



**PEQUEÑA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN QUE BRINDE A LA
UNIVERSIDAD UNA HERRAMIENTA PARA SUS PRÁCTICAS EDUCATIVAS**

PUBLIO ANDRÉS GUERRERO ALEMAN

CÓDIGO: 21511613619

CRISTIAN YESID CABALLERO BARRAGAN

CÓDIGO: 23551626564

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Ciudad, Colombia
Año

**PEQUEÑA SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN QUE BRINDE A LA
UNIVERSIDAD UNA HERRAMIENTA PARA SUS PRÁCTICAS EDUCATIVAS**

Publio Andrés Guerrero Alemán

Cristian Yesid Caballero Barragán

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Tecnólogo Electromecánico

Director (a):

Juan Manuel Murcia Pacheco

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Bucaramanga, Colombia

2020

(Dedicatoria o lema)

A Dios y a nuestras queridas familias por todo el apoyo y comprensión brindado durante la ejecución de nuestro proyecto de grado y que lo continúan haciendo en cada una de las etapas de nuestra vida.

A nuestro director de proyecto Juan Manuel Murcia Pacheco por su oportuna colaboración, comprensión, apoyo y enseñanza en la ejecución y puesta en marcha de este proyecto

Resumen

Este proyecto se encuentra enfocado y ejecutado para el cumplimiento como objetivo general el diseño del contenido general de una subestación básica, con su respectivo transformador y componentes, que permita a los estudiantes de la universidad contar con una herramienta para sus prácticas educativas. Las características de este proyecto esta fundamentadas y apoyadas en el diseño y bases teóricas de la subestación, para seguidamente contar con su ejecución y funcionamiento.

Para el diseño de esta subestación se llevaron a cabo los siguientes pasos contando con tres niveles: Se hincará un poste de 4 metros el cual estará enterrado con una profundidad de 1 metro quedando los 3 metros sobrantes para la instalación del transformador y sus equipos. En el primer nivel se instalará una cruceta metálica de 2 metros en la cual se instalarán las cajas cortacircuitos que sirven para la energización y des energización del transformador. Bajo dicha cruceta se

montará otra cruceta de igual diámetro para la instalación de los 3 DPS (dispositivos para sobretensión) pararrayos que son los encargados de proteger el transformador. En el tercer y último nivel se instalará el transformador de 25 kva, trifásico. El Transformador, los pararrayos y las cajas corta circuitos estarán conectados mediante cable de aluminio 2/0. Esta subestación contará con su sistema de puesta a tierra y conexionado a los equipos de dicho sistema, no se energizará para evitar riesgos y accidentes se utilizará con fines de simulación. Será entregada con una pértiga aislada para realizar apertura y des energización de la subestación.

Cabe señalar que cuenta con su seguridad bajo las normas RETIE y se ejecuta con metodología Scrum, para definir tareas a cumplir por tiempos y realización de pruebas de las mismas.

Palabras clave: subestación, transformadores, diseño, simulación y prácticas.

Abstract

This project is focused and executed for the fulfillment as a general objective of the design of the general content of a basic substation, with its respective transformer and components, this project will allow university students to have a tool for their educational practices. The characteristics of this project are based on and supported by the design and theoretical bases of the substation, to then have its execution and operation.

For the design of this substation the following steps are carried out, counting on three levels: A post of 4 meters will be sunk which will be buried with a depth of 1 meter being the 3 meters left for the installation of the transformer and its equipment. On the first level, a 2-meter metal crosshead will be installed in which the circuit breakers that are used to energize and de-energize the transformer will be installed.

Under this crosshead, another crosspiece of equal diameter will be mounted for the installation of the 3 DPS (overvoltage devices) lightning rods that are responsible for protecting the transformer. The 25 kva, three-phase transformer will be installed on the third and last level.

The Transformer, lightning rods and short circuits will be connected by 2/0 aluminum

cable. This substation will have its earthing system and connected to the equipment of said system, this will not be energized to avoid risks and accidents, this will be used for simulation purposes. It will be delivered with an insulated pole to open and energize the substation.

Cabe señalar que cuenta con su seguridad bajo las normas RETIE y se ejecuta con metodología Scrum, para definir tareas a cumplir por tiempos y realización de pruebas de las mismas.

Keywords: substation, transformers, design, simulation and practices.

Contenido

Resumen	V
Tabla de figuras.....	VIII
Introducción	1
1. Capítulo 1 Definición y tipos de subestación aérea.....4	
1.1 Definición de subestación aérea.....	4
1.2 Diseño de redes aéreas de media tensión	6
1.3 Tipos de subestaciones	4
2. Capítulo 2 Normas RETIE	5
2.1 Definición de la norma RETIE	5
2.2 A que instalaciones se les aplica RETIE	5
2.3 Distancias de seguridad	11
2.3.1 Distancia de seguridad en zonas con edificaciones	11
3. Capítulo 3 Seguridad y Elementos de protección.....13	
3.1 Seguridad.....	13
3.1.1 Ropa y elementos de protección personal	13
3.1.2 Herramientas	13
3.1.3 Normas básicas en trabajos con circuitos energizados.....	11
3.1.4 Ambientes seguros	11
3.2 Equipos de trabajo	11
3.2.1 Pértiga telescópica	11
3.2.2 Cortacircuitos fusible tipo xs	13
3.3 Posibles Practicas	13
3.3.1 Apertura y cierre de cañuelas	13
3.3.2 Cambiar pararrayos	11
4. Capítulo 4 Diseño de la subestación aérea	13
4.1 Pasos para la construcción	13
4.2 Practicas	18
5. Conclusiones y recomendaciones.....19	
5.1 Conclusiones.....	19
5.2 Recomendaciones.....	19
Bibliografía	21

Tabla de figuras

Figura 1: Tensión de los transformadores	6
Figura 2: Plano de Subestación aérea	4
Figura 3: Vista de un transformador	4
Figura 4: Distancias de seguridad	11
Figura 5: Distancias en construcciones	12
Figura 6: Pértiga telescópica	11
Figura 7: Cortacircuitos fusible tipo xs	13
Figura 8: Pararrayos	11
Figura 9: Apertura del hueco	13
Figura 10: Medida del poste	14
Figura 11: Posición de crucetas	15
Figura 12: Pararrayos y cortacircuitos	16
Figura 13: Montaje final.	17

Introducción

Esta iniciativa de proyecto nace ante la necesidad de contar en nuestra universidad con una herramienta de apoyo que permita a los estudiantes de carreras a fines con la facultad de mecánica y electrónica, desarrollar sus prácticas educativas en los espacios de la misma universidad y con las normas de seguridad establecidas para su funcionamiento. De igual manera podrá permitir la realización de prácticas e identificar los diversos componentes de la misma, ejecutar análisis de reparación, realizar pruebas eléctricas, practicar montaje y desmontaje de la misma e instalación de sus equipos.

Es importante conocer que las subestaciones eléctricas están compuestas por postes eléctricos que siempre han servido de un apoyo eléctrico para la transformación de la tensión, por esto es necesario conocer que una subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, regulación y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida.

Segundo lo investigado y leído existen diferentes subestaciones como la de Bacatá codensa en Bogotá y demás subestaciones que brindan energía organizadas y vigiladas por la ESSA, no se conoce de alguna subestación aérea creada como herramienta para realizar montaje, desmontaje y mantenimiento del transformador como mecanismo de estudio y prácticas.

Para poder ejecutar las practicas educativas los estudiantes de nuestra universidad deben buscar en empresas definidas, el permiso y aprobación para su desarrollo, pero al tener esta subestación en la misma universidad podrán desarrollar sus prácticas en la misma. Esta subestación permitirá conocer y realizar prácticas de montaje, desmontaje y

mantenimientos del transformador, además podrán conocer e identificar sus componentes y sus funciones. El uso de la herramienta se ejecutará con el apoyo de los docentes y orientadores de áreas a fines.

Es importante resaltar que este proyecto apoyaría la educación y formación de la población estudiantil y docentes de la facultad de ingeniería mecánica, electrónica y biomédica de la universidad Antonio Nariño ubicada en Bucaramanga.

Este proyecto es un aporte importante a la tecnología global ya que permitiría la manipulación de los materiales para el aprendizaje del mismo sin necesidad de afectar su integridad y seguridad permitiendo conocer sobre los mismos y capacitarse para sus trabajos, siendo un aporte que no solo beneficiaría a la universidad, sino que sería útil para las personas que se estén capacitando en este mismo campo.

El objetivo general que fundamenta este proyecto es el diseño del contenido general de una subestación básica, con su respectivo transformador y componentes, que permita a los estudiantes de la universidad contar con una herramienta para sus prácticas educativas. Cabe resaltar que solo se creara el diseño de la subestación, debido a lo que se vive actualmente en el mundo no se puede realizar la construcción de la misma. Pero con la elaboración de este trabajo de grado otros compañeros podrán ejecutarlo. Este objetivo general estará apoyado en los siguientes objetivos específicos para lograr su realización: se iniciará con reforzar los contenidos de aprendizaje de una subestación, que permita ampliar nuestros conocimientos sobre la temática, seguidamente se ampliaran los contenidos de aprendizaje para el funcionamiento de la misma, para luego llegar al diseño de los planos estructurales y del cableado con sus respectivas normas, se realizara un manual de posibles pruebas de funcionamiento. Para finalmente plantear soluciones a posibles inconvenientes presentados en la subestación.

El alcance de esta propuesta es el diseño y bases teóricas de una herramienta de apoyo en la educación y formación de estudiantes de la universidad Antonio Nariño, siendo una base de trabajo y apoyo en las prácticas de los mismo. Se podrá contar con el apoyo de la ESSA para la obtención de materiales reutilizables a bajo costo y apoyando el cuidado del medio ambiente, pero que garanticen la seguridad de quienes los manipularan.

La ejecución de este proyecto se da apoyados en la metodología ya que es una de las más utilizadas y que permite el cumplimiento del logro bajo tareas planeadas por tiempo estipulados y que permite el continuo trabajo y ejecución sobre la misma una tarea antecede la ejecución de la siguiente.

Para la puesta en marcha se dan sprith de 15 días en las cuales se van a segmentar por épicas y sus respectivas historias de usuarios para poder finalizar la subestación en un menor tiempo posible. (trabajo por tareas dirigidas para el desarrollo de cada una de las actividades en la ejecución de proyecto, revisión de las tareas y análisis y búsqueda de soluciones a problemas presentados en el desarrollo). Es de importancia resaltar que esta subestación no será todavía montada ya que solo se cuenta con su diseño y su manual de creación y uso.

1. Capítulo 1 Definición y tipos de subestación aérea.

La recopilación de información nos ha permitido descubrir la importancia del diseño de una subestación aérea en la universidad Antonio Nariño, sirviendo como una fuente de apoyo para los estudiantes y educadores en sus prácticas y clases dirigidas sobre sus componentes y los usos adecuados de la misma. Para su uso es importante conocer algunos aportes teóricos que nos sustentan.

1.1 Definición de subestación aérea

[1]Las subestaciones aéreas son aquellas para las cuales las características del tamaño, peso y capacidad son establecidas en estas normas permiten su montaje en uno o dos postes que hacen parte de la red de distribución que la alimentara.

La subestación aérea o tipo poste está disponible en zonas rurales, y urbanas, para prestar el servicio a usuarios industriales o residenciales. La subestación aérea está compuesta por un transformador de distribución, acompañado de su respectiva protección contra sobretensión (Descargadores de sobretensión DST) y protección contra sobre corriente (cortacircuitos), como también de algunos accesorios indispensables para su montaje como apoyos, aisladores y herrajes.

[2]Como en la mayoría de las redes se usan como apoyos los postes, salvo en casos especiales, estos son los que se tendrán en cuenta a continuación para realizar la descripción de materiales utilizados en redes aéreas:

- **Postes:** Son la columna vertebral de las redes de distribución eléctrica, se utilizan como apoyo de los armados de media y baja tensión (Según su: resistencia, longitud y material de construcción).

- **Conductores:** Encargados del envío de energía desde las subestaciones principal hasta las subestaciones ubicadas en los postes. es la parte más importante y delicado de todo el sistema eléctrico en las redes de distribución, dependiendo del estado de los conductores se podrá reflejar la calidad en el servicio de energía.
- **Crucetas:** Son estructuras que forman ángulo de 90° con respecto al poste, los cuales se sujetan a este por medio de herrajes, estas contienen aisladores, estas crucetas son instaladas en cantidad dependiendo lo que se va a instalar o sostener.
- **Aisladores:** Están hechos de porcelana, vidrio o polímeros y su papel fundamental es de aislar la estructura de los postes a las líneas. Dependiendo el nivel tensión se elige y se instala.
- **Herrajes:** Son partes metálicas encargadas de asegurar y sostener cualquier parte que se va a montar en el poste, estos herrajes son:
 - Los tornillos
 - Pernos rosca corrida
 - Abrazaderas
 - Grapas de amarre.
- **Equipos de seccionamiento:** Son equipos delimitadores de área, los cuales nos permiten cortar el circuito cuando ocurra una falla o algún problema, estos equipos son:
 - Cortacircuitos
 - Switches.
 - Interruptores.
 - Reconectores.
- **Transformadores:** La principal función de los transformadores es para reducir los niveles de tensión de la energía eléctrica que llegan a ese punto. La siguiente tabla presenta una relación más común de entrada y salida de tensión en el transformador.

Figura 1: Tensión de los transformadores 1 [2]

Tensión de entrada	Tensión de salida
110 kV	34,5/13,2 kV
34,5 kV	13,2 kV
34,5 kV	440 V
13,2 kV	440 V
13,2 kV	240/120 V
7,6 kV	240/120 V

- **Armados de media tensión:** Este tipo de armados se conoce cuando el poste contiene aisladores, crucetas y herrajes, estos se diferencian por la cantidad de crucetas y tipo de aisladores.
- **Estructuras de media tensión:** Estas estructuras varían de acuerdo a su función y disposición del montaje, se identifican dependiendo de la composición de la estructura, combinación de materiales y el tipo de apoyo que usan ya sea por un ángulo, anclaje en H o combinadas.

1.2 Diseño de redes aéreas de media tensión

[2]Para el diseño de estas redes es indispensable realizar tanto cálculos eléctricos como cálculos mecánicos.

Las redes aéreas de media tensión no solo dependen de un buen conductor, puesto que la estructura completa es fundamental para el funcionamiento de la red ya que esta ayuda al mantenimiento y el montaje de la misma.

1.3 Tipos de subestaciones

La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida.

Se conocen diferentes tipos de subestaciones como son:

- **De transformación:** poseen uno o varios transformadores que elevan o reducen la tensión.
- **De maniobra:** además de transformar la tensión son capaces de conectar dos o más circuitos.
- **Transformadoras elevadoras:** este tipo de subestación eléctrica eleva la tensión generada a niveles mucho más altos para poder transformarla.
- **Transformadoras reductoras:** finalmente, a diferencia de las subestaciones transformadoras elevadoras, las reductoras disminuyen las tensiones altas a niveles medios para poder distribuir las.

Figura 2: Plano de Subestación aérea 1 [7]

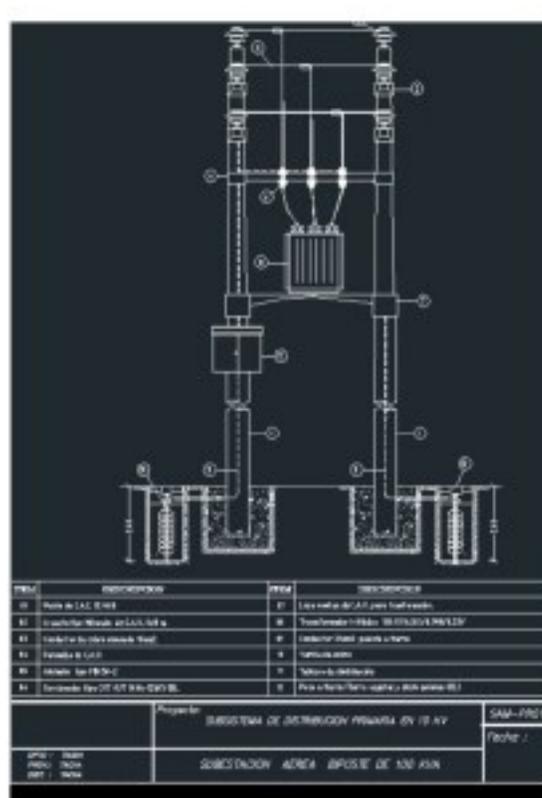
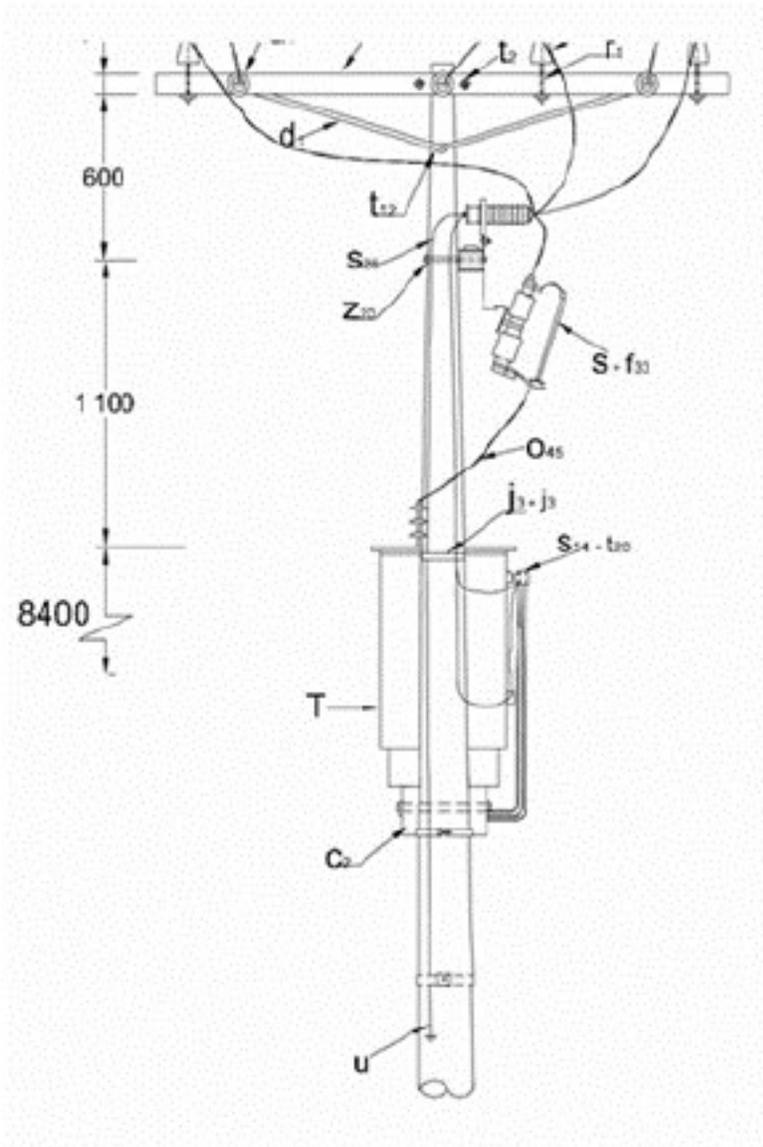


Figura 3: Vista de un trasformador 1 [3]



2. Capítulo 2 Normas RETIE.

Es importante resaltar que este diseño está apoyado en las RETIE ya que son las normas que rigen los proyectos afines con la electricidad.

2.1 Definición de la norma RETIE

[4]El objetivo de esta norma es garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos legítimos:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal y vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir a error al usuario.

2.2 A que instalaciones se les aplica RETIE

[4]El reglamento o normas deben ser aplicados a cualquier proceso que se realice ya sea de generación, transmisión, transformación, distribución, utilización de la energía eléctrica.

Estas normas también se deben aplicar a personal que intervienen a los productos utilizados y a las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas son complejas pero entendibles y son consideradas cuando contienen componentes tales como, conductores, equipos, máquinas y aparatos que forman un conjunto de piezas y son un sistema eléctrico, esto se utiliza para generar, transformar, transmitir o distribuir la energía eléctrica; estas funciones son utilizadas en entes ya sean públicos o privados y manejan límites de tensión:

- Tensión nominal mayor o igual a 24 V en corriente continua (c.c.)
- Más de 25 V en corriente alterna (c.a.)

Con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz.

Estos requisitos propuestos en el reglamento aplican y tienen vigencias en instalaciones eléctricas construidas con posterioridad y vigencia del mismo ya sean ampliaciones o remodelaciones estructurales.

Para las construidas después al (01/05/2005), 01 de mayo de 2005 , el propietario de la estructura debe aplicar las disposiciones contenidas en el RETIE vigente en la fecha de la cual se realizó la construcción y en las anteriores al (01/05/2005), 01 de mayo de 2005, se debe documentar y garantizar que no presente alto riesgo para la salud o la vida de las personas y animales que circulen por la construcción, o atenten contra el medio ambiente, en caso tal de que presente un riesgo se debe realizar correcciones para evitar accidentes.

Lo fijado y escrito por parte de técnicas de este reglamento será de cumplimiento obligatorio en Colombia, en cualquier instalación eléctrica utilizadas para el transporte, transformación, generación, distribución y uso final de la electricidad, estas técnicas también deben regirse para equipos donde son alimentados para señales de telecomunicaciones, electrodomésticos, vehículos y demás equipos.

Estos requisitos deben ser obligatorios en condiciones normales o nominales de la instalación. En caso de que se modifiquen o altere las normas por condiciones de fuerza mayor o situaciones de orden público, el propietario o responsable de la instalación buscará soluciones para restablecer las condiciones de seguridad en el menor tiempo posible.

Las instalaciones deben construirse de tal forma que las partes energizadas peligrosas, no deben tener acceso personal no calificado, y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, y deben ser señalizadas tanto en operación normal como en caso de falla.

Existen diferentes subestaciones como la de Bacatá codensa en Bogotá y demás subestaciones que brindan energía organizadas y vigiladas por la ESSA, no se conoce de alguna subestación aérea creada como herramienta para realizar montaje, desmontaje y mantenimiento del transformador como mecanismo de estudio y prácticas.

2.3 Distancias de seguridad

[2]En el bosquejo de redes de distribución es indispensable y necesario cumplir con los trayectos de seguridad establecidas en las normas de RETIE para los diferentes casos que se presentar dentro del alcance del diseño.

Las distancias de seguridad en montajes son de vital importancia, debe haber valores mínimos de separación que deben tener los conductores y partes energizadas de una estructura, con respecto a edificaciones civiles y otros sistemas eléctricos, para cumplir con las siguientes funciones:

- Obstaculizar el contacto entre personas y circuitos o equipos energizados.
- Evitar que las redes de un montaje principal entre en contacto entre sí mismas o con otras redes de propiedad pública o privada.

Todas las distancias de seguridad se deben aplicar de acuerdo a la norma entre los elementos participantes que estén o no energizados y se deberá cumplir esta distancia tanto vertical como horizontalmente. Estas distancias están adscritas y señaladas en el RETIE y en la NTC 2050.

2.3.1 Distancia de seguridad en zonas con edificaciones

[2]En zonas con edificaciones las distancias mínimas de seguridad se presentan en la Tabla y para una mejor interpretación de estas distancias se presenta la Figura.

Figura 4: Distancias de seguridad 1

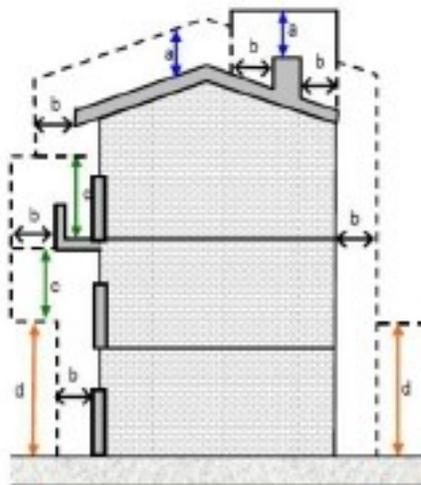


Figura 5: Distancias en construcciones 1 [2]

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación.	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	115/110	2,8
	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura.	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

3. Capítulo 3 Seguridad y Elementos de protección.

Prácticas para transformador aéreo:

3.1 Seguridad

3.1.1 Elementos de protección personal

- [5]El ropaje laboral debe ser cómoda y apropiada para el trabajo a efectuar.
- El ropaje laboral no debe ser apretada o licrada al cuerpo para no limitar movimientos, pero tampoco debe ser suelta ya que puede enredarse en los equipos.
- Las botas tienen que tener suelas resistentes al aceite y antideslizantes.
- No se debe poseer artículos como cadenas, anillos, relojes, pulseras pues son conductoras directas de electricidad.
- Si el personal tiene cabello largo no debe ir suelto. Se debe recoger debajo del casco de protección o utilice implementos que eviten incomodar la operación.
- Siempre porte un comprobante de neón o identificador de fase.
- No utilice hebillas metálicas en correas, puede causar contacto eléctrico accidental.
- Si usa cinturón porta-herramientas estas deben ser fijas, ya que si cuelgan pueden causar contacto directo y tener accidentes eléctricos.
- Todos los elementos de protección personal deben estar limpios, ajustados y sean almacenados en lugares acordes.

3.1.2 Herramientas

- [5]Las herramientas desgastadas, defectuosas u operadas con descuido, son la causa directa de accidentes eléctricos. Seleccione la herramienta adecuada, asegúrese que está en buenas condiciones, úsela en forma correcta y guárdela en un sitio seguro.
- Toda herramienta de mano debe tener aislamiento de fábrica en el punto de agarre.
- No asuma que las herramientas aisladas son seguras para todo tipo de trabajo, Especialmente para trabajar en circuitos energizados

- No utilice herramientas con señales de desgaste, rajaduras o grietas en el aislamiento.
- Nunca trate de aislar una herramienta.
- Verifique que las herramientas para trabajos eléctricos cumplan con las normas establecidas en el Código Eléctrico Nacional.
- No modifique las herramientas o equipos eléctricos sin autorización.

3.1.3 Normas básicas en trabajos con circuitos energizados

- [5]Organice la operación que va a realizar, seleccione herramientas necesarias, de análisis y medición fijamente calibrado y los elementos de protección personal antes de realizar su trabajo.
- Al realizar trabajos en circuitos energizados, siempre utilice únicamente herramientas eléctricas con doble aislamiento.
- Restrinja el acceso a su área de trabajo con señalización y separación del dicho espacio.
- Conozca el voltaje y los niveles de frecuencia de los equipos para tomar las precauciones necesarias.
- No se confíe a hora de trabajar con bajos voltajes.
- Use siempre una conexión a tierra en todas las superficies de trabajo.
- Trabaje los equipos con el uso de guantes dieléctricos.
- Prepare el área de trabajo en equipo cuando este un circuito energizado, asegúrese de que un compañero observe y esté presente.
- Siga la norma del uso de una sola mano al realizar trabajos con circuitos energizados (ejecute el trabajo con una mano y conserve la otra mano hacia el lado o introdúzcala en un bolsillo), de lo contrario la corriente eléctrica recorrería de un brazo a otro, logrando pasar a través de órganos produciendo daños o hasta su muerte.

3.1.4 Ambientes seguros

Humedad:

- Puede producir una trayectoria conductora de electricidad y llegar a causar choque mortal.

- Nunca trabaje cerca de fuentes de corriente eléctrica si usted, sus herramientas o vestidos están mojados. Mantenga cerca una toalla para secarse las manos.
- No trabaje en el exterior si se encuentra lloviendo.
- Si su ropa o calzado se humedecen cámbiaselos inmediatamente.
 - **Atmósfera:**
- Asegúrese de que no existan en su área de trabajo concentración de material particulado, vapores inflamables o atmósferas explosivas.
 - **Iluminación:**
- La deficiente iluminación es un riesgo que se presenta en muchos lugares de trabajo, es necesario suplementarla con lámparas portátiles seguras.

3.2 Equipos de trabajo

3.2.1 Pértiga telescópica

Figura 6: Pértiga telescópica 1



Las Pértigas Telescópicas están Certificadas según los requisitos dieléctricos de OSHA (Sub parte V, Sección 1926.951) y ensayadas de acuerdo a la norma ASTM F1826-00.

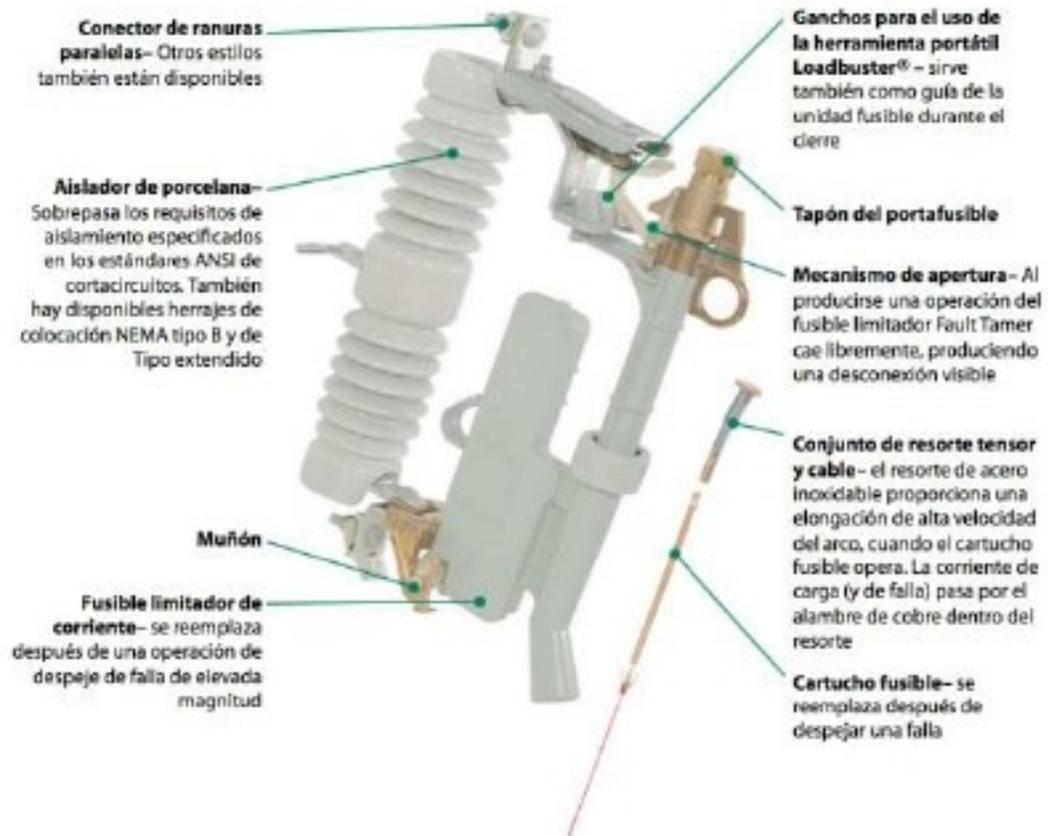
Las Pértigas Telescópicas de Epoxiglas de Chance, son muy prácticas para el trabajo del liniero, permitiéndole realizar muchas tareas rutinarias desde el suelo. El cabezal universal de su sección aislada superior admite el montaje de una gran variedad de accesorios, para que el liniero pueda desconectar interruptores, cambiar el tubo porta fusible en cutouts, quitar protectores de poste, podar árboles y muchas otras tareas en la línea.

Debemos saber que las pértigas:

- Son varas de alta capacidad dieléctrica y elevada resistencia mecánica.
- Permiten realizar gran cantidad de tareas.
- Especialmente utilizadas en trabajos con y sin tensión.
- Permiten acoplar gran variedad de herramientas en su punta.
- Requieren un mantenimiento simple.
- Son la aislación primaria entre el liniero y la instalación a trabajar.
- Deben responder a normas internacionales.
- Fabricadas en fibra de vidrio con alma de poliuretano.

3.2.2 Cortacircuitos fusible tipo xs

Figura 7: Cortacircuitos fusible tipo xs 1 [6]



3.3 Posibles Practicas

3.3.1 Apertura y cierre de cañuelas

□ Procedimiento

- Estirar la pértiga una altura adecuada con distancia aproximada entre el cortacircuitos y los hombros del operario
- Enganchar la pértiga al mecanismo de apertura
- Halar pértiga para desconexión del fusible

Nota: tener en cuenta medidas de seguridad sección 3.1.

3.3.2 Cambiar pararrayos

[5]Uno de los agentes externos que produce las sobretensiones en las redes aéreas de alta tensión son las descargas eléctricas atmosféricas, las cuales, si no son despejadas adecuadamente, pueden destruir instalaciones. Desconexiones que dejan sin energía a industrias interrumpiendo la cadena de su producción, viviendas, incendios y en el peor de los casos pérdidas humanas. En estas líneas no solamente afectan las sobretensiones por tormentas, también afectan sobretensiones producidas por maniobras o por fallas del sistema dentro de la misma instalación.

Es así que, para evitar las nefastas consecuencias de las sobretensiones se utilizan pararrayos (Imagen 5), los cuales permiten conservar las instalaciones en condiciones adecuadas de servicio y seguridad, además de mantener los valores de tensión dentro de los límites que fijan las Normas Técnicas.

Figura 8: Pararrayos 1



Los pararrayos se instalan en:

- En la entrada de los centros de transformación de intemperie para proteger al transformador de sobretensiones.
- Entradas y salidas de subestaciones, protegiendo trafos de subestaciones. • Paso de una línea a subterránea.
- Torres de tendido eléctrico.

- Líneas aéreas de tracción para tranvías, trenes, etc.

□ Procedimiento de cambio

Existen dos métodos para cambiar pararrayos, energizado y des energizado, pero en este caso como la subestación esta des energizada es el método es:

- Realizar la apertura del circuito y del transformador mediante las 3 cajas cortacircuitos con la pértiga telescópica
- Poner en funcionamiento las 5 reglas de oro:

Apertura con corte visible y efectivo de todas las posibles fuentes de alimentación

Bloqueo y señalización de los circuitos que se van a manipular

Verificar la ausencia de tensión

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas aquellas posibles fuentes de tensión

Delimitar y señalizar la zona de trabajo

- Verificar el estado de la estructura (poste) si todo se observa en óptimas condiciones un operario ascenderá a realizar el cambio de dicho pararrayo.
- El operario debe Posicionarse de manera cómoda y aplicando el trabajo seguro en alturas (uso de arnés y demás)
- Identificar el dispositivo a desinstalar y solicitar a su ayudante que desde el piso le envíe por su cuerda de servicios las herramientas necesarias (llaves, alicate, etc.) y realizar el desmonte del pararrayo.
- Montar el nuevo.

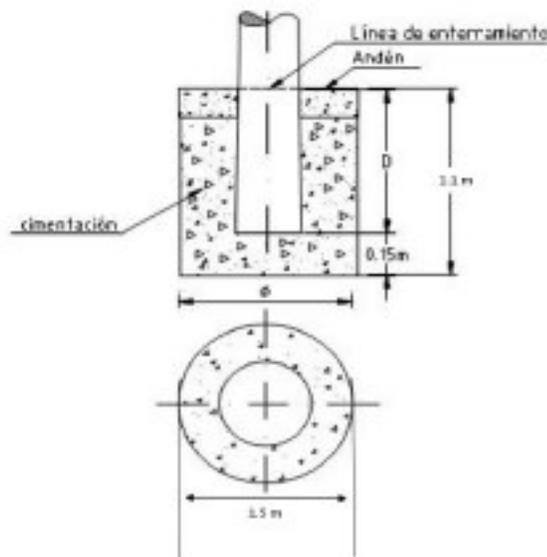
4. Capítulo 4 Diseño de la subestación aérea.

La ejecución de este proyecto se basará en el diseño de la subestación, con sus respectivas normas de seguridad para su después elaboración y puesta en práctica por los estudiantes y docentes de la universidad Antonio Nariño. A continuación, se presentará su diseño.

4.1 Pasos para la construcción

1. Apertura del hueco para el poste, este hueco se debe realizar con una profundidad de 1.1 metros (esto según norma para hincar posterior 10% de la altura del poste + 0.6)
 $5 \text{ mts} * 10 / 100 = 0.5 + 0.6 = 1.1 \text{ mts}$
- Un ancho de 1.5 mts o a consideración de los trabajadores.

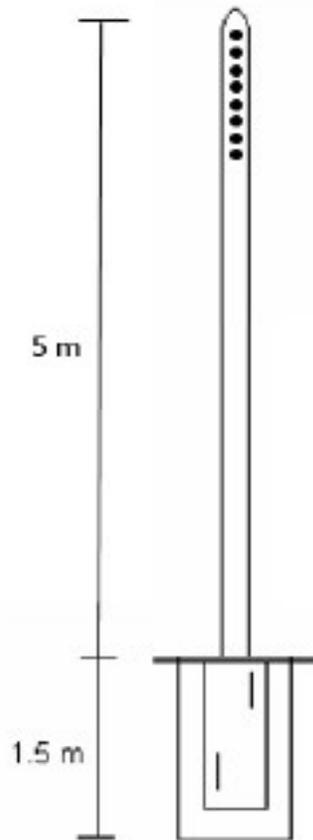
Figura 9: Apertura del hueco 1



2. Hincar el poste en el hueco nivelándolo y plomando el mismo (quedando derecho)

- Utilizando plomada y nivel.
- Rellenar los espacios con tierra y compactando la tierra mediante pisones.

Figura 10: Medida del poste 1



3. Luego que el poste este fijo en su lugar se procede al ascenso del personal para realizar el montaje de la siguiente forma.
 - Primer orificio del poste una cruceta horizontal de 2 mts sujeta de su centro con un esparrago y en esta se instalarán 3 pararrayos de línea 13.2 K.V.
 - A 40 cm se instalará la segunda cruceta también de 2 mts sujeta de su centro de manera horizontal en esta se instalarán 3 cajas corta circuitos de 13.2 K.V.
 - A 60 cm se instalará un collarín de 200 cm y el siguiente a 40 cm para apoyo y montaje del transformador de 30 KVA
 - Montaje del transformador y construcción de su sistema de puesta a tierra.

- Toda la subestación y su estructura estarán aterrizadas al debido sistema de puesta a tierra.

Figura 11: Posición de crucetas 1

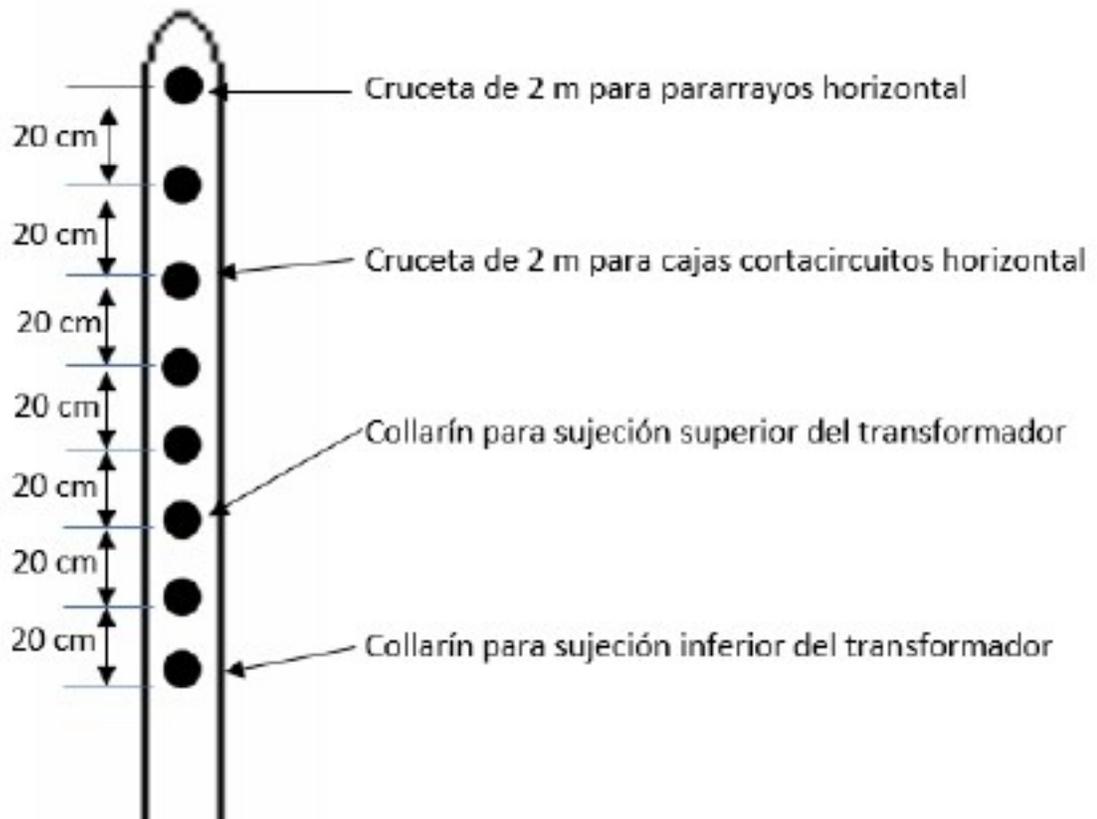


Figura 12: Pararrayos y cortacircuitos 1

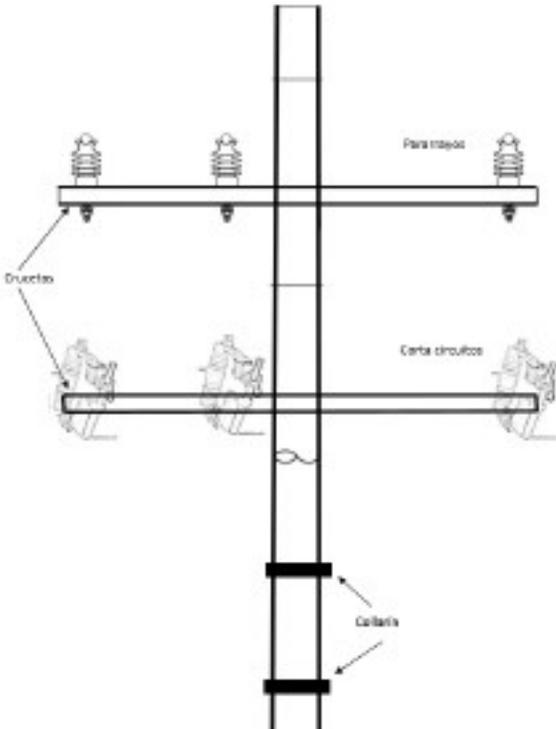
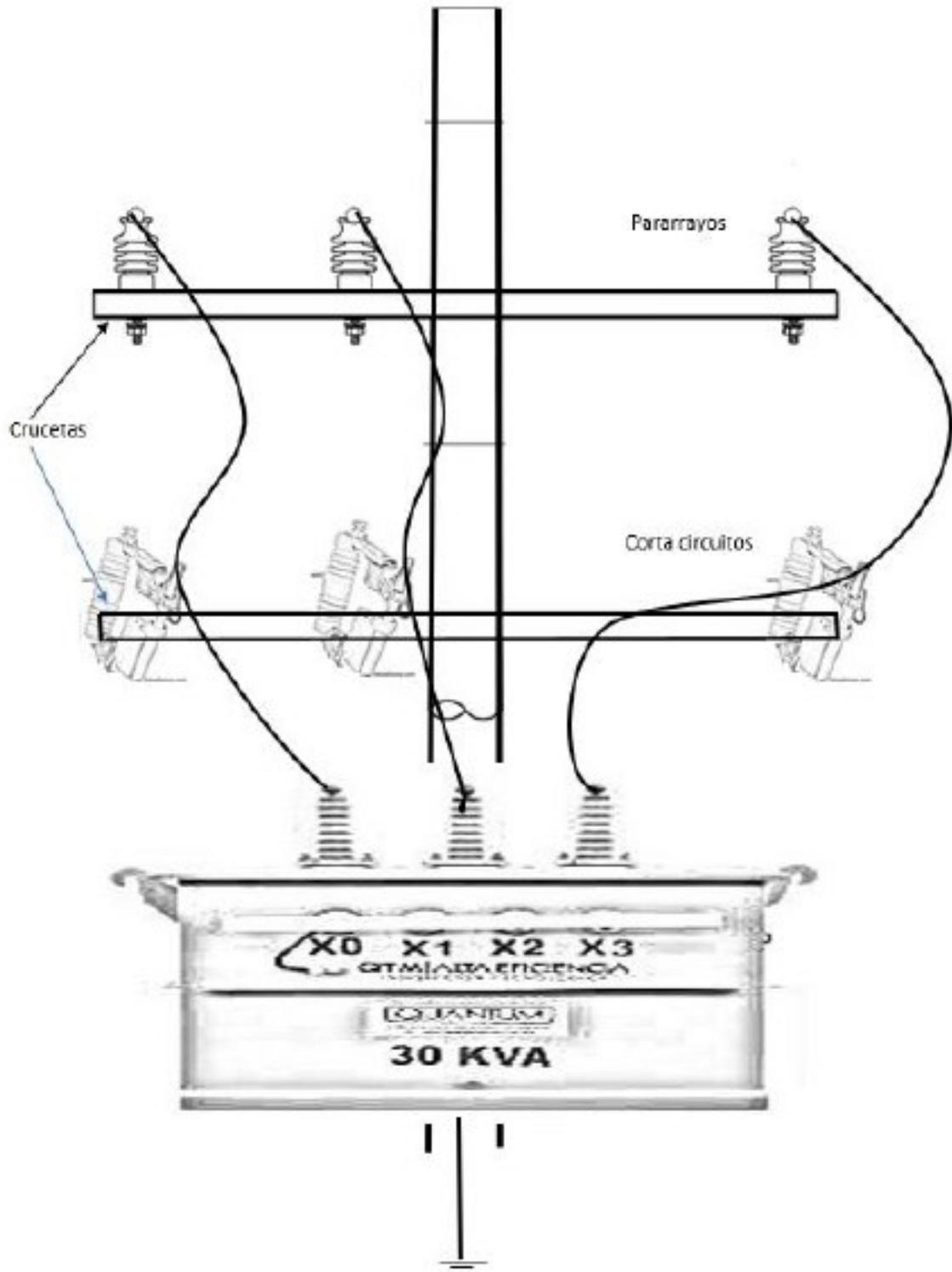


Figura 13: Montaje final. 1



4.2 Practicas

- Montaje y desmontaje de la subestación en su totalidad.
- Montaje y desmontaje de elementos de la subestación.
- Identificación y prácticas de conexiones por alta y baja tensión.
- Pruebas eléctricas al transformados.
- Medidas de resistividad.
- Apertura y cierre del transformador, aprendiendo el manejo adecuado de la pértiga telescópica.
- Identificación y pronunciación de los aparatos eléctricos allí instalados.
- Mantenimiento y limpieza de una subestación.
- Conexionado para la distribución de energía.
- Exámenes de evaluación teórico- prácticos.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Como finalidad de lo propuesto en el proyecto se evidencio la necesidad de tener un espacio para este tipo de prácticas, la cual nos lleva a tener mejores resultados a la hora del aprendizaje para solucionar eventos en nuestra vida laboral.

Debemos tener en cuenta que para un óptimo aprendizaje es necesario montajes de esta subestación ya que la mayoría de nuestro entorno se basa en este tipo de escenarios.

5.2 Recomendaciones

A futuro se espera sea puesto en marcha el montaje, para su mayor utilidad, para esto se debe tener en cuenta que a sin importar que sea un practica tenemos que optar por tener todas las medidas necesarias de seguridad.

Bibliografía

- [1 Coggle, «https://coggle.it/diagram/W1zJr8yXU8VILSQ_/t/subestacion-aerea,» Coggle, 2015. [En línea].
- [2 G. V. B. Vanegas, «<http://ribuni.uni.edu.ni/1356/1/80734.pdf>,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Managua, 2016.
- [3 C. N. M. Faraday, «<https://www.bibliocad.com/>,» Bibliocad, [En línea]. Available: https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/subestacion-electrica-aerea-tipo-h-con-transformadores-tipo-poste_121672/.
- [4 Electricaplicable, «<https://www.electricaplicada.com/>,» [En línea]. Available: <https://www.electricaplicada.com/que-es-el-retie-obligatoria-ntc2050/>.
- [5 F. H. Robledo, «www.latecnicalf.com.ar,» ECOE Ediciones, 2011. [En línea]. Available: <http://www.latecnicalf.com.ar/descargas/material/higieneyseguridad/Riesgos%20EI%C3%A9ctricos%20y%20Mec%C3%A1nicos%20-%20Fernando%20Henao%20Robledo.pdf>.
- [6 «www.grupoteimexico.com.mx,» 2013. [En línea]. Available: https://grupoteimexico.com.mx/cortacircuitos_de_potencia.php.
- [8 «https://coggle.it/diagram/W1zJr8yXU8VILSQ_/t/subestacion-aerea,» 05 2016. [En línea].
- [1 «https://coggle.it/diagram/W1zJr8yXU8VILSQ_/t/subestacion-aerea,» adasd. [En 0] línea].

- [1 A. Choquecahua, «<https://www.bibliocad.com/>,» Bibliocad, [En línea]. Available:
1] https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/subestacion-aerea-biposte_61629/.