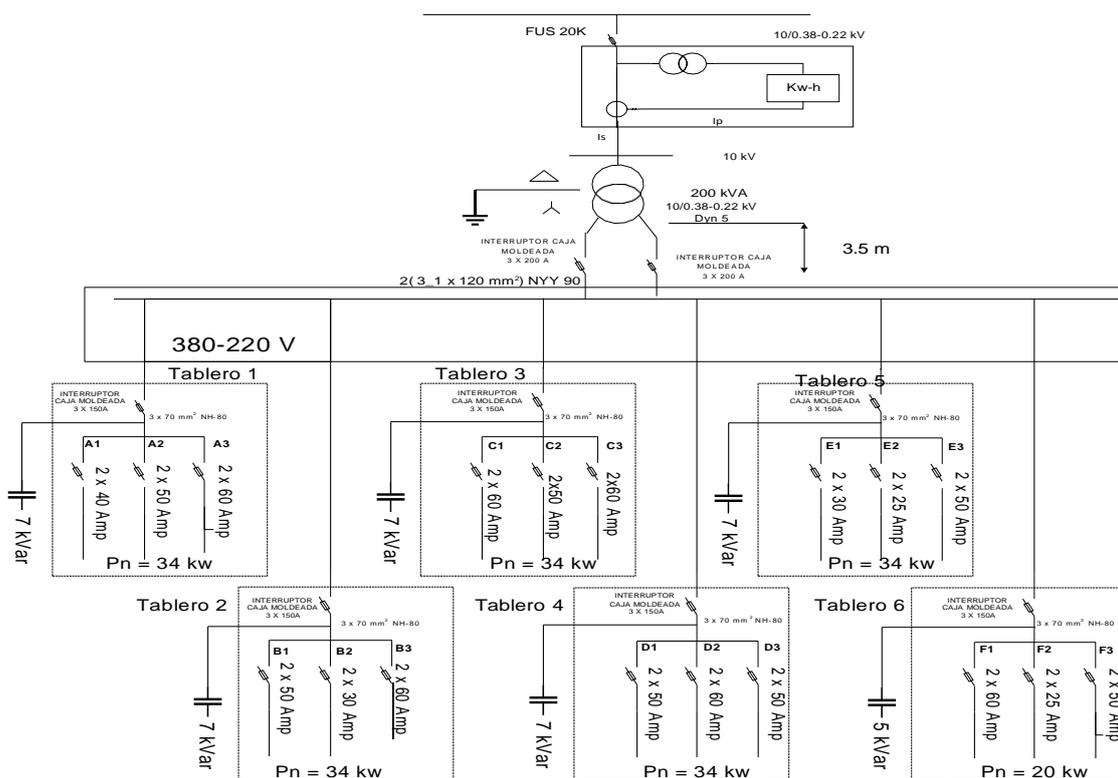


FIGURA 27: DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO CON 6 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

Fuente: Elaboración propia

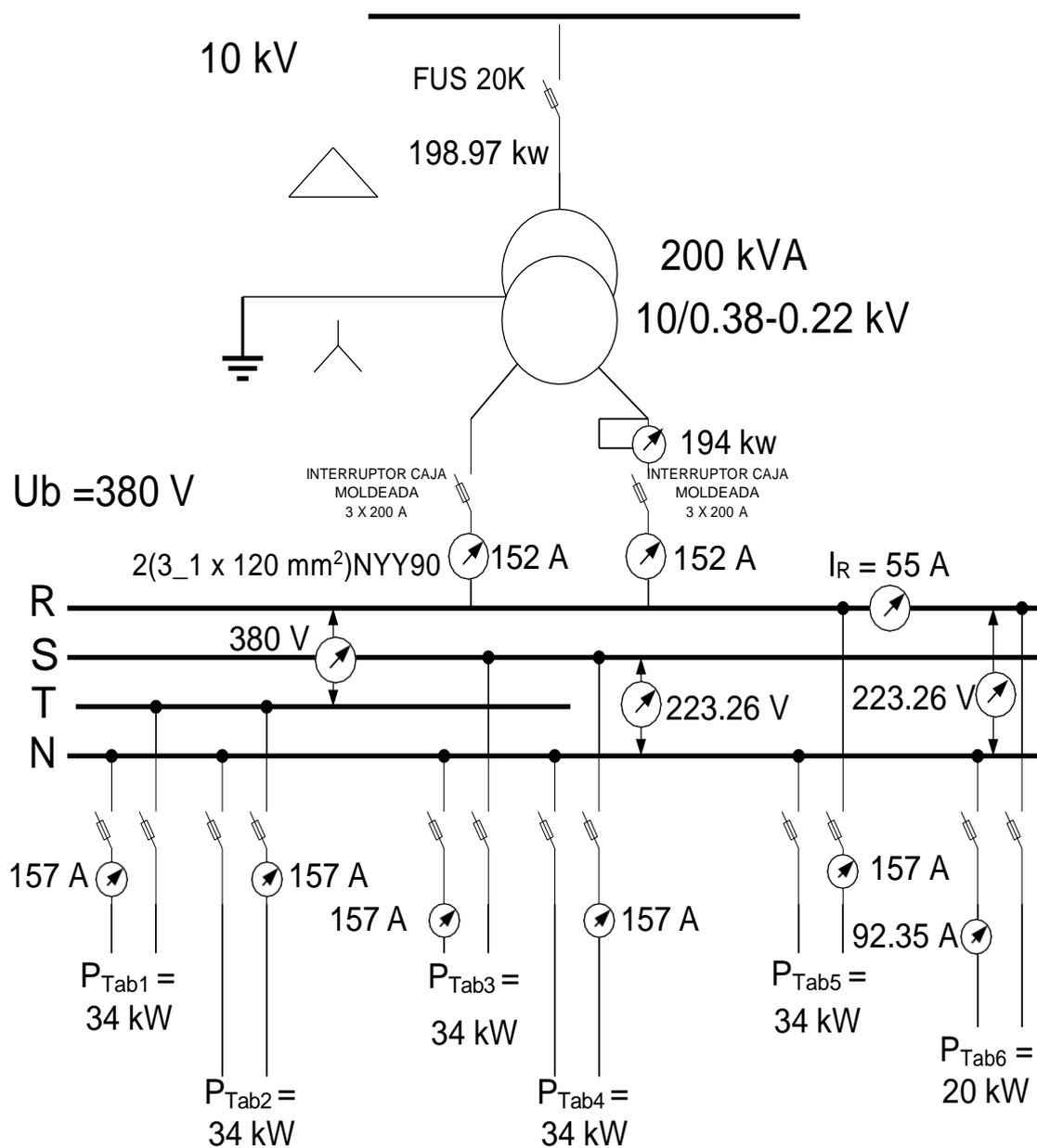


FIGURA 28: DIAGRAMA UNIFILAR PROYECTADO CON SEIS TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, CON VALORES NOMINALES.

Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Mejoras en transformador de tensión

La mejora en la eficiencia del transformador se produce como resultado de aumentar el factor de potencia de 0,86 a 0,97, lo que da como resultado una disminución de la corriente suministrada al transformador.

5.3.3.1. Aumento de la eficiencia del transformador de subestación:

Intensidad nominal en bornes de salida, I_{2n} : 303.87 A

Intensidad promedio anual en bornes del transformador, I_2 :

$$I_2 = \frac{111730W}{\sqrt{3} * 380V * 0.97} = 175A$$

Índice de carga del transformador, con mejora del $\cos\varphi$:

$$a_c = \frac{I_{2-oper}}{I_{2n}} = \frac{175A}{303.87A} = 0.576$$

Rendimiento del transformador, con mejora del $\cos\varphi$:

$$\eta_{Tr2} = \frac{S_n * \alpha_{c2} * \cos\varphi_2}{S_n * \alpha_c * \cos\varphi_2 + P_{Fe} + \alpha_{c2}^2 * P_{nCu}} * 100$$
$$\eta_{Tr2} = \frac{200 * 0.576 * 0.97}{200 * 0.576 * 0.97 + 1.77 + 0.576^2 * 4.12} * 100 = 97.27 \%$$

Incremento del rendimiento del transformador por aumento del factor de potencia:

$$\Delta\eta = \eta_{Tr2} - \eta_{Tr1} = 97.27 - 96.95 = 0.32\%$$

Potencia activa absorbida por el transformador, con mejora del $\cos\varphi$:

$$P_{abs-2} = \frac{P_2}{\eta_2} = \frac{111.73}{0.9727} = 114.86 \text{ kW}$$

Potencia activa absorbida por el transformador, sin mejora del $\cos\varphi$:

$$P_{abs-1} = \frac{P_1}{\eta_1} = \frac{111.73}{0.9695} = 115.24 \text{ kW}$$

Reducción de potencia activa absorbida:

$$\Delta P = 115.24 - 114.86 = 0.38 \text{ kW}$$

Triángulo de potencia del transformador de subestación con mejora del $\cos\phi$

Triángulo de potencias en Subestación con mejora del $\cos\phi$

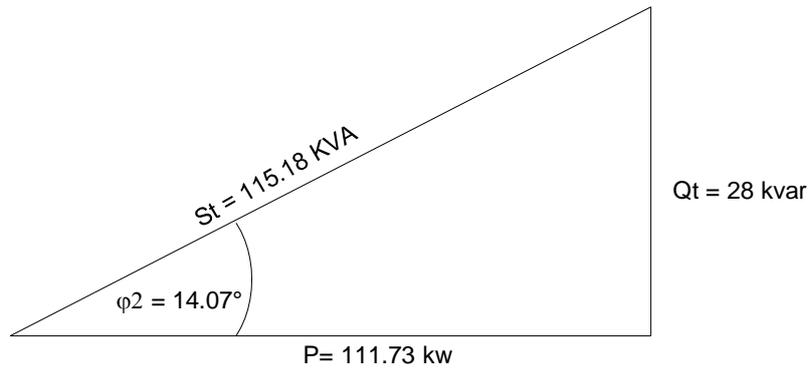


FIGURA 29: TRIÁNGULO DE POTENCIAS EN BORNES DEL TRANSFORMADOR DE SUBESTACIÓN, CON MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. Dimensionamiento del sistema de enfriamiento de subestación

La temperatura y humedad del ambiente de la estación será controlada por equipos de ventilación, manteniendo la temperatura ambiente entre 22 y 23 grados centígrados y la humedad relativa del ambiente entre 70 y 75%.

Demanda de calor:

a. Por disipación de calor del transformador, Q_{tr}

$$Q_{Tr}(kw) = S_n(KVA) * \cos\phi * (1 - \eta_{Tr}) = 200(KVA) * 0.97 * (1 - 0.9765) = 4.559$$

b. Fluorescentes:

Modelo: T8

Cantidad: 04 piezas

Rendimiento: 76%

Potencia: 36 W

Calor perdido al medio ambiente por fluorescentes:

$$Q_{perd-calor} = 4 * 36(1 - 0.76) = 34.56 \text{ W} = 0.03456 \text{ kW}$$

c. Conductores eléctricos

Calor disipado por conductores eléctricos:

Temperatura promedio en superficie: 33°C

Temperatura medio ambiente: 25.5°C

Coeficiente de convección conductor-aire: $16.5 \text{ w}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, velocidad: 4.5 m/s

Longitud total de conductores en subestación: $L_T = 2 * 3 * 3.5 = 21 \text{ m}$

Superficie lateral de conductores (120 mm^2): $S = \pi * 0.025 * 21 = 1.65 \text{ m}^2$

Calor disipado en conductores del transformador $Q_{cond-Tr}$:

$$Q_{cond-Tr} = 16.5 * 1.65 * (33 - 25.5) = 204.18 \text{ W} = 0.204 \text{ kW}$$

d. calor recibido desde el medio ambiente

Hasta dos paredes laterales reciben la radiación solar:

Coeficiente de convección aire – pared: $12 \text{ w}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, velocidad del aire = 6 m/s

Superficie de paredes laterales: $A_{paredes} = 2 * L * H = 2 * 4.5 * 5.5 = 49.5 \text{ m}^2$

Temperatura del medio ambiente en verano = 34°C

Temperatura de la pared: 25°C

Calor que recibe la pared lateral, $Q_{p-\infty}$:

$$Q_{p-\infty} = 12 \frac{\text{W}}{(\text{m}^2 * ^\circ\text{C})} * 49.5 \text{ m}^2 * (34 - 25) ^\circ\text{C} = 5346 \text{ W} = 5.346 \text{ kW}$$

En resumen, se tiene la siguiente tabla, en la que se especifica el calor perdido.

Calor total expulsado por transformador	4.56 kW
Calor de perdida en el medio ambiente por fluorescentes	0.03456 kW
Flujo térmico expulsado por conductores eléctricos	0.204 kW
Flujo de calor adquirido por pared lateral	5.34 kW
Flujo térmico a ser expulsado:	10.14 kW

TABLA 11: CALORES QUE CALIENTAN EL AMBIENTE DE LA SUBESTACIÓN.

Fuente: Elaboración propia.

Cambios Sugeridos del Aire para una Ventilación Apropia

$m^3/\text{min} = \text{Dimensiones del lugar} / \text{Cambio/Minutos}$

	AREA	CAMBIO/MINUTOS
1	Cuarto de Maquinas	1 a 3
2	Taller	2 a 10
3	Cuarto de Generadores eléctricos	2 a 5

TABLA 12: VALORES DE EVACUACIÓN DEL AIRE EN UNA INSTALACIÓN.

Elaboración propia.

Ventilación forzada de aire en Sub estación

Se instalará un extractor axial en la pared lateral de la subestación para absorber el aire caliente generado en los transformadores y conectores.

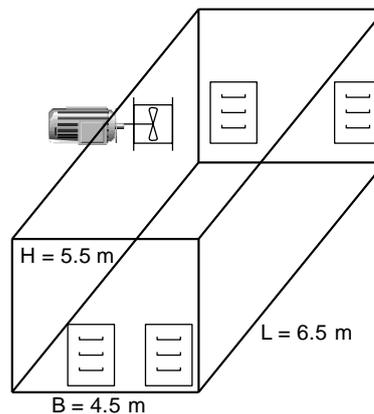


FIGURA 30: VENTILACIÓN DE LA SUBESTACIÓN CON EXTRACTOR.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de flujo de aire a extraer de la caseta de transformación:

Volumen de la caseta de la subestación: $4.5 \times 5.5 \times 6.5 = 160.875 \text{ m}^3$

Flujo de aire a extraer, ma:

$$m_{\text{aire}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = \frac{Q_{\text{a evacuar}}(\text{kw})}{C_p \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) * (T_i - T_f)(^\circ\text{C})} = \frac{10.14 (\text{kw})}{1.17 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) * (28 - 25)(^\circ\text{C})} = 2.88$$

Capacidad del ventilador: 2.8 kg/s, para lo que le corresponde un flujo volumétrico de $2.48 \text{ m}^3/\text{s} = 8,928 \text{ m}^3/\text{h}$

Diferencia total de presión en ventilador, Δp_t :

$\Delta p_t = 43 \text{ mm columna de agua} = 430 \text{ Pa (N/m}^2\text{)}$

Eficiencia esperada del ventilador: 75%, para ventilador axial

Potencia que debe entregar el motor eléctrico:

$$P_{ME} = \frac{P_{\text{ventilador}}}{\eta_{\text{ventil}}} = \frac{2.48 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 450 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{0.75 * 1000} = 1.48 \text{ kW}$$

Potencia nominal del ME: 1.5 kW

Voltaje del ME = 220 V, monofásico

$\text{Cos}\phi$ del ME: 0.86

5.4. Análisis económico de implementación de mejoras en subestación

5.4.1. Inversión total necesaria

Inversiones en activos, MO, Obras civiles y accesorios eléctricos en subestación					
El Dorado Trujillo					
Item	Denominación	Cantidad	U. M.	Costo unitario Soles/UM	Sub Total Soles
I	Instalación de analizador de energía trifásico				
1	Analizador de energía trifásico Pn = 200 kW, 60 Hz	1	Pieza	4500	S/ 4,500
2	Conductor eléctrico trifásico NYY 80, 3 x 4 mm ²	20	m	28.55	S/ 571
3	Interruptor automático trifásico caja moldeada, 315 A, 20 kA, 380 V	1	Pieza	765	S/ 765
4	Mano de Obra en implementación de equipos y accesorios eléctricos	1	Glb	450	S/ 450
5	Obras civiles instalación cables	1	Glb	120	S/ 120
6	Ferretería eléctrica	1	Glb	150	S/ 150
II	Instalación de tablero nuevo de 20 kw, 220 V				

1	Conductor eléctrico trifásico NYY 80, 3 x 120 mm ²	215	m	42.5	S/ 9,138
2	Tablero de distribución 60 x 75 x 40 cm	1	Pieza	215	S/ 215
3	Interruptor automático caja moldeada, 115 A, 15 kA Un = 380 V	1	Piezas	600	S/ 600
4	Mano de Obra en implementación de equipos y accesorios eléctricos	1	Glb	320	S/ 320
5	Obras civiles instalación cables	1	Glb	150	S/ 150
6	Ferretería eléctrica	1	Glb	150	S/ 150
III	Compensación del factor de potencia				
1	Condensador monofásico U = 220 V, 7 Kvar, 0.4028 mF c/u	5	Piezas	245	S/ 1,225
2	Condensador monofásico U = 220 V, 5 Kvar, 0.4028 mF c/u	1	Pieza	175	S/ 175
3	Conductor eléctrico trifásico NYY 80, 3 x 35 mm ²	20	m	28.55	S/ 571
4	Reloj temporizador monofásico Un = 220 V, In = 15 A, f = 60 Hz	6	Piezas	195	S/ 1,170
5	Contacto electromagnético trifásico, 380 V, In = 150 A, Zinductor = 3%	5	Piezas	475	S/ 2,375
6	Celda electrostática 70 cm x 70 cm x 1,5 m compensación Cos j	1	Pieza	523	S/ 523
		Total			S/ 23,168

TABLA 13: PRESUPUESTO DE INVERSIÓN EN ACTIVOS, MANO DE OBRA E INSUMOS PARA MEJORAS EN SUBESTACIÓN EL DORADO.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2. Beneficio económico

Es valoración económica por reducir la energía que se pierde en transformador y en cables de distribución debido por las mejoras en factor de potencia.

Reducción de pérdida de energía en transformadores:

En transformador de subestación

Potencia ahorrada, por aumento de eficiencia

$$\Delta P_{abs} = P_{abs-1} - P_{abs-2} = 0.38 \text{ kW}$$

P_{abs-1} : Potencia absorbida por transformador, sin mejoras, kw

P_{abs-2} : Potencia absorbida por transformador, con mejoras, kw

Tiempo de operación mensual: 400 horas/mes

Energía eléctrica activa que se ahorraría en transformador, EE1:

$$EE_1 \left(\frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{mes}} \right) = \Delta P_{abs}(\text{kW}) * T_{po} \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right)$$
$$EE_1 = 0.38 \text{ kW} * 400 \left(\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right) = 152 \left(\frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{mes}} \right)$$

Energía activa total que se ahorra por mejoras en las subestaciones eléctricas = 152 kw.h/mes

Energía reactiva que se deja de pagar, por aumento del factor de potencia:

$$Q_1 - Q_2 = 66.28 - 28 = 38.28 \text{ KVAR}$$

Beneficio económico:

B1 = Por reducción de energía activa

$$152 \frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{mes}} * 0.62 \frac{\text{soles}}{\text{kW} \cdot \text{h}} = 94.24 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} = 1130.88 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

B2 = Por eliminar pago de energía reactiva:

$$38.28 \text{ KVAR} * 400 \frac{\text{h}}{\text{mes}} * 0.045 \frac{\text{S}}{\text{KVAR}} = 689.04 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} = 8268.48 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

B3 = Por alquiler de puestos debido a instalación de un tablero adicional, de 20 kw:

- Potencia nominal en cada puesto: 750 w
- Número de puestos comerciales adicionales a alquilar: 20
- Costo del alquiler de puestos: 300 soles/mes

Beneficio por alquiler adicional:

$$20 \text{ puestos} * 300 \frac{\text{soles}}{\text{puesto}} = 6000 \frac{\text{soles}}{\text{mes}} = 72000 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

Beneficio económico total:

$$1130.88 + 8268.48 + 72000 = 81399.39 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

5.4.3. Período de retorno de la inversión, PRI

$$PRI = \frac{\text{Inversión (soles)}}{\text{beneficio } \left(\frac{\text{soles}}{\text{mes}} \right)}$$

$$PRI = \frac{23\ 168 \text{ soles}}{81\ 399.36 \left(\frac{\text{soles}}{\text{mes}} \right)} = 0.284 = 3.4 \text{ meses}$$

Se observa que la inversión es atractiva, pues el PRI es bastante corto.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

a) Realizar el diagrama unifilar desde la subestación a los tableros de distribución en baja tensión

Según Bazán, A y Karlo, K. "Auditoría energética del sistema eléctrico para la empresa molinera de arroz valle dorado s.a.c en la ciudad de jaén-perú-2020". se ejecutaron mediciones y a partir de esto se logró obtener datos reales, estos fueron comparados con las normas nacionales e internacionales. La investigación empezó con el inventario de máquinas y equipos que consumen electricidad, obteniendo la máxima demanda, Así mismo se hizo registro y mediciones del transformador mixto quien llego a determinar la calidad de energía eléctrica que va a llegar a la Molinera; se sugirió implementar un cambio tecnológico para el sistema de iluminación y motores eléctricos, para aminorar la energía reactiva se requiere un banco de capacitores.

Tomando como referencia el trabajo previamente mencionado, se cuenta con un transformador de 200 KVA, cuyo factor de potencia fue determinado con un estudio anteriormente hecho por la concesionaria que realizó la obra con ayuda de un analizador de redes, el cual determinó un factor de potencia bajo de 0.86. El transformador es con aceite, con conexión de entrada en triangulo y de bobina en el secundario en estrella, con alimentación de los bornes en salida de 380 V a la barra de distribución se hace en un tándem de 2 cables, la cual es descarga en estrella y se distribuye en monofásico con conexión de neutro en 220 V

El sistema cuenta con 5 tableros de distribución, cada uno cuenta con su respectivo interruptor termomagnético los cuales tienen cargas diferentes, provocando un desbalance en el sistema eléctrico. El diagrama presentado está en representación a la norma ISO, este permite una mejor visión y orientación del sistema de distribución secundario que consta de los 5 tableros, así como de sus diferentes cables de distribución y equipos de protección y es la actualización del sistema de transformación y distribución primario y secundario puesto que no cuenta con uno.

A diferencia de la referencia del trabajo previamente mencionado que en su diagrama no muestra detalle de las celdas de transformación y tampoco se visualiza el sistema de conexión y desconexión, de protección y puesta a tierra.

b) Realizar una auditoría energética del sistema de transformación y distribución del centro comercial el dorado

En la tesis de Vintimilla Córdoba & Paladines Eras “Auditoria Energética a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartopel. Cuenca – Ecuador”, con el fin de mejorar la eficiencia, no existe en este estudio un método de determinación, procedimiento y ecuación de potencia que se refiera explícitamente al análisis de transformadores seguido de carga. Análisis y sus conductores principales y auxiliares, por lo que, la instalación de equipos de alta eficiencia, en este caso el bloque de condensadores, les permite mejorar la eficiencia del transformador. Tomando como referencia el estudio de Vintimilla y Paladines y usando las mismas fórmulas se determinó la capacidad y rendimiento del transformador midiendo la intensidad de corriente en bornes del transformador y el factor de potencia del registro técnico del centro comercial, con lo que se obtuvo un índice de carga de 65%. Con este método de conexión de la norma ISO se pudo obtener la eficiencia sin compensación del factor de potencia el cual solo alcanza 96.25%. En la investigación de Vintimilla Córdoba y Paladines Eras alcanza un 94.65% de eficiencia en el transformador debido a un bajo factor de potencia de 0.67.

A diferencia de la investigación tomada como referencia, en nuestra investigación se realizó el cálculo de pérdidas en conductor de distribución desde el transformador hasta la barra de baja tensión se obtuvo una eficiencia del 99.99% lo cual quiere decir que el tándem de 2 conductores de distribución principal tiene un gran rendimiento debido a la mínima pérdida de potencia por haber sido sobredimensionado, también se procedió a analizar la línea de alimentación en baja tensión hacia los 5 tableros se puede apreciar que los 3 primeros tableros tienen un rendimiento superior al 99%, a comparación del cuarto tablero, donde el conductor tiene un rendimiento de 97.81% ya que tiene

una distancia mucho más larga, 308 metros y una carga de 164 A, la cual es superior a los demás conductores de alimentación de los tableros.

c) Elaborar medidas de mejora en subestación

Según Vintimilla Córdoba & Paladines Eras en su investigación “Auditoria Energética a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartopel. Cuenca – Ecuador”, propone procedimientos definidos para mejorar la eficiencia energética, para su logro se combinan diferentes procedimientos como la corrección del FP en toda la planta, incrementado el rango entre 0.92 – 0.93.

Como resultado de la presente tesis se dimensiono un circuito de compensación del $\cos\varphi$, individual, para cada tablero de distribución. Se asume que el $\cos\varphi$ nuevo será de $\cos\varphi_2 = 0.97$, para que no inyecte energía reactiva capacitiva a la red eléctrica, para no pagar energía reactiva; con esto se lograría obtener un incremento de potencia activa que puede ser suministrada por el transformador de 22 kW, es decir, se puede instalar un tablero adicional de distribución de energía eléctrica monofásica, de $P_n = 20$ kw, lo que ayudará a mejorar el equilibrio entre fases. Asimismo, existiría un aumento de la eficiencia del transformador que aumentaría hasta 97.27% existiendo una mejora de 0.32% con respecto a la anterior eficiencia que no contaba con la corrección del factor de potencia.

Comparado con la investigación de Vintamilla, la proyección de mejora de su factor de potencia es menor que lo sugerido por Hidrandina para poder acceder al beneficio de que la potencia reactiva no sea facturada. Si presenta un ahorro considerable pero siguen pagando por dicha potencia

Por otro lado, para mantener una temperatura adecuada del local entre 20 y 23 °C se propone el uso de un ventilador de caseta con extractor axial para la subestación con un motor eléctrico monofásico de 1.5 kW

d) Realizar el Análisis económico de implementación de mejoras en subestación

Según **Torres Flores** en su investigación “Auditoría energética, para reducir el consumo energético en la fábrica de fideos agroindustrias y comercio s.a. – Lambayeque”. Realizó una metodología en la cual se dictaminó cambiar los motores del molino con el objetivo de reducir el consumo de energía en el sistema, para lo cual realizó un análisis económico detallado de todos los gastos e inversiones necesarias en equipos, mano de obra, servicios prestados. Luego procedió a calcular el beneficio económico por reducir la energía que se pierde utilizando el nuevo sistema propuesto y calculando el tiempo en el cual retornará la inversión. La cual se realizó un análisis financiero (TIR y VAN) para poder mejorar su factor de potencia y así reducir el consumo de energía reactiva, a diferencia de nuestra investigación en la cual el centro comercial cuenta con una asociación la cual se encargará de proporcionar los S/. 23 168.00, al ser una suma moderada entonces la asociación cuenta con el dinero por lo tanto ya no es necesario hacer un análisis financiero para ejecutar la propuesta de mejora, la cual consta con la instalación de un analizador de redes, compensación del factor de potencia y la implementación de un nuevo tablero de 20 kW.

Para nuestra investigación una vez determinada la potencia que se desperdicia en el transformador se realizó un análisis económico de implementación de medidas de mejora en la subestación para reducir la energía que se llega a perder observando que se puede llegar a ahorrar 152 kW-h / mes lo que conllevaría a un ahorro de S/. 1 130.88 al año. Estos valores se llegan a conseguir gracias al aumento de la eficiencia del transformador.

Gracias a la instalación de condensadores en cada tablero de distribución y asumiendo el aumento del factor de potencia a 0.97, la potencia reactiva se reduce a 38.28 KVAR, la cual se dejaría de pagar gracias al f.d.p generando un ahorro de S/. 8 268.48 soles al año.

Por la energía perdida ya reducida, es posible implementar otro tablero de distribución el cual nos permitirá aumentar la cantidad de puestos los cuales pueden llegar a ser alquilados y así se genera otra fuente de ingresos. Se

proyectó una implementación de 20 nuevos puestos, los cuales nos proporcionarían un ingreso de S/. 300.00 cada uno, eso quiere decir S/. 6 000.00 al mes, lo cual nos otorgaría S/. 72 000.00 al año.

Se hizo el beneficio económico por haber aumentado la eficiencia del transformador con el banco de capacitores el cual nos brindará un beneficio económico total de S/. 81 399.39 al año con lo cual se determinó que el periodo de retorno de la inversión será de 3,4 meses, valor que es viable, pues el PRI es bastante corto.

VII. CONCLUSIÓN

Luego de aplicar técnicas básicas, tales como ecuaciones electromecánicas, auditorías de potencia y sistemas de suministro de energía, y máquinas eléctricas, se obtuvieron los resultados correspondientes, de los cuales se extrajeron los resultados de la investigación, excepto los siguientes:

- a) Una vez realizado y plasmado el diagrama unifilar en el cual se aprecia el sistema de transformación, de distribución primaria y secundaria, se concluye que este diagrama dará paso a una mejor lectura y una mejor ubicación y orientación tanto al personal de mantenimiento como a los mismos comerciantes del centro comercial.
- b) Se concluyó que 3 de los 5 tableros cuenta con conductores sobredimensionados ya que el tramo que presentan es corto, sus pérdidas son mínimas y sus rendimientos son superiores al 99%, el 4 tiene el tramo más largo y es el que presenta más carga y su rendimiento es de 97.81%. En la caseta del transformador se instalará un enfriamiento forzado con ventilador de extracción axial, con una capacidad de 2.88 kg/s, con flujo volumétrico de 2.48 m³/s el cual es suficiente para dicho sistema ya que el calor disipado por los conductores es mínimo gracias a su potencia perdida la cual es mínima gracias a su sobredimensionamiento
- c) Luego de calcular eficiencia de transformador, de conductores y sus capacidades respectivamente se concluye que es posible aumentar el factor de potencia a 0.97 se puede llegar a generar hasta 194 kW de potencia activa y evitar la facturación de la potencia reactiva gracias a bancos de capacitores ya que al superar el 0.95 esta puede ser despreciada, el cual también nos abre paso a la instalación de un nuevo tablero de distribución de una capacidad de 20 kW una vez ya se haya balanceado los 5 tableros con los que ya cuenta el sistema eléctrico.

d) La inversión necesaria deberá ser de S/. 23 168.00 para poder instalar el analizador de redes, aumento de factor de potencia e instalación de nuevo tablero de distribución, la cual será recuperada en 3.4 meses ya que se obtendrán distintas fuentes de ingresos. Al mejorar la eficiencia del transformador se ahorraría S/. 1 130.88 al año, al aumentar el factor de potencia, el costo de la energía reactiva se elimina, por ende, genera un ahorro de S/. 8 268.48 al año y por la instalación de un nuevo tablero podrán ser alquilados 20 nuevos puestos, lo cual genera un ingreso de S/. 72 000 .00 al año. Esto generará un retorno de la inversión atractiva por tener un periodo muy corto.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar una prueba de calidad de la energía para determinar los armónicos en el sistema debido a la electrónica
2. Implementar un sistema de registro el cual nos permitirá estar al día con los parámetros del transformador
3. Reemplazar el mantenimiento correctivo por el predictivo
4. Realizar la compra del analizador de redes que se incluyó en el análisis económico, este equipo permitirá obtener y estudiar parámetros más complejos los cuales pueden llegar a mejorarse y así generar beneficio económico
5. Instalación del nuevo tablero de distribución para poder habilitar más puestos de trabajo, los cuales generarán ingresos para que el retorno de inversión sea el calculado.

IX. REFERENCIAS

- BAZAN, K. G. (2020). *AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA EMPRESA MOLINERA DE ARROZ VALLE DORADO S.A.C EN LA CIUDAD DE JAÉN-PERÚ- 2020*. JAEN .
- CALDERON SALGADO, E. J. (2012). *ESTUDIO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA Y PROPUESTA DE APLICACION DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL HOSPITAL PEDRO ALTAMIRANO, DEL MUNICIPIO LA TRINIDAD, DEPARTAMENTO DE ESTELI -NICARAGUA* . ESTELI.
- CORDOVA, P. I. (2012). *AUDITORÍA ELÉCTRICA A LA FÁBRICA DE CARTONES NACIONALES CARTOPEL* . CUENCA .
- EDUARDO, N. B. (1996). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CONCEPTOS BASICOS Y DISEÑO*. MEXICO: ALFAOMEGA GRUPO EDITORIAL, S.A.
- FILIU, L. M. (2014). *INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AUTOMATISMOS* . MADRID: EDICIONES PARANINFO S.A.
- INDECO. (NOVIEMBRE DE 2015). *PROMELSA*. OBTENIDO DE PROMELSA: [HTTP://WWW.PROMELSA.COM.PE/PDF/1000464.PDF](http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000464.pdf)
- JOEL, E. D. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA AUDITORÍA ELÉCTRICA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN EL HOSPITAL II DE ESSALUD CAJAMARCA*. CAJAMARCA .
- MACHADO, O. J. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE AUDITORÍA ENERGÉTICA “LÁCTEOS NUEVA GUINEA” EN LA CIUDAD DE NUEVA GUINEA, RACCS, EN EL AÑO 2019*. NICARAGUA .
- MELECSA. (AGOSTO DE 2016). *MELECSA-BTICINO*. OBTENIDO DE MELECSA-BTICINO: [HTTP://MELECSA.PE/MEDIA/1210/BTDIN-NEW-MIN.PDF](http://melecsa.pe/media/1210/btdin-new-min.pdf)
- MORALES, D. P. (2011). *ALTERNATIVAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL HOSPITAL SANTA CRUZ E.S.E. BOGOTÁ D.C. BOGOTA* .
- MURILLO JARQUIN, O. D., & LANUZA SAAVEDRA, E. M. (2009). *IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS Y TÉCNICAS DE AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DEL DEPARTAMENTO DE ESTELI* . ESTELI.
- ORLANDO, A. L. (2018). *DISEÑO DE PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN BASE A AUDITORÍA ENERGÉTICA Y NORMAS*

*ELÉCTRICAS PERUANAS EN EMPRESA MOLINOS CALCAREOS SAC
PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACIÓN . TRUJILLO.*
OSINERMINING. (2016). *OSINERMINING* . OBTENIDO DE OSINERMINING :
[HTTPS://WWW.OSINERGMIN.GOB.PE/SITEPAGES/DEFAULT.ASPX](https://www.osinergmin.gob.pe/sitepages/default.aspx)
PALADINES, E. V. (2012). *AUDITORÍA ELÉCTRICA A LA FÁBRICA DE
CARTONES NACIONALES CATORPEL. CUENCA .*

ANEXOS

ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Auditoría del sistema eléctrico de baja tensión (INDEPENDIENTE)	Se define como un estudio integral de los aspectos económicos y técnicos que inciden directa o indirectamente en el consumo de energía eléctrica (Figueroa, 2015, p-3).	Para determinar la auditoría del sistema eléctrico en baja tensión se tomará en cuenta los parámetros de voltaje, amperaje y potencia, de la energía consumida	<ul style="list-style-type: none"> - El voltaje será medido en voltios - El amperaje será medido en amperios - La potencia será medida en kW - Resistencia del aislamiento del conductor - Perturbaciones 	De Intervalos

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia energética (DEPENDIENTE)	Es la reducción de las potencias demandadas al sistema eléctrico, sin que estas afecten a los trabajos o actividades normales que se desarrollan dentro de la industria (Serra,2016)	Para determinar la eficiencia energética se considerará los índices de factor de potencia (potencia aparente) sobre el consumo energético para hacer una comparativa real	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia aparente - Potencia activa - Potencia reactiva - Costo de energía mensual, será medido en kW/h 	De razón

ANEXO 2 FICHA TÉCNICA DEL CUESTIONARIO

Objetivo de la encuesta:

Realizar un inventario de los artefactos eléctricos con los que cuenta cada puesto y sus tiempos de uso, y también recopilar información de la tarifa eléctrica con la que cuentan actualmente

Tamaño de la muestra:

46 comerciantes de los puestos electrificados pertenecientes al centro comercial El Dorado en Florencia de mora

Técnica de recolección:

Cuestionario impreso

Fecha de recolección de la información:

Setiembre 01 al setiembre 15 del 2021

Diseño y realización:

La encuesta fue diseñada y realizada por los estudiantes Rodríguez Loyola Eddy Paul y Vásquez Casana José Luis, estudiantes de noveno ciclo de la Universidad Cesar Vallejo con el objetivo de conocer el estado actual de componentes eléctricos con los que cuenta cada puesto del centro comercial

Universo:

Comerciantes con puestos electrificados del centro comercial El Dorado en la ciudad de Trujillo, distrito Florencia de Mora.

Preguntas que se formularan:

1. ¿Su puesto de venta cuenta con medidor eléctrico propio?
2. ¿Qué equipos eléctricos tiene?
3. ¿Conoce que es ahorro de energía?
4. ¿Tiene hábitos que contribuyan al ahorro de energía?
5. ¿Le interesaría saber qué tipos de artefactos y componentes eléctricos debe tener para ahorrar a su consumo de energía eléctrica? ¿Por qué?
6. ¿Alguna vez ha tenido algún tipo de accidente por una causa eléctrica en el centro comercial? ¿Cómo fue?

ANEXO 2 FICHA TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

Objetivo de la ficha de observación:

Conocer el estado de los componentes eléctricos instalados desde los medidores hasta los puestos electrificados, obtener el dimensionamiento en metros cuadrados de cada puesto y su tarifa eléctrica mensual

Tamaño de la muestra:

Instalaciones eléctricas de baja tensión del centro comercial asociada al centro de distribución y mando; y también instalaciones eléctricas de baja tensión asociada a los puestos electrificados

Técnica de recolección:

Observación directa

Fecha de recolección de la información:

Setiembre 01 al setiembre 15 del 2021

Diseño y realización:

La ficha de observación fue diseñada y realizada por los estudiantes Rodríguez Loyola Eddy Paul y Vásquez Casana José Luis, estudiantes de noveno ciclo de la Universidad Cesar Vallejo con el objetivo de conocer las condiciones de los componentes eléctricos instalados y su sistema de tierra del centro comercial EL Dorado.

Universo:

Instalaciones eléctricas de baja tensión del centro comercial El Dorado ubicado en el distrito de Florencia de Mora, Trujillo.

FICHA DE OBSERVACIÓN

DATOS GENERALES

RESPONSABLES: Rodríguez Loyola Eddy Paul y Vásquez Casina José Luis

FECHA DE RECOPIACION DE DATOS:

INSTRUCCIONES

La ficha tiene como finalidad de recabar datos de la red eléctrica en baja tensión del centro comercial EL Dorado en el distrito de Florencia de Mora, Trujillo.

DESCRIPCIÓN		VALORACIÓN			OBSERVACIONES
		Excelen te	Regul ar	Déficie nte	
Instalaciones asociadas al centro de distribución y mando					
1	Condiciones del tablero general				
2	Condiciones de los interruptores termomagnéticos instalados				
3	Condiciones de los interruptores diferenciales instalados				
4	Cumple con las normas establecidas por el RNE para tableros generales				
5	Condiciones de los tableros de distribución por puesto				
6	Correcta instalación de conductores eléctricos según normativa				
7	Condiciones del segmento de distribución de la energía eléctrica				
8	Condiciones del fusible en el centro de transformación				
9	Condiciones del sistema de puesta a tierra				
10	Condiciones de los conductores				

11	Cumple con las normas establecidas por el RNE para tableros de distribución				
	Instalaciones asociadas a los puestos electrificados	Excelente	Regular	Deficiente	
12	Condiciones de los interruptores termomagnéticos instalados				
13	Condiciones del sistema de luminarias de cada puesto electrificado				
14	Condiciones de tomacorrientes de los puestos electrificados				
15	Correcta instalación de conductores eléctricos según normativa				
16	Equipos eléctricos con eficiencia eléctrica alta				
17	Luminarias con sistema de ahorro de energía				
18	Condiciones de los artefactos eléctricos con los que cuentan los comerciantes				
19	Dimensiones en m ² del puesto de venta				
20	Tarifa mensual en soles del suministro eléctrico de su puesto de venta				

ANEXO 4. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

FORMULA DEL MUESTREO ESTRATIFICADO

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n = muestra

N = población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de ocurrencia

q = probabilidad de no ocurrencia

e = error admisible

$$n = \frac{1.64^2 * 0.5 * 0.5 * 80}{80 * 0.1^2 + 1.64^2 * 0.5 * 0.5} = 46$$

ANEXO 5. RECIBO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

Recibo N° S501-56651520

Trujillo/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/09/2021 al 30/09/2021



Cliente	Inmobiliaria el Rocio S.A.		
R.U.C.	20275377822		
Dirección	Mz. K 01,9, Sec. Semi Rústica Mampuesto - Trujillo, Trujillo - La Libertad		
Referencia			
Ruta	13-118-13		
Tarifa	MT3	Serie Medidor	00000002849253 - Electrón.
Medición	Medía Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-302286	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Inicio Contrato	13/02/2006
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.2)	Termino Contrato	12/02/2022

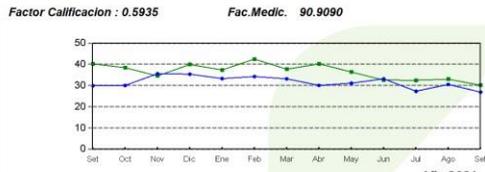
Setiembre-2021

CÓDIGO 47482167

Promedio Máxima Demanda	Potencia Contratada
38.3227	150.0000

Calificación Horas Punta HorasPunta 130

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	3,675.8230	3,820.8747	145.0517	13,186.5050	Cargo Fijo		11.1100	11.11
Energía Activa Hora Punta (kWh)	620.5547	646.1847	25.6300	2,329.9977	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión			19.91
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	3,055.2683	3,174.6900	119.4217	10,856.5073	Energía Activa HP	2329.9977	0.2823	657.76
Energía Reactiva (kVarh)	2,782.7241	2,879.1923	96.4682	8,769.8276	Energía Activa FP	10856.5073	0.2341	2541.51
Potencia Hora Punta (kW)	0.3361	0.2962	0.2962	26.9272	Energía Reactiva	4813.8761	0.0530	255.14
Potencia Fuera Punta (kW)	0.3632	0.3322	0.3322	30.2000	Pot. Uso Redes Distrib. HP	38.3227	12.4200	475.97
					Pot. Activa Generación HP	30.2000	57.3000	1730.46
					Alumbrado Público (Alicuota : S/ 0.5813)			290.65
					Interés Compensatorio	1.0000	26.7672	26.77
					SUB TOTAL			6009.28
					Imp. Gral. a las Ventas			1081.67
					Interés Moratorio	1.0000	2.4392	2.44
					Saldo por redondeo	1.0000	-0.0100	-0.01
					Redondeo			-0.02
					Aporte Ley Nro. 28749	13186.5050	0.0088	116.04
					TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2021			7209.40
					Deuda Anterior (1 Mes.)			7728.20
					Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 234.20			



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Jul - 2021 S/ 7600.70 Ago - 2021 S/ 7728.20

	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
EAFP kWh	12814	14034	14102	15486	14303	14642	16665	15192	15070	11999	12299	12015	10857
EAFPP kWh	2574	2933	3231	3354	2843	2887	3438	2910	2953	2463	2411	2426	2330
PFP kW	40.2363	38.4272	34.5545	39.9272	37.3636	42.4727	37.7181	40.2272	36.4181	32.6000	32.5091	33.8181	30.2000
PHP kW	29.9727	30.8900	35.6000	35.4000	33.3091	34.2727	33.2000	30.1091	31.1363	33.2000	27.3454	30.5545	26.9272

Emisión 05/10/2021 Vencimiento 21/10/2021 TOTAL S/***14,937.60**

Su AMT es : A3146 - TPO005 de SE de Potencia : S.E. PORVENIR

Son : CATORCE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE Y 60/100 SOLES
(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Setiembre-2021 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I. Art. 4, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshdna@distriluz.com.pe
Revise el estado de cuenta de su recibo en: <https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtual/Consulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Fecha Corte:22/10/2021

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Facturación: **Setiembre-2021**
Inmobiliaria el Rocio S.A.
Suministro: #1 Hidrandina 47482167
Dirección: Mz. K 01,9, Sec. Semi Rústica
Ruta: 13-118-13
Emisión: 05/10/2021
Vencimiento: 21/10/2021

Recibo N° 01--56651520
Trujillo/Trujillo
TOTAL A PAGAR S/ ***14,937.60**



Fuente: HIDRANDINA

ANEXO 6. FICHA TÉCNICA DEL TRANSFORMADOR



TECNORED
COMERCIALIZACIÓN DE MATERIALES

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

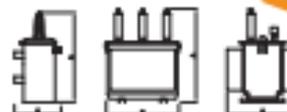
Es utilizado en la distribución de la energía eléctrica en sistemas urbanos y rurales. Son fabricados principalmente para uso intertempé, montados en uno o dos postes con aisladores y pintura especial apta para zonas costeras, húmedas y corrosivas.

Su diseño y construcción es según normas de las compañías de distribución eléctrica y normas internacionales ANSI C57 o IEC 76.

Los transformadores son aptos para sistemas monofásicos y trifásicos de hasta 25 kV y potencias de hasta 500 kVA.

CARACTERÍSTICAS:

- Clase 15 kV o clase 25 kV.
- Potencias desde 5 a 500 kVA.
- Incluye cambiador de derivaciones.
- Mochila para montaje en un poste.
- Base para montaje en 2 postes.
- Ganchos de izaje
- Otros accesorios estándares.




Tipo	Código			Potencia (kVA)	Clase (kV)	Pérdidas		2%	Dimensiones			Base (Lit.)	Peso (kg)	
	DS (12 kV)	CSB (15.2 kV)	SBC (15.2 kV)			Pto(W)	Por Normal (W)		Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo/Profundidad (mm)			
Monofásicos	-	3801054	3801055	5	15	45	150	4	800	-	550	30	80	
	3801014	-	3801055	10	15	65	200	4	800	-	550	34	110	
	3801070	3801055	3801055	15	15	90	270	4	1000	-	600	42	150	
	-	-	3801077	20	15	120	420	4	1000	-	600	44	180	
	Código 23 [kV]			Clase (kV)	Potencia (kVA)	Pérdidas		2%	Dimensiones			Base (Lit.)	Peso (kg)	
						Pto(W)	Por Normal (W)		Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo/Profundidad (mm)			
				5	25	45	150	4	800	-	550	33	84	
				10	25	100	270	4	1100	-	600	30	140	
Trifásicos	Código			Potencia (kVA)	Clase (kV)	Pérdidas		2%	Dimensiones			Base (Lit.)	Peso (kg)	
	DS (12 kV)	CSB (15.2 kV)	SBC (15.2 kV)			Pto(W)	Por Normal (W)		Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo/Profundidad (mm)			
	-	-	3801058	10	15	60	200	4	870	600	400	40	170	
	3801070	3801058	3801058	15	15	90	400	4	900	700	400	50	200	
	3801076	3801076	3801076	30	15	100	600	4	900	700	600	70	280	
	3801042	3801058	3801040	40	15	100	700	4	900	800	600	80	300	
	3801046	3801058	3801046	75	15	210	1070	4	900	1100	600	100	500	
	3801060	3801076	3801060	100	15	240	1000	4	1000	1100	770	170	600	
	3801087	3801058	3801086	150	15	480	2400	4	1070	1080	800	190	700	
	3801100	3801100	3801100	200	15	670	3100	4	1000	1100	900	210	800	
	3801115	3801076	3801080	300	15	740	3940	4	1300	1080	1000	280	1200	
	3801100	3801100	3801100	500	15	900	6000	5	1300	1300	1200	400	1500	
		Código 23 [kV]			Clase (kV)	Potencia (kVA)	Pérdidas		2%	Dimensiones			Base (Lit.)	Peso (kg)
							Pto(W)	Por Normal (W)		Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo/Profundidad (mm)		
					10	25	90	440	4	1000	700	500	65	220
					30	25	140	640	4	1000	840	580	75	300
				40	25	200	770	4	1000	900	580	85	380	
				75	25	300	1180	4	1070	1100	600	100	540	
				100	25	400	1610	4	1100	1100	770	170	620	
				150	25	540	2080	4	1300	1080	800	190	760	
				200	25	640	2800	4	1300	1100	800	210	880	
				300	25	800	3300	4	1300	1080	1000	280	1200	
				500	25	1070	6000	5	1470	1300	1200	440	1580	

www.tiendatecnored.cl

Fuente: TECNORE

ANEXO 7. PLIEGO TARIFARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ S.A.A.
TARIFA PARA LA VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

FECHA DE PUBLICACION : 03 - 12 - 2021

LAS TARIFAS DE LA PRESENTE PUBLICACION SE APLICARAN A LOS CONSUMOS EFECTUADOS A PARTIR DEL 04 / 12 / 2021

PLIEGO TARIFARIO DICIEMBRE 2021 2

N° 14 - 2021

		Hoyos-Acos y Yaso		Churin y Ravira-Pacarazo		Canta						
		LIMA NORTE	HLIACHO	SUPE-BARRANCA	HUARAL- CHANCA Y	PATIVLCA	AISLADO B 6 Hidraulico	AISLADO B 4 Hidraulico	AISLADO B 5 Hidraulico	SAYÁN - HUMAYA	SER_CHILLON	VALLE CARAL
TARIFAS PARA SUMINISTROS CON ALIMENTACION A TENSIONES NOMINALES EN MEDIA TENSION		UNIDAD										
TARIFA MT2 : TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS - 2E2P												
Cargo Fijo mensual	S./cliente	5,98	5,98	5,98	5,98	5,98	5,73	5,73	5,73	5,98	5,98	5,98
Cargo por Energia activa en horas de punta	Cent.S./kW.h	36,39	36,05	36,04	36,39	36,04	28,70	28,70	28,70	36,05	36,39	36,04
Cargo por Energia activa en horas fuera de punta	Cent.S./kW.h	30,44	30,22	30,16	30,44	30,16	28,70	28,70	28,70	30,22	30,44	30,16
Cargo por potencia activa de generación en horas de punta	S./kW-mes	75,64	75,64	75,64	75,64	75,64	35,26	35,26	35,26	75,64	75,64	75,64
Cargo por potencia activa por uso redes distribución en horas de punta	S./kW-mes	14,31	14,31	14,31	14,31	14,31	13,72	13,72	13,72	14,31	14,31	14,31
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta	S./kW-mes	14,36	14,36	14,36	14,36	14,36	13,77	13,77	13,77	14,36	14,36	14,36
Cargo por energia reactiva que exceda del 30% del total de la energia activa	Cent.S./kvarh	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,32	6,32	6,32	6,60	6,60	6,60
TARIFA MT3 : TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE UNA POTENCIA - 2E1P												
Cargo Fijo mensual	S./cliente	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,70	4,70	4,70	4,90	4,90	4,90
Cargo por Energia activa en horas de punta	Cent.S./kW.h	36,39	36,05	36,04	36,39	36,04	28,70	28,70	28,70	36,05	36,39	36,04
Cargo por Energia activa en horas fuera de punta	Cent.S./kW.h	30,44	30,22	30,16	30,44	30,16	28,70	28,70	28,70	30,22	30,44	30,16
Cargo por potencia activa de generación												
Presentes en punta	S./kW-mes	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	30,88	30,88	30,88	66,22	66,22	66,22
Fuera de punta	S./kW-mes	35,29	35,29	35,29	35,29	35,29	16,45	16,45	16,45	35,29	35,29	35,29
Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución												
Presentes en punta	S./kW-mes	15,86	15,86	15,86	15,86	15,86	15,21	15,21	15,21	15,86	15,86	15,86
Fuera de punta	S./kW-mes	15,16	15,16	15,16	15,16	15,16	14,54	14,54	14,54	15,16	15,16	15,16
Cargo por energia reactiva que exceda del 30% del total de la energia activa	Cent.S./kvarh	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,32	6,32	6,32	6,60	6,60	6,60
TARIFA MT4 : TARIFA HORARIA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE UNA POTENCIA - 1E1P												
Cargo Fijo mensual	S./cliente	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	4,70	4,70	4,70	4,90	4,90	4,90
Cargo por Energia	Cent.S./kW.h	31,84	31,58	31,54	31,84	31,54	28,70	28,70	28,70	31,58	31,84	31,54
Cargo por potencia activa de generación												
Presentes en punta	S./kW-mes	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	30,88	30,88	30,88	66,22	66,22	66,22
Fuera de punta	S./kW-mes	35,29	35,29	35,29	35,29	35,29	16,45	16,45	16,45	35,29	35,29	35,29
Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución												
Presentes en punta	S./kW-mes	15,86	15,86	15,86	15,86	15,86	15,21	15,21	15,21	15,86	15,86	15,86
Fuera de punta	S./kW-mes	15,16	15,16	15,16	15,16	15,16	14,54	14,54	14,54	15,16	15,16	15,16
Cargo por energia reactiva que exceda del 30% del total de la energia activa	Cent.S./kvarh	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,32	6,32	6,32	6,60	6,60	6,60

Fuente: ENE

ANEXO 8. SUB TABLERO 1



ANEXO 9. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL LOCAL



ANEXO 10. SUB TABLERO 2



ANEXO 11. SUB TABLERO 3



ANEXO 12. SUB TABLERO 4



ANEXO 13. SUB TABLERO 5



ANEXO 14. TRANSFORMADOR 200 KVA – 380/220



ANEXO 15. TOMA DE DATOS

