



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

**ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA
PLANTA DAKPOINT S.A. DE PAPEL TISSUE KM 24 CHONGÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTOR: JACKSON RUBEN ARIZAGA ZAMBRANO
JHONATAN STEEVEN CONTRERAS BAJAÑA**

TUTOR: MSC. PEDRO OSVEL NUÑEZ IZAGUIRRE

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jackson Rubén Arízaga Zambrano con documento de identificación N° 0923798953 y Jhonatan Steeven Contreras Bajaña con documento de identificación N° 2200277529; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 28 de marzo del año 2022

Atentamente,



Jackson Rubén Arízaga Zambrano
0923798953



Jhonatan Steeven Contreras Bajaña
2200277529

**CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Nosotros, Jackson Rubén Arizaga Zambrano con documento de identificación No.0923798953 y Jhonatan Steeven Contreras Bajaña con documento de identificación No. 2200277529, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto de investigación: “Análisis y rediseño de las instalaciones eléctricas en la planta Dakpoint s.a. de papel tissue km 24 Chongón”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 28 de marzo del año 2022

Atentamente,



Jackson Rubén Arizaga Zambrano
0923798953



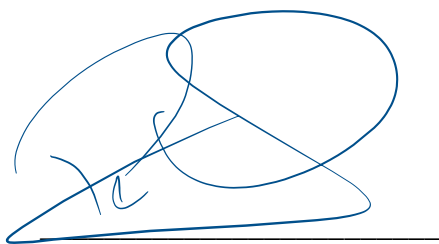
Jhonatan Steeven Contreras Bajaña
2200277529

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **PEDRO OSVEL NUÑEZ IZAGUIRRE** con documento de identificación N° 0959927153, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Análisis y rediseño de las instalaciones eléctricas en la planta Dakpoint s.a. de papel tissue km 24 Chongón”, realizado por Jhonatan Steeven Contreras Bajaan con documento de identificación N° 2200277529 y Jackson Rubén Arizaga Zambrano con documento de identificación N° 0923798953 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto de técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 28 de marzo del año 2022

Atentamente,



Ing. Pedro Osvel Nuñez Izaguirre, Msc

0959927153

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado:

Principalmente a Dios porque me dio la Vida para llegar a este momento tan importante en mi formación profesional.

Mi madre, Gladys Zambrano cuyo amor, paciencia y arduo trabajo me han hecho realizar hoy otro sueño, por inculcarme ejemplos de trabajo y coraje que no le temen a la adversidad.

A mi esposa e hija por su amor y apoyo incondicional durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento,

A toda mi familia, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento que me han hecho una mejor persona y me han acompañado de alguna manera a alcanzar mi meta.

Jackson Rubén Arizaga Zambrano

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mi mamá que no dejó que me faltara la educación y siempre creyó que todo era posible, que no existe ningún sueño que no se pueda cumplir.

A mi hermano para que en el futuro siga mi ejemplo, se supere cada día y pueda cumplir todo lo que se proponga.

A mi familia y amigos que creyeron que esto era posible y que lo iba a conseguir.

A las personas que fui conociendo a lo largo de esta carrera y siempre me desearon los mejores éxitos.

A mi novia que fue la que me acompañó en todo este proceso y siempre estuvo apoyándome incondicionalmente para así lograr el objetivo de ser profesional.

Jhonatan Steeven Contreras Bajaña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y compañero en el camino de mi vida, dándome la paciencia y la sabiduría para cumplir con éxito las metas que me propongo.

Gracias a mi madre, quien fue mi pilar fundamental y a mis compañeros quienes me apoyaron incondicionalmente a pesar de las adversidades y los inconvenientes.

Agradezco a mi tutor de tesis Ing. Pedro Núñez con su experiencia, conocimiento y motivación podemos concluir este trabajo.

Gracias a la empresa Dakpoint S.A. por permitirme realizar este proyecto y brindarme todas las facilidades para concluirlo.

Y por último agradezco a todos los docentes de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA cuya sabiduría, conocimiento y apoyo me han inspirado a crecer como persona y profesionalmente.

Jackson Rubén Arizaga Zambrano

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mi novia por que en todo momento estuvo ahí para apoyarme y nunca dejarme desistir.

A mi mamá que sin su apoyo en estos años no lo hubiera conseguido ya que siempre me dio palabras de aliento para nunca rendirme.

Gracias a mi tutor Ing. Pedro Núñez porque no solo estuvo en el proceso de la tesis, él estuvo a lo largo de la carrera compartiéndonos enseñanzas y conocimientos que nos servirían en el futuro.

Agradezco a la empresa CarPoint S.A. por prestarnos las instalaciones para poder realizar nuestro trabajo de titulación.

Y por último agradezco a los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana por compartirnos sus conocimientos y formarnos a lo largo de estos años.

Jhonatan Steeven Contreras Bajaña

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se planteó un estudio completo sobre el sistema eléctrico que posee la planta Dakpoint S.A. ubicada en el km 24 en Chongón que tiene como objetivo fundamental el aumento de velocidad y cantidad de producción, dónde la labor principal era plantear un rediseño de instalaciones a partir de una reciente maquinaria adquirida por la empresa, ayudando al desarrollo de la organización manteniendo su productividad al máximo. Siendo así, la investigación comprende de 5 capítulos:

En el capítulo uno se observa las causas que corresponden a los daños y perjuicios que se puede presentar en la empresa Dakpoint S.A. Por consiguiente, el capítulo dos, describe los puntos relacionados a la ejecución de rediseño de las instalaciones eléctricas. En el capítulo tres se planteó la forma mediante la cual se constituirá el rediseño del sistema eléctrico junto a la nueva máquina considerando las mediciones actuales de los transformadores existentes en la empresa y el criterio de crecimiento de los recursos necesarios para el funcionamiento satisfactorio del mismo.

La propuesta del rediseño sobre las instalaciones eléctricas de la empresa Dakpoint se encuentran en el capítulo cuatro basadas en el ámbito eléctrico que se aprecia un diseño capaz de llegar a los estándares más altos de calidad satisfaciendo las necesidades descritas en el estudio.

Cabe mencionar que el proyecto se define por la necesidad actual de una empresa dónde se mejoró la productividad y eficiencia de las maquinarias empleadas en conjunto para la generación del bien a vender.

ABSTRACT

In this degree work we made a research about of the electric system of the Company Dakpoint S.A. located on km24 Chongon that the main purpose is improve the speed and cuantity of production, the principal job was propose a redesign of the installations because the Company got a new machine in the way to improve the production. This Project has five chapters.

In the chapter number one we can see the causes of the damage that the Company will present. Therefore, the chapter number two present the main points of the redesign of the electric instalations. The chapter number three purposed the form of ejecution of the redesign with the new machine with the information of the Transformers of the Company.

The purpose of redesign about of electric instalations of the Company Dakpoint S.A. are found in chapter four based on the electrical field that shows a design capable of reaching the highest quality standards, satisfying the needs described in the project.

By the way the project is defined by the current need of a company where the productivity and efficiency of the machinery used together for the generation of the good to be sold was improved.

ÍNDICE

Certificados de responsabilidad y autoría del trabajo de titulación.....	ii
Certificado de sesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politecnica salesiana.....	iii
Certificado de sesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la universidad politecnica salesiana.....	i
Error! Marcador no definido.	
Certificado de dirección del trabajo de titulación.....	iv
Agradecimiento.....	vii
Índice de Imagen.....	xiv
Índice de Tablas.....	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: El problema.....	3
1.1 Descripción Del Problema.....	3
1.2 Importancia y Alcances	3
1.3 Delimitación	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	6
1.5 Marco Metodológico	6
1.5.1 Método de investigación Descriptiva.....	6
1.5.2 Método de investigación Experimental	7

CAPÍTULO II: Marco teórico.....	8
2.1 Energía Eléctrica	8
2.1.1 Descripción general de sistemas de energía eléctrica.....	9
2.1.2 Transformadores	13
2.2 Instalaciones Eléctricas en el Ecuador.	14
2.2.1 Institucionalidades y normativas en el Ecuador.	17
2.2.2 Transmisión y subtransmisión de energía eléctrica	20
2.3 Normativas utilizadas en el sector eléctrico.....	21
2.4. Calidad de energía.....	22
2.5. Aspectos de la calidad y mediciones establecidas	22
CAPÍTULO III: Descripción de materiales y métodos.....	29
3.1. Equipo Utilizado en la Medición	29
3.2. Descripción de Métodos Usados.....	38
CAPÍTULO IV: Análisis de propuesto.....	41
4.1 Rediseño del Área de transformadores Propuesta	41
4.1.1. Cálculo de cargas propuesta	41
4.1.2. Distribución en media tensión	43
4.1.3. Distribución de planta.....	44
4.1.4. Cambio de Banco de transformadores.....	45
4.1.5 Infraestructura del cuarto de transformadores	47
4.1.6 Mantenimiento de Transformadores.....	47
4.1.7 medición del terreno	48
4.1.8 Diseño unifilar de la instalación del nuevo transformador.....	49
4.1.9 Cuarto de control Propuesto	49
4.1.10 Acometidas eléctricas	49
4.2 Normas técnicas de construcción.....	52
CAPÍTULO V: Recomendaciones y conclusiones.....	53

5.1. Conclusiones	53
5.2. Recomendaciones	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	57
ANEXO 1: Diagrama Unifilar de la planta Dakpoint.....	58
ANEXO 2: Banco de transformadores.....	59
ANEXO 3: Analizador de red fluke 435 II.....	60
ANEXO 4: Verificación de datos de analizador de red.....	61
ANEXO 5: Sistema en proceso de monitoreo.....	62

Índice de Imagen

Imagen 1 Ubicación de la Empresa Dakpoint S.A.....	5
Imagen 2 Estructura de un Sistema de Energía Eléctrica.....	9
Imagen 3. Esquema de una red unifilar.....	10
Imagen 4. Esquema de un sistema de distribución unifilar,.....	11
Imagen 5. Esquema de un sistema de unifilar.....	13
Imagen 6. Demanda máxima de energía eléctrica en Ecuador	15
Imagen 7. Demanda de energía eléctrica en Ecuador	15
Imagen 8. Líneas de Transmisión y Subtransmisión dentro del país	20
Imagen 9. Principales instalaciones de la SNT en el país	21
Imagen 10. Características principales del analizador de redes.....	30
Imagen 11. Pantalla principal con la función AutoTrend.....	31
Imagen 12. Componentes del analizador fluke 435-ii	31
Imagen 13 Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico.....	34
Imagen 14. Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado	35
Imagen 15. Software del analizador de líneas eléctricas.....	37
Imagen 16. Conexión entre Pc y Fluke 435-II.....	38
Imagen 17. Esquema de conexión delta abierto de la empresa	39
Imagen 18. Distribuidor de Tensión. Elaborado por Pasquel	44
Imagen 19. Distribución de Planta. Elaborado por DACKPOINT.....	45
Imagen 20. Cuarto de Transformador. Extraído de Parraga.....	47
Imagen 21. Medición de Terreno, Extraído de Morante	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Plan de reserva de la energía eléctrica en Ecuador en los últimos años ..	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 2. Descripción de las partes del analizador Fluke 435-II.....	32
Tabla 3. Configuraciones generales del analizador de redes	36
Tabla 4. Cálculos de carga de la empresa	42
Tabla 5. Selección de transformador	46
Tabla 6. Acometidas eléctricas.....	50
Tabla 7. Tipos de sistema.....	51

Introducción

Desde el comienzo de la revolución industrial, la cual dio uso a la energía de tipo mecánica en base a las diferentes formas de obtenerla, se estableció el criterio de usar varios procesos en un solo, mediante la utilización de maquinarias eficiente y como la capacidad de realizar el trabajo de la mano de obra sin ningún esfuerzo bruto, lo cual permitió que los individuos trabajen en otros ámbitos científicos e innovadores para enfrentar otros problemas planteados en esa actualidad.

El uso de la energía eléctrica ya sea para la alimentación de maquinarias industriales, como también el encendido de un foco, ha sido indispensable e irremplazable para el uso humano gracias a todos los beneficios que esta posee, pero, así como otorga grandes beneficios, su control sin un buen plan de respaldo y contingencia acaba siendo destructivo para un equipo como también para la sociedad en la que está siendo usada y debido a esto se la debe tratar con cautela y cuidado, por lo tanto el concepto de una instalación segura que sea adaptable al crecimiento y adaptación de cualquier herramienta necesaria dentro de una empresa, es sin dudas unas de las formas para mantener controlado el fenómeno conocido como electricidad.

En la industria, deberán existir las instalaciones industriales suficientes para el normal desarrollo del proceso productivo. Las máquinas requeridas en estos lugares consumen gran cantidad de recursos eléctricos, por lo que es necesario realizar conexiones eléctricas de gran envergadura que permitan el perfecto funcionamiento de todos los elementos [1], ya que sin la debida protección no se podrá utilizar la cantidad de recursos eléctricos necesaria para la alimentación del total de la maquinaria existente en el lugar de trabajo. Por otra parte, las instalaciones eléctricas industriales deben realizarse de acuerdo con los términos de la norma IRAM que corresponden, según lo definido por la Asociación Electrotécnica Argentina, o de acuerdo con las normas europeas IEC.[1]

El proyecto análisis y rediseño de las instalaciones eléctricas en la planta Dakpoint S.A. de papel tissue km 24 Chongón, plantea estudio completo del sistema eléctrico que actualmente posee la empresa para poder implementar una maquinaria más que permita aumentar la velocidad y cantidad de producción debido a la gran cantidad de pedidos recibidos por el uso a gran escala de sus principales productos, y plantear un rediseño de las instalación para la nueva adquisiciones y futuras también, y así ayudar al desarrollo de la organización manteniendo su

productividad al máximo y constante para poder comprender de mejor manera lo mencionado, el trabajo de tesis será dividido en cuatro capítulos:

En el capítulo uno se presenta las principales causas por las que se realizó un análisis correspondiente a los daños y perjuicios que se puede presentar en la empresa Dakpoint S.A., tal que alientan a este trabajo sobre la renovación y mejoramiento del diseño de las instalaciones eléctricas de este lugar, además la metodología con la cual se procederá a cumplir con el objetivo.

Lo que consta en el capítulo dos es una descripción a los puntos necesarios relacionados a la implementación de rediseño de las instalaciones eléctricas, donde se aprecia conceptos básicos generales, aplicación de normas de seguridad y calidad de servicio y herramientas indispensables para la realización del diseño.

En el capítulo tres se verá la manera mediante la cual se establecerá el rediseño del sistema eléctrico junto a la nueva máquina, usando levantamiento de información de la instalación eléctrica actual, considerando las mediciones actuales de los transformadores existentes en la empresa y el criterio de crecimiento de los recursos necesarios para el buen funcionamiento de todo el sistema eléctrico.

La propuesta del rediseño de las instalaciones eléctricas de la empresa Dakpoint S.A. aparece en el último capítulo de la investigación realizada en base al ámbito eléctrico, donde se podrá apreciar un diseño capaz de satisfacer las necesidades presentadas a continuación en el documento y así dejar establecido en la organización un sistema eléctrico confiable.

Cabe recalcar que el proyecto se define por la necesidad actual de una empresa cuya situación presente a la pandemia del Covid 19 ha mejorado su requerimiento de productos al nivel de aumentar la productividad y eficiencia de los empleados y maquinarias que estos manipulan en conjunto para la generación del bien a vender, pero con el presente inconveniente de no poder recibir los recursos eléctricos necesarios para la implementación de nuevas maquinarias que ayuden a cubrir los pedidos necesarios por parte de los clientes, se busca solución considerando un análisis correctivo de la situación actual de empresa para la recolección de datos y una vez analizados rediseñar el sistema eléctrico para cumplir con las exceptivas de la empresa de forma inmediata, garantizando la seguridad del personal y maquinaria, como también más ingresos para el negocio industrial.

Capítulo I

El problema

1.1 Descripción Del Problema

La Empresa Dakpoint S.A. es una compañía que se dedica a importar papel tissue procedente de Turquía para el procesamiento de papel blanco y kraft que son empleados en la línea hogar e institucional. La compañía comprende y entiende la necesidad del cliente, siendo así que aplica los estándares más altos de calidad, con el objeto de dar cumplimiento con la conservación del medio ambiente por lo cual sus productos llevan el sello de Biodegradable. La Empresa cuenta con una máquina servilletera z, una servilletera simplex, una rewinder folder que fabrica papel higiénico jumbo y toallas de cocina, una máquina tkl que manufactura papel higiénico de 18 metros, una rebobinadora secundaria la cual, se encarga del rebobinado de bobinas grandes, una máquina ban saw cortadora de low de papel.

Actualmente, el suministro de energía eléctrica lo provee la compañía CNEL EP Unidad de Negocios Guayaquil, a un nivel de voltaje de 13.8 kV. El banco de transformadores está constituido por dos unidades, uno de 50 kVA y otro de 25 kVA, los mismos que suministran 240 V trifásico a toda la planta.

La Empresa se encuentra en proyecto de adquisición de una nueva maquinaria, razón por la cual presenta la necesidad de aumentar la capacidad de sus transformadores incrementando una unidad trifásica de 100 kVA y entregar un voltaje de 380 V trifásico para el funcionamiento de las máquinas existentes en toda la planta.

Este rediseño e implementación dejará fuera de servicio los transformadores secos que tiene cada una de las máquinas, en efecto la acometida entregaría directamente 380 V trifásicos.

1.2 Importancia y Alcances

La higiene personal es un factor importante que influye en la demanda del producto fabricado por la compañía. El mundo está atravesando una pandemia donde una de las principales medidas de bioseguridad es lavarse las manos constantemente, lo cual conlleva a que la demanda de productos como servilletas de mano, papel higiénico, toallas de cocina y sabanillas médicas haya aumentado y los distribuidores mayoristas requieren de más productos mensualmente.

Actualmente, la Empresa tiene una producción promedio de 90 toneladas de papel, debido a la alta demanda de los productos, razón por la cual la compañía se ve en la necesidad de adquirir

una nueva máquina para llegar a producir 150 toneladas de papel mensuales, para esto se requiere el rediseño de las instalaciones eléctricas en la planta, así como la readecuación del cuarto de transformadores para 125 kVA, de acuerdo a la normativa de la Empresa distribuidora local.

Este proyecto se enfocará en el rediseño de las instalaciones eléctricas y análisis de calidad de energía emitida una antes y después de la implementación de este rediseño para que de esta manera se pueda obtener un mejor rendimiento en cantidad y calidad de la producción de los bienes presentados al consumidor, además de establecer un área segura para la maquinaria entrante y la que actualmente se encuentra en las instalaciones.

1.3 Delimitación

Este proyecto se realizará en el transcurso de 6 meses a partir de mayo del 2021, en la Empresa Dakpoint S.A. que se encuentra ubicada al margen izquierdo de la vía Guayaquil – Salinas, km. 24 en la parroquia Chongon san Gerónimo 2 lote 1 mz# 404 a lado de la Empresa Producosmetic S.A.

La ubicación geográfica de la Planta de la Empresa Dakpoint S.A, se indica a continuación, donde se da uso a la aplicación digital Google Maps para el obtención de la imagen del lugar y los acercamientos correspondientes de la locación.

- Vértice 1: 2°22'27,9" S, 80°07'91,9" W
- Vértice 2: 2°22'20,3" S, 80°07'92,3" W
- Vértice 3: 2°22'28,3" S, 80°07'88,2" W

Vértice 4: 2°22'20,7" S, 80°07'86,3" W

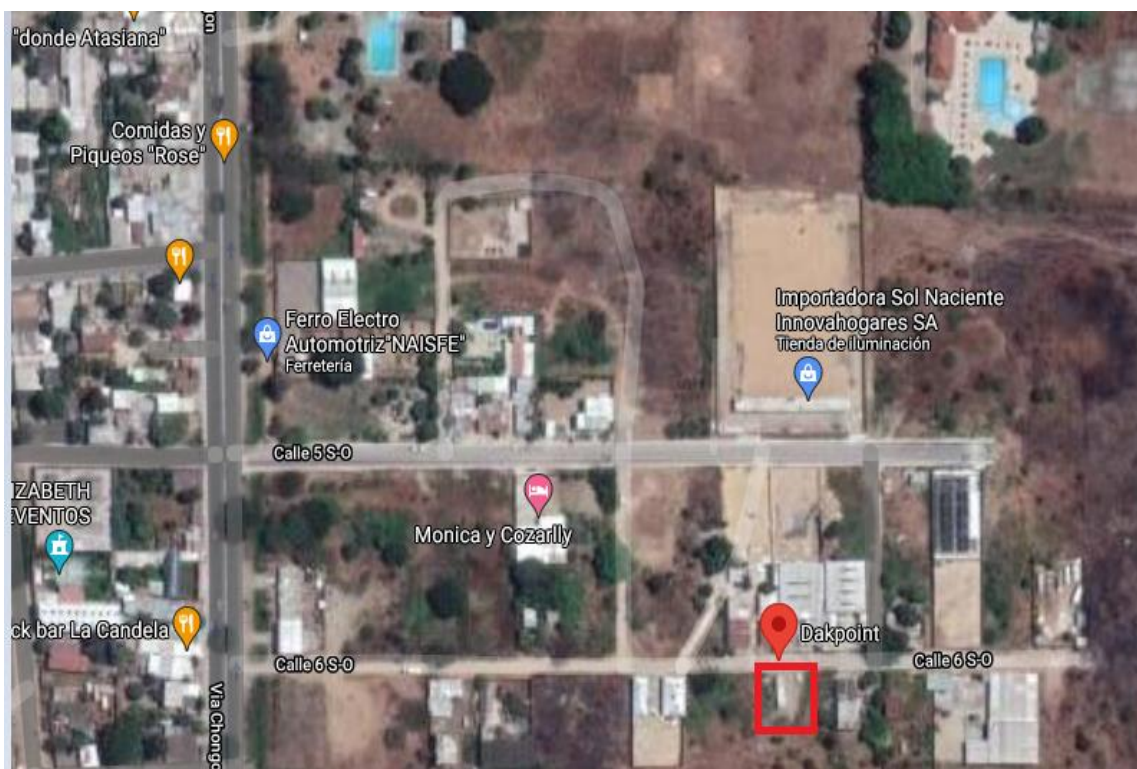


Imagen 1 Ubicación de la Empresa Dakpoint S.A fuente google Maps

La presente investigación o trabajo de tesis esta aplicado al ámbito eléctrico a nivel tanto de media y baja tensión para el abastecimiento eléctrico de la empresa Dakpoint S.A., con las debidas prevenciones para la correcta continuidad del sistema eléctrico del lugar.

El principal punto de vista del proyecto de investigación es realiza un análisis de la situación actual de la planta eléctrica del lugar y en base a las necesidades planteadas para el ajuste de una nueva maquinaria, realizar un nuevo diseño que permita adicionar al equipo sin problemas de insuficiencia en los recursos que dicho instrumento necesite, priorizar la seguridad para prevenir accidente y tener la redundancia suficiente para que no se presenten errores en la producción.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar el análisis y rediseño de las instalaciones eléctricas en la planta Dakpoint S.A, ubicada en el km. 24 en Chongón, para mejorar la producción y calidad del servicio dentro de la Planta.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de sus instalaciones eléctricas de la Planta para la determinación de los implementos necesarios en base al futuro rediseño.
- Efectuar las mediciones de parámetros de calidad de energía con el uso de un registrador trifásico Fluke 1735, para plantear mejoras en el sistema eléctrico.
- Rediseñar el cuarto de transformadores para la incorporación de una nueva máquina al proceso de producción para cumplir con las necesidades actuales de crecimiento de la compañía.
- Analizar el cumplimiento de los índices de calidad del producto y recomendar las mejoras pertinentes para el mantenimiento productivo de la planta de trabajo eléctrico.

1.5 Marco Metodológico

En el actual proyecto se usará diversos métodos investigativos pertinentes que establezcan la manera de poder realizar un análisis correcto y además crear un diseño pos al anterior probado junto con datos experimentales capaces de fomentar y asegurar que esta nueva reestructuración de las instalaciones eléctricas de la empresa mencionada en ítem anteriores seguirá ejerciendo de manera constante y adecuada, beneficiando principalmente a la Empresa Dakpoint S.A. logrando implementar una máquina más a sus instalaciones para generar mayor volumen de procesamiento de papel tissue.

1.5.1 Método de investigación Descriptiva

El método descriptivo es uno de los procedimientos cualitativos utilizados en la investigación con el propósito de evaluar ciertas características de una población o situación en particular.

El método descriptivo es uno de los métodos cualitativos utilizados en la investigación con el propósito de evaluar ciertas características de una población o situación en particular. [2]

En la investigación descriptiva, se puede apreciar que el objetivo en el que se basa es describir el estado, forma y actitud y/o comportamiento, de una serie de variables, datos y acciones. Esto guía al investigador o persona encarga de la realización de algún acontecimiento científico utilizando el método científico en la búsqueda solución de un problema usando preguntas de investigación.

En el proyecto de tesis se usará el método descriptivo para la obtención de información y estudio del lugar en donde se planea realizar el rediseño de la instalación eléctrica necesaria para la instalación de una máquina que amplía la necesidad de aumentar la capacidad de sus transformadores de 75 kVA a 125 kVA y entregar un voltaje de 380 V trifásico para el

funcionamiento de las máquinas existentes además de la nueva y así continuar con la producción. Esto a través de elementos que permiten usarse en dicha investigación.

Hay que tomar en cuenta que la investigación descriptiva describe la población, situación o fenómeno en el que el estudio es central. Se trata de brindar información sobre qué, cómo, cuándo y dónde, relevante para el problema de investigación, sin priorizar la respuesta al “por qué” se presenta en el problema [3], por lo tanto la obtención de información bastara para poder rediseñar mas no para averiguar los antiguos problemas presentado en la empresa.

1.5.2 Método de investigación Experimental

En la investigación experimental, el investigador utiliza una o más de las variables de investigación para controlar el aumento o disminución de estas variables y su impacto en los comportamientos observados.

En la investigación experimental, el investigador utiliza una o más de las variables de investigación para controlar el aumento o disminución de estas variables y su impacto en los comportamientos observados [4], de tal manera que al momento de comenzar el rediseño en las instalaciones eléctricas se llega a establecer técnicas basadas en la conducto progresiva que toma el recurso eléctrico aumentando la estabilidad de la corriente, llegando así a los valores requeridos sin que estos afecten a los equipos existentes dentro de la compañía industrial o en su planta de alimentación eléctrica, todo con base a el control y manipulación de equipos eléctricos que nos den respaldo de que el sistema eléctrico se mantiene en controlado pese a las alteraciones que puedan suceder.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la forma de energía más utilizada en los hogares, comercio y en medios de movilización. Este tipo de recurso puede ser producido en las grandes centrales de generación en lugares específicos, para posteriormente poderla transmitir de manera fiable a largas distancias.

A nivel de un panorama energético global se puede decir que la energía se clasifica en dos grandes grupos, la energía primaria y la energía final [5]

Energía primaria: Se denomina así a la energía que es introducción directamente de la naturaleza.

Energía secundaria: Se la cataloga de esta manera a la energía que ha pasado por algún proceso de transformación, transporte y distribución, para que esta finalmente sea consumida por los usuarios.

- **La producción y la demanda de energía eléctrica**

De acuerdo al libro “Sistemas de energía eléctrica” [5], la generación de electricidad se consigue gracias al proceso de conversión de las fuentes de alimentación primaria. En este proceso el calor que se libera por la combustión del carbón, petróleo o gas natural es convertido en energía mecánica de rotación y en las centrales hidroeléctricas, la energía potencial que se encuentra contenida almacenada en un embalse también es convertido de este mismo modo mediante la rotación de turbinas hidráulicas. De cualquier manera, este tipo de energía mecánica conseguida se transforma en energía eléctrica a través de generadores, que no son más que dispositivos electromecánicos.

La energía eléctrica en grandes cantidades en diferencia al agua o gas no puede ser almacenada de manera económica; por lo que el sistema de generación, transporte y distribución debe tener la capacidad de adaptar la energía que se genera a la demanda en todo momento y con valores determinados en tensión y frecuencia. Partiendo de este punto y tomando en cuenta el consumo variable de energía por parte del usuario final se tiene que hacer funcionar las centrales generadoras en su máxima capacidad y con una potencia esencialmente constante, todo esto para lograr satisfacer el efecto mejor conocido como puntas de cargas [5].

2.1.1 Descripción general de sistemas de energía eléctrica

Se puede estructurar los sistemas de energía eléctrica se pueden estructurar a niveles de generación, transporte y distribución (Figura 1). Es importante resaltar que la conexión de los niveles se las efectúa en subestaciones eléctricas y los centros de transformación, lugares dónde, también se localizan los dispositivos de patio y protección del sistema. [5]

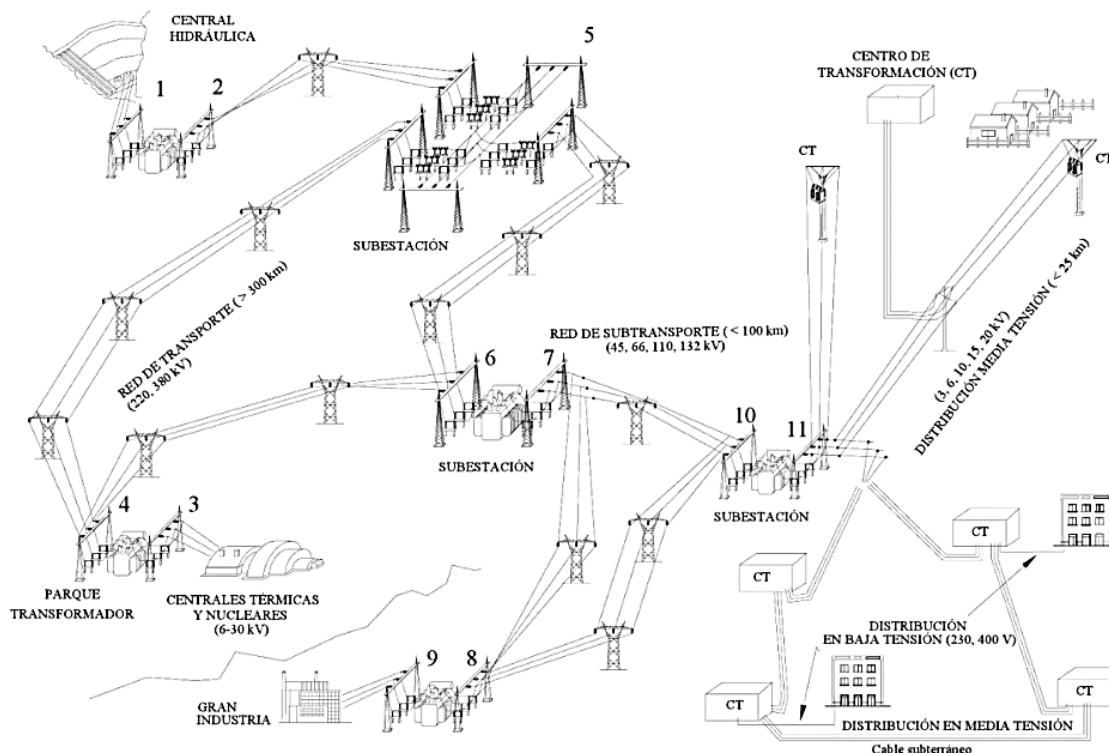


Imagen 2 Estructura de un Sistema de Energía Eléctrica, fuente[5]

- **Generación**

La energía eléctrica se produce íntegramente en instalaciones que, utilizando el tipo básico de energía utilizada, pueden clasificarse en: hidráulicas, térmicas convencionales o termonucleares. Para generar energía eléctrica, es necesario utilizar un dispositivo eléctrico llamado generador trifásico, que opera a una frecuencia de 50 Hz en Europa y 60 Hz en América. [5]

- **Transporte**

Entre finales del siglo XIX y principios del XX, era típica una estructura en la que uno o más generadores estaban conectados directamente entre sí para una instalación de consumo. Con una cantidad tan grande de energía que se maneja actualmente, una estructura de este tipo sería esencial para la confiabilidad, ya que el daño al generador o la línea dejaría al generador sin energía. Una forma de mitigar este tipo de problemas es crear una red unificada formada por

una gran cantidad de nodos y enlaces, capaz de reunir a una gran cantidad de productores y consumidores. De esta forma, se puede mantener en todo momento el equilibrio entre producción y consumo.

Con la finalidad de disminuir la sección de los conductores y las pérdidas ocasionadas por el efecto Joule, es determinante elevar las tensiones obtenidas mediante el uso de los generadores. Un ejemplo de estos modos de transporte es el esquema unifilar, el cual se caracteriza por contar con canalizaciones trifásicas representados por un trazo único, tal como lo indica en la Figura 3.

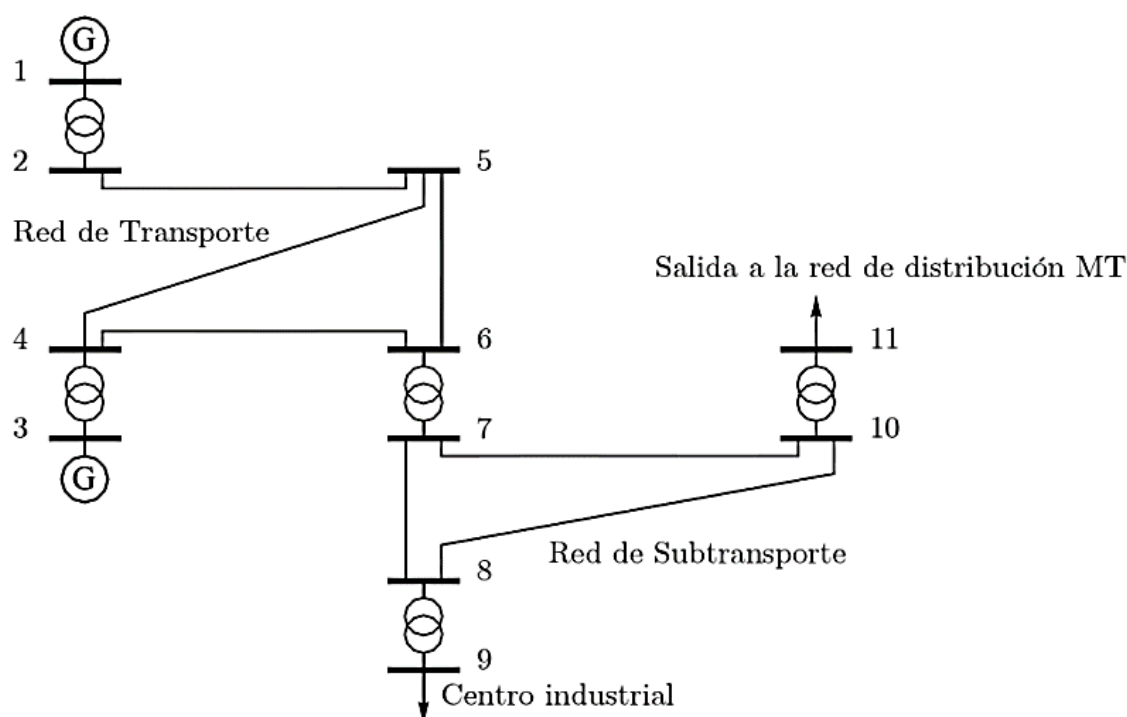


Imagen 3. Esquema de una red unifilar, fuente [5]

Tal como se lo muestra en la Figura 3 la energía tiene caminos alternativos, los cuales servirán para llegar de nodos de generación a nodos de consumo, a este tipo de estructuras, también son denominadas como redes malladas. [5]

- **Sistema de Distribución**

Básicamente este proceso inicia en la subestación de distribución cuyo sistema generalmente es alimentando por una o más líneas de subtransmisión. Aunque en algunos casos, dicho proceso también puede ser alimentado directamente por una línea de transmisión de alta tensión. [6]

De acuerdo a este punto y partiendo del siguiente diagrama unifilar se puede estructurar a una subestación de distribución del siguiente modo (Figura 4):

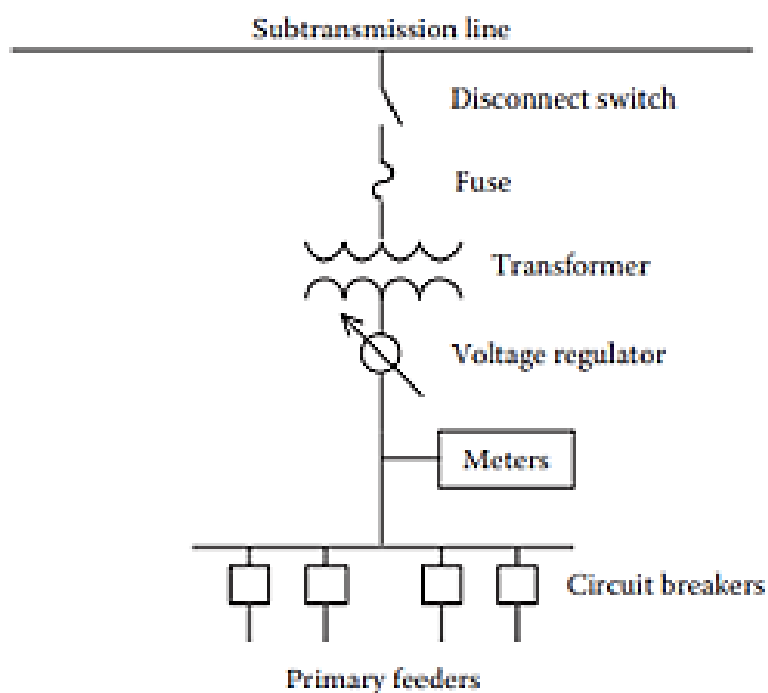


Imagen 4. Esquema de un sistema de distribución unifilar [6]

En cuanto a los componentes que forman parte de una subestación están [6]:

- **Conmutación de lado alto y lado bajo:** A nivel de subestaciones generales la conmutación de alto voltaje se la puede realizar a través de un interruptor, mientras que en ambientes más extensos y de mayor rendimiento suelen utilizar disyuntores de alto voltaje, mientras que para llevar a cabo la conmutación de lado bajo se emplean interruptores automáticos controlados por relés. Aunque en muchos casos se suelen también utilizar reconectores en lugar de relés y de disyuntores.
- **Transformación de voltaje:** es importante acotar que la principal función de una subestación de distribución es reducir el voltaje de entrada a niveles permisibles para llevar a cabo el proceso de distribución de voltaje, para llevar a cabo esta tarea las subestaciones suelen utilizar unidades trifásicas o monofásicas, las cuales tienen que estar conectadas a una conexión estándar.
- **Regulación de voltaje:** a medida que varía la carga en los alimentadores, la caída entre la subestación y el usuario pueda variar, por lo que, para mantener el flujo de voltaje del lado del usuario en un rango permisible, por lo que el voltaje en la subestación deberá variar de acuerdo a la carga. Para esto suelen utilizarse reguladores de bus, de fase o trifásicos.

- **Protección:** debido a su infraestructura y funcionalidad las subestaciones deben estar protegidas contra la ocurrencia de cortocircuitos, por lo que deben contar con medidas de seguridad como es el caso de fusibles y estructuras de esquemas de protección diseñados para salvaguardar equipos como: transformadores, buses de alta y baja tensión y demás.
- **Medición:** Cada subestación utiliza diferentes tipos de medidores de medición, esto podría variar desde las lecturas de corrientes mínimas como máximas e incluso hasta llegar a la medición de valores medios y máximos de corriente, voltaje, potencia, factores de potencia y demás.

Las redes de distribución por sus niveles de voltaje, pueden ser:

- **Red de Distribución en Media Tensión**

Las redes de distribución en Media Tensión en los sectores urbanos e industriales, suelen ser casi siempre subterráneas y asimismo cuenta con una estructura mallada. Mientras que para los consumidores industriales se realizan mediante líneas aéreas las cuales tienen la capacidad de abastecer a ciertos consumidores industriales y e incluso suelen ser usados para la electrificación rural. [5]

- **Red de Distribución en Baja Tensión**

Este tipo de redes se encuentra formado por líneas (normalmente subterráneas o aéreas) y sus longitudes son de aproximadamente 1 km, los cuales parten desde los centros de transformación y tienen como objetivo entregar energía para la mayor parte de los usuarios domésticos, comerciales e industriales que usan energía eléctrica de bajo voltaje, el cual está por debajo de los 1000 V. [5]

Un punto a rescatar es acotar que existen tres tipos de sistemas de distribución los cuales son los sistemas monofásicos, bifásicos y trifásicos. [7]

- **Sistema Monofásico:** Básicamente se refiere a fase y neutro es el tipo de línea más usado en hogares, oficinas y comercios pequeños
- **Sistema Monofásico trifilar:** Se refiere a una tensión de línea a línea la cual es resultante de dos fases con su neutro, es decir, equivale a dos fases y un neutro. Ref. Normalización del MEER
- **Sistema Trifásico:** Se cataloga como línea trifásica a un sistema que cuenta con tres fases con neutro y es el más utilizado en los ambientes comerciales, corporativos e industriales.

- **Mapa del alimentador de distribución**

Tomar en consideración el análisis de un alimentador de distribución es vital para poder determinar las condiciones de funcionamiento existentes de un alimentador y así poder prever cualquier tipo de cambios que pueda suceder en un futuro cercano. [6] Un ejemplo de este tipo de mapas se puede presenciar en la Figura 5.

Por ello el prevenir el funcionamiento de uno de estos alimentadores de distribución, permite poder descifrar la distribución ejercida en una ciudad donde proveer todo tipo de cambios en las redes eléctricas establecidas permita controlar la distribución.



Imagen 5. Esquema de un sistema de distribución unifilar [6]

2.1.2 Transformadores

En electricidad, es un dispositivo eléctrico que aumenta o disminuye la cantidad de voltaje eléctrico desde un circuito A.C cuando sea necesario. Los tres elementos indispensables de un transformador son núcleo magnético, devanado principal y secundario. El principal uso de los transformadores además del antes mencionado es el de bajar o subir el valor de un capacitor o inductor en un circuito alterno, y también el de prevenir el paso de la fluidez de la corriente

continua de un circuito a otro y dejar solos a dos circuitos eléctricos dentro o fuera de un ramal externo.

Elevar el nivel de tensión en el sitio de generación de energía antes de la transmisión y distribución es otro método mediante el cual un transformador establece su función y uso dentro de la sociedad y también sus aplicaciones comerciales eléctrico incluyen vías de ferrocarril, estaciones de bombeo, molinos, unidades de generación de energía y establecimientos industriales y comerciales.

- **Tipos de Transformadores**

De acuerdo a la investigación realizada, los tipos de transformadores en los cuales se va a basar el estudio son los tipos de transformadores de acuerdo a su fase donde se clasifican en:

- **Monofásicos:** este tipo de dispositivo eléctrico está diseñado para transferir a través de la inducción electromagnética o tensión de un circuito eléctrico a otro. Este tipo de equipos están diseñados para subir o bajar las tensiones de acuerdo a lo requerido y de igual manera tiene la capacidad de la transmisión de energía de un punto a otro sin modificar su frecuencia. [8]
- **Trifásicos:** este tipo de transformador está conformado por un conjunto de tres bobinas, al ser equipos de mucha potencia tanto la bobina como el núcleo están recubiertas de un líquido refrigerante, el cual permitirá que los equipos no se sobrecalienten, por tal motivo los transformadores trifásicos se encuentran cubiertos por una carcasa hermética. En sintaxis se podría decir que la estructura de un transformador trifásico es una amalgama de tres transformadores monofásicos independientes conectadas a una única línea trifásica. [9]

2.2 Instalaciones Eléctricas en el Ecuador.

Debido a la pandemia del coronavirus muchas naciones se han visto afectadas por el déficit y la generación de recursos económicos en todas las áreas disponibles dentro ellas, dado estos inconvenientes, el consumo de energía eléctrica a nivel global ha disminuido a gran escala, y aunque gracias a la pandemia el consumo se llegó a moderar, también se muestran grandes atrasos en proyectos destinados en el sector eléctrico, preocupando así a la ciudadanía nacional por el impedimento de pautas capaces de albergar la energía eléctrica como libre uso diario dentro del país.

Sin embargo, las últimas cifras del operador eléctrico ecuatoriano, CENACE podrían revelar el impacto del covid-19, ya que la demanda máxima de este mes hasta el 23 de marzo alcanzó un máximo de 4.032MW. [10]

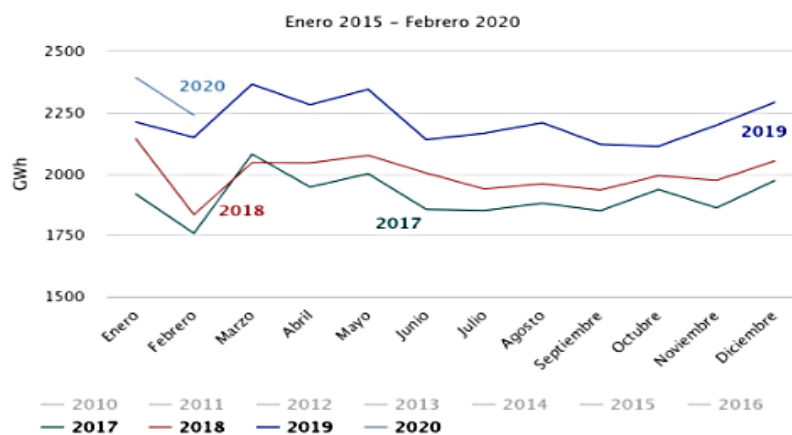


Imagen 6. Demanda máxima de energía eléctrica en Ecuador en los últimos años, fuente [10]

Uno de los principales predominantes del déficit o pérdida de crecimiento en la demanda de energía del país es el hecho de que muchos establecimientos llegaron a la paralización como por ejemplo en el ámbito del sector comercial se presenta el desplome o cierra de lugares como restaurantes, oficinas, centros comerciales, discotecas e inclusive cybers, y en sectores empresariales en el ámbito industrial muchas de las empresas se han dado la difícil tarea de indagar y reducir herramientas, maquinarias e incluso remodelar el diseño de un red de instalaciones eléctricas estables para la disminución o consumo excesivo.



Imagen 7. Demanda de energía eléctrica en Ecuador en los últimos años, fuente [10]

Transelectric tiene el plan de iniciar a redactar el estudio de impacto ambiental (EIA) por la línea. Hay programados otros EIA para la subestación San Idelfonso (230/138kV, 225MVA) y

las líneas Ducal Membrillo-Loja (138/69kV) y Huayrapamba-Loja (138/69kV), ambas con una extensión total de 27km; Los Encuentros-Cumbaratza (230kV y 50km); y Cumbaratza-Delsitanisagua (138kV y 25km). [10]

Infraestructura del Sistema Nacional de Transmisión (SNT)	
Nivel de voltaje	Kilómetros de Líneas de transmisión
500kV	610,17 Km
230kV	3198,90 Km
138kV	2206,84 Km
Total	6015,91 Km
Subestaciones	66 a nivel nacional (incluye 4 estaciones móviles)
Capacidad instalada de transformación	16294,54 MVA (incluye reserva)
Red de telecomunicaciones	5582 Km de cable con fibra óptica tipo OPGW y ADSS (con 2 salidas internacionales)
Capacidad total instalada: (STM-1/2/16/64)	Red con tecnología SDH, capacidad habilitada de 502,04 Gbps. Red con tecnología OTN, sistema habilitada de 6620 Gbps.

Tabla 1. Plan de reserva de la energía eléctrica en Ecuador en los últimos años, fuente [10]

En el Ecuador se presenta típicamente en el dominio de las redes e instalaciones eléctricas voltajes tanto monofásicos en función a 120v, un bifásico con 220v y un trifásico con 220, donde el que más ingresa en cuestión uso provisional es el primero de 120v debido a su gran uso en las viviendas, locales e incluso en instituciones académicas y gubernamentales. Gracias a las innovaciones y estrategias de las nuevas culturas y generaciones tecno-eléctricas, se establece un mayor cubrimiento en las grandes ciudades del país como Guayaquil, Quito y Cuenca, de redes eléctricas de 220v para satisfacer con los requerimientos de la sociedad actual,

sin embargo, la implementación y uso de estas mismas en los sectores de vivienda y hospedaje como en las áreas populares de comercio no superan esta medida, causando que el rendimiento de los equipos e instalaciones u sistemas eléctricos decaiga considerablemente.

Hoy en día las autoridades del país están impulsando una nueva y reestructurada matriz energética, donde la principal fuente de subsidio sea el recurso eléctrico natural, estableciendo así condiciones con las cuales se espera que la distribución de energía eléctrica mejore considerablemente en términos de cobertura y calidad.

2.2.1 Institucionalidades y normativas en el Ecuador.

La LRSE constituyó el Consejo Nacional Eléctrico o también conocido como CONELEC, como persona jurídica públicamente, con derecho a propiedad propia, con independencia administrativa, económica, operativa y financiera. Su contrato inicio el 20 de noviembre de 1997, tras la expedición del Reglamento General en sustitución de la LRSE. [11]

CONELEC se establece como entidad reguladora y supervisor a través del cual el estado puede delegar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a los concesionarios. Además, CONELEC prepara un plan de electrificación, de acuerdo con la LRSE, el sector energético se regula de la siguiente manera [11]:

- CONELEC: El Consejo Nacional de Electricidad
- CENACE: El Centro Nacional de Control de Energía
- Empresas eléctricas privadas de generación
- Empresa eléctrica privada de transmisión
- Empresas eléctricas privadas de distribución y comercialización.

Por consiguiente, entró en funcionamiento COMOSEL (Consejo de Modernización Eléctrica), organismo temporal encargado de definir, autorizado por el Consejo Nacional de Modernización o conocido como CONAM, la producción de unidades de negocio, para evaluar a las empresas como empresas en operación. Involucrar al sector público e implementar procesos que mejoren la participación del sector privado en sus operaciones y propiedad. [11]

De conformidad con el artículo 26 de la LRSE y por decisión de COMOSEL, las instalaciones estatales de producción y transporte, previamente aprobadas - INECEL, fueron transferidas al Fondo de Solidaridad, integrado por seis empresas. Empresa de fabricación y transporte se incorporó e inició operaciones el 1 de abril de 1999.[11]

- Empresa de transmisión eléctrica: Transelectric S.A.

- Empresas de generación: Hidropaute S.A., Hidropucará S.A., Termoesmeraldas S.A., Termopichincha S.A., Hidroagoyán S.A., Electroguayas S.A.

El CENACE se constituyó como una sociedad civil de derecho propio, integrada por todas las principales empresas manufactureras, de transmisión y distribución y por los consumidores. El trabajo comenzó, en nuevas condiciones, a partir del 1 de febrero de 1999.[11]

Objetivos en el Sector

De acuerdo con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico los objetivos principales para el sector eléctrico son:

- Brindar al Estado servicios eléctricos confiables y de calidad, asegurando el desarrollo económico y social.
- Fomentar un mercado de generación de energía competitivo e inversiones arriesgadas en el sector privado para asegurar suministros a largo plazo.
- Garantizar la confiabilidad, equidad y generalización de las instalaciones y servicios de transmisión y distribución de electricidad.
- Proteger los intereses de los consumidores y asegurar que se apliquen tarifas preferenciales a las industrias con recursos económicos limitados.
- Organizar y regular el desempeño técnico y económico del sistema, así como asegurar el libre acceso de los agentes del servicio a las instalaciones de transmisión y distribución.
- Regulación de transmisión y distribución de electricidad, asegura que la tarifa aplicable sea justa tanto para los inversores como para los consumidores.
- Establecer un sistema de precios que fomente la conservación y el uso racional de la energía.
- Fomentar la inversión privada de riesgo en la generación, transmisión y distribución de energía, asegurando la competitividad del mercado.
- Desarrollar el sistema eléctrico en el sector rural.
- Promover el desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales a través de organismos públicos, universidades y organizaciones privadas.

La constitución Política del Ecuador

Por medio del Registro Oficial Nro. 449, de día 20 octubre de 2008, se dio el inicio en vigencia la Constitución de la República del Ecuador, entre otros artículos indica que [11]:

Art. 313.- El Estado tiene derecho a operar, gestionar, vigilar y gestionar las áreas estratégicas, de acuerdo con los principios de sostenibilidad ambiental, prevención, contención y eficiencia. Las industrias estratégicas, de decisión y controladas por el Estado son aquellas que, por su importancia y tamaño, tienen un impacto económico, social, político o ambiental decisivo y deben actuar para el pleno desarrollo de los derechos e intereses sociales. Las áreas estratégicas incluyen la energía en todas sus diversas formas, los recursos naturales no renovables, el transporte, las telecomunicaciones y refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua y las demás que se determinen por la ley. [11]

Art. 314.- El Estado será responsable de la provisión pública de agua potable, riego, alcantarillado, electricidad, comunicaciones, carreteras, infraestructura portuaria y aeroportuaria y demás servicios requeridos por la ley. El Estado vela por que los servicios públicos y su prestación cumplan con los principios de compromiso, normalización, normalización, eficiencia, rendición de cuentas, accesibilidad, continuidad, regularidad y calidad. El Estado vela por que las tarifas de servicios públicos tengan precios justos y establece su control y regulación. [11]

Art. 315.- El Estado establece instituciones públicas para la gestión de áreas estratégicas, la prestación de servicios públicos, el uso sostenible de bienes públicos, los recursos naturales y el desarrollo de otras actividades económicas. Las empresas estatales estarán sujetas a la regulación y control específicos por parte de los organismos competentes, de conformidad con la ley; operarán como firmas públicas de abogados, con personería jurídica e independencia financiera, económica, administrativa y regulatoria, con estándares de calidad, comerciales, económicos, sociales y ambientales. El excedente resultante podrá destinarse a inversión y reinversión en la misma empresa o en sus subsidiarias, vinculadas o vinculadas, de carácter general, con grados de garantía de su desarrollo. Los excedentes que no son utilizados se transferirán al presupuesto general que posee el Estado. [11]

Posteriormente, la nueva institucionalización del sector eléctrico se fortalecerá a través de una nueva ley por medio del Registro Oficial Nro. 418, de 16 de enero de 2015, se publicó la en la

LOSPEE o llamada Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, cuyos principales aspectos son [11]:

- ✓ El ahorro de suministros energéticos como servicio público estratégico.
- ✓ Estructuración y normalización de la industria a través de las instituciones públicas.
- ✓ Implantación de espacios para la participación privada.

2.2.2 Transmisión y subtransmisión de energía eléctrica

Según la publicación “Transformación y situación actual del sector eléctrico” [11] se operan las líneas de transmisión de tensión 500, 230, 138 kV, circuito simple, circuito doble, longitud total 5.655,61 km. Asimismo, para el año 2018, las empresas de autogeneración y generación registraron una línea de transmisión y auxiliar de 1.050,2 km. Por su parte, los operadores de distribución operaron un total de 5.252,57 km de líneas, como se detalla:

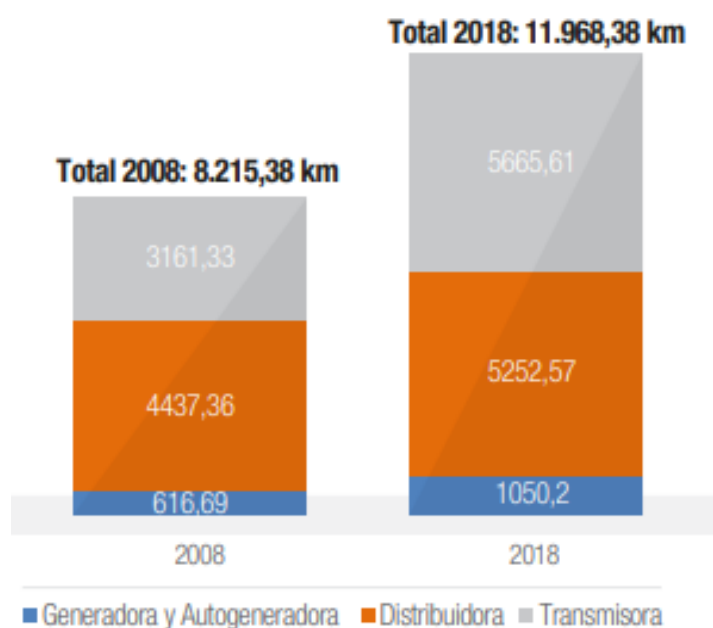


Imagen 8. Líneas de Transmisión y Subtransmisión dentro del país, Fuente [11]

A continuación una vista previa de todo lo que se estimó dentro del país para la transmisión del recurso eléctrico y proyectos establecidos desde la puesta en marcha de varios proyectos de generación de energía ha cambiado significativamente la configuración de la red de transmisión, la línea principal, además del bucle de 230 kV, incluye líneas que conectan las subestaciones: Molino - Zorai - Milagro - dos Cerritos - Pasquales - Quevedo - Santo Domingo - Santa Rosa - Toturas - Riobamba, la topología en anillo formada en las regiones de Guayaquil

y Quito; Además, se cuenta con un sistema de transmisión de 500 kV desde San Rafael - El Inga, lo que mejora la confiabilidad y seguridad operativa del SNI.[11]



Imagen 9. Principales instalaciones de la SNT en el país, fuente [11]

2.3 Normativa utilizadas en el sector eléctrico

Dentro de las normativas que rigen al recurso eléctrico, se establece las siguientes normativas:

- IEEE Std. 519-1992: Requisitos para el control de armónicos en el Sistema eléctrico.
Esta norma se implementó para la retransmisión de información y recursos eléctricos corresponsables de sector sin afectar al espectro dentro del cual se define la práctica de estos controles.
- IEC-61000: Índice sobre mediciones armónicas.

Para las redes eléctricas y su función dentro de una planta eléctrica o cuarto de transformadores:

- IEC-61000-3-3: Límites de fluctuaciones de voltaje y fluctuaciones de voltaje Intermitentes de bajo voltaje para equipos con corriente nominal de 16 amperios por fase y sin conexión condicional.
- IEC-61000-3-5: limitación de fluctuaciones de voltaje en sistemas que suministran energía de baja tensión para equipos con corriente nominal mayores a 75 A.
- IEC-61000-3-6: Evaluación de los límites de emisión para la conexión de instalaciones distorsionantes a sistemas de potencia.

- IEC-61000-3-7: Evaluación de los límites de emisión para la conexión de instalaciones fluctuaciones a sistemas de potencia.
- IEC-61000-4-15: Técnicas medición y pruebas de fluctuación de fase.
- IEC 61000-4-30: Métodos de medición de la calidad de energía.
- EN-50160: Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- IEEE Std. 1100-2005: Alimentación y puesta a tierra el equipo electrónico.
- ARCONEL

Dentro del país se vincula los siguientes Reglamentos del ARCONEL que se verán expresadas en la calidad de energía, como se verifica a continuación:

2.4. Calidad de energía

La calidad de la energía se suministra a los equipos y dispositivos con características y condiciones apropiadas que le permitan mantener la continuidad sin afectar su desempeño o causar una falla o daño en sus partes. [11]

La calidad de energía es la normalización de una fuente de energía de acuerdo con las reglas que definen niveles, parámetros fundamentales, formas de onda, armónicos, niveles de distorsión armónica, interrupciones, etc. [11]

En la calidad del servicio energético se encuentran plasmadas las características técnicas y comerciales inherentes a la prestación del servicio de energía eléctrica y constituyen las condiciones necesarias para el desarrollo de esta oferta. Se clasifica en calidad del producto, servicio técnico y servicio comercial. [11]

2.5. Aspectos de la calidad y mediciones establecidas, según ARCONEL, según Regulación ARCONEL 005/18

El aspecto de calidad de acuerdo con el índice [12]:

➤ Distorsión armónica de corriente

La distribuidora tendrá el criterio de la muestra mensual de puntos para realizar la calidad de la carga.

Se tomarán medidas de muestra mensuales en el punto de acoplamiento común. Para los puntos definidos en BV y MV, el PCC corresponde al punto del sistema de distribución más cercano al consumidor de la muestra y donde otros consumidores se conectan a la red. Para puntos específicos correspondientes al usuario de AV, el PCC se coloca en la parte superior del convertidor. Si el consumidor, de cualquier clase de tensión, esté conectado al sistema de distribución a través de un transformador destinado a su conexión, el PCC se ubica en la parte superior del transformador. [12]

La distribuidora notificará a ARCONEL los puntos de retención de la medición de calidad con al menos dos meses de anticipación a la medición, y los equipos de medición y/o analizadores de red necesarios para realizar la medición deberán cumplir con las normas IEC 61000-4-7 e IEC 61000-4-30 requisitos o sus modificaciones. Para cada mes, los valores de cada punto específico serán medidos, registrados y archivados durante un período de evaluación de al menos siete días consecutivos, con un intervalo de 10 minutos. [12]

En omisión a lo anterior, la distribuidora podrá utilizar un medidor que registre mediciones durante un período de 15 minutos, siempre que sea capaz de registrar todas las variables necesarias para determinar los índices. [12]

Los consumidores están obligados por el factor de distorsión armónico único actual y el factor de distorsión de demanda total en el punto de medición, cuando el 95% o más de los valores registrados, durante un período de evaluación de al menos siete días consecutivos, están dentro del límite especificado. [12]

Por lo consiguiente, comprender cada una de estas áreas ayuda a comprender las reglas y medidas que acompañan al proceso. La calidad de la prestación del servicio eléctrico se evaluará con base en los siguientes indicadores e indicadores [12]:

- **Calidad del producto.** Es una cualidad de la calidad de servicio con relación a la forma en la que las señales de volteja, los respectivos indicadores en esta fase de calidad son:
 - a) **Nivel de voltaje.** La distribuidora responde al índice de intensidad de parpadeo del punto de medición cuando, durante un período de evaluación de al menos siete días consecutivos, el 95% o más de los valores registrados están por debajo del límite especificado.

- b) **Perturbaciones rápidas de voltaje (Flicker).** La distribuidora cumple con el índice de severidad por flicker en un punto de medición cuando el 95% o más de los valores registrados, en el periodo de evaluación no inferior a siete días continuos, es menor al límite establecido.
- c) **Distorsión armónica de voltaje.** El distribuidor responde a la distorsión armónica individual de la tensión y a la distorsión armónica total de la tensión en un solo punto de medición, cuando se registra el 95% o más de la cantidad de calor, durante un período de evaluación de al menos siete días consecutivos, por debajo del máximo especificado.
- d) **Desequilibrio de voltaje.** La distribuidora deberá cumplir con las lecturas de desequilibrio de tensión en el punto de medición cuando, durante un período de evaluación de al menos siete días consecutivos, el 95% o más de los valores registrados estén por debajo del máximo especificado.

Medición de la calidad de producto

La distribuidora debe dar al ARCONEL un plazo del día veinte de cada mes, un reporte con los resultados que se obtuvieron de la campaña de la compañía de medición realizada en el mes precedente. El informe deberá contener, al menos, los siguientes aspectos [12]:

- a) Definición puntos señalados en la campaña de medición en el mes.
- b) Tipificación del barraje de salida de subestaciones de distribución de medición en el mes.
- c) Detalle de los diversos periodos de evaluación, equipos utilizados y variables medidas
- d) Observaciones de la campaña de medición, al igual que justificación de puntos de selección no medidos, cuando corresponda.
- e) Calculo de índices de la calidad de producto, de acuerdo a los numerales 8, 9, 10, 11.
- f) Identificación de puntos que se detectaron incumplimiento a los límites indicados para la calidad de producto.
- g) Cronograma de ejecución por parte de la distribuidora.
- **Calidad del servicio comercial.** - Está relacionado con la preocupación por el consumidor final que brinda la distribución y se caracteriza, entre otras cosas, por el tiempo que se tarda en atender nuevos suministros, resolver quejas, reponer suministro,

facturar con precisión y sentirse satisfecho con el servicio de energía eléctrica. a los consumidores Los indicadores correspondientes en esta etapa de calidad son [12]:

- a) **Frecuencia de interrupciones a nivel global y por consumidor.** Indica la cantidad de veces que el consumidor experimentó interrupciones en el servicio durante el período de monitoreo (mensual o anual)
- b) **Duración de interrupciones a nivel global y por consumidor.** Corresponde a la suma ponderada de los períodos individuales de todos los apagones que afectaron a los consumidores durante el período de control (mensual o anual).

Para el seguimiento y control mensual de la distribuidora ARCONEL, realizará el seguimiento y control del valor del indicador de calidad del servicio técnico a través del ADMS mensual. Sin perjuicio de lo anterior, ARCONEL podrá solicitar informes mensuales directamente a los Distribuidores cuando lo estime conveniente.[12]

ARCONEL monitoreará el cumplimiento de los indicadores de calidad del servicio técnico a través del ADMS y en caso de observar incumplimientos, discrepancias y/o incumplimientos, ARCONEL podrá tomar acciones y medidas, estando permitidas las sanciones conforme a la normatividad aplicable. [12]

A más tardar el último día hábil del mes de enero del año siguiente al de la auditoría, comunicar a las empresas distribuidoras el tipo de gravamen del año anterior y, en caso de incumplimiento, practicar los procedimientos sancionadores previstos. [12]

- **Calidad del servicio técnico.** La característica de calidad de servicio se relaciona con la continuidad con la que se prestará el servicio de energía eléctrica y se caracteriza por la frecuencia y duración de los cortes. El porcentaje de interés en nuevos suministros, los indicadores correspondientes en este periodo de calidad son:
 - a) Porcentaje de atención a nuevos suministros: El porcentaje límite permitido es 95%.
 - b) Porcentaje de errores en la facturación: El límite máximo de PEF es 0.4%.
 - c) Tiempo promedio de resolución de reclamos: El límite de TPR es de cinco (5) días laborales.
 - d) Porcentaje de resolución de reclamos: El límite mínimo permitido de PRR es 98%.

- e) Porcentaje de reconexiones de servicio: El límite mínimo del PRS es (95%.
- f) Porcentaje de respuestas a consultas: El límite permitido del PRC es 98%.
- g) Satisfacción del consumidor dados los diferentes tipos de consumidores, niveles de esfuerzo y densidad geográfica del área. El espécimen a ser examinado deberá ser sometido a evaluación por ARCONEL, sujeto a su consentimiento, por lo menos treinta (30) días antes del inicio de la investigación. ARCONEL, en colaboración con la empresa distribuidora, controlará la realización de las encuestas de satisfacción.

El período de evaluación de los indicadores de calidad del servicio comercial establecidos será mensual. Las distribuciones son pagaderas a ARCONEL hasta el día veinte (20) de cada mes, informando los resultados obtenidos de la evaluación de indicadores de servicios comerciales realizada durante el mes anterior, excluyendo el índice de satisfacción del consumidor. La evaluación posterior del indicador se sujetará a las normas que se expidan al efecto.[12]

Reglamentos generales para el establecer las leyes de uso del recurso eléctrico

Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Se fundamenta en establecer las normas necesarias para la aplicación del LOSPEE, ajustándose a los principios de la constitución de calidad, accesibilidad, eficiencia, continuidad, y participación; Para garantizar la transparencia en todas sus etapas y operaciones, este reglamento rige desde el 20 de agosto de 2019 en todo el país.[13]

Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico. Tiene por objeto establecer las reglas y métodos generales para aplicar la Ley del Sistema del Sector Eléctrico, en la actividad productiva y en la prestación de los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, necesarios para satisfacer las necesidades nacionales, mediante la utilización de los recursos naturales, la normativa del sector eléctrico entró en vigor el 4 de diciembre de 1996. [13]

- ✓ **Reglamento de Garantías para compraventa de energía.** Los procedimientos para el otorgamiento de garantías para la compra y venta de energía están vigentes desde el 11 de noviembre de 1999 y la ley entró en vigencia en el país.

- ✓ **Reglamento de Tarifas.** Establecer las normas y procedimientos que se utilizarán para reformar la estructura, calcular y ajustar las tasas impositivas aplicables a los consumidores finales y pagar por el uso del Reglamento de Redes de Transmisión y Distribución a partir del 26 de octubre de 1998.
- ✓ **Reformas al Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas.** Reforma de los artículos 41 y 42 del reglamento en relación a los proyectos declarados de prioridad nacional, donde el enfoque principal de calidad y seguridad industrial se implementa desde el 17 de octubre de 2007.
- ✓ **Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas.** Establecer los procedimientos y medidas aplicables al sector eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica sean eliminadas, en todas sus fases: construcción, operación - mantenimiento y disposición, e implementadas de manera que previene, controla, reduce y/o compensa los efectos negativos sobre el medio ambiente y mejora los positivos, Vigente el 23 de agosto de 2001.
- ✓ **Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el Funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista.** Establecer las reglas que rijan las operaciones financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), administrado por el Centro Nacional de Gestión de la Energía (CENACE), y dar cumplimiento a las normas establecidas para tal efecto, el presente reglamento y las normas pertinentes emitidas por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) desde el 16 de octubre de 2003.
- ✓ **Reglamento para Transacciones Internacionales de Electricidad.** Establecimiento de reglas para la importación y exportación de energía eléctrica técnica y comercial que se realice en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), ya que este régimen se encuentra vigente desde el 31 de diciembre de 2002.
- ✓ **Reglamento Para El Libre Acceso A Los Sistemas De Transmisión Y Distribución.** Establecimiento de reglas para solicitar, otorgar y mantener el libre acceso a la energía eléctrica existente o capacidad residual existente del sistema de transmisión o distribución, según sea requerida por los mayoristas en el mercado eléctrico - Ministerio de Electricidad y Medio Oriente, así como las obligaciones de libre acceso para cada uno de ellos, quienes son responsables de asegurar el servicio público de transmisión de energía eléctrica, a partir del 10 de julio de 2001.

- ✓ **Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Nacional Interconectado.** Fijar las reglas de gestión técnica para la operación de la red de interconexión nacional y las obligaciones que deberá cumplir cada agente del mercado eléctrico mayorista y transportista, cuyos efectos se determinaron el 23 de febrero de 1999.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y MÉTODOS.

Los materiales que se usarán para demostrar que es necesario el desarrollo de un nuevo diseño del cableado eléctrico, serán aquellos capaces de presentar un reporte técnico de la tensión, frecuencia y potencia de las fases y neutro de la acometida que sale del banco de transformadores hacia la red alterna del lugar cuyo nivel del voltaje establecido esta con un rango de 240 a 380 V, con respeto a los métodos que se aplicará para poder dar solución a la falta de voltaje del banco de transformadores principal conectado en delta abierto cuyo sistema da como máximo un voltaje de 240 V y cuya solución eventual para el aumento de voltaje en la tensión fueron transformadores en seco, los cuales tenían la función de elevar dicha entrada de voltaje a 380 V, por lo tanto, a no ser una solución óptima cuando se presenta la necesidad de implementar un nuevo equipo que ayudará al crecimiento de la empresa, se presenta un nuevo método para que dicha adaptación se pueda realizar.

3.1. Equipo Utilizado en la Medición

Para los equipamientos de medición dentro del banco de transformadores de la empresa Dakpoint s.a. de papel Tissue, se forma una manera de adaptar a cada uno de las líneas salientes de los transformadores un captador de información, basado en la Fluke 400 equipos capaces de analizar la calidad de energía eléctrica y el consumo monetarios de estas.

- **Analizador de calidad eléctrica y energía Fluke 435-II**

Para la medición de la red eléctrica de la planta Dakpoint s.a. de papel Tissue Km 24 Chongon se necesitan de equipos de primera que ayuden con la organización de información pertinente que se requiere para realizar un análisis de actualización de la empresa, en función a su cableado estructurado. Para ello se usó un analizador de redes con modelo Fluke 435-II, el cual cuenta con una adición de características como, transitorios, onda de potencia, parpadeo, transmisión de señales, evento de onda, evento de RMS y precisión de la entrada de voltaje del 0,1%. [14]

Este dispositivo permite identificar la cantidad de pérdida de energía, y convertirla en un valor promediado en base a la calidad de energía proporcionada que pasa por el banco del transformador a través de las tres líneas principales, como se capta a continuación:



Imagen 10. Características principales del analizador de redes.

Es muy sabido que la calidad de energía eléctrica poco eficiente, afecta considerablemente el desenvolvimiento de otras áreas que depende del uso de este recurso, lo que puede generar efectos negativos para el desarrollo eléctrico de la zona, además de producir gastos por tratar de solucionar inconvenientes que por lo general se desconocen, el analizador Fluke 435-II Permite identificar problemas y medir la pérdida de energía mediante el cálculo de la cantidad económica, ya que contiene una calculadora de pérdida de energía, lo que permite una mejor comprensión del consumo de energía mediante la creación que muestra la relación entre variables como la potencia y la mala calidad de la energía, como la potencia reactiva, , desequilibrio, distorsión o La corriente está en el neutro. Fluke 435-II también proporciona resúmenes del estado de la calidad de la energía para ayudarlo a comprender mejor una variedad de problemas de calidad de la energía en tiempo real.[14]

Con una presentación gráfica simple, incluidos los límites de tolerancia, puede detectar rápidamente problemas de calidad de energía en su sistema de energía. Si no está seguro de por dónde empezar o qué problemas pueden existir, el resumen de estado de calidad de energía mejorada le facilitará las cosas y le servirá como punto de partida para solucionar problemas más adelante. [14]

Una de las funciones principales y con mayor porcentaje de uso dentro del analizador Fluke 435-II es la función AutoTrend porque se encarga de obtener rápidamente información sobre los cambios en los registros de calidad eléctrica de las tres líneas de abastecimiento a lo largo del tiempo, sin la necesidad de realizar configuraciones manuales para registrar cada proceso, de esta manera se podrá registrar rápida y eficazmente todos los campos en las tres fases y el neutro, necesarios para poder hacer una análisis de ganancias y pérdidas de la cableado eléctrico.

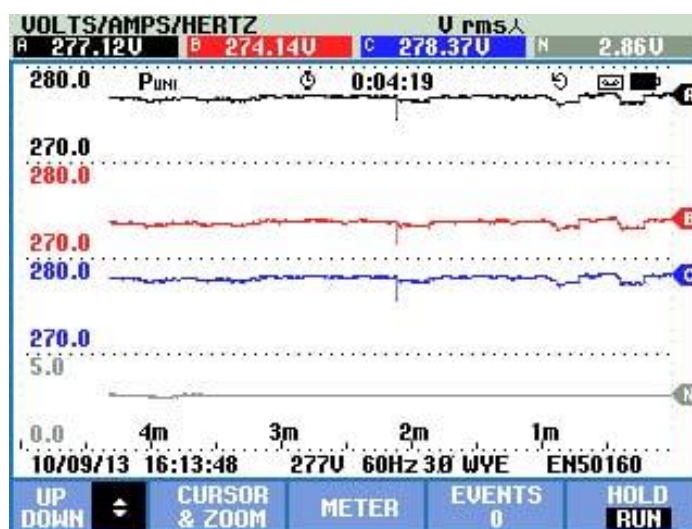


Imagen 11. Pantalla principal con la función AutoTrend [14]

- **Componentes del equipo de medición de la red eléctrica**

Las partes conformadas por el equipo son las siguientes.

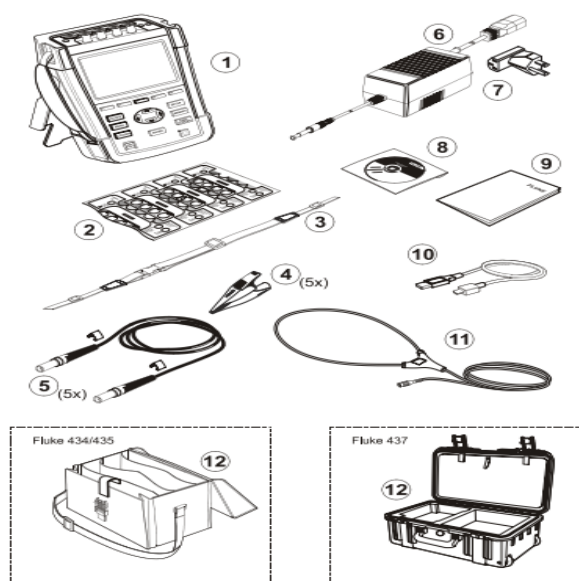


Imagen 12. Componentes del analizador fluke 435-ii [14]

Estos componentes permiten dar uso del analizador con el suficiente nivel de seguridad eléctrica y en software necesarios para la comprensión de los problemas y pérdidas, ocasionadas en el flujo de tensión de cada fase y la línea neutro.

- **Definiciones de las características de los componentes**

N.º	Descripción	
1	Analizador de calidad de la energía eléctrica Fluke 43x Serie II + correa lateral, juego de baterías BP290 (28Wh) y tarjeta de memoria SD de 8 GB instalada.	
2	Juego de etiquetas para tomas de entrada (Nuevo UE y Reino Unido, UE, China, Reino Unido, EE.UU., Canadá).	
3	Correa.	
4	Pinzas de cocodrilo. Juego de 5	
5	Cables de prueba, 2,5 m + pinzas codificadas con colores. Juego de 5	
6	Adaptador de red.	
7	Juego de adaptadores de enchufe de red (UE, EE.UU., Reino Unido, Australia/China, Suiza, Brasil, Italia) o cable de alimentación regional.	
8	Manual de instrucciones de seguridad (en varios idiomas).	
9	CD-ROM con manuales (en varios idiomas), software PowerLog y controladores USB.	
10	Cable de interfaz USB para conexión al PC (USB A a mini USB B).	
11	Sonda de corriente de Ca 6.000 A flexible (no se incluye en la versión básica).	
	Fluke 434-II/435-II:	Fluke 437-II:
12	Estuche de transporte flexible C1740.	Maletín rígido con ruedas C437-II.

Tabla 2. Descripción de las partes del analizador Fluke 435-II. [14]

El saber cada uno de los componentes del analizador es necesario e importante, pero una de la mayor parte del tiempo se debe tomar en cuenta también todos los componentes digitalizados presentados a través del uso de funciones y la pantalla del dispositivo.

El Fluke 435-II posee diferentes tipos de pantalla para visualizar resultados de medida de la manera más efectiva posible, cada una encargada de una función como se presenta a continuación:

- Visualización de forma de onda: Señala las formas de onda de voltaje y corriente tal como muestra un osciloscopio. El canal A (L1) es el canal de referencia y ocurre 4 ciclos completos. El voltaje y frecuencia nominales determinan el tamaño de la red de medida. [14]
- Pantalla multiescala: Facilita una panorámica general instantánea de una gran cantidad de valores numéricos medidos importantes. Todos estos valores se registran mientras la medición está activada. Se almacena en la memoria cuando se detiene la medición [8].
- Pantalla de gráfico de barras: Muestra la intensidad de cada parámetro de medición como un porcentaje utilizando un gráfico de barras. Se utiliza para: Monitoreo de armónicos y calidad de energía. [14]
- Pantalla Fazor: Muestra la relación de fase entre el voltaje y la corriente en un gráfico vectorial. El vector del canal de referencia A (L1) está orientado en la dirección horizontal positiva. La capacitancia A (L1) también es una referencia para el tamaño de la cuadrícula de medición. [14]
- Monitor de Tendencias: Este tipo de monitor está asociado a la pantalla multiescala, la tendencia muestra los cambios durante un período de valores medidos en la pantalla de visualización múltiple. Cuando se selecciona el modo de medición, el analizador comienza a registrar todas las lecturas en la pantalla del medidor. Se utiliza para todas las mediciones. [14]
- Lista de eventos: enumera los eventos que ocurrieron durante la medición con datos como la fecha de inicio, la hora, la etapa y el período de tiempo. Se utiliza para todas las mediciones. [14]

- **Conexiones del analizador de red**

Si es posible, compruebe el estado de la fuente de alimentación antes de realizar la conexión. Utilice siempre el equipo de protección personal (EPP) adecuado. Evite trabajar solo y trabaje. [14]

Se debe mantener cierta distancia entre líneas como norma de seguridad y evitar los arcos eléctricos y campos de energía al momento de su instalación de las sondas de corriente así mismo como a los aislantes en pinzas de cocodrilo, como consejo principal se debe manipular

uno a uno tanto las fases como la neutro al momento que se desee realizar la conexión para el análisis de cada una de ellas.

En un sistema trifásico, realice las conexiones como se muestra:

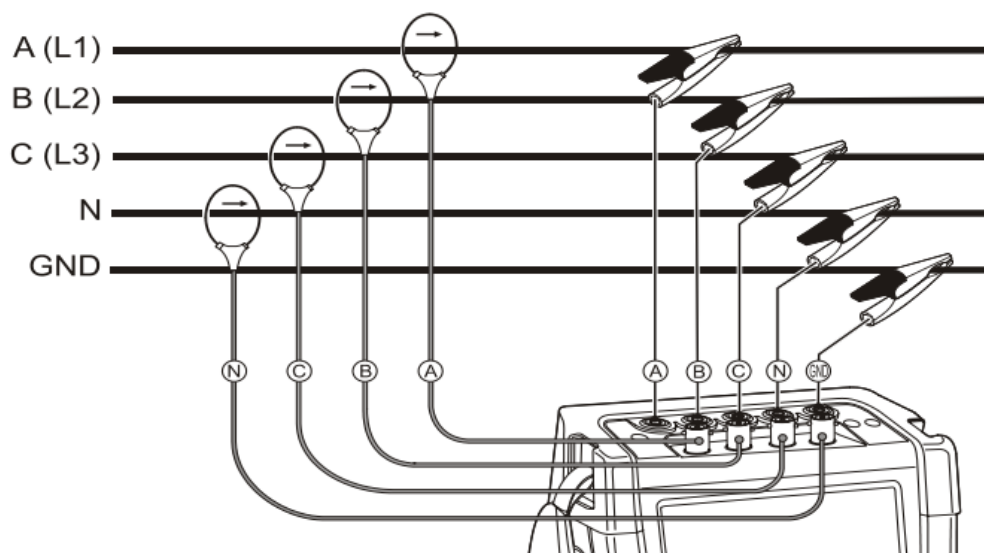


Imagen 13 Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico. [14]

- **Secuencia de la conexión del analizador de redes.**
- Coloque las pinzas del amperímetro con flechas que indican la polaridad correcta de la señal, las cuales se colocan alrededor de los conductores de fase A (L1), B (L2), C (L3) y N (neutro). [14]
- Para conectar el voltaje, comience con la conexión a tierra, luego la serie N (neutro), A (L1), B (L2) y C (L3), para obtener resultados precisos, ingrese siempre la conexión de volumen [14].
- Por lo general, verifique dos veces la conexión para mayor seguridad [15].
- Verifique que los clips del amperímetro estén bien conectados entre sí y bien cerrados alrededor del conector [15].

Con estos pasos se termina el proceso de la conexión del cableado del analizador a las fases principales y la línea neutro, para luego pasar a la parte de configurar el Fluke para que presente los resultados necesarios en cada una de las pantallas y así análisis estos, y saber si es necesario realizar un cambio al diseño del cableado eléctrico de la empresa con tal, o al menos al banco de transformadores.

La información que se muestra en la pantalla del osciloscopio y el diagrama de fase trifásico puede ser muy útil para verificar que las conexiones de tensión y las pinzas amperimétricas

estén correctamente conectadas. En un diagrama vectorial, las tensiones y corrientes de las fases A (L1), B (L2) y C (L3) aparecerán en el sentido de las agujas del reloj, como se muestra en el ejemplo de la figura.[15].

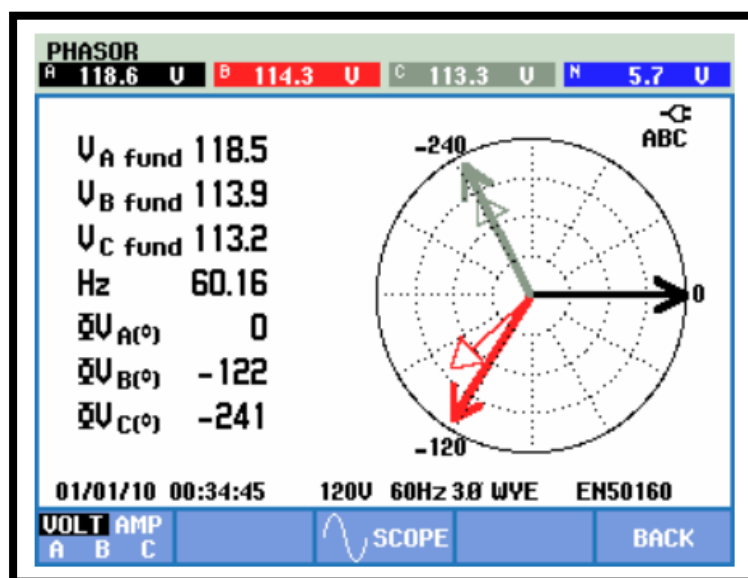


Imagen 14. Diagrama vectorial de un analizador correctamente conectado [15].

Con estos diseños se estiman gran cantidad de información debido a que los fasores sirve como colocación vectorial de todo un sistema esquematizado para muestra tanto de vectores como de frecuencia referenciada, también estima el valor de pérdida producida mediante las fallas y deficiencia a lo largo del día de cada una de las líneas por separo, estas retribuciones presentes en este apantallado del analizador de calidad de energía, predice la cantidad exacta a tiempo real de lo que las fases presenta en este fasor, de tal manera que, ayuda para el correcto análisis del cambio o ajustes del diseño de red, y verificar el cambio de voltaje dependiendo de la máquinas en operación dentro de la empresa, que este caso en Dakpoint s.a. de papel Tissue donde la mayor parte de los instrumentos establecidos en la actualidad depende de un consumo elevado de voltaje de entre 240 a 380 V.

- **Configuración del analizador**

Al encender el dispositivo, antes de la programación de fábrica, se ajustarán los diferentes valores según la situación actual. Los ajustes generales se muestran en la siguiente figura. [15]

Ajuste	Valor predefinido
Idioma de la información	Inglés
Frecuencia nominal	60 Hz
Tensión nominal	120 V
Identificación de fase	A, B, C
Colores de fase A/L1-B/L2-CL3-N-Puesta a tierra	Negro-Rojo-Azul-Gris-Verde
Fecha* + Formato de fecha	Mes/día/año
Hora*	00:00:00

Tabla 3. Configuraciones generales del analizador de redes. [15]

Estas configuraciones por defecto se ven establecidas por el lugar y la infraestructura colocada en el punto donde los transformadores ya hay reducido la carga eléctrica, cada línea A(L1), B (L2) y C (L3) poseen un valor de 120V por el tipo de conectiva que poseen los transformadores dentro del banco, además de que se funcionan a la frecuencia nacional de 60Hz cuyo dato no puede alterarse ya que dañaría las entradas del equipo o todo la simulación o simplemente se alteraría la información obtenida por este, haciendo que el análisis se estanque o cambie la hipótesis.

- **Adaptación de información recibida por el equipo para el análisis de lectura de voltajes.**

El sistema encarga de ver los distintos diagramas de tensión dentro de la empresa está a cargo del Software de aplicación PowerLog Classic el cual es esencial para los cálculos de flujos inducidos por los instrumentos analizadores de red por ejemplo es utilizado con los instrumentos Fluke+ 345, VR1710, 1735 y 433/434/435, y al tener compatibilidad con Windows Vista, 7, 8 y 10 hace que los diagramas de adaptación de la tensión de las líneas de 120,240,380 V sean más sencillos de usar, entender y analizar para futuras cambios al sistemas

eléctrico del lugar. Este programa viene de la mano con el uso del dispositivo ya que este automáticamente sube su registro de actividad el software designado de acuerdo al instrumento que realiza el análisis a la red.

La aplicación está diseñada específicamente para agregar nuevas funciones importantes a la serie Fluke 435-II. Esta nueva función permite a los usuarios realizar análisis en motores de pago. Esta aplicación requiere que especifique el número de puerto COM. Esta información se puede encontrar en la lista de dispositivos en el Administrador de dispositivos de Windows. La aplicación proporciona instrucciones paso a paso. Algunas herramientas no permiten el uso de USB 3.0 para actualizar, lea el texto de "ayuda" de la herramienta de actualización antes de seguir. [15]



Imagen 15. Software del analizador de líneas eléctricas [15].

El software Power Log permite descargar datos direccionales y de forma de onda, así como capturas de pantalla, a una PC o computadora portátil en formato de trama. La información provista con Power Log describe sus características en detalle. Las conexiones de la interfaz están detrás de una cubierta antipolvo ubicada en la esquina inferior izquierda del analizador.[15]

A continuación, se describe el proceso que se debe realizar para el levantamiento de información del analizador de redes cuya conectividad de al pc se realiza con un adaptador USB. El software detecta automáticamente el ajuste de velocidad en baudios del Analizador.

En diferentes Software, es posible cambiar la rapidez en baudios o unidades de ondas de comunicación y de la siguiente manera:

- Pulsar la tecla SETUP,
- Después la tecla de función F1 – USER PREFERENCE,
- Seleccione RS-232 mediante las teclas de flecha arriba/abajo y ENTER.
- Ajustar la velocidad en baudios con las teclas de flecha izquierda/derecha
- Se debe salir del menú con F5 – BACK [15].

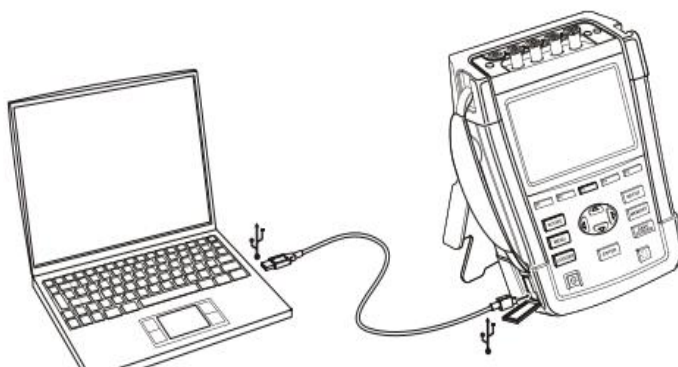


Imagen 16. Conexión entre Pc y Fluke 435-II [14]

3.2. Descripción de Métodos Usados.

El método que comparte actualmente la empresa para poder cumplir con la demanda de los recursos de eléctricos dentro de la planta Dakpoint S.A. de papel Tissue km 24 Chongon se expresan a continuación:

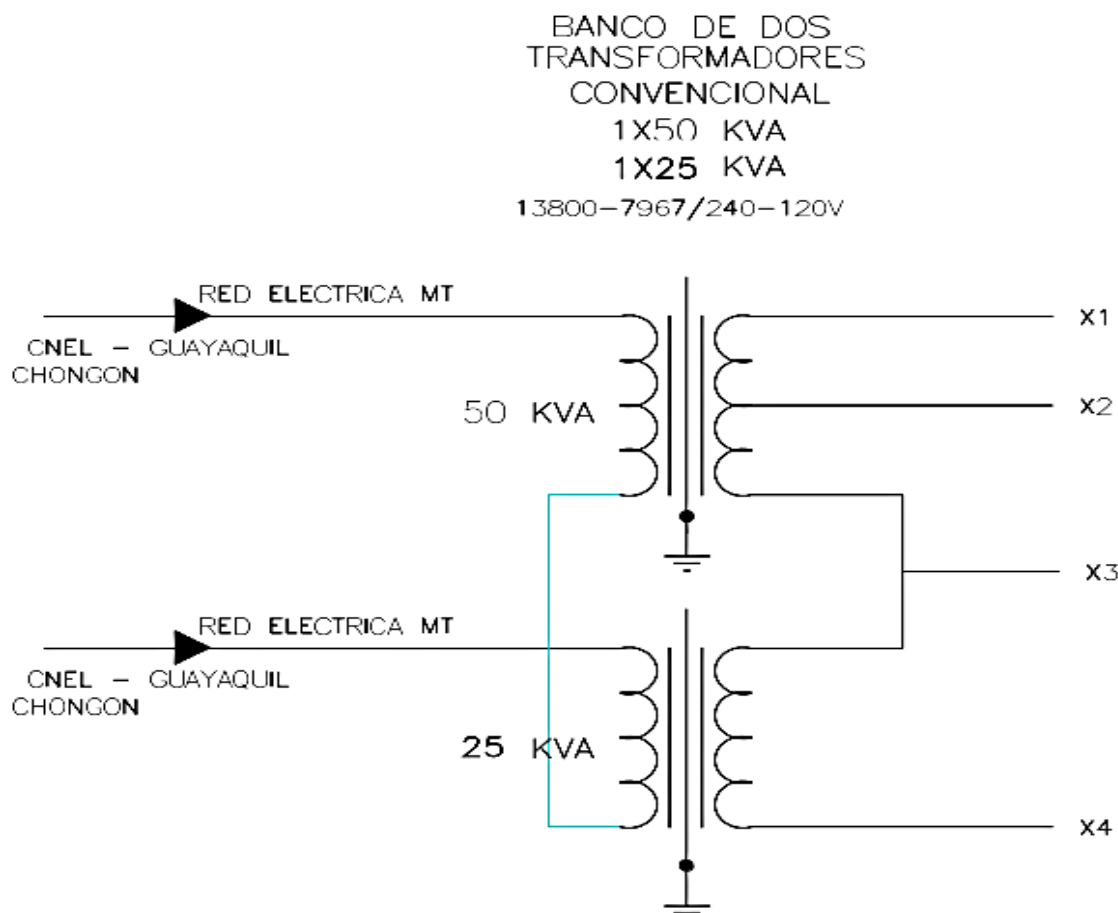


Imagen 17. Esquema de conexión delta abierto de la empresa Dakpoint s.a. de papel Tissue

Se entiende al observar el esquema que la conectividad que permite la baja de tensión en esta empresa es mediante una conexión delta abierto, cuyo principal propósito es el de sustituir el uso de 3 transformadores monofásicos con 2 de ellos y poder alimentar cargas tanto trifásicas como monofásicas, es una adaptación muy útil y se usa mucho en tiempos de emergencias, pero pese a ello es indispensable sustituirla, ya que frente a ella se presenta una salida máxima de tensión de 240 V, lo cual no cumple con el requerimiento energético de la empresa en donde se estable este diseño.

Para solventar dicha solución de manera temporal se usó transformadores secos los cuales al conectarse al esquema presentado, elevaba la carga de tensión a lo requerido por la institución, estos transformadores cuentan con una gran variedad de ventajas pero su durabilidad en el sistema eléctrico no era sustentable, por ello se plantea un método con el que se permita mejorar la situación actual frente a la aparición de un nuevo equipo para la producción del material industrial que es generado en la empresa, el cual debido a sus características, sobrepasa el

rendimiento actual del banco de transformadores en conectividad con los transformadores en seco.

Con la obtención de dicho aparato eléctrico (el transformador trifásico), cuya conexión se realizará de forma directa hacia las líneas, debido a que posee esa facilidad de adaptación y sincronía directa con el cableado extendido que llega a la ubicación del cuarto de transformadores, la empresa puede generar mayor productividad aumentando el número de máquinas encargadas de la generación del material productivo por el cual la empresa genera dinero y de esta manera lograr expandirse.

El transformador nuevo tiene las siguientes características:

- Posee distribución de mediana capacidad, adaptable a baja,
- 13800-7967 voltios del lado de alta tensión,
- 380-220 voltios de lado de baja tensión,
- Marca INATRA

Teniendo en cuenta cada una de las características mencionadas del transformador ante el requerimiento establecido por la empresa del uso y alta de 380 voltios de ingreso para el correcto funcionamiento de las máquinas existentes y de las nuevas máquinas a instalar dentro de la red eléctrica, y con la correcta implementación de este aparato eléctrico mediante una conexión directa hacia las líneas principales es el método más eficiente para la solvencia de los transformadores en seco frente a la llegada de estas nuevas implementaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE PROPUESTA

Este capítulo se centra en la investigación y cálculo del rediseño del cuarto de transformadores para alcanzar una producción de papel de 150 toneladas al mes con la adquisición de una maquinaria más para el departamento de producción, tomando en consideración los datos y parámetros obtenidos en el estudio de campo de la red energética de la planta.

El estudio de este capítulo se basará a las normativas eléctricas vigentes, donde se indicará las dimensiones de los equipos principales y secundarios para alcanzar dicha productividad.

4.1 Rediseño del Área de transformadores Propuesta

Para el rediseño eléctrico de nuestra propuesta en el área de transformadores se realizaron los cálculos correspondientes, empezando con la distribución de cargas de energías para los diferentes equipos y maquinarias de la empresa DAKPOINT S.A. y así poder obtener los transformadores apropiados para la alimentación de la planta.

En el cual se propone el cambio del banco de transformadores, reestructuración del cuarto de distribución de energía a las máquinas de producción, infraestructura del cuarto de transformadores base al código eléctrico nacional.

Se detalla a continuación la propuesta de rediseño del sistema eléctrico de la planta.

4.1.1. Cálculo de cargas propuesta

Para la propuesta del rediseño del sistema eléctrico se realizó un nuevo cálculo de cargas donde se establece que con la potencia de consumo de las 5 máquinas de producción de 42KVA a 380V y una a 30 KVA – 380V, más el consumo de las luminarias del galpón, cuarto de compresores y las áreas administrativas; se alcanza una potencia total de 82,814 KW, cuyo parámetro nos indica que potencia mínima debería tener el transformador y así poder mantener la producción estimada de 150 toneladas/ mes.

DESCRIPCIÓN		MEDIDOR 1	MEDIDOR 2	SUBTOTAL CONSUMO
MEDIDOR		M-1	M-2	82814
CALIBRE		3#1/0+1/0+2 THHN	3#2+2+4 THHN	
FASE		ABC	ABC	
DISYUNTOR	AMPERAJE	125	3	
	POLOS	60/100	3	
FASE		ABC	ABC	
CLASE		CL-200	CL-100	
CARGA INSTALADA		54915,5	37100	
FACTOR DE POTENCIA		0,9	0,9	
DEMANDA		49424	33390	

Tabla 4. Cálculos de carga de la empresa, Fuente: autores

4.1.2. Distribución en media tensión

En la alimentación de la energía eléctrica se propone instalar una protección termomagnética de 3 polos de 175 amp., para el transformador de 100KVA 380 V Trifásico y un cableado de cobre AWG TTU 75c de 3x(2x1/0) MCM TTU 75C donde el neutro tendrá un calibre de 1/0 AWG y la tierra de 1/0.

Se debe construir tableros base a especificaciones técnicas de acuerdo con el código eléctrico nacional y la clasificación de acuerdo con sus funciones, es decir separar los equipos del área de producción con los de área de administración más la iluminación de la planta.

Los tableros tipo ropero son los más convenientes para el departamento de media tensión así se puede distribuir los equipos de protección, el cableado de alimentación y descarga del panel por su mejor manera de montaje y desmontaje de lo antes mencionado.

El cableado será distribuido mediante canaletas metálicas las cuales se comunicará desde el cuarto de transformadores hasta el cuarto de media tensión y del cuarto de media tensión a los departamentos de administración y producción.

En la reestructuración de la distribución de energía se encontraran paneles principales y secundarios, los paneles principales alimentaran de energía a los secundarios cuyos paneles estarán constituido de partes que permiten controlar y supervisar el flujo energético que utilizan las maquinas que se encuentran en el área de producción, cada máquina tendrá su panel de control estos paneles de control estarán construido bajo los parámetros del código eléctrica nacional e internacional tantos en sus dimensiones y componentes de control.

En los paneles principales estarán constituido por componentes de control y seguridad, lo cual permitirá la alimentación de energía derivada a cada panel secundario.

Cada panel tendrá una protección para que no se encuentren expuesto a contactos, accidentes de personas no autorizadas, así también internamente cada cableado deberá ser identificado mediante marquillas identificando su punto de función o contacto.

En la sala de distribución se contará con un archivador donde reposaran una copia los archivos, planos de funcionamiento de cada panel (Pasquel, 2019).



Imagen 18. Distribuidor de Tensión. Elaborado por Pasquel, (2019)

4.1.3. Distribución de planta

En la distribución de planta nos detalla las limitaciones de los departamentos y como está constituido la planta DAKPOINT S.A.

Así también las rutas de conexiones de los equipos y los accesos a los departamentos (DAKPOINT S.A, 2020).

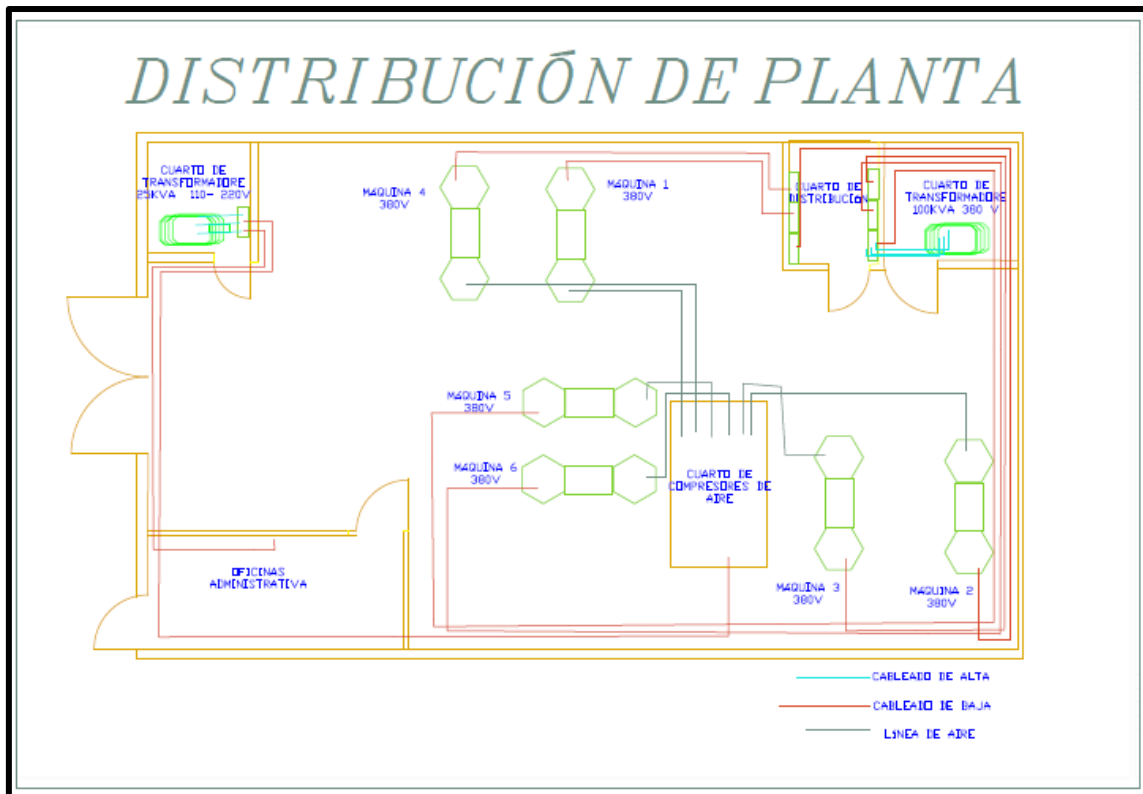


Imagen 19. Distribución de Planta. Elaborado por DACKPOINT, (2020).

4.1.4. Cambio de Banco de transformadores

Para el cambio de banco de transformadores se establece que con la potencia de consumo de las 5 máquinas de producción de 42KVA a 380V y una a 30 KVA – 380V se alcanza una potencia total de 252 KVA, cuyo parámetro nos indica que potencia mínima debería tener el transformador y así poder mantener la producción estimada de 150 toneladas/mes.

SELECCION DEL TRANSFORMADOR			
SUMA DE DEMANDAS INDIVIDUALES DEPARTAMENTOS (W)	82.814		
DEMANDA MÁXIMA EN (kW)	83		
FACTOR DE POTENCIA	0,920		
DEMANDA MÁXIMA EN (kVA)	90		
RESERVA	11%	10	
SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR (kVA)	100		
AMPACIDAD AMPERIOS	0		
ALIMENTADOR COBRE AWG TTU 75 c	3X(2X1/0) MCM TTU 75 C 380 V FASES	(1 # 1/0) AWG NEUTRO	1 x 1/0 TIERRA
PROTECCIÓN TERMOMAGNETICA	3 POLOS		175 AMPERIOS

Tabla 5. Selección de transformador. Elaboración propia, 2022.

4.1.5 Infraestructura del cuarto de transformadores

La infraestructura del cuarto de transformadores estará debidamente definido de acuerdo a la capacidad del transformador, esta área se encontrará al aire libre, mallada y techada, no puede estar en área cerrada, el equipo estará descansando sobre una loseta con pernos de anclaje lo que permitirá su seguridad, así mismo este lugar estará aterrizada de acuerdo al campo energético que se formara cuando se encuentre en funcionamiento el transformador, esto es para seguridad y evitar accidentes y daños en el equipo.

Este cuarto deberá contar con un canal de 10 cm de profundidad, 20 de ancho alrededor del transformador con una trampa de control de aceite, esto es para evitar derrames de aceite que puede generar el transformador o mantenimientos preventivos y correctivos.

Los mantenimientos de los equipos que se encuentran en esta área deberán ser planificados y concebido por la agencia CENACE, la cual supervisa la energía eléctrica del país.

Estos trabajos deberán ser realizados por mano de obra calificada en esta área.

Las líneas de alimentación de estos equipos estarán dadas en base a los cálculos de demanda de potencia o consumo, a su vez respaldada a las tablas del código eléctrico nacional. [16]



Imagen 20. Cuarto de Transformador. [16]

4.1.6 Mantenimiento de Transformadores

El mantenimiento se realizará cuando existe un paro programado de actividades de la Planta y se tomara en cuenta la realización de los procedimientos que involucran la conexión y desconexión de disyuntores y breaker en el cuarto de distribución.

Mantenimiento preventivo

En este mantenimiento se considera en una toma de muestra de aceite conforme a lo indicado por el fabricante que será enviada para el análisis correspondiente a una empresa de servicios, limpieza general de las partes externas del transformador y un ajuste de terminales.

4.1.7 medición del terreno

Para la puesta a tierra se realiza varias mediciones del terreno por el método de Wenner, el cual reside en encontrar puntos de cargas electrodos en líneas recta y espaciados en este proceso aleatorio de muestreo se debe ir seleccionando los electrodos de corriente y voltaje con respecto un punto fijo central. [17]

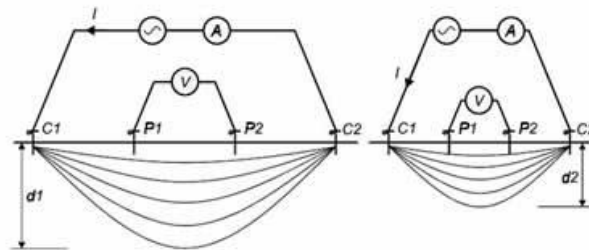


Imagen 21. Medición de Terreno, fuente [17]

Luego de las muestras tomadas de las mediciones a diferentes distancias se realiza el cálculo de la resistividad del terreno mediante la ecuación de los antes mencionados y así promediar los datos obtenidos para el resultado final.

$$p = \frac{4xA \cdot R}{1 + \left[\frac{2 \cdot A}{(A^2 + 4 \cdot B^2)^{0.5}} \right] - \frac{2 \cdot A}{(4 \cdot A^2 + 4 \cdot B^2)^{0.5}}}$$

p: Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m

A: Distancia entre electrodos en metros

B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros

R: Lectura del terreno en ohms

4.1.8 Diseño unifilar de la instalación del nuevo transformador

El diseño unifilar nos permite identificar los equipos y sus conexiones que hay entre ellos, así también con las características de cada equipo que se utilizaría para la instalación del rediseño del sistema eléctrico de la planta. Anexo 1.

4.1.9 Cuarto de control Propuesto

El cuarto de control es el departamento donde se encontrarán los tableros eléctricos, anteriormente estaban ubicado cerca de cada máquina y oficinas, donde no había un puesto de control que permite manejar y llevar un mejor control de cada equipo.

En este nuevo departamento se ubicarán el tablero de medidor, tablero de máquinas del área de producción y tablero del área administrativa más compresores.

El tablero de medidores contara con 2 equipos de medición, una será para el área de producción que trabajara a 380V y el otro a 220V- 110V para ver el consumo en el área administrativa de la planta.

Los tableros de distribución para el área de producción tendrán el control de cada máquina: la maquina TKL, maquina TKL 2, maquina Rebobinadora FLEX, maquina servilletero, maquina servilletero Z, rebobinadora secundaria, es decir cada tablero contara con un paro de emergencia, botones de encender y apagar, guarda-motores, breakers, protecciones de seguridad, entre otros.

El tablero administrativo tendrá el control de cada departamento, iluminación del galpón y pisos de oficinas de la planta.

4.1.10 Acometidas eléctricas

Los conductores de la acometida principal será de calibre 3#1/0+1/0+2 THHN que sale de las barras del tablero de medidores estos cables llevaran la energía a los paneles de distribución del área de producción para que luego transferir la energía a cada máquina ya antes mencionada mediante AWG 3 # 8+10+10, solo el equipo de rebobinadora secundaria se maneja con un AWG 3 # 6+8+8.

La alimentación del tablero administrativo saldrá de las barras del tablero de medidores con calibre 3#2+2+4 THHN y se distribuyen a cada departamento con diferente calibre que se mencionara a continuación.

DESCRIPCIÓN	CIRCUITO	CALIBRE
PD OFICINA	P1	3 # 8+10+10
PD ALUMBRADO GALPON	P2	3 # 10+10+10
PD COMPRESORES	P3	3 # 6+8+8

Tabla 6. Acometidas eléctricas. Elaboración propia, 2022.

El cableado se identificará de acuerdo a su función como lo indica el código de colores que está establecido en las normativas eléctricas y que se muestra en la imagen siguiente.

	MONOFÁSICO		ESTRELLA	DELTA	(-) DELTA	ESTRELLA		DELTA	
SISTEMA	1 Φ	1 Φ	3 Φ Y	3 Φ Δ	3 Φ Δ -	3 Φ Y	3 Φ Y	3 Φ Δ	3 Φ Δ
TENSIONES NOMINALES (VOLTIOS)	120	240 /120	208 /120	240	240/208/120	380/220	480 /440	480 /440	Más de 1000V
CONDUCTORES ACTIVOS	1fase 2 hilos	2fases 3 hilos	3fases 4 hilos	3fases 3 hilos	3fases 4 hilos	3fases 4 hilos	3fases 4 hilos	3fases 3 hilos	3 fases
FASES	Negro	Negro	Amarillo	Negro	Negro	Café	Café	Café	Violeta
		Rojo	Azul	Azul	Naranja	Negro	Naranja	Naranja	Café
			Rojo	Rojo	Azul	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde
TIERRA AISLADA	Verde o verde-amarillo	Verde o verde-amarillo	Verde o verde-amarillo	No aplica	Verde o verde-amarillo	Verde o verde-amarillo	No aplica	No aplica	No aplica

Tabla 7. Tipos de sistema, fuente [18]

4.2 Normas técnicas de construcción

Este estudio se realizó bajo normativas y en caso de llevarse a cabo los materiales eléctricos, equipos, instalación y pruebas de funcionamiento, se presidirán de acuerdo con las instituciones que establecen las normas:

- NEC: Código eléctrico nacional
- CPE INEN: Código de Practica ecuatoriano
- ANSI: American National Standards Institute
- NFPA: National Fire Protection Association
- ICEA: Insulated Cables Engineers Association
- ASTM: American Society for testing and Materials

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.

5.1. Conclusiones

- Se analizó la situación de las instalaciones eléctricas en la planta donde se determinó los implementos fundamentales para el rediseño.

- Se logró efectuar las mediciones bajo los estándares de calidad en relación de la energía a partir de un Fluke 435 II obteniendo una medida apropiada para el sistema eléctrico funcional la cual se verifico con el uso de un registrador trifásico Fluke 1735.

- Se Rediseñó el cuarto de transformadores para la incorporación de una nueva máquina al proceso de producción cumpliendo las necesidades del empleador.

- Se analizó la ejecución de los índices de calidad del producto recomendando las mejoras pertinentes para el mantenimiento productivo de la planta de trabajo eléctrico.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda en que cualquier cambio o aumento de cargas en el sistema eléctrico de la planta se base en estudios de ingeniería que prevean posibles fallos o desequilibrios en el suministro eléctrico y que no supongan impactos económicos y pérdidas de producción.
- Se recomienda un plan de mantenimiento de los equipos eléctricos y realizar los correspondientes estudios de calidad de la energía para asegurar el mantenimiento y control de la instalación.
- Se recomienda que el sector del mantenimiento eléctrico cuente con personal calificado y con sólidos conocimientos en la materia, con el fin de garantizar que no se utilicen técnicas que no se ajusten al problema y que, en caso de que se produzca, se pueda resolver gracias a la competencia del personal.

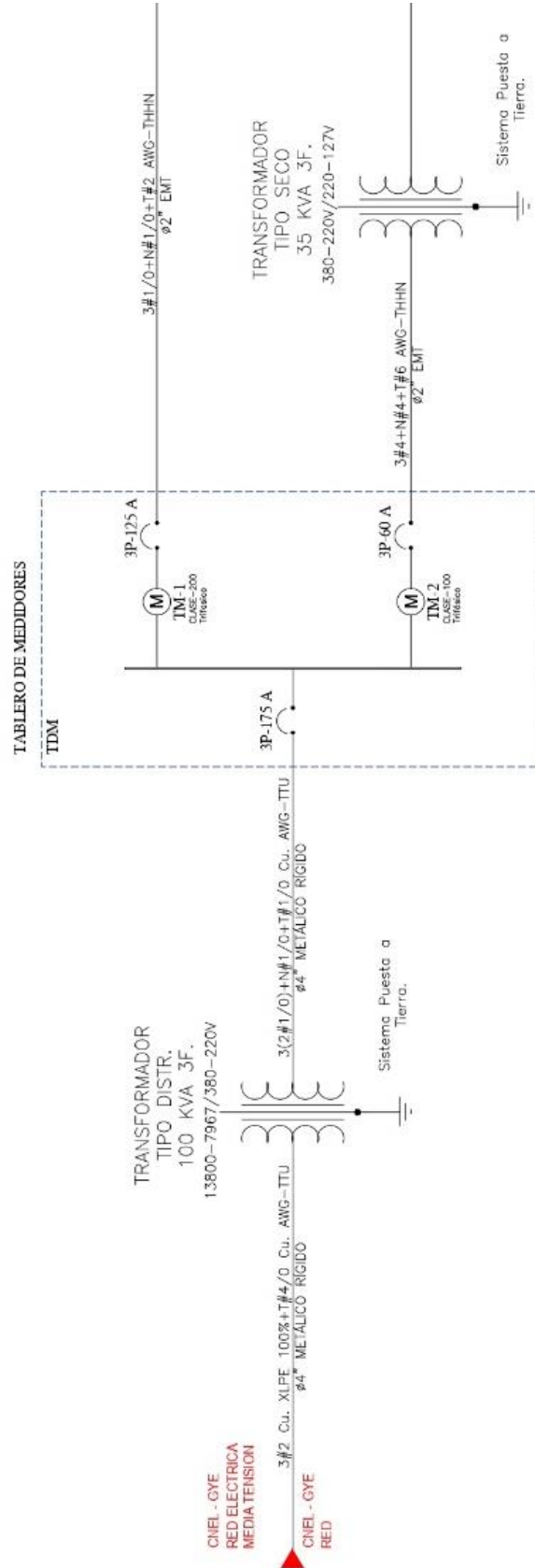
BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Argañaraz, “Elementos generales de Instalaciones Eléctricas,” 2019.
- [2] Equipo editorial, “Método descriptivo: características, etapas y ejemplos,” *Lifeder*, 2018. .
- [3] T. Mejia, “Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos,” *Lifeder*, 2020. .
- [4] P. Guevara, A. Verdesoto, and N. Castro, “Metodologías de investigación educativa(descriptivas,experimentales , participativas , y de investigación-acción),” no. 3, pp. 163–173, 2020, doi: 10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173.
- [5] T. Rachman, *Sistemas de energía Eléctrica*. 2004.
- [6] W. Kersting, *distribution system modeling and analysis*, vol. ثفتتق ث, no. ثفتتق ث. 2001.
- [7] On sound, “ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA, BIFÁSICA Y TRIFÁSICA / Conceptos Básicos de Ingeniería Eléctrica,” 2020. .
- [8] RTE, “Transformadores Monofásicos,” 2020. .
- [9] Area tecnologia, “Transformador trifásico,” 2018. .
- [10] Bnamericas, “Ecuador sigue adelante con tendido de red eléctrica,” 2020. .
- [11] Ministerio deEnergía y Recursos Naturales no Renovables, “Transformación y situación actual del sector eléctrico,” *Plan Maest. Electr. Maest. Electr.*, vol. 1, pp. 1–27, 2018.
- [12] ARCONEL, “Regulacion No. ARCONEL-005-2018.pdf,” *Arconel*. p. 38, 2019.
- [13] I. Hugo, D. Pozo, B. Director, and D. R. Oficial, “Ley organica del servicio publico de energía eléctrica,” p. 28, 2015, [Online]. Available: www.lexis.com.ec.
- [14] FLUKE, “Equipos calidad de la energía eléctrica,” p. 8, 2017.
- [15] U. Manual, “Fluke 434-II/435-II/437-II,” no. January, 2017.
- [16] H. Calle and P. Castillo, “EVALUACION Y PREVENCION DE RIESGOS ELECTRICOS EN UNA SUBESTACIÓN,” 2010.
- [17] BIRT TH, “Montaje de las puestas a tierra,” 2016.
kastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI05/es_IEA_IEI05_Contenidos/website_911_mtodo_de_wenner.html.
- [18] G. A. Ortíz Torres and G. M. Lavayen Galdea, “Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad según las Normas ISO 9001:2015 para una empresa textil en la ciudad de Guayaquil,” *Univ. Politécnica Sales. Ecuador*, p. 216, 2017, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14220/1/UPS-GT001890.pdf>.

ANEXOS

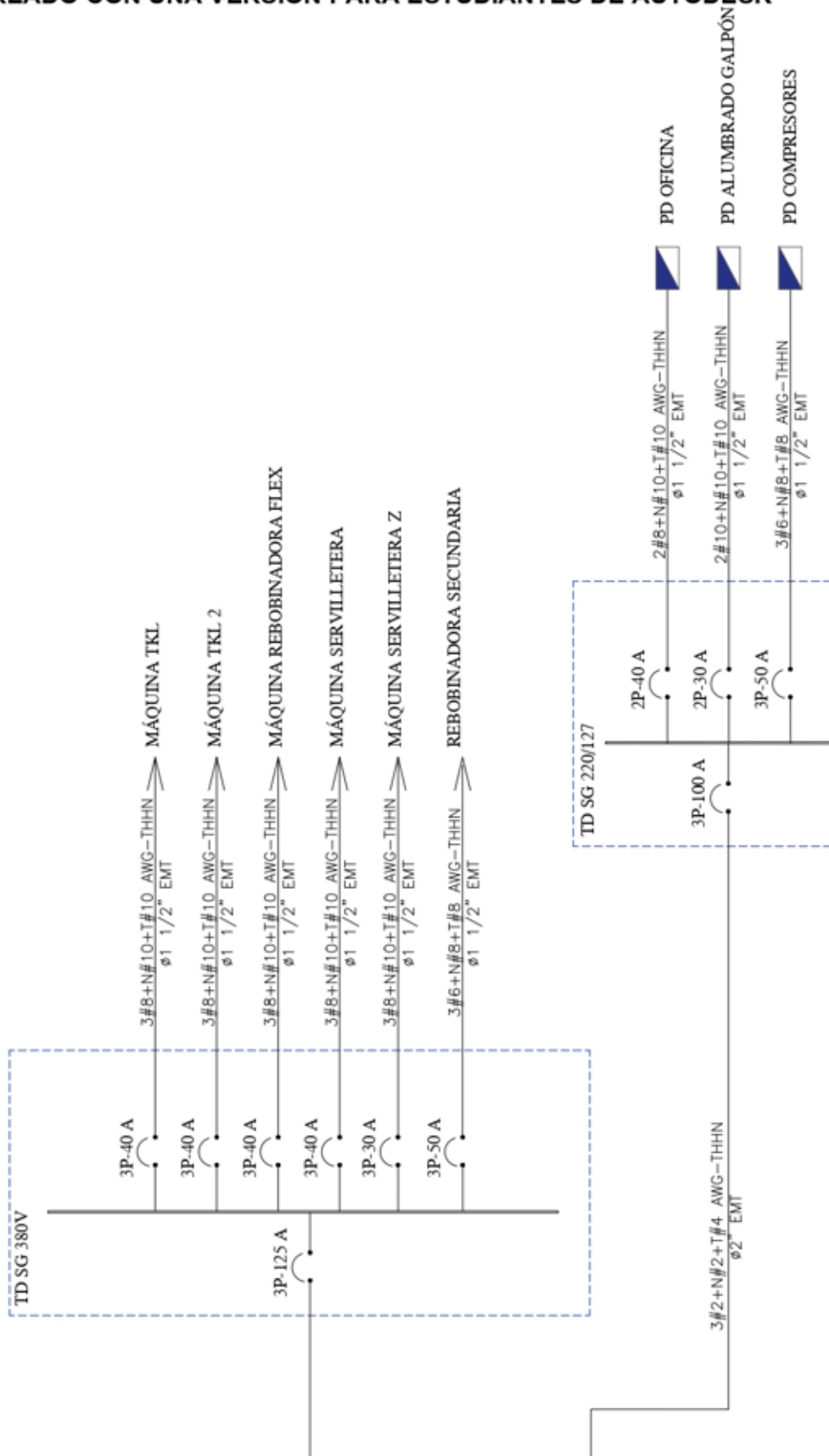
ANEXO 1: Diagrama Unifilar de la planta Dakpoint

DIAGRAMA UNIFILAR



ANEXO 1: Diagrama Unifilar de la planta Dakpoint

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



ANEXO 2: Banco de transformadores

ANEXO 3: Analizador de red fluke 435 II



ANEXO 4: Verificación de datos de analizador de red

ANEXO 5: Sistema en proceso de monitoreo

