

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**Ampliación de carga del sistema de utilización en media
tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote**

**Tesis para Obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista.**

Autor

Sabino Valdivia, Julio Jhonatan

Asesor – Código ORCID

Julca Jara, Rolando

Código 0000-0002-2239-7788

Chimbote – Perú

2020

Palabra Clave

Tema:	Sistema de Utilización
Especialidad:	Ingeniería Mecánica Eléctrica

Keywords

Línea de Investigación	Sector energía
Área	Ingeniería, Tecnología
Subárea	Ingeniería eléctrica, electrónica e informática
Disciplina	Ingeniería eléctrica y electrónica

Topic:	Utilization System
Specialty:	Electric mechanic engineering

Titulo

Ampliación de carga del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV
para el hospital ESSALUD III – Chimbote

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo general diseñar el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote por ampliación de carga, evaluando los parámetros eléctricos que comprende el cálculo y diseño de los equipos de medición, alimentadores y sistema de protección de las instalaciones eléctricas y electromecánicas del sistema de alimentación en media tensión para el Hospital ESSALUD III – Chimbote, ubicado en Av. Circunvalación Del Norte 119, Urb, Laderas del Norte Chimbote, a fin de ubicar un transformador nuevo de 600 KVA en 13.2 kV para cubrir la ampliación de carga. El trabajo de investigación es del tipo descriptivo y no experimental porque se describe todos los elementos que conforman este nuevo sistema de utilización, con una propuesta de diseño seleccionando los componentes eléctricos, especificaciones técnicas y presupuesto. El incremento de la demanda eléctrica es de 169.4 KW, con una potencia instalada de 176.9 KW, mediante el cual se busca mejorar el servicio de salud pública, con lo cual la máxima demanda de todo el Hospital se incrementa a 426.40 KW, con lo cual se selecciona un transformador de 600 KVA de potencia aparente con una relación de transformación de 13,2 +- 2,5% / 0,22 KV con una partida presupuestal de S/ 700 400.94, donde los costos directos representan el 70 % del presupuesto total, siendo los mayores montos en la asignación de partidas el suministro y montaje del transformador.

Abstract

The general objective of this research work is to design the 13.2 kV medium voltage utilization system for the ESSALUD III hospital - Chimbote by load expansion, evaluating the electrical parameters that include the calculation and design of the measurement equipment, feeders and protection system for the electrical and electromechanical installations of the medium voltage power supply system for the ESSALUD III Hospital - Chimbote, located at Av. Circumvallation of North 119, Urb. Laderas del Norte Chimbote, in order to locate a new 600 transformer KVA at 13.2 kV to cover the load expansion and be able to cover the maximum demand required and thus be able to serve the insured and reduce the mortality rate. The research work is descriptive and not experimental because it describes all the elements that make up this new utilization system, with a design proposal selecting the electrical components, technical specifications and budget. The increase in electricity demand is 169.4 KW, with an installed power of 176.9 KW, through which it seeks to improve the public health service, with which the maximum demand of the entire Hospital increases to 426.40 KW, with which A 600 KVA apparent power transformer with a transformation ratio of 13.2 + - 2.5% / 0.22 KV is selected with a budget item of S / 700 400.94, where direct costs represent 70% of the budget total, the highest amounts in the allocation of items being the supply and assembly of the transformer.

Índice

	Página N°
Tema	
Palabras clave	i
Título de la investigación	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Indicé	v
Introducción	1
Metodología	14
Resultados	35
Análisis y discusión	131
Conclusiones	132
Recomendaciones	134
Referencia bibliográfica	135
Agradecimiento	139
Anexo	140

I. Introducción.

En el ámbito nacional e internacional existen una diversidad de trabajos de investigación y documentación técnica relacionados al diseño de los sistemas de utilización de energía eléctrica, los cuales nos permiten fundamentar el presente informe de investigación, y nos sirven como antecedentes previos. Dentro de las normas del Ministerio de Energía y Minas tenemos el Código Nacional de Electricidad-Suministro en la cual se establecen los aspectos, parámetros e indicadores sobre los que se diseñan los sistemas de utilización. Se especifican las características técnicas de los componentes eléctricos y mecánicos, se establecen condiciones de seguridad para un adecuado diseño y desempeño de la instalación.

En el año 2017 Gallegos, R. realizo la investigación : *“Diseño de la sub estación eléctrica para la Planta Industrial Kumho LLantas S.A.”* para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el cual manifiesta que debido al incremento de la demanda de productos y servicios realizar una ampliación en la planta que requerirá a su vez de una Máxima Demanda Eléctrica superior a la que se utiliza actualmente por lo que es necesario realizar una ampliación en la Subestación que provea dicha potencia, ya que se va a realizar la compra de energía eléctrica en media tensión, y su uso será principalmente en baja tensión. Tuvo como principal resultado que la caída de tensión resultante fue de 0.087% que es menor de 2.5% requerido, confirmando que el conductor tipo AAAC de 3x25 mm², 10 KV es conforme y en BT en la mayoría de circuitos eléctricos la caída tensión resultante está por debajo del 2% es decir mucho menos del que exige el CNE Utilización para circuitos derivados.

En el año 2017 Julca Y. realizo la investigación: *“Diseño de un sistema de utilización en media tensión para una ampliación de carga en la planta pesquera Centinela S.A.C.”*, para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista manifestando que el diseño en un Sistema de Utilización en Media Tensión para ampliar la carga de la Empresa por incremento de producción

comprende el cálculo y diseño de los equipos de medición, alimentadores y sistema de protección de las instalaciones eléctricas y electromecánicas del Sistema de Alimentación en Media Tensión , a fin de ubicar un transformador nuevo de 800 kVA en 13.2 kV. El diseño planteado se basa principalmente en la máxima demanda estimada de consumo de esta Planta, y luego según la demanda máxima se selecciona el transformador, los conductores por capacidad térmica y caída de tensión. De acuerdo a esto se realizó el diseño del Sistema de Utilización en media tensión cumpliendo con lo normado en el Código Eléctrico Nacional.

Del mismo modo el año 2018 Bravo, B. realizó la investigación: *“Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión a Nivel de 22.9kv y Subestación Tipo Caseta de 1000kva para la Empresa Congelados Gutiérrez”*, para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista en el cual nos indica que la necesidad de expansión de la empresa Congelados Gutiérrez S.A, por incremento de la demanda conlleva al diseño de un sistema de utilización, teniendo como principales resultados que la Subestación está conformada por un transformador de potencia de 1000 KVA 22.9/0.4-0.23KV marca Epli y celdas de seccionamiento SM6 DM1-A con celda de remonte GAM-2 para entrada de cable Subterráneo, estas de marca Schneider Electric. El cálculo justificativo, dimensionamiento y montaje de los equipos compuestos por la subestación tipo caseta y sus componentes, así como también de la acometida área y subterránea fueron realizados de acuerdo a los requerimientos vigentes del CNE (Código Nacional Eléctrico) y normas establecidas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

En el año 2018 Surco, O. realizó la tesis : *“Ampliación del sistema de utilización en 10kV de 800kW a 1440kW para la empresa Andina Plast S.R.L”*, para obtener el título de Ingeniero Electrónico , concluye que la demanda requerida por el incremento de carga de la Planta ANDINA PLAST S.R.L., es de 1400 kW trifásica a 230/480V, para el funcionamiento de los motores eléctricos de las nuevas maquinarias y de los equipos de servicios generales, esta demanda está siendo suministrada por un transformador trifásico de 2000 KVA tipo

convencional, conectado en delta aislada en el primario, estrella aterrizada en el secundario, teniendo una capacidad de reserva para un incremento futuro de carga del 30%. Adicionalmente, la demanda total de la Planta Industrial, incluye la demanda existente de 800 kW, más la demanda incrementada, considerando un factor de coincidencia de 0.85, es de 1400 kW, en donde se mantendrá un factor de potencia de 0.85.

En el año 2018 Lujan, H. en su trabajo de investigación : “*Diseño de un sistema eléctrico de utilización Trifásico 10 kV., para la empresa de embutidos San Antonio S.A. de la ciudad Trujillo, departamento de La Libertad*”, tesis para optar el título de ingeniero Mecánico Electricista, determino el valor de la máxima demanda a 102.75 kW , con un factor de simultaneidad de 1 en función a la coincidencia de las maquinas eléctricas en ciertas horas del día de máxima producción, y según el análisis de la data histórica de los niveles de tensión y las salidas de servicio en la red que suministra energía eléctrica a la fábrica de embutidos en los años anteriores al 2016, y la evaluación para determinar la problemática de la fábrica así como la limitación para la ampliación de potencia contratada, ha podido determinar que los niveles de caída de tensión son altos y en el orden del 10% y están fuera de los márgenes permisibles, por lo que se tomó la decisión de diseñar un sistema de utilización en MT. 10 KV .que suministre energía eléctrica a la fábrica.

La fundamentación científica en la presente investigación, se centra en la ampliación de carga del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote, para lo cual se explica los conceptos relacionados al tema.

Un sistema de utilización es aquel sistema constituido por un conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación tipo caseta, que siempre

deberá instalarse en la propiedad del usuario. Así mismo quedan fuera de esta definición los suministros para usos residenciales y centros poblados. (Bravo, 2018)

Un Sistema de Utilización está comprendido por acometidas las cuales son recorridas que van desde la red de distribución eléctrica hasta el contador eléctrico (transformix), instalado en los predios del usuario. Estas se dividen en: aéreas y subterráneas. En la acometida aérea, las líneas de distribución son visibles y van por el aire, desde el poste hasta el tubo de la bajante de dirección al Transformix, normalmente se usa cable de Aleación de Aluminio. En la acometida subterránea, las líneas de alimentación van a través de ductos y bajo tierra mediante buzones de concreto, el cable subterráneo mayormente del tipo N2XSY va por ductos de concreto o PVC tipo industrial. (Bravo ,2018)

Las Subestación en media tensión son el conjunto situado en el mismo lugar de la aparamenta eléctrica y de los edificios necesarios para realizar alguna de las funciones siguientes: transformación de tensión, medición de la frecuencia, control del n° de fases, rectificación, compensación del factor de potencia y conexión de dos o más circuitos. La subestación sirve para la conexión de entre dos o más circuitos y su maniobra, y está destinada a la transformación de la energía eléctrica mediante uno o más transformadores. (Gallegos,2017)

De acuerdo al tipo de instalación se tiene:

Subestación intemperie. Se construyen al exterior, por lo que su aparamenta debe soportar condiciones atmosféricas adversas dependiendo de la zona de ubicación. Generalmente se alimentan mediante líneas aéreas de MT.

Subestación de interior. Se instalan en el interior de edificios. Esta solución se adopta en subestaciones transformadoras secundarias, ya que, al emplear tensiones menores, permite disminuir el espacio ocupado por la subestación.

Subestaciones blindadas. Las partes activas sometidas a tensión se encuentran encerradas en el blindaje por cuyo interior circula un gas aislante SF6. Este

sistema consigue una reducción de espacio muy importante y su forma modular permite ampliaciones posteriores. (Gallegos,2017)

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador. Normalmente está dividida en secciones, por lo general 3 principales, y las demás son derivadas. Las secciones principales son las siguientes:

Sección de medición.

Sección para las cuchillas de paso.

Sección para el interruptor.

Las secciones derivadas normalmente llevan interruptores, depende de que tipo, hacia los transformadores. (Marin,2016)

Los transformadores de potencia cumplen con una función muy importante en los sistemas eléctricos, transforman la tensión del sistema de un nivel nominal a otro y deben de ser capaces de transportar el flujo de potencia en forma continua hacia una parte particular del sistema o hacia la carga. Para cumplir con este requerimiento específico, el transformador de potencia es el equipo más grande, pesado, complejo y también más costoso de los equipos usados en una subestación eléctrica. Los transformadores de potencia pueden ser auto transformador o transformadores convencionales de varios devanados. Una sola instalación trifásica puede contar con tres unidades monofásicas formando un banco trifásico o una sola unidad trifásica. La decisión de qué tipo de transformador usar depende de factores como: el costo inicial, los costos de operación, la confiabilidad, etc. Las unidades trifásicas con por lo general de mayor eficiencia, menor tamaño y costos iniciales menores, por lo tanto, son más económicas. (Cañari, 2018)

Para la protección contra corto circuito de los transformadores de potencia, se proporcionan a los transformadores de potencia medios para

desconectarlo automáticamente de la fuente de suministro, ante una corriente de cortocircuito de gran magnitud (falla) dentro del transformador. Los dispositivos para la desconexión automática de la fuente de suministro son : un interruptor automático de circuito, un dispositivo de maniobra de circuitos, un fusible, bloqueo mediante tiristor u otros métodos razonables, conectados ya sea localmente o a distancia del transformador. Esto incluye la desconexión de la fuente del campo eléctrico del generador junto con la fuente de la energía mecánica, cuando se detecta una falla ya sea en la instalación del transformador de salida del generador, como en el transformador auxiliar de la estación. Así mismo es aceptable retirar la alimentación monofásica y no la trifásica para extinguir la corriente de cortocircuito. (CNE, 2011)

Se define al sistema de protección como la combinación de equipos de protección destinados a la obtención, bajo condiciones predeterminadas, por lo general anormales, de la desconexión de un elemento de un sistema de energía, o para dar una señal de alarma, o ambos. (Jara Noriega,2015)

Los sistemas de protección se utilizan en sistemas eléctricos de potencia para evitar la destrucción de equipos o instalaciones por causa de una falla. Los sistemas de protección deben aislar la parte donde se ha producido la falla buscando perturbar lo menos posible la red, limitar el daño al equipo fallado, minimizar la posibilidad de un incendio, minimizar el peligro para las personas, minimizar el riesgo de daños de equipos eléctricos adyacentes. En un sistema de protección para la distribución de energía eléctrica pueden intervenir varios elementos para su correcta selección y aplicación. Es muy importante conocer acerca de los principios de protección mediante relés, con el objeto de establecer la secuencia de actuación, los elementos que intervienen y la función destinada de los mismos. (Rubio, 2018)

Características de un Sistema de Protección.

Sensibilidad, la protección debe tener la capacidad de detectar cualquier falla que se produzca en la zona de la red que tiene asignada bajo condiciones de carga

mínima. La protección debe distinguir inequívocamente las situaciones de falla de aquellas que no lo son. (Rubio, 2018)

Selectividad, es la capacidad que debe tener la protección para actuar únicamente cuando la falla tiene lugar sobre el elemento cuya protección tiene asignada. Si la falla tiene lugar dentro de la zona específica de una protección esta debe dar la orden de abrir los interruptores que aíslen el circuito que funciona en condición anormal. En el caso de que la falla se ha producido fuera de su zona, la protección debe dejar que sean otras protecciones las que actúen para despejarla, ya que su actuación dejaría fuera de servicio un número de circuitos más elevado que el estrictamente. (Rubio, 2018)

Otras de las características son: rapidez, en el momento que detecta una falla, la protección debe actuar con rapidez despejándola lo más pronto posible. Cuanto mayor sea la rapidez de actuación menor serán las consecuencias que presentan las fallas como: pérdida de estabilidad del sistema, costos altos de mantenimiento correctivo, daño de equipos o poner en riesgo la vida del personal que labora en la empresa.

Fiabilidad, la protección debe responder con seguridad y efectividad ante cualquier situación en que se produzca falla en el sistema, en cualquier momento o tiempo.

Efectividad, es la cualidad que nos garantiza que la protección va actuar en caso de falla y que no lo va a hacer cuando no exista esta situación.

Seguridad: Esta cualidad nos garantiza que la protección no va actuar ante causas extrañas y de esta manera se evita actuaciones incorrectas. La fiabilidad de un sistema de protección depende: de la fiabilidad de la propia protección, de su aplicación, de su correcta instalación y del mantenimiento preventivo. (Rubio, 2018)

Dispositivos de apertura y cierre de una subestación de potencia:

Interruptor de potencia: Cumplen la función de desconectar los circuitos en condiciones de corriente nominal, vacío o cortocircuito, es decir, en condiciones normales o anormales. Su operación puede consistir en lo siguiente:

- Desconexión normal.
- Interrupción de corriente de falla.
- Cierre de corrientes de falla.
- Interrupción de corrientes capacitivas.
- Interrupción de pequeñas corrientes inductivas.
- Falla de línea corta.
- Oposición de fase durante las salidas del sistema.
- Recierres automáticos rápidos.
- Cambios de corriente durante las operaciones de maniobra.

Los valores nominales de un interruptor se basan en las condiciones de operación mencionadas con anterioridad, además de considerar la capacidad de conducción de las corrientes de plena carga del sistema y soportar los esfuerzos electrodinámicos ocasionados por las corrientes de cortocircuito. (Rubio, 2018)

Seccionador de potencia: Es un aparato de maniobra mecánico, capaz de establecer, conducir e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito; y también de establecer, conducir por un tiempo determinado, e interrumpir corrientes en determinadas condiciones anormales como las de cortocircuito. Este es el aparato que ha sufrido mayores evoluciones y cambios en sus principios de funcionamiento, casi podríamos decir que es como si hubiese habido modas (aunque la realidad fuera consecuencia frecuentemente de dificultad tecnológica) citemos solo los medios de interrupción aire (comprimido), aceite, gasSF₆, vacío. Es un dispositivo de apertura mecánica capaz de transportar e interrumpir corrientes bajo condiciones normales de un circuito e interrumpir corrientes bajo condiciones anormales tales como un cortocircuito. Son capaces de transportar permanentemente corriente en condiciones normales y, por un tiempo limitado, corrientes en condiciones de cortocircuito. Es un elemento de maniobra y corte que opera con intensidades distintas de cero, ya sea nominal, sobre intensidades de sobrecarga (1,5 a 2 veces la nominal) y de cortocircuito (Rubio, 2018).

Aisladores y herrajes: Los aisladores son dispositivos que sirven para mantener un conductor fijo, separado y aislado de partes que en general no están bajo tensión (a tierra). Los aisladores que sirven para que un conductor atraviese una pared se denominan pasamuros. Se los denomina pasatapas cuando atraviesan la cuba de un transformador o la celda metálica de una instalación blindada. Podemos denominarlos genéricamente como aisladores pasantes. Todos los aisladores pasatapas serán de porcelana fabricadas homogéneamente, de color uniforme y libre de cavidades o burbujas de aire. Todos los aisladores pasatapas deben ser estancos a los gases y al aceite. El cierre debe ser hermético para cualquier condición de operación del transformador. Todas las piezas montadas de los pasatapas, excepto las empaquetaduras que puedan quedar expuestas a la acción de la atmósfera, deberán componerse totalmente de materiales no higroscópicos.(Gallegos,2017)

Sistemas de puesta a tierra: Su finalidad principal es la de proporcionar protección contra las sobretensiones, Cumple además otras misiones como: Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, a causa de un cortocircuito o descarga de un pararrayos. Evitar que se produzcan diferencial de potencial entre distintos puntos de la subestación. Facilita la eliminación de las faltas a tierra. Aumentar la fiabilidad y continuidad del suministro eléctrico. A la red de tierra se conectan los neutros de los transformadores, pararrayos, los cables guarda, las estructuras metálicas, las cubas de los transformadores, cualquier parte metálica que deba estar al potencial de tierra (Gallegos, 2017)

Las unidades a tierra tienen las siguientes funciones:

- Obtener una resistencia eléctrica lo más baja posible para derivar a tierra fenómenos eléctricos protegiendo las instalaciones.
- Limitar la diferencia de potencial que, en un momento dado, puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra.

- Mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad, de modo que las tensiones de paso o de toque no sean peligrosas para los humanos.
- Maximizar la confiabilidad de la operación del sistema eléctrico, en el caso de condiciones anormales: Ondas de Sobretensión, Descargas atmosféricas y fallas a tierra del sistema. (Bravo, 2018)

Análisis de cortocircuito: Una falla en un circuito es cualquier evento que interfiere con el flujo normal de la corriente, siendo las principales causas de su origen las siguientes:

- Las condiciones climáticas (rayos, lluvias, vientos, etc.)
- El medio ambiente (contaminación, incendio, etc.)
- Los animales (roedores, aves, etc.)
- Terceros (vandalismo, choques, etc.)
- Propias de la red (malas maniobras, sobrecargas, etc.)
- Fabricación y construcción (mal diseño, etc.) y otros.
- Las corrientes que fluyen en diferentes partes del sistema frente a una falla (cortocircuitos), difieren considerablemente de las corrientes que fluyen bajo condiciones de operación normal.

El análisis de cortocircuito, consiste en determinar estas corrientes para diferentes tipos de falla en puntos del sistema de estudio. Los tipos de fallas por cortocircuito que se puede presentar en un sistema eléctrico son los siguientes:

- Falla Trifásica
- Falla monofásica a tierra (línea a tierra)
- Falla bifásica (línea a tierra)
- Falla bifásica a tierra
- La experiencia ha demostrado que entre 70% y 80% de las fallas en líneas de distribución son fallas monofásicas a tierra (o línea a tierra), y aproximadamente el 5% de fallas son trifásicas.

Caída de tensión: Llamamos caída de tensión de un conductor a la diferencia de potencial que existe entre los extremos del mismo. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo. Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que: La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y la caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%. Los conductores de los circuitos derivados deben ser dimensionados para que: La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%. (Marín, 2016)

Los niveles de tensión utilizados para un Sistema de Utilización son los siguientes mencionados:

- Baja Tensión: 380/220V, 440/220V
- Media Tensión: 20.0 kV, 22.9 kV, 22.9/10kV, 33 kV, 33/19 kV

Se presentan las siguientes definiciones para la presente investigación:

Conexiones de Media Tensión: son un conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones mayores a 1 kV y menores de 30 kV, comprende: los dispositivos de maniobra y dispositivos de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente.

Conexiones de Baja Tensión son un conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones hasta 1 kV, comprende: la acometida y sus accesorios de conexión, instalación y fijación según corresponda, los dispositivos de maniobra y protección, la caja o cajas de conexión y el equipo de medición y accesorios complementarios.

Punto de Diseño: Es el lugar asignado por el Concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del Sistema de Distribución o Sistema de Utilización en Media Tensión.

Punto de Entrega: Para los suministros en media o baja tensión, se considera como punto de entrega el empalme de las instalaciones de propiedad del usuario y las instalaciones del Concesionario.

Este proyecto de investigación se justifica porque se enfoca en la ampliación de carga del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote, partiendo desde la necesidad de brindar un buen servicio de energía eléctrica sin cortes y velando por la protección de los beneficiarios y/o personas que hacen uso del servicio de salud pública y de emergencia.

La energía eléctrica permite el funcionamiento de los diferentes equipos biomédicos, aire acondicionado, tomógrafos, alumbrado interior y exterior del hospital y en general pone en marcha los sistemas electromecánicos, neumáticos y electrónicos del hospital, ante un corte de la energía eléctrica no programada o programada, tiene que entrar en funcionamiento instantáneamente el sistema de emergencia de energía eléctrica (grupo electrógeno) a fin de sustituir el suministro y mantener operando los diferentes sistemas y equipos del hospital, en el presente caso, ante una creciente demanda, el sistema de energía eléctrica de la subestación, no logra cubrir la demanda de las nuevas áreas importantes construidas en el hospital, por lo que se tiene que recurrir al recorte de energía en servicios que también son importantes y en determinados casos puede resultar gravitante para salvar la vida de los pacientes (almacén central, unidad renal, tomografía, UCI, laboratorio, etc.), razón por la cual dicha subestación eléctrica existe con un transformador de 400 KVA no cubre la nueva demanda requerida por lo que se considera necesario solicitar a Hidrandina la factibilidad de Suministro Eléctrico para realizar un nuevo proyecto eléctrico del sistema en media tensión 13.2KV que cubra la nueva demanda máxima requerida por el Hospital ESSALUD III – Chimbote y así poder atender la demanda de los pacientes e internos y va generar más puestos de trabajo beneficiando a familias de Chimbote.

Tecnológicamente se justifica porque en el diseño se consideran equipos y materiales que cumplan con las consideraciones técnicas, que indican las normas vigentes y la empresa concesionaria Hidrandina, se considera equipos más sensibles que protegen el sistema eléctrico como son el caso de los seccionadores de potencia; anteriormente se utilizaba como sistema de protección los seccionadores tipo cut out de apertura sin carga y actualmente se utilizan los seccionadores de potencia y recloser de apertura bajo carga y con relé de protección de sobre corriente y fallas a tierra.

El Hospital ESSALUD III, con sede en Chimbote, es una entidad pública que brinda el servicio de salud desde el año 1963 dando cobertura de servicio de consultorio y emergencia hospitalaria. En el transcurso de los años ha tenido ampliaciones de sus instalaciones sin ninguna previsión de la cobertura de la energía eléctrica que permita la disponibilidad y confiabilidad del funcionamiento de los equipos eléctricos, sistemas de iluminación y equipos necesarios para la atención médica. El suministro de energía eléctrica se realiza a través de un suministro en Media tensión a través de la empresa distribuidora Hidrandina S.A. Estas instalaciones a la fecha ya han culminado su período de vida útil, lo que ocasiona la presentación de carencias de tipo técnico en el servicio. Actualmente se brinda servicio permanente promedio de 1000 pacientes/día en servicio de consultoría y un promedio 80 pacientes/día en servicio de emergencia, variable en funciones a las condiciones que se presenten, los cuales requieren una atención de calidad, por ser el servicio de salud de tipo esencial y universal.

El incremento de carga debido a la construcción de nuevas áreas hospitalarias (almacén central, u. renal, tomografía, UCI, laboratorio, etc.) como parte de la cobertura del servicio de salud pública del Hospital de ESSALUD III trae consigo la presencia de fuertes caídas de tensión lo cual afecta el servicio de salud, esto como resultado del incremento de la máxima demanda, siendo necesario solicitar a Hidrandina S.A. la factibilidad eléctrica de suministro para realizar la ampliación en media tensión en 13.2 kV, con un transformador de 600 KVA con su celda de protección, por lo que nos formulamos la siguiente

pregunta: ¿Cuál es el diseño del sistema de utilización en media tensión para una ampliación de carga en el Hospital III – ESSALUD?

Referente a la conceptualización y operacionalización de las Variables se menciona que el Código Nacional de Electricidad-Suministro establece las pautas para el diseño electromecánico de los sistemas de utilización nuevos y por ampliación de carga.

Tabla 1
Conceptuación y operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad	Escala de medición
Variable Independiente:	Demanda Eléctrica	Máxima Demanda	kW	Intervalo
Ampliación de Carga: Es el incremento de potencia que un usuario solicita a la empresa distribuidora de energía.		Ampliación de la Demanda	kW	Intervalo
Variable dependiente: Sistema de Utilización: Es aquella acometida comprendida entre la red de distribución y el transformix ubicado en el predio del usuario.		Sección del conductor	mm	Intervalo
	Cálculos Eléctricos	Caída de tensión	%	Intervalo
		Corriente de cortocircuito	Amperios	Intervalo
	Cálculos Mecánicos	Esfuerzo del conductor	kg/mm ²	Intervalo
	Presupuesto	Costo de material	S/.	Intervalo

Nota: La tabla nos representa las variables y sus dimensiones empleadas en la presente investigación.

Fuente: Elaboración propia

Con lo expuesto se plantea la siguiente hipótesis: Con un buen diseño del sistema de utilización por ampliación de carga en el Hospital ESSALUD III de Chimbote se garantiza la cobertura de la demanda y el servicio de salud pública.

A continuación, se detalla los objetivos del presente trabajo de investigación:

Objetivo General:

Diseñar el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote por ampliación de carga.

Objetivos Específicos:

- Determinar los parámetros eléctricos y estado situacional actual en el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III Chimbote
- Diseñar del sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III – Chimbote por ampliación de carga
- Elaborar los cálculos eléctricos y mecánicos justificativos que sirven en la determinación de los equipos, redes y soportes de la infraestructura eléctrica.
- Determinar las especificaciones técnicas de materiales y/o equipos como también de su montaje electromecánico de acuerdo a la norma DGE.
- Desarrollar una evaluación técnica económica del proyecto, que permita establecer su viabilidad.

II. Metodología:

El presente trabajo de investigación que consiste en el diseño del sistema de utilización por ampliación de carga es una investigación descriptiva de diseño no experimental y de corte transversal. Donde la variable independiente sería el sistema de utilización en media tensión 13,2 kV para el hospital ESSALUD III Chimbote por ampliación de carga.

La Población es el hospital ESSALUD III Chimbote, del cual se detalla la siguiente información:

Información del lugar de diseño:

El diseño, de la Ampliación de Carga del Sistema de Utilización en Media Tensión 13,2 Kv – trifásico para suministrar energía eléctrica al Hospital III de Es salud de Chimbote. Se complementará el proyecto con el diseño de línea aérea y subterránea, Transformix, Transformador (dentro del Hospital en S.E. tipo caseta), recloser en segunda estructura (N° 2061520) y celdas modulares de llegada y protección en la subestación tipo caseta existente. Con esto se consigue la Ampliación de Potencia para el Hospital ESSALUD III - Chimbote; así también especificar técnicamente los materiales que sean necesarios para conseguir el Objetivo. La presente tesis establece entre sus principales metas el incremento de la cobertura de servicio eléctrico y la mejora técnica y económica para brindar un eficiente servicio y permitir el desarrollo de actividades administrativas y productivas.

Ubicación geográfica, el Hospital III de Es salud, se encuentra ubicado en:

Localidad	:	Urb. Laderas del Norte
Distrito	:	Chimbote
Provincia	:	Santa
Departamento	:	Ancash
Altitud	:	100 m.s.n.m

Características climatológicas: El área del proyecto tiene un clima cálido y seco, siendo caluroso en los meses de diciembre a marzo, con las siguientes temperaturas:

Temperatura Mínima	:	15 °C
Temperatura Media	:	25 °C
Temperatura Máxima	:	32 °C
La Velocidad del Viento	:	80 km/h

Detalles del suministro.

El Hospital ESSALUD III - Chimbote cuenta actualmente con el suministro eléctrico N° 49529333 en media tensión 13,2 kV, con una potencia contratada de 299 kW; suministrado por la Concesionaria Hidrandina S.A. con la finalidad de abastecer de energía eléctrica a los circuitos de fuerza e iluminación interior y exterior del hospital. Actualmente la alimentación de energía eléctrica del Hospital III de ESSALUD de Chimbote, proviene del alimentador CHN013 AMT "Humboldt" de la SET Chimbote Norte, en 13,2 kV que administra Hidrandina. Desde la estructura en Media Tensión N° 2053981 (punto de diseño) llega en un tramo en forma subterránea hasta la estructura de medición N° 2061519, donde se ubica el medidor electrónico totalizador en murete de concreto, para luego recorrer en forma aérea (120 m) mediante poste de concreto de 13m hasta la estructura de media tensión N° 2061521, para finalmente llegar en forma subterránea hasta la subestación tipo caseta CH 7003 ubicado dentro del Hospital III.

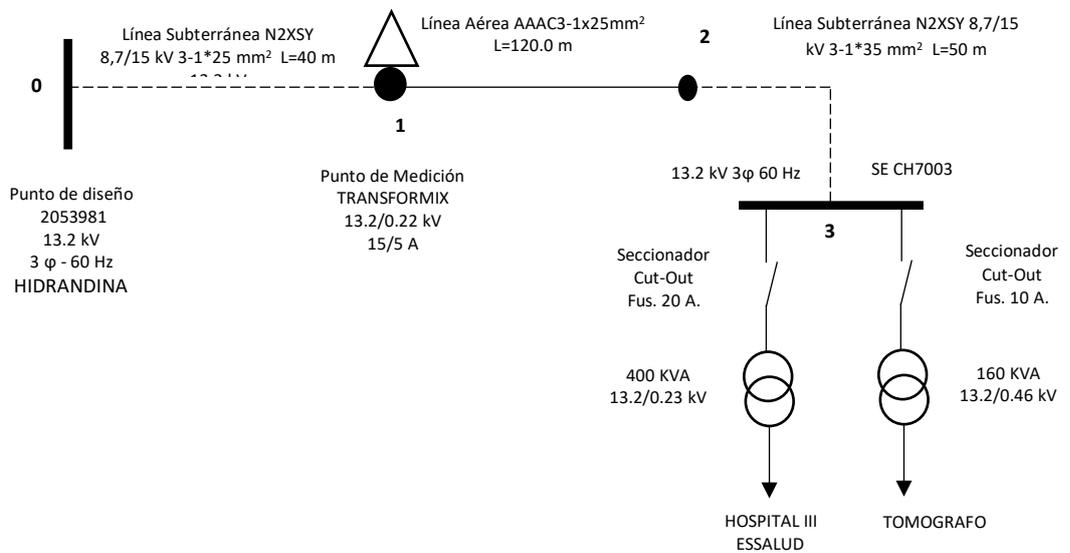


Figura 1. Diagrama unifilar existente en el hospital III ESSALUD - Chimbote
Fuente: Oficina de Mantenimiento Hospital III ESSALUD Chimbote

Detalles de un diseño de un sistema eléctrico:

En el interior de la subestación tipo caseta el cable subterráneo de Media Tensión llega directamente a las barras y desde allí alimenta a 02 transformadores de 400 KVA (para equipos de iluminación y fuerza 220 V) y de 160 KVA (para un tomógrafo que alimenta con 440 V); ambos transformadores están protegidos con seccionadores fusibles Cut-Out. La subestación tipo caseta es de material noble de 2,70 m de ancho x 10,35 m de largo x 4,50 m de alto; donde el espacio ocupado para los equipos de media tensión es de 2,70m de ancho x 4,55m de largo y el espacio ocupado por los equipos de baja tensión es de 2,70m de ancho x 5,80m de largo.

La demanda actual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2
Demanda actual

N°	Uso o servicio	Máxima demanda		
		Cantidad	kW	Total (kW)
1.0	Carga total actual	Global	282.00	282.00
	Total, Demanda Actual			282.00

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Las técnicas empleadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación son:

- Técnica de Medición: Se realizaron las mediciones eléctricas en la subestación actual del Hospital ESSALUD III – Chimbote.
- Técnica de Observación y Análisis de campo: Se realizó la observación directa del problema y condiciones de ampliación de carga.
- Técnica de Diseño: Se realizaron con programas en Excel.

El procedimiento del sistema de utilización por ampliación de carga, tiene la siguiente secuencia metodológica:

a) Cálculos eléctricos:

Cálculo de selección del conductor de baja tensión por capacidad térmica

De acuerdo a la potencia del transformador, la corriente nominal será:

$$I_{BT} = \frac{P_T}{\sqrt{3} \times V_N} \times \mu$$

Dónde:

P_T : Potencia total de transformadores

V_N : Tensión nominal

μ : Factor de diseño

Cálculos de parámetros de resistencia del conductor:

Cálculo de la resistencia

Para una temperatura de trabajo de 40 °C

$$R_{40^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + a * (T2 - T1)]$$

Dónde:

- R 40°C : Resistencia a la temperatura de operación (Ω /Km)
R 20°C : Resistencia en C.C. a 20 °C
T1 : Temperatura ambiente
T2 : Temperatura de operación
 α : Coeficiente de dilatación térmica a 20 °C

Cálculo de la reactancia inductiva.

$$x_L = 0.0754 \frac{(DMG)}{(RMG)} \frac{\Omega}{km}$$

$$DMG = \sqrt[3]{(d_1 \times d_2 \times d_3)}$$

Dónde:

- x_L : Resistencia Inductiva (Ω /Km)
 $d_1 d_2 d_3$: Separación entre conductores (mm)
DMG : Distancia Media Geométrica entre conductores (mm)
RMG : Radio Medio Geométrico (mm)
R : Radio del conductor (mm)

Cálculo del factor k

$$K = \sqrt{3} * (R * \cos\phi + X_L * \sen\phi) \quad \Omega/km$$

Dónde:

- K : Factor de Caída de Tensión (Ω /Km)
Cos ϕ : Factor de Potencia = 0,90
Sen ϕ = 0,436

Cálculos eléctricos por capacidad térmica

Se diseñará en base a la potencia nominal de los transformadores que es de 600 KVA (220) y 160 KVA (440V)

$$I_N = \frac{P_{TRANSF.}}{\sqrt{3} * V_n}$$

Dónde:

- I_N : Corriente Nominal (A)
 V_n : Tensión Nominal (13.2 KV)
 P_{TRANSF} : Potencia Nominal del Transformador (760 KVA)

Cálculo por caída de tensión

Se utilizará el cálculo abreviado según la siguiente fórmula:

$$\Delta V = I * L * K$$

Dónde:

- L : Longitud del tramo considerado (Km)
 I : Intensidad de corriente (A)
 K : Factor de caída de tensión (Ω /Km)

Perdidas de potencia por efecto joule

Las pérdidas de potencia se calcularán utilizando la siguiente fórmula:

$$P_j = \frac{p^2 \times (r_1) \times L}{1000 \times V_L^2 \times \text{Cos}^2 \phi},$$

Dónde:

- P =Demanda de potencia, en kW
 r_1 =Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en Ohm/km
 L =Longitud del circuito o tramo del circuito, en km
 V_L =Tensión entre fase, en kV
 ϕ =Angulo de factor de potencia

Nivel de aislamiento (bill)

Factores de corrección de la tensión nominal

Según las recomendaciones de la norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m. y para una temperatura de servicio que

tenga un valor máximo que supere los 40 °C, la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_c = F_h * F_t$$

Factor de Corrección por altitud (F_h):

$$F_h = 1 + 1.25 * (h - 100) * 10^{-4}$$

Dónde:

h: Altitud sobre el nivel del mar, en m.

Factor de Corrección por Temperatura de Servicio (F_t):

$$F_t = \frac{273 + T}{313}$$

T: Temperatura de servicio (40 °C)

Tensión disruptiva bajo lluvia a 60hz (U_c)

Está dado por la siguiente expresión:

$$U_c = \frac{c * U * F_c * s}{\delta_1}$$

$$\delta_1 = \sqrt{\delta} \quad \delta = \frac{3.92 * p}{273 + t}$$

Se cumple $Log p = Log(76) - \frac{h}{18336}$

Dónde:

U : Tensión máxima de servicio (13.2 kV).

Fc : Factor de corrección por altitud y temperatura

c : 1.8

s : 1.0 (1.0 – 1.3, factor que depende de la eventual suciedad)

δ_1 : Densidad del aire corregida (factor de corrección por altura)

δ : Factor de corrección de la densidad del aire en función de la presión barométrica y la temperatura.

p : Presión barométrica en cm de Hg.

- h : Altura sobre el nivel del mar
 t : Temperatura ambiental media en °C

Tensión disruptiva a impulso en seco del aislador (Ucs)

Está dado por la siguiente relación:

$$U_{cs} = \frac{k}{c} \times U_c$$

Donde, k: 6,85 (k = 6,85 para neutro aislado y k = 4,15 con neutro a tierra y cable de guarda)

Tensión de descarga en seco del aislador (Ua)

Está dado de acuerdo a la siguiente relación:

$$U_a = 3.3 \times \frac{U}{\delta_1} \times F_c$$

Línea de fuga del aislador (L_f)

Los niveles de polución están clasificados en la norma IEC 815, se indican a continuación para cada nivel los valores mínimos de distancia de fuga:

Tabla 3
Nivel de polución

Nivel de polución	Distancia de fuga (mm/kV) U _m
Ligera (L)	16
Mediana (M)	20
Alta (H)	25
Muy alta (V)	31

Nota. Fuente: Elaboración propia

La mínima longitud de fuga de un aislador rígido (tipo pin) o cadena de aisladores conectado entre fase y tierra, se determinará de acuerdo al nivel de contaminación del lugar, usando la siguiente relación:

$$L_f = K * U * F_c \quad (mm)$$

Dónde:

K : Longitud específica mínima de fuga (K=31, Nivel de polución muy alta)

Tabla 4

Tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y al impulso atmosférico, así como las líneas de fuga

Niveles de aislamiento	Aislador tipo Pin	Aislador polimérico de anclaje	Requerido
Tensión máxima de servicio (kVA)	25	28	15
Tensión de Flameo a baja frecuencia bajo lluvia (kV)	105	70	42,57
Tensión de sostenimiento a la orden de impulso 1,2/50 kVp	240	195	132,55
Tensión de Flameo a baja frecuencia en seco (kV)	137	70	49,12
Línea de fuga total (mm)	800	630	465

Nota: De los resultados obtenidos se utilizarán aisladores tipo: híbridos tipo pin y poliméricos de suspensión.

Corriente de cortocircuito

La corriente simétrica de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} V_n}$$

La corriente asimétrica de cortocircuito será:

$$I_{CH} = \sqrt{2} * t * I_{CC}$$

Donde t = 1,8

Verificación del conductor seleccionado

Intensidad de cortocircuito admisible en el cable aéreo de aleación de aluminio forrado de 50 mm² proyectado:

$$I_k = 0,094 \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

S : Sección del conductor

t : Tiempo de actuación de protección

Intensidad de cortocircuito admisible en el cable subterráneo N2XSJY proyectado:

$$I_k = 0,143 \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

S : Sección del conductor

t : Tiempo de actuación de protección

b) Selección de equipos de protección.

Protección de la red primaria

La protección requerida en la línea de media tensión para una Demanda Máxima de 760 KVA (considerando la potencia nominal de los 2 transformadores de 600 y 160 KVA), utilizando recloser automático, calculamos el amperaje mediante la siguiente formula:

Corriente nominal del Recloser Automático:

$$I_{on} = \frac{P_T}{\sqrt{3} * V_n}$$

Dónde:

P_T = Potencia Total de Transformadores (KVA)

V_n = Tensión Nominal (kV)

Corriente de Cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3} V_n}$$

Protección del Transformador

La protección requerida para el transformador de 600 kVA y 160 kVA, utilizamos fusibles limitadores de corriente tipo CEF, calculamos el amperaje mediante la siguiente formula:

Corriente nominal del fusible del primario:

$$I_{ON} = 1,5 \times I_{NT} = 1,5 \times \frac{P_T}{\sqrt{3} \times V_n}$$

Dónde:

I_{NT} = Corriente Nominal del Transformador (A)

P_T = Potencia del Transformador (KVA)

V_n = Tensión Nominal (kV)

Selección del Interruptor Automático en Baja Tensión

Características Red de Baja Tensión 220 V (transformador de 600 KVA):

Se tiene la relación:

$$I_{CC} = \frac{P_T * 100}{\sqrt{3} * V_N * U_{CC}}$$

Dónde:

I_{CC} = Corriente de Cortocircuito (kA)

P_T = Potencia del Transformador (KVA)

V_N = Tensión Nominal (V)

U_{CC} = Tensión de Cortocircuito (4%)

Calculo de relación de corriente en transformix

La capacidad de corriente en el transformix se ha calculado en base a la máxima demanda a contratar mediante la siguiente expresión:

$$I_N = \frac{MD}{\sqrt{3} * V_N * f_p}$$

Dónde:

I_N	=	Corriente Nominal (A)
MD	=	Potencia del Transformador
V_N	=	Tensión Nominal
f_p	=	Factor de Potencia

Calculo de puesta a tierra

El adecuado diseño de las Puestas a tierra en Redes de Media Tensión de las instalaciones, busca garantizar la seguridad de las personas, de los equipos y lograr una adecuada operación de los sistemas.

Resistividad del Terreno

Para la medición de la resistividad del suelo (ρ) se ha utilizado el método Werner, que consiste en clavar 4 electrodos (puntas) de exploración a una profundidad “h”

$$h = \frac{3}{4} * a$$

Dónde:

h	:	Profundidad para la medida de resistividad media.
a	:	Separación entre electrodos

Las puntas se colocan en línea recta o a intervalos iguales simétricamente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad del terreno. La profundidad de las puntas no es preciso que sobrepase los 30 cm. Mediante la ley de Oh, y los resultados de instrumento se obtiene que el valor de la resistividad (ρ) del terreno.

Calculo de la Resistencia a Tierra

La instalación de las puestas a tierra en zonas donde la resistividad del suelo es baja, será como se indica:

$$R_t = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \ln\left(\frac{4 * L}{1.36 * d}\right)$$

Dónde:

ρ : Resistividad del terreno

L : Longitud de electrodo

d : Diámetro de electrodo

kt : Factor de corrección, a base de Óxidos Metálicos 0,25

Como los pozos a tierra serán mejorados con bentonita el valor encontrado se afectara un factor de corrección.

Resistencia de Dispersión:

Con la finalidad de bajar la resistividad del suelo, es necesario dispersar las corrientes en el suelo, para ello se procederá el tratamiento del suelo mediante relleno con óxidos metálicos.

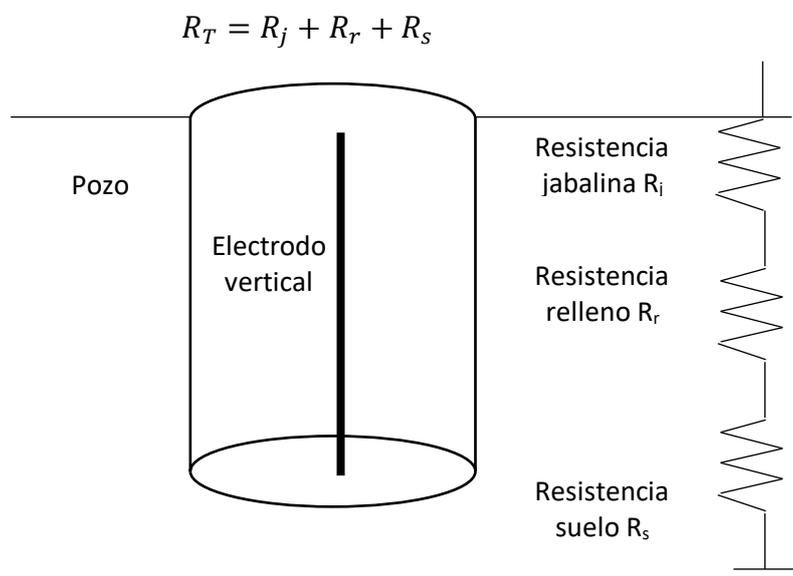


Figura 2. Resistencia de dispersión del electrodo vertical

Fuente: Elaboración propia

c) Cálculo de la ventilación de la sub estación.

Para evitar calentamientos excesivos, perjudiciales para un correcto funcionamiento, es necesario disipar la energía térmica producida por el transformador durante su funcionamiento. La circulación natural del aire se realiza desde la parte inferior a la superior (efecto chimenea) y las dimensiones de las aperturas son función de las pérdidas a disipar y de la temperatura del aire entrante y saliente de la celda. La apertura inferior debe estar situada cercana al transformador, lo más bajo posible, mientras que el superior debe tener una sección del 15% mayor para tener en cuenta la menor densidad del aire caliente.

Para el cálculo de la ventilación se tendrá en cuenta los transformadores de 160 kVA y 600 kVA.

La cantidad de aire Q en (m³/h) se calcula según la siguiente formula:

$$Q = \frac{P_t}{0.3 * \Delta T} \quad (m^3/h)$$

Dónde:

t : temperatura del aire a la entrada

t₁ : temperatura de aire a la salida

ΔT : 25 °C diferencia de temperatura

P_t : Potencia total de perdidas transformadores (1 % a 1.5 %)

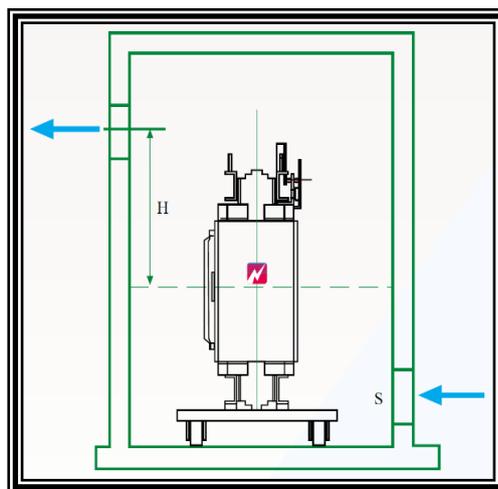


Figura 3. Cálculo de ventilación del transformador
Fuente: Elaboración propia

Superficie neta de la rejilla inferior (s)

$$S = 10.752 * \frac{P_t}{\sqrt{H * \Delta t^3}} \quad (m^2)$$

Dónde:

H: distancia entre la mitad del transformador y la mitad de la rejilla superior de la celda (m).

S: superficie neta de rejilla inferior

Superficie neta de la rejilla superior (S_s)

$$S_s = 1.15 \times S$$

S_s : superficie neta de rejilla superior

S_E : 1.75 m² superficie neta rejilla de entrada

Se debe cumplir que:

$$S_E > S_1$$

d) Cálculos mecánicos.

Para el cálculo de los elementos constitutivos de los sistemas de utilización a tensiones de Distribución Primaria, se ha considerado lo señalado en el C.N.E. Suministro 2011, sobre consideraciones, hipótesis, factor de seguridad, etc.

Cálculo mecánico de conductores

Características del conductor de aleación de aluminio forrado

Material	:	Aluminio forrado
Sección (mm ²)	:	50
Diámetro exterior (mm)	:	12.5
Número de hilos	:	7
Peso (Kg/km)	:	0,240
Módulo de elasticidad (Kg/mm ²)	:	6200
Coef. Dilatación a 20°C (1/°C)	:	2,30x10-5
Esfuerzo de Rotura (Kg)	:	1428

Hipótesis de cálculo

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los factores meteorológicos:

- Velocidad del Viento
- Temperatura
- Hielo

Sobre la base de la zonificación del territorio del Perú y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad, se considera las siguientes hipótesis:

Hipótesis I: (De Templado Normal)

Temperatura	:	25 °C
Velocidad del viento	:	0
Esfuerzo EDS Inicial	:	18% de la Carga de Rotura.

Hipótesis II: (De Esfuerzo Máximo Admisible con Viento)

Temperatura mínima	:	10 °C
Velocidad del viento	:	80 Km/h
Coefficiente de Seguridad	:	3
Tiro Máximo Final	:	40% de la carga de rotura

Hipótesis III: (De Esfuerzo Máximo Admisible sin Viento)

Temperatura máxima	:	0 °C
Velocidad del viento	:	0 km/h
Coefficiente de Seguridad	:	3
Tiro Máximo Final	:	40% de la carga de rotura

Hipótesis IV: (De Máxima Flecha)

Temperatura máxima	:	50 °C
Velocidad del viento	:	0 km/h
Tiro Máximo Final	:	40% de la carga de rotura.

Para esta hipótesis la Temperatura Máxima del Ambiente considerada es de 32 °C, considerando el fenómeno CREEP (10 °C) obtenemos 42 °C, para el efecto de cálculo se está considerando 50 °C

Mientras no se establezca una metodología para el tratamiento del fenómeno CREEP, se considerará una temperatura equivalente de 10 °C, por tanto, en la localización de estructuras se tendrá en cuenta este incremento de temperatura.

La fórmula según el Método TRUXA para el cambio de estado del conductor es la siguiente:

$$\sigma_{of}^2 \left[\sigma_{of} + \frac{E(d * W_{ri})^2}{24(S * \sigma_{oi})^2} + E\alpha(tf - ti) - \sigma_{oi} \right] = \frac{E(W_{rf} * d)^2}{24 * S^2}$$

Dónde:

σ_{oi} : Esfuerzo específico inicial (kg/mm²)

σ_{of} : Esfuerzo específico final (kg/mm²)

E : Módulo de elasticidad (kg/mm²)

α : Coeficiente de dilatación lineal (°C⁻¹)

d : Longitud del Vano (m)

W_{ri} : Peso total del conductor en el estado inicial (kg/m)

W_{rf} : Peso total del conductor en el estado final (kg/m)

S : Sección del conductor (mm²)

t_i : Temperatura en el estado inicial (°C)

t_f : Temperatura en el estado final (°C)

Se asume que la temperatura de cada día es de 20 °C que es el punto de partida para los cálculos en la Hipótesis I.

Peso total del conductor en la hipótesis ii (W_{r2})

$$W_{r1} = \sqrt{W_c^2 - F_{vc}^2}$$

$$P_v = \mu * V^2$$

$$F_{vc} = P_v * \phi_c * 10^{-3}$$

Dónde:

- W_c : Peso del conductor (kg/m)
 F_{vc} : Fuerza del viento sobre el conductor (kg/m²)
 Ø_c : Diámetro exterior del conductor (mm)
 μ : Coeficiente para superficies cilíndricas = 0,0042
 P_v : Presión medida al viento (kg/m²)
 V : Velocidad del viento (km/h)

Cálculo de esfuerzos

El esfuerzo del conductor de aleación será en todos los casos, de 5.80 kg/mm², aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor.

El esfuerzo máximo del conductor no superará el 40% del esfuerzo de rotura, es decir 12.88 kg/mm² para el conductor de aleación de aluminio.

Cuando, debido a la presencia de hielo, los esfuerzos en el conductor sobrepasaran lo máximo establecido, se podrá adoptar un esfuerzo EDS menor a 5.80kg/mm²(conductor de aleación de aluminio).

Esfuerzo admisible en la Hipótesis I

Hipótesis de partida para iniciar el cálculo mecánico, se considerará en este caso:

$$\sigma_1 = \frac{Tr}{S} \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

Dónde:

- Tr : Esfuerzo de rotura del conductor
 C.S. : Coeficiente de Seguridad

Cálculo de la flecha de los conductores

$$f = \frac{W_{ri} * d^2}{8 * S * \sigma_{oi}} \text{ (m)}$$

Dónde:

- Wr : Peso resultante del conductor(Kg/m)
d : Vano (m)
S : Sección del conductor (mm²)
 σ_{oi} : Esfuerzo en la Hipótesis considerada (Kg/mm²)

Cálculo de cimentación

Según el método VALENCI: Condición de equilibrio

Momento Actuante (Ma) \leq Momento Resistente (Mr)

$$F_p * (h + t) \leq \left(\frac{P}{2} * \left[a - \frac{4 * P}{3 * b * \gamma} \right] \right) + (C * b * t^3)$$

Dónde:

- P : Cargas verticales totales (Kg)
C : Coeficiente definido por la densidad del terreno y el ángulo de talud (20000Kg/m³).
h : Altura libre del poste
 γ : Presión admisible del terreno
A : Ancho del macizo
b : Largo del macizo
t1 : Profundidad enterrada del poste
t : Profundidad del macizo
pe : Peso específico del concreto
F_P : Fuerza que admite la punta del poste (Kg)
d_e : Diámetro de empotramiento (m)
d_b : Diámetro en la base (m)

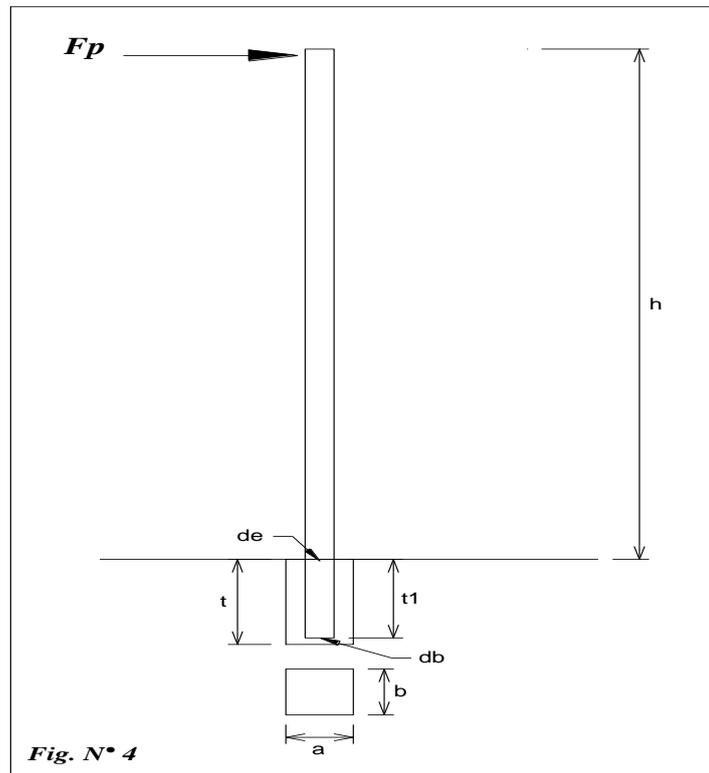


Figura 4. Cálculo de cimentación
Fuente: Elaboración propia

e) Coordinación de la protección.

Parte del estudio “Ampliación de Potencia del Sistema de Utilización en 13,2 kV para el Hospital III de Es salud” consiste en implementar equipos y dispositivos para la protección propia del sistema, siendo el objetivo del presente estudio definir una coordinación óptima de estos equipos y dispositivos de protección, brindando seguridad y confiabilidad a las instalaciones, ante la presencia de posibles fallas por cortocircuito. También es, conseguir los tiempos más cortos para las corrientes de fallas más elevadas y chequear si la operación es satisfactoria a mínimas corrientes de falla; sin perturbar los equipos de protección de la Concesionaria.

Criterios de protección

Coordinación Fusible – Fusible

La coordinación entre Fusible – Fusible se logra cuando la curva de características “Tiempo – Corriente” (Tiempo Mínimo de Función – Melting) del fusible aguas abajo (eléctricamente más cercano a la fuente) se encuentra sobre la curva característica “Tiempo – Corriente” (Tiempo Total de aclaramiento – Clearing) del fusible aguas arriba (eléctricamente más alejado de la fuente), teniendo un margen de tiempo de 0,1 a 0,18 segundos.

Metodología de la coordinación de fusibles

Con las curvas tiempo corriente de total de fusión para el fusible “protector y las curvas iniciales de fusión para el fusible “protegido”, superponiendo ambas curvas se puede obtener una coordinación de tales fusibles.

La comparación de las curvas tiempo corriente son satisfactorias para tiempos superiores a 0,01 segundos

Para la coordinación fusible – fusible se han tenido en cuenta lo siguiente:

El tiempo máximo para liberar la falla del fusible protector no deberá exceder el 75% del tiempo mínimo de fusión del fusible protegido.

El factor de 75% permite el calentamiento normal del fusible protegido y evita la sobrecarga que modificara su característica del fusible.

III. Resultados:

3.1 Características de la demanda.

Se presentan los cuadros siguientes referentes al incremento de la demanda, demanda a contratar a la Empresa Hidrandina S.A y de cargas eléctricas.

Para el factor de demanda en hospitales se toma en cuenta la coincidencia o simultaneidad entre los sistemas de aire acondicionado y de las cargas futuras bajo dos condiciones: condiciones de emergencia teniendo en cuenta los estados de emergencia actual y por los valores de temperatura ambiental, que ha provocado un incremento de la temperatura ambiental en estaciones de verano.

Tabla 4

Incremento de Potencia ESSALUD III Chimbote

N°	Uso o servicio	Potencia instalada			Máxima Demanda	
		Cant.	kW	Total (kW)	F.D.	Total (kW)
1.0	Aire acondicionado de 120000 BTU/h (Almacén central)	1	17.60	17.60	1.0	17.60
2.0	Aire acondicionado de 15000 BTU/h (Unidad renal)	1	2.20	2.20	1.0	2.20
3.0	Aire acondicionado de 30000 BTU/h (Tomografía)	1	4.40	4.40	1.0	4.40
4.0	Aire acondicionado de 14000 BTU/h (Oftalmología)	1	2.10	2.10	1.0	2.10
5.0	Aire acondicionado de 36000 BTU/h (UCI)	1	5.30	5.30	1.0	5.30
6.0	Aire acondicionado de 24000 BTU/h (Laboratorio)	1	3.50	3.50	1.0	3.50
7.0	Tomógrafo	1	25.00	25.00	1.0	25.00
8.0	Pabellón de medicina	1	50.00	50.00	0.85	42.50
9.0	Cargas futuras	Global	66.80	66.80	1.0	66.80
TOTAL				176.90		169.40
				kW		kW

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se tiene la sumatoria de las cargas futuras del Hospital ESSALUD III Chimbote, de las cuales 25 kW serán destinados al Área de Tomografía en 440 V, la cual no incluye el presente estudio. Mientras que en la Tabla 5 se tiene el valor de la potencia a contratar con la Empresa Distribuidora para efectos de comercialización el cual es igual a 451.40 kW.

Tabla 5

Demanda total a contratar

Nº	Uso o servicio	Máxima demanda		
		Cant.	kW	Total (kW)
1.0	Carga actual total	1	282.00	282.00
2.0	Incremento de demanda	1	169.40	169.40
	Total máxima demanda			451.40 kW
	Factor de simultaneidad (F.S.)			1
	Total máxima demanda a contratar			451.40 kW

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La metodología utilizada para la proyección del consumo de energía y de la máxima demanda fue el Estudio de demanda realizada en el Hospital III de ESSALUD, en función a las potencias de cada uno de los nuevos componentes eléctricos a suministrar energía eléctrica y se presentan en la Tabla 06. En la presente tabla se reporta la carga de 220 V asociada al presente proyecto, la cual incluye la carga actual en 220 V y la carga por incremento de potencia a 220 V, en donde se excluye el suministro del área de Tomografía que se encuentra en un nivel de tensión de 440 V (y para lo cual el Área de Planificación del Hospital ha previsto un proyecto adicional de 13.2/0.44 kV).

Tabla 6
Carga Total Eléctrica Hospital ESSALUD III Chimbote 220 V.

N°	Uso o servicio	Potencia instalada 220 V.		
		Cant.	kW	Total (kW)
1.0	Carga actual en 220 V	Global	282.00	282.00
2.0	Aire acondicionado de 120000 BTU/h (Almacén central)	1	17.60	17.60
3.0	Aire acondicionado de 15000 BTU/h (Unidad renal)	1	2.20	2.20
4.0	Aire acondicionado de 30000 BTU/h (Tomografía)	1	4.40	4.40
5.0	Aire acondicionado de 14000 BTU/h (Oftalmología)	1	2.10	2.10
6.0	Aire acondicionado de 36000 BTU/h (UCIN)	1	5.30	5.30
7.0	Aire acondicionado de 24000 BTU/h (Laboratorio)	1	3.50	3.50
8.0	Pabellón de medicina	1	50.00	50.00
9.0	Cargas futuras	Global	66.80	66.80
Total				426.40 kW

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Considerando un factor de potencia 0.9 se tendrá:

$$426,40/0,90 = 473,78 \text{ KVA}$$

Para su mayor duración del transformador y por su seguridad, se hará trabajar a no más del 80% de su carga, y así mismo el componente del factor de ampliación se considera con las cargas futuras igual a 66.80 KW, por lo tanto, la potencia del transformador será:

$$473,78/0,8 = 592,23 \text{ KVA}$$

Por lo tanto, se instalará un transformador del tipo seco de 600 KVA de potencia, con relación de transformación de 13,2 +- 2,5% / 0,22 KV.

El estudio consiste en una red aérea y subterránea trifásica en 13,2 KV, que se iniciara en el punto de alimentación en forma subterránea hasta la estructura de medición; para luego continuar con el recorrido de la Red Primaria en forma aérea (120m) para luego llegar en forma subterránea

hasta el interior del Hospital ESSALUD III donde se ubica una Caseta Convencional de material noble, la cual se equipara con un transformador trifásico de potencia indicada, una celda modular de llegada con medición y 02 celdas de protección tipo METAL ENCLOSED con seccionador de potencia y tablero de baja tensión.

La medición será en media tensión instalado en la primera estructura un transformix, mediante un medidor electrónico multifuncional instalado en el murete de concreto al pie de la estructura.

Se instalará un dispositivo limitador de potencia, en el circuito de media tensión (recloser); este recloser se instalará en la segunda estructura.

A continuación, se alcanza una descripción detallada del proyecto:

- Sistema : Aéreo y Subterráneo.
- Nivel de Tensión : 13,2 kV.
- Frecuencia : 60 Hertz.
- Postes : C.A.C.13m/400daN/180mm/375mm
Protegido con aditivo inhibidor.
- Soporte : De C.A.V. tipo ménsulas de 0,80m y 0,60m
- Conductor Aéreo : De aleación de aluminio forrado de 50 mm^2 .
- Cable Subterráneo : N2XSY de 35 mm^2 – 12/20 KV.
- Protección en estructura de Medición : Cut – Out 27 KV, 100 A, 150 KV BILL.
- Protección de red : Recloser trifásico automático de corte en vacío de 560 A – 15,5 KV – 20 KA; con protección digital para falla sobrecorriente (50/51) y a tierra (50N/51N). con dispositivo limitador de potencia y control remoto.
- Ferretería : Fierro forzado y galvanizado en caliente, espesor mayor de 100 micrones.
- Sub estación : Caseta tipo Convencional (existente)

- Protección : Seccionador de potencia 15,5 KV, 630 A – 20 KA, corte con aire con fusibles limitadores de corriente tipo CEF; en Celda Modular tipo METAL RECLOSED, a prueba de arco interno
- Tablero de naja tensión : Plancha de A°G° del tipo autosoportado, en su interior se instalará su respectivo interruptor automático regulable.
- Sistema de medición : Mediante Transformix de 02 Sistemas, 06 aisladores, con relación 13,2/0,22 KV – 30/5 A; a ubicar en primera estructura. La medición se hará en forma indirecta con medidor electrónico clase 0.2s en murete de concreto.
- Control de Potencia : Mediante dispositivo limitador de potencia, instalado en el circuito de media tensión (Recloser)
- Caída de tensión : Hasta el 5%
- Transformador : Trifásico seco de 600 KVA, con relación de transformación 13,2 (+- 2,5 +- 5 %) / 0,23 KV. Arrollamiento de cobre puro en A.T. Y B.T. Trifásico en aceite de 160 KVA (a utilizar), con relación de tranformaicon13,2 (+-2,5+-5%) / 0,46 kV. Ambos transformadores instalaran dentro de envolventes metálicos.
- Puesta a tierra : Varilla Cooperweld0 de 5/8” Ø X 2,4 m conductor de cobre desnudo de 35 mm², suelo artificial a base de óxidos metálicos.

3.2 Cálculos Eléctricos.

Cálculo de selección del conductor de baja tensión por capacidad térmica

De acuerdo a la potencia del transformador, la corriente nominal será:

Dónde:

P_T : 600 kVA

V_N : 220 V.

μ : 1

$$I_{BT} = \frac{600}{\sqrt{3} * 220} * 1 = 1576.46 \text{ A}$$

Por lo que se selecciona cable de energía tipo NYY en simple terna:
3(3-1x300 mm²) triple tierra cuyo amperaje total es de 1938A (aire)

Cálculos de parámetros de resistencia del conductor:

Cálculo de la resistencia

Para una temperatura de trabajo de 40 °C

Dónde:

$R_{40^{\circ}\text{C}}$: Resistencia a la temperatura de operación (/Km)

$R_{20^{\circ}\text{C}}$: Resistencia en C.C. a 20 °C igual a 0.662 Ω /Km) (AAAC 50 mm²)

$R_{20^{\circ}\text{C}}$: Resistencia en C.C. a 20 °C igual a 0.524 Ω /Km) (Cu 50 mm²)

T1 : 20 °C

T2 : 40 °C

α : Coeficiente de dilatación térmica a 20°C 0.00382°C⁻¹ (Cobre)
y 0.00360°C⁻¹ (Aluminio)

Se tiene como resultado:

$$R_{40^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + 0.00382 * (40 - 20))$$

$$R_{40^{\circ}\text{C}} = 1.072 * R_{20^{\circ}\text{C}}$$

Cálculo de la reactancia inductiva y del factor K

Para configuraciones en un solo plano vertical.

$$d_1 = d_2 = 800 \text{ mm}$$

$$d_3 = 1600 \text{ mm}$$

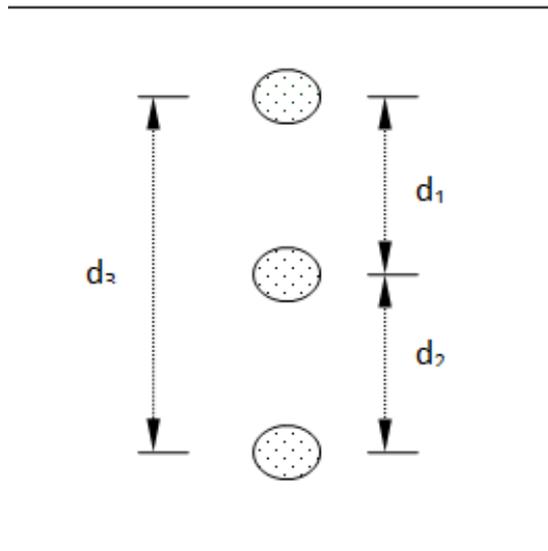


Figura 5. Disposición de conductores
Fuente: Elaboración propia.

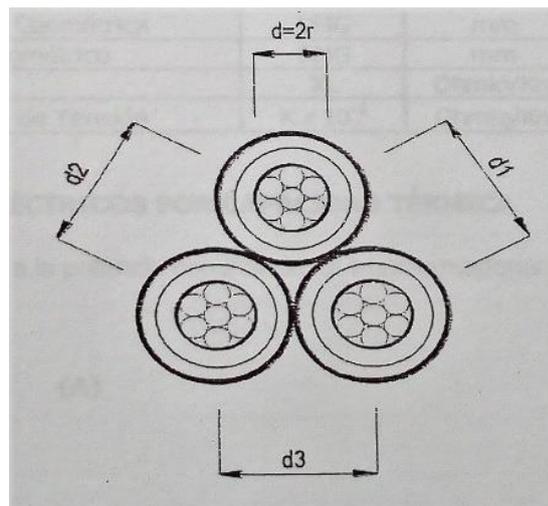


Figura 6. Disposición de conductores subterráneos
Fuente: Elaboración propia

Se presentan las Tablas 7 y 8 con los parámetros característicos para los conductores de aluminio forrado y cable N2XSY-12/20kV, este último en disposición en triángulo, adecuados para instalaciones tanto horizontales enterradas, sujetas o no a vibraciones, en ambientes secos o húmedos, tiene aislamiento en Media Tensión con recubierta amallada con protección aterrada.

Tabla 7
Parámetros del conductor al. Aluminio forrado

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Sección del conductor	S	mm ²	50
Resistencia a 20 °C	$R_{20^{\circ}C}$	ohmio/Km	0.663
Resistencia a 40 °C	$R_{40^{\circ}C}$	ohmio/Km	0.711
Radio del conductor	r	mm	4.55
Distancia Media Geométrica	DMG	mm	1008
Radio Medio Geométrico	RMG	mm	3.303
Reactancia	XL	ohmio/Km	0.431
Factor de Caída de Tensión	K	ohmio/Km	1.434

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8
Parámetros del cable n2xsy – 12/20 kV

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Sección del conductor	S	mm ²	35
Resistencia a 20 °C	$R_{20^{\circ}C}$	ohmio/Km	0.524
Resistencia a 40 °C	$R_{40^{\circ}C}$	ohmio/Km	0.564
Radio del conductor	r	mm	3.75
Distancia media geométrica	DMG	mm	25.2
Radio medio geométrico	RMG	mm	2.723
Reactancia	XL	ohmio/Km	0.168
Factor de Caída de Tensión	K	ohmio/Km	1.006

Nota. Fuente: Elaboración propia

Cálculos eléctricos por capacidad térmica

Se diseñará en base a la potencia nominal de los transformadores que es de 600 KVA (220) y 160 KVA (440V)

Dónde:

I_N : Corriente Nominal (A)
 V_n : Tensión Nominal (13.2 KV)
 P_{TRANSF} : Potencia Nominal del Transformador (760 KVA)

$$I_N = \frac{760}{\sqrt{3} * 13.2} = 33.28 A$$

Se seleccionará para el cálculo inicial un cable de energía de aleación de aluminio forrado 3-1x50 mm² cuyo amperaje es de 190 A y de N2XSY 12/20 KV de 3-1x35mm² de 190 A.

Resultados por caída de tensión.

Se presenta los siguientes resultados:

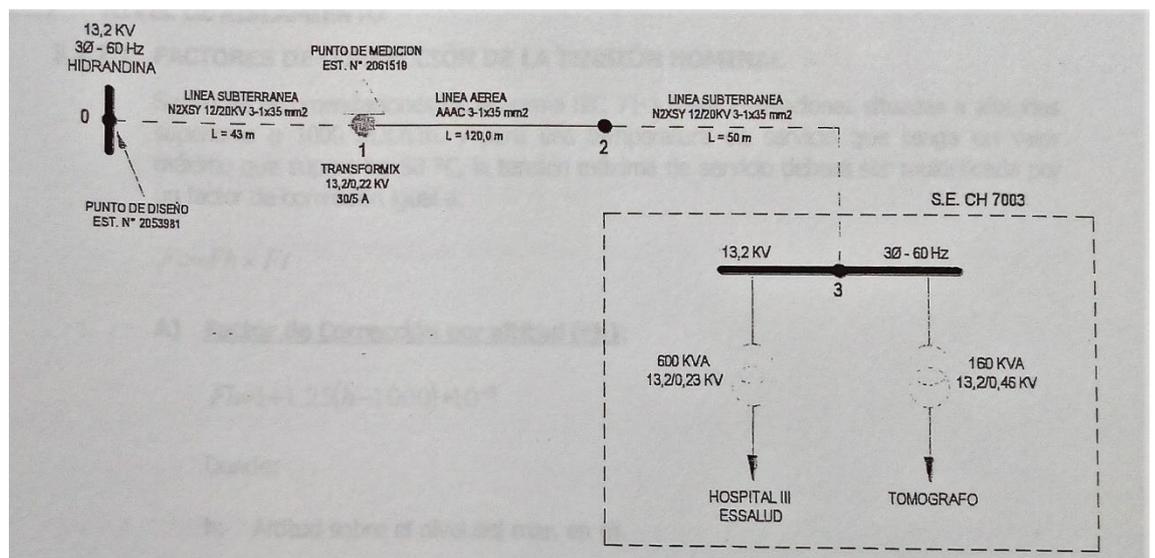


Figura 7. Cálculo de caída de tensión en los tres tramos existentes.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9*Caídas de tensión por tramos*

Tramo	Caída de tensión		
	0-1	1-2	2-3
Potencia (KVA)	760	760	760
I (A)	33.24	33.24	33.24
L (Km)	0.043	0.120	0.05
S (mm ²)	35	50	35
R (mm)	3.75	4.55	3.75
R _{20°C} (ohm/Km)	0.524	0.663	0.524
R _{40°C} (ohm/Km)	0.564	0.711	0.564
RMG	2.723	3.303	2.723
X (ohm/Km)	0.158	0.431	0.168
Z (ohm/Km)	0.576	0.828	0.581
K x 10 ⁻³ (ohm/Km)	0.998	1.434	1.006
ΔV(V)	1.427	5.719	1.672
Σ ΔV(V)	1.427	7.146	8.818
ΔV asumido en 0	462.00	462.00	462.00
ΔV _{TOTAL} (V)	463.43	469.15	470.82

Nota. Fuente: Elaboración propia

Resultados del nivel de aislamiento (bill)

Factores de corrección de la tensión nominal

Según las recomendaciones de la norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m. y para una temperatura de servicio que tenga un valor máximo que supere los 40 °C, la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_c = F_h * F_t$$

Factor de Corrección por altitud (F_h):

Dónde:

h = 30 m

$$F_h = 1 + 1.25 * (30 - 100) * 10^{-4} = 1.00$$

Factor de Corrección por Temperatura de Servicio (Ft):

Dónde: T = 40 °C

$$F_t = \frac{273 + 40}{313} = 1.00$$

Tensión disruptiva bajo lluvia a 60hz (U_c)

Dónde:

- U : Tensión máxima de servicio (13.2 kV).
- F_c : Factor de corrección por altitud y temperatura igual a 1.139
- c : 1.8
- s : 1.1 depende de la eventual suciedad
- δ₁ : Densidad del aire corregida (factor de corrección por altura)
- δ : Factor de corrección de la densidad del aire en función de la presión barométrica y la temperatura igual 1.21
- p : Presión barométrica 75.90 cm Hg.
- h : Altura sobre el nivel del mar 2638 msnm
- t : Temperatura ambiental media igual a 12 °C

Se tiene como resultado:

$$\delta_1 = 1,01$$

$$U_c = 42,57 \text{ kV}$$

Tensión disruptiva a impulso en seco del aislador (U_{cs})

Donde, k: 6,85 (k = 6,85 para neutro aislado y k = 4,15 con neutro a tierra y cable de guarda)

$$U_{CS} = \frac{6.85}{2.2} * 42.57 = 132.55 \text{ kV}$$

Tensión de descarga en seco del aislador (U_a)

Está dado de acuerdo a la siguiente relación:

$$U_a = 3.3 * \frac{13.2}{1.01} * 1.139 = 49.12 \text{ kV}$$

Línea de fuga del aislador (L_f)

Teniendo en cuenta los valores de las Tablas 02 para un valor de $K = 31$, Nivel de polución muy alta.

$$L_f = 31 * 13.2 * 1.139 = 465 \text{ (mm)}$$

TABLA 10

Tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y al impulso atmosférico, así como las líneas de fuga

Niveles de aislamiento		Aislador Tipo	Aislador	Requerido
		PIN	polimérico de anclaje	
Tensión máxima de servicio (kVA)	de	25	28	15
Tensión de Flameo a baja frecuencia bajo lluvia (kV)		105	70	42,57
Tensión de sostenimiento impulso 1,2/50 kVp		240	195	132,55
Tensión de Flameo a baja frecuencia en seco (kV)		137	70	49,12
Línea de fuga total (mm)		800	630	465

Nota: De los resultados obtenidos se utilizarán aisladores tipo: híbridos tipo pin y poliméricos de suspensión.

Corriente de cortocircuito

Se tiene la siguiente información:

$$\begin{aligned}
P_{cc} (3\phi) &= 149,94 \text{ MVA (Dato Hidrandina)} \\
P_{cc} (1 \phi) &= 7,40 \text{ MVA (Dato Hidrandina)} \\
V_n &= 13.2 \text{ kV (Tensión nominal)}
\end{aligned}$$

La corriente simétrica de cortocircuito será:

$$\begin{aligned}
I_{CC} 3\phi &= \frac{149.94}{\sqrt{3} * 13.2} = 6.56 \text{ kA} \\
I_{CC} 1\phi &= \frac{7.40}{\sqrt{3} * 13.2} = 0.31 \text{ kA}
\end{aligned}$$

La corriente asimétrica de cortocircuito será:

Donde $t = 1,8$

$$\begin{aligned}
I_{CH} 3\phi &= \sqrt{2} * 1.8 * 6.56 = 16.65 \text{ kA} \\
I_{CH} 1\phi &= \sqrt{2} * 1.8 * 0.31 = 0.79 \text{ kA}
\end{aligned}$$

Verificación del conductor seleccionado

Dónde:

- S : Sección del conductor = 50 mm²
t : Tiempo de actuación de protección = 0.2 s.

$$I_k = 0,094 \times \frac{50}{\sqrt{0.2}} = 10.51 \text{ kA}$$

Intensidad de cortocircuito admisible en el cable subterráneo N2XSY proyectado:

Dónde:

- S : Sección del conductor = 35 mm²
t : Tiempo de actuación de protección = 0.2 s

$$I_k = 0,143 \times \frac{35}{\sqrt{0.2}} = 11.19 \text{ kA}$$

Con lo cual se cumple que la corriente de cortocircuito admisible en el cable seleccionado es mayor que la corriente de cortocircuito probable: $I_k > I_{cc}$.

f) Selección de equipos de protección.

Protección de la red primaria

La protección requerida en la línea de media tensión para una Demanda Máxima de 760 KVA (considerando la potencia nominal de los 2 transformadores de 600 y 160 KVA), utilizando recloser automático, calculamos el amperaje mediante la siguiente formula:

Corriente nominal del Recloser Automático:

Dónde:

PT = Potencia Total de Transformadores = 760 KVA

Vn = Tensión Nominal (kV)= 13.2 kV

$$I_{on} = \frac{760}{\sqrt{3} * 13.2} = 33.28 A$$

Corriente de Cortocircuito:

Dónde:

P_{CC} = 149,94 KVA (Dato Hidrandina)

Vn = 13,2 kV (Tensión nominal)

$$I_{cc} = \frac{149.94}{\sqrt{3} * 13.2} = 6.56 A$$

La corriente máxima de cortocircuito será:

Para t = 1.8

$$I_{CH} = \sqrt{2} * 1.8 * 6.56 = 16.65 kA$$

El Interruptor de recierre automático (Recloser) de corte en vacío seleccionado; deberá tener las siguientes condiciones mínimas:

I_{cc} simétrico = 6,56 kA

I_{ch} = 16,65 kA

V = 13,2 kV

In = Superior a 33, 28 A

Seleccionamos el interruptor de Recierre automático (recloser) de corte en vacío de las siguientes características:

$$I_{cc} \text{ simétrico} = 20 \text{ kA}$$

$$I_{ch} = 40 \text{ kA}$$

$$V = 15,5 \text{ kV}$$

$$I_n = 400 \text{ A}$$

Protección del Transformador

Dónde:

P_T = Potencia del Transformador, para 600 KVA y para 160 KVA

V_n = Tensión Nominal 13.2 kV

Corriente nominal del fusible del primario, para un transformador de 600 KVA:

$$I_{ON} = 1.5 * \frac{600}{\sqrt{3} * 13.2} = 39.41 \text{ A}$$

Por lo tanto, se seleccionará fusible limitador de corriente tipo CEF de 63 A – 15 kV)

Corriente nominal del fusible del primario, para un transformador de 160 KVA:

$$I_{ON} = 1.5 * \frac{160}{\sqrt{3} * 13.2} = 10.11 \text{ A}$$

Por lo tanto se seleccionara fusible limitador de corriente tipo CEF de 16 A – 15 kV)

Selección del Interruptor Automático en Baja Tensión

Características Red de Baja Tensión 220 V (transformador de 600 KVA):

Dónde:

I_{CC} = Corriente de Cortocircuito (kA)

P_T = Potencia del Transformador 600 KVA

$V_N =$ Tensión Nominal 220 V

$U_{CC} =$ Tensión de Cortocircuito 4 %

Para el transformador de 600 KVA, se obtiene un resultado de:

$$I_{CC} = \frac{600 * 100}{\sqrt{3} * 220 * 4} = 39.37 \text{ kA}$$

Corriente Máxima de Cortocircuito:

Para $t = 1,8$

$$I_{ch} = \sqrt{2} * 1.8 * 39.37 = 99.92 \text{ kA}$$

Calculo de la corriente nominal del interruptor:

$$I_N = 1.0 * \frac{600 * 1000}{\sqrt{3} * 220} = 1576 \text{ A}$$

Por lo tanto se seleccionara Interruptor Automático Principal (para transformador de 600 kVA) regulable de 640 – 1600 A, 690 V – 100 kA.

Para el transformador de 160 KVA (440 V), se obtiene:

Dónde:

$I_{CC} =$ Corriente de Cortocircuito (kA)

$P_T =$ Potencia del Transformador 160 KVA

$V_N =$ Tensión Nominal 440 V

$U_{CC} =$ Tensión de Cortocircuito 4 %

$$I_{CC} = \frac{160 * 100}{\sqrt{3} * 440 * 4} = 5.25 \text{ kA}$$

Corriente Máxima de Cortocircuito:

Para $t = 1,8$

$$I_{ch} = \sqrt{2} * 1.8 * 5.25 = 13.32 \text{ kA}$$

Cálculo de la corriente nominal del interruptor:

$$I_N = 1.0 * \frac{160 * 1000}{\sqrt{3} * 440} = 252.23 \text{ A}$$

Por lo tanto, se seleccionará Interruptor Automático Principal (para transformador de 160 kVA) regulable de 175 – 250 A, 690 V – 25 kA

Cálculo de relación de corriente en transformix

La capacidad de corriente en el transformix se ha calculado en base a la máxima demanda a contratar mediante la siguiente expresión:

Dónde:

- I_N = Corriente Nominal (A)
- MD = Potencia del Transformador 488 kW
- V_N = Tensión Nominal 13.2 kV
- fp = Factor de Potencia 0.9

$$I_N = \frac{488}{\sqrt{3} * 13.2 * 0.9} = 23.74 \text{ A}$$

Se seleccionará un transformix con relación de transformación de 30/5 A.

Cálculo de la Resistencia a Tierra

Dónde:

- ρ : Resistividad del terreno
- L : Longitud de electrodo
- d : Diámetro de electrodo
- kt : Factor de corrección, a base de Óxidos Metálicos 0,25

$$R_t = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * Ln\left(\frac{4 * L}{1.36 * d}\right)$$

Dónde:

- ρ : Resistividad del terreno = 45 Ω -m
- L : Longitud de electrodo = 2.4 m
- d : Diámetro de electrodo = 0.0159 m

$$Rt = \frac{45}{2 * \pi * 2.4} * Ln\left(\frac{4 * 2.4}{1.36 * 0.0159}\right) = 18.20 \Omega$$

Como este valor no excede al recomendado por el CNE se procederá a utilizar un electrodo. La varilla será de Cobre Puro tendrán las siguientes características:

Diámetro: 5/8" (1.59 cm).

Longitud: 2.40 m.

Material: Cobre

Aditamentos: dosis de thorgel, tierra de cultivo compactada más 20 litros de agua.

Dado que la disminución de la temperatura hasta valores menores que la normal afecta la resistividad del terreno, se considerará que t = 20 cm del suelo es susceptible a estas variaciones de temperatura y se encuentra completamente aislado.

g) Estudio de coordinación de la protección.

Metodología de la coordinación de fusibles

Con las curvas tiempo corriente de total de fusión para el fusible “protector” (figura 8) y las curvas iniciales de fusión para el fusible “protegido” (figura 9), superponiendo ambas curvas se puede obtener una coordinación de tales fusibles. La comparación de las curvas tiempo corriente son satisfactorias para tiempos superiores a 0,01 segundos

Para la coordinación fusible – fusible se han tenido en cuenta lo siguiente:

El tiempo máximo para liberar la falla del fusible protector no deberá exceder el 75% del tiempo mínimo de fusión del fusible protegido.

El factor de 75% permite el calentamiento normal del fusible protegido y evita la sobrecarga que modificara su característica del fusible.

Valor de la corriente de inserción originada por los transformadores instalados después del cut – out, deberá estar debajo de las curvas de fusión del fusible.

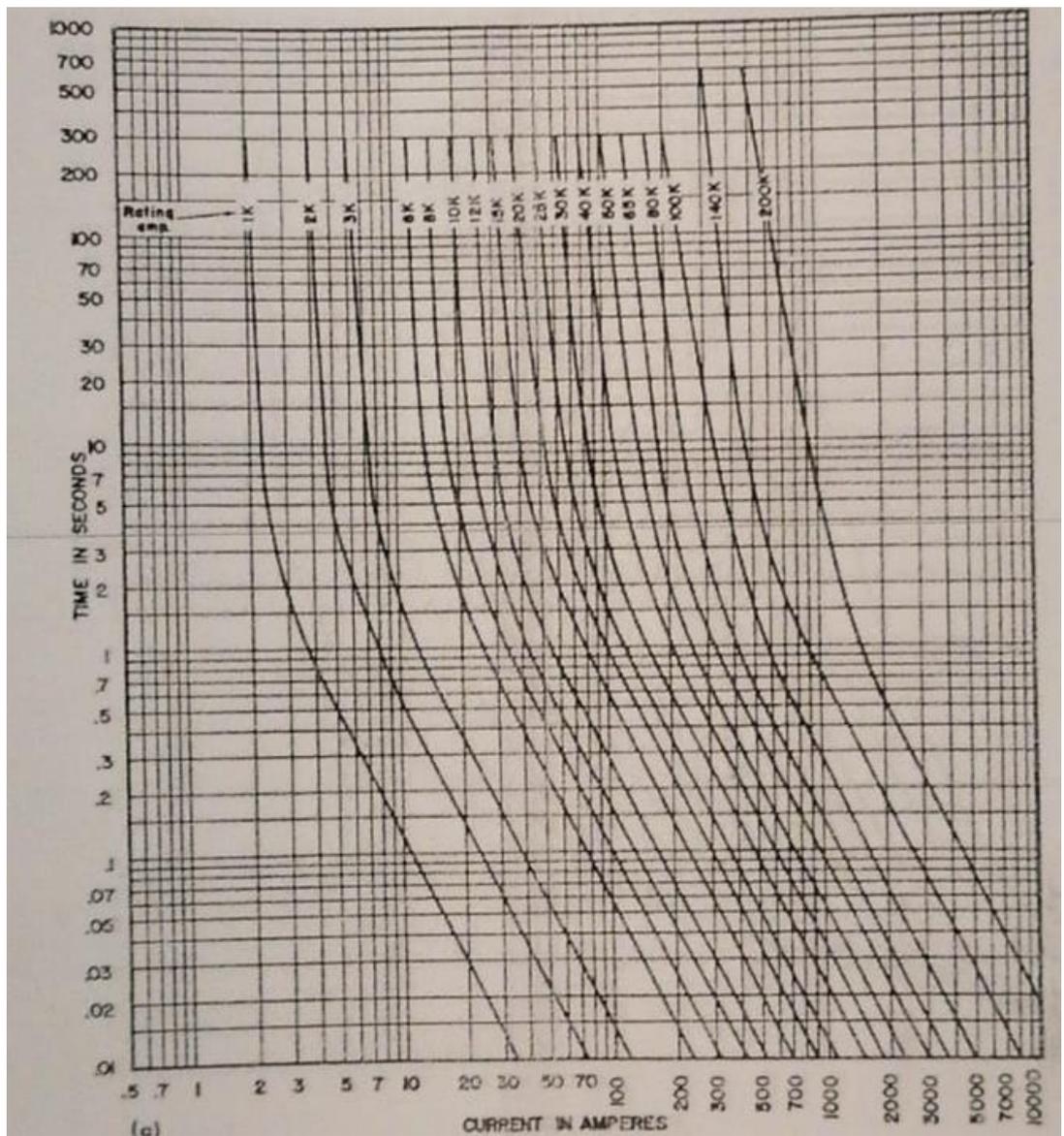


Figura 8 Curva característica de tiempo-corriente para fusibles tipo K
Fuente: Palacios y Jalixto.

En la figura anterior se visualiza la curva de pre arco. Estas curvas muestran el tiempo mínimo requerido para fundir el elemento fusible, a partir de una temperatura ambiente de 25 °C sin carga anterior.

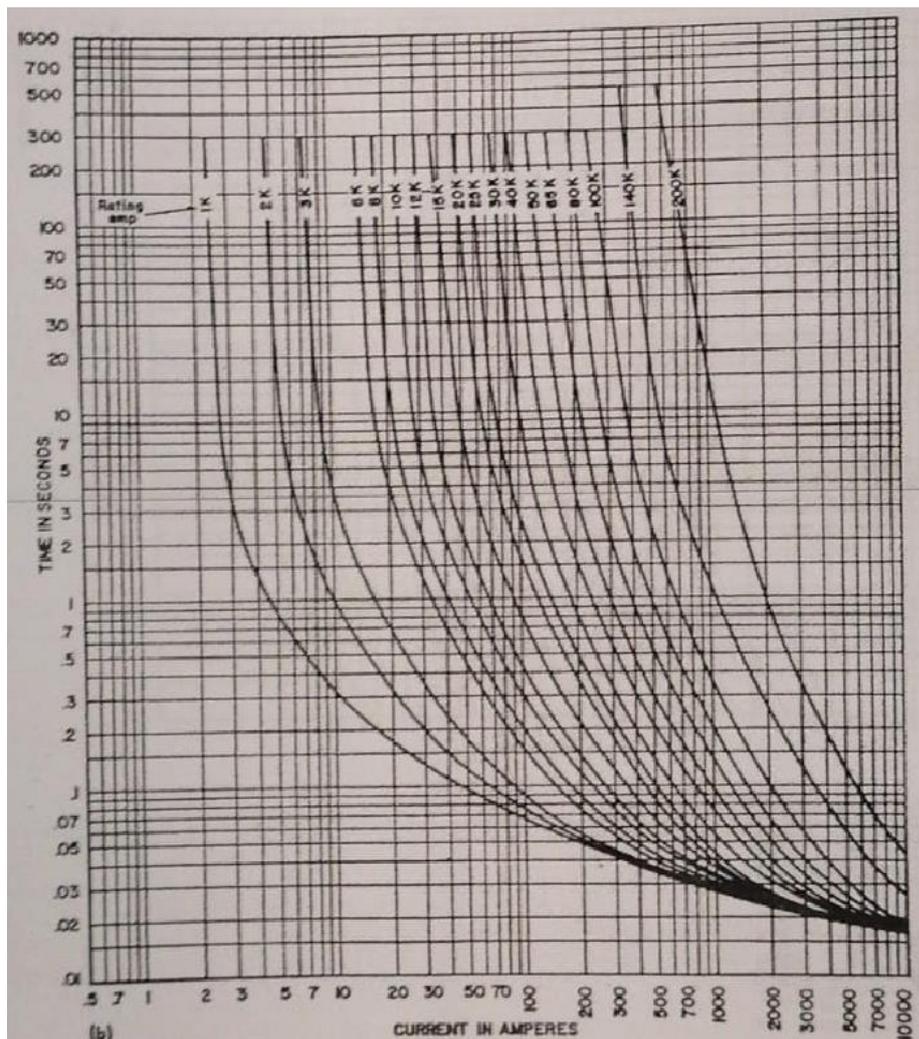


Figura 9 Curva característica de los fusibles de expulsión tipo “K” total de despeje
Fuente: Palacios y Jalixto.

En la figura anterior se visualiza la curva total de despeje, que muestran el tiempo requerido para que cualquier corriente dada para fundir el fusible y despejar el circuito.

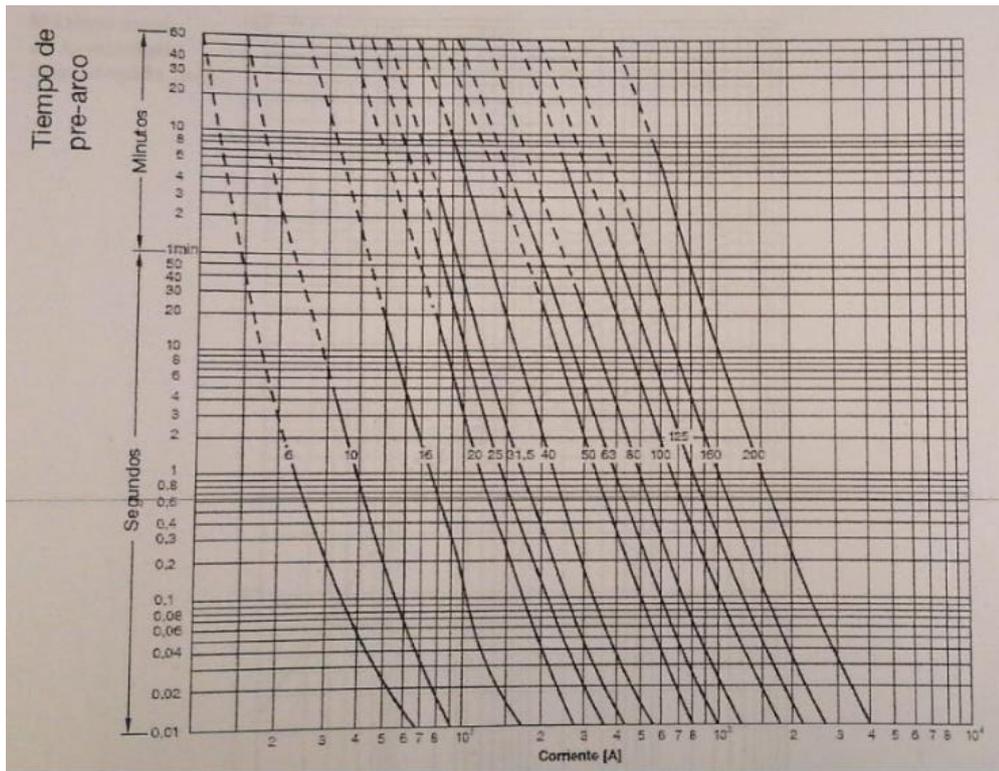


Figura 10 Curva característica de fusibles limitadores de corriente Tipo CEF Pre-Arco

Fuente: Palacios y Jalixto.

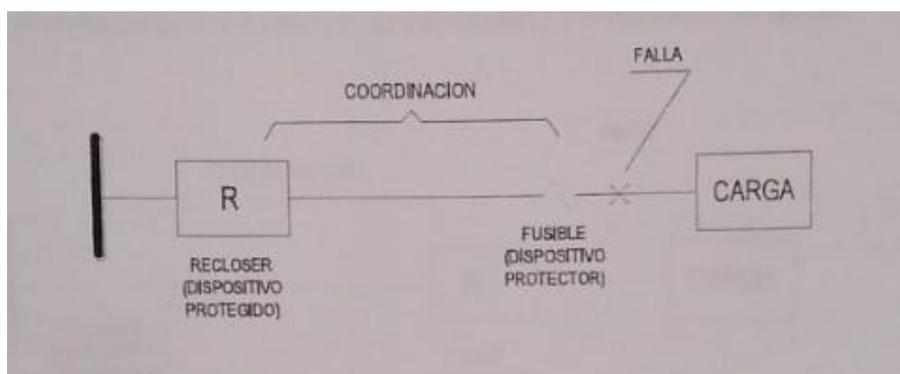


Figura 12 Diagrama de Bloques de coordinación entre Recloser (dispositivo protegido) y fusible (dispositivo protector)

Fuente: Palacios y Jalixto.

En la figura 13, la curva de interrupción total del fusible se utiliza para establecer el límite inferior de la coordinación con la curva de retraso de tiempo de restaurador (punto a).

La curva mínima de fusión del fusible se utiliza para establecer el límite superior de la coordinación con la curva de disparo instantáneo del restaurador (punto b). Sin embargo, es necesario modificar las curvas del restaurador y fusible para considerar los efectos de los ciclos de calentamiento – enfriamiento por la secuencia de operación del restaurador

Por lo anterior, la curva A (curva de disparo instantáneo del recloser) es la suma de las dos aperturas instantáneas A y se compara con la curva de fusión del fusible, que previamente se ha desplazado el 75% en función del tiempo de fusión, encontrándose el nuevo límite superior de coordinación (punto b).

La curva B es la suma de las dos aperturas instantáneas y las dos de retraso de tiempo, que representan la cantidad total de calor aplicado al fusible, obteniéndose el límite inferior de coordinación (punto a) al compararse con la curva de interruptor total del fusible.

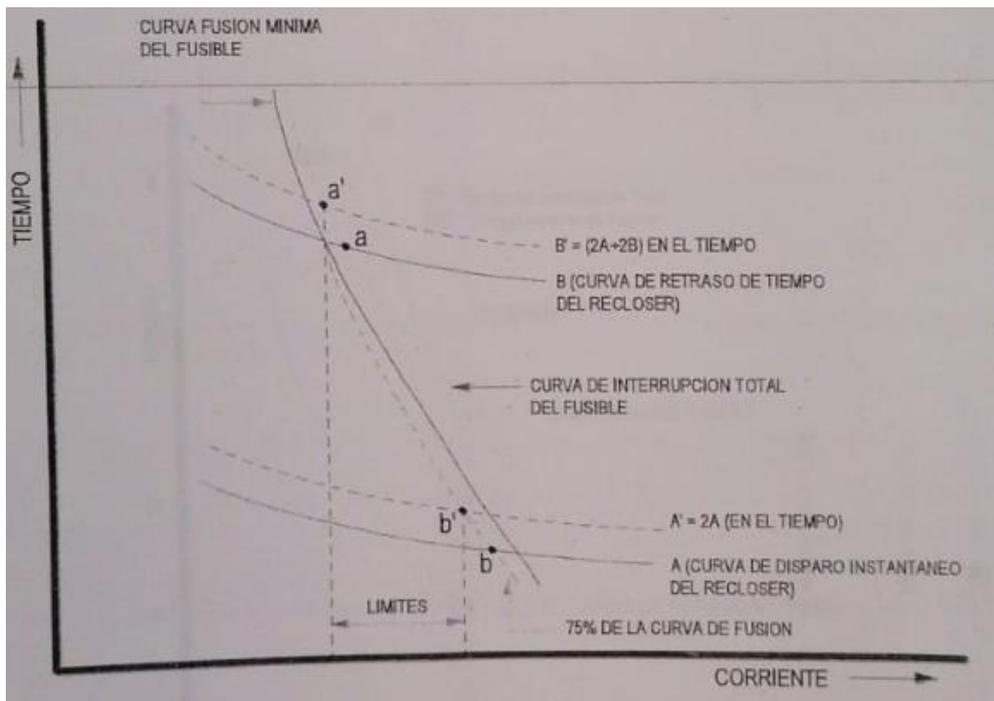


Figura 13 Curva de coordinación Recloser-Fusible.
Fuente: Palacios y Jalixto.

Coordinación Fusible – Recloser.

En este caso la curva de tiempo mínimo de fusión del fusible está por sobre la curva de operación lenta del reconectador en todo el rango de corriente de cortocircuito. Esta última debe ser modificada, por un factor de corriente. El factor depende de la secuencia de operaciones elegidas en el reconectador y los tiempos de calentamiento y enfriamiento del fusible.

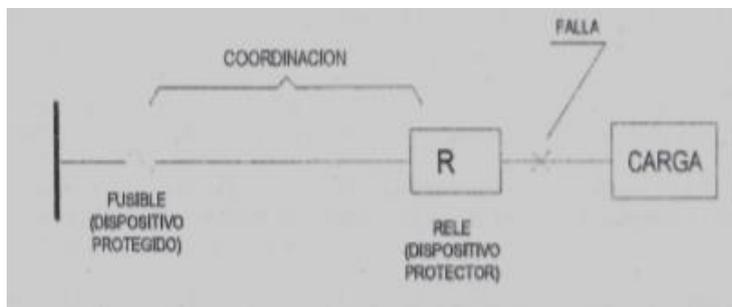


Figura 14 Diagrama de Bloques de coordinación entre el fusible (dispositivo protector) y Recloser (dispositivo protegido)
Fuente: Palacios y Jalixto.

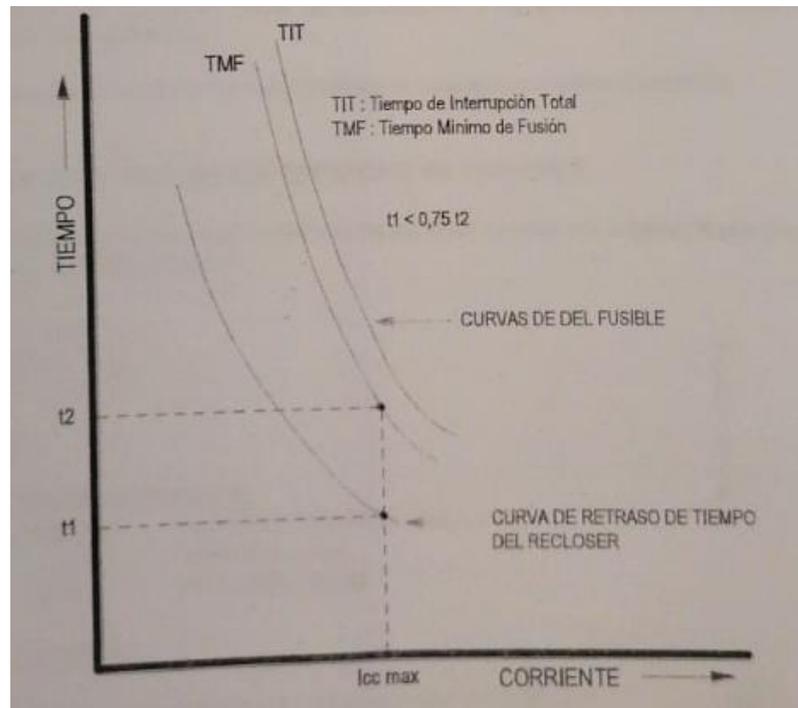


Figura 15 Curva de coordinación Fusible-Recloser.
 Fuente: Palacios y Jalixto.

Se presenta el análisis de cortocircuito y coordinación de protección:

De las simulaciones de flujo de potencia, se verifica que las tensiones en las barras del sistema están dentro de un rango admisible, asimismo, se verifica que las líneas y transformadores, no presentan sobrecargas durante su operación normal. Los cálculos de corriente de cortocircuito han sido efectuados con valores de resistencia de falla igual a 0 Ohm.

De las figuras 8 y 9 se demuestra que se consigue una coordinación selectiva entre fusibles, de manera de asegurar la selectividad con el fusible principal.

En la figura 10, se muestra que se consigue una coordinación selectiva entre recloser y fusibles limitadores de corriente, de manera de asegurar la selectividad con el fusible de expulsión principal.

Es importante mencionar que ante cualquier cambio de topología de la red o aumento de niveles de cortocircuito en el sistema, se deberá actualizar el estudio de coordinación de protecciones.

Con relación a los tiempos de apertura de los equipos de protección, estos se calibrarán teniendo en cuenta los datos de cortocircuito y tiempo de apertura otorgados por la empresa concesionaria.

3.3 Resultados del cálculo de ventilación de la subestación.

Calculo considerando un porcentaje de pérdidas de calor de 1.5 % (entre el núcleo y el hierro del transformador)

ΔT : 25 °C diferencia de temperatura

$$Q = \frac{(600000 + 160000) * 0.015}{0.34 * 25} = 1341.2 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

$$Q = 0.3725 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Superficie neta de la rejilla inferior (s)

Dónde:

H: distancia entre la mitad del transformador y la mitad de la rejilla superior de la celda 2.5 m

$$S = 10.752 \times \frac{760 * 0.015}{\sqrt{2.5 * 25^3}} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$S = 0.620 \text{ m}^2$$

Superficie neta de la rejilla superior (S_s)

$$S_s = 1.15 \times S = 0.713 \text{ m}^2$$

La siguiente subestación debe tener las siguientes áreas mínimas de ventilación:

$$S = S_1 = 0.620 \text{ m}^2 \quad \text{ingreso de aire}$$

$$S_s = S_2 = 0.713 \text{ m}^2 \quad \text{salida de aire}$$

Dimensiones de las rejillas existentes

Rejilla de entrada (parte inferior de puerta)

L_E : 1.75 m largo de rejilla de entrada

A_E : 0.64 m ancho de rejilla de entrada
 S_E : 1.12 m² superficie neta rejilla de entrada
 Rejilla de salida (parte superior pared)
 L_E : 3.5 m largo de rejilla de entrada
 A_E : 0.5 m ancho de rejilla de entrada
 S_E : 1.75 m² superficie neta rejilla de entrada

Se debe cumplir que:

$$S_E > S_1$$

$$1.12 \text{ m}^2 > 0.632 \text{ m}^2 \quad \text{OK}$$

$$S_S > S_2$$

$$1.75 \text{ m}^2 > 0.713 \text{ m}^2 \quad \text{OK}$$

Conclusión: la ventilación será natural

3.4 Cálculos mecánicos.

Si la temperatura promedio diaria es de 20 °C que es el punto de partida para los cálculos en la Hipótesis I.

Peso total del conductor en la hipótesis II (Wr2)

Dónde:

W_c : Peso del conductor (Kg/m)
 F_{vc} : Fuerza del viento sobre el conductor (Kg/m²)
 \varnothing_c : Diámetro exterior del conductor (mm)
 μ : Coeficiente para superficies cilíndricas = 0,0042
 P_v : Presión medida al viento (Kg/m²)
 V : Velocidad del viento (Km/h)

A partir de las características mecánica del conductor de Aleación de Aluminio forrado, temple duro, hacemos la siguiente tabla, tomando en consideración que.

$$E = 6200 \text{ kg/mm}^2$$

$$\alpha = 2.3 * 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

Tabla 11

Características mecánicas

Sección	\varnothing_c	Pv	Wc	Fvc	Wr1
mm ²	mm	kg/mm ²	kg/m	kg/m	kg/m
50	12.5	26.88	0.24	0.336	0.413

Nota. Fuente: Elaboración propia

Cálculo de esfuerzos

El esfuerzo del conductor de aleación será en todos los casos, de 5.80 kg/mm², aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor.

El esfuerzo máximo del conductor no superará el 40% del esfuerzo de rotura, es decir 12.88 kg/mm² para el conductor de aleación de aluminio.

Cuando, debido a la presencia de hielo, los esfuerzos en el conductor sobrepasaran lo máximo establecido, se podrá adoptar un esfuerzo EDS menor a 5.80kg/mm²(conductor de aleación de aluminio).

Esfuerzo admisible en la Hipótesis I

Hipótesis de partida para iniciar el cálculo mecánico. Dónde:

Tr : Esfuerzo de rotura del conductor igual a 28.56 kg/mm²

C.S. : Coeficiente de Seguridad igual a 3

$$\sigma_1 = \frac{28.56}{3} = 9.52 \left(\frac{kg}{mm^2} \right)$$

El conductor de aluminio tiene un valor de esfuerzo admisible de 9.52 mm².

Este valor de σ_1 es inferior al máximo admisible establecido por C.N.E., es decir 11.99 Kg/mm² para conductores de Cobre.

Cálculo de cimentación

Teniendo en cuenta la siguiente información:

P : Cargas verticales totales (Kg)

- C : Coeficiente definido por la densidad del terreno y el ángulo de talud (20000Kg/m^3).
- h : Altura libre del poste igual a 11.5 m
- γ : Presión admisible del terreno igual a 1.8 kg/cm^2
- A : Ancho del macizo igual a 1.0 m
- b : Largo del macizo igual a 1.0 m
- t1 : Profundidad enterrada del poste igual a 1.5 m
- t : Profundidad del macizo igual a 1.6 m.
- p_e : Peso específico del concreto igual a 2200 kg/m^3
- FP : Fuerza que admite la punta del poste (Kg)
- d_e : Diámetro de empotramiento (m)
- d_b : Diámetro en la base (m)

Para un poste de c.a.c. 13m/400kg:

$$P = P_{\text{POSTE}} + P_{\text{EQUIPO}} + P_{\text{MACIZO}}(\text{Kg})$$

$$F_P = 400\text{ Kg}$$

$$d_b = 375\text{ mm}$$

$$d_e = 353\text{ mm}$$

$$P_{\text{POSTE}} = 1800\text{ Kg}$$

$$P_{\text{EQUIPO}} = 100\text{ Kg}$$

Reemplazando se obtiene los siguientes resultados:

$$P_{\text{MACIZO}} = 3176.96\text{ kg}$$

$$P = 5076.96\text{ kg}$$

$$M_a = 5240\text{ kg-m}$$

$$M_r = 10043.13\text{ kg-m}$$

Se cumple que: $M_r > M_a$

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos de las impedancias de secuencia, obtenidos de acuerdo a la disposición geométrica de los armados:

TABLA 12
Impedancias de Secuencias Z1, Z2 y Z0 de la Línea Primaria

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Sección mm ²	Tipo/ material	Impedancia de Secuencia Z1 y Z2				Impedancia de Secuencia Z0			
		R1	X1	Z1	Ang	R0	X0	Z0	Ang
		[Ω/km]	[Ω/km]	[Ω/km]	[°]	[Ω/km]	[Ω/km]	[Ω/km]	[°]
50	AAAC Forrado	0,711	0,431	0,8314	31,22	0,861	1,293	0,9095	56,34
35	N2XSY Cobre	0,564	0,168	0,5885	16,59	0,712	0,504	0,8723	35,29

En la tabla 13, se muestra un resumen de las corrientes de cortocircuito trifásico, bifásico y monofásico en barras, simulado en el software computacional DIGSILENT, considerando el protocolo estándar y red con carga, en régimen sub-transitorio.

Tabla 13
Resumen de corrientes de cortocircuito con R falla = 0 Ohms

Nodo	Tensión kV	Corriente de cortocircuito (kA)								
		Trifásico			Bifásico (a,b)			Monofásico (a)		
		a	b	c	a	b	c	a	B	c
1	13,2	5,86	5,86	5,86	5,07	5,07	0,00	5,88	0,00	0,00
2	13,2	5,80	5,80	5,80	5,02	5,02	0,00	5,80	0,00	0,00
3	13,2	5,50	5,50	5,50	4,76	4,76	0,00	5,37	0,00	0,00
4	13,2	5,44	5,44	5,44	4,71	4,71	0,00	5,29	0,00	0,00
5	0,23	34,63	34,63	34,63	29,99	29,99	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,46	5,02	5,02	5,02	4,35	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.6 Especificaciones de los materiales.

3.6.1 Estructuras de soporte:

a. Postes y accesorios de concreto armado.

Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de postes, crucetas y ménsulas de concreto armado que se utilizarán en redes primarias.

Normas Aplicables

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma:

NTP 339.027 Postes de hormigón (concreto) armado para líneas aéreas.

Características Técnicas de los Postes.

Los postes de concreto armado serán centrifugados y de forma tronco cónica. El acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones. Tendrán las siguientes características:

Longitud	: 13 m
Carga de trabajo a 0.10 m de la cabeza	: 400 kg
Diámetro en la cabeza	: 180 mm
Diámetro en la base	: 375 mm
Peso aproximado	: 1800 kg
Coefficiente de seguridad	: 2

La relación de la carga de rotura (a 0,10 m debajo de la cabeza) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

Los Postes deberán tener como protección un aditivo inhibidor de corrosión, compuesto químico que se adiciona durante el mezclado del concreto para proteger al acero de refuerzo de la corrosión

A 3 m de la base del poste, en bajorrelieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán ser suministrados con caracteres impresos y con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, la información siguiente:

- Marca o nombre del fabricante.
- Fecha de fabricación.
- Designación del poste

Un poste se designará de la siguiente manera:

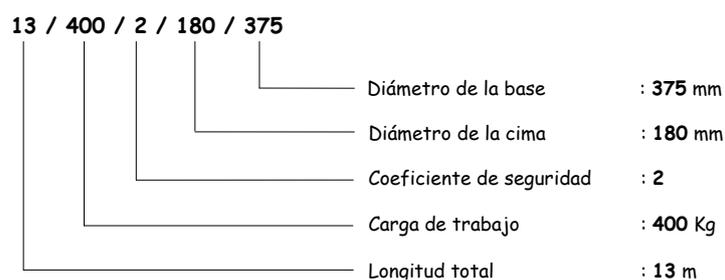


Figura 17. Designación de un poste de c.a.c
Fuente: Elaboración propia.

Garantía de calidad Técnica.

La garantía, entendida como la obligatoriedad de reposición de algún suministro por fallas atribuibles al proveedor, será de 2 (dos) años como mínimo, contados a partir de la fecha de entrega en almacenes.

Para cada lote entregado, el fabricante deberá presentar un certificado de garantía el cual garantice que los postes que conforman dicho lote, cumplen con todas las características técnicas ofertadas para el presente suministro. La garantía cubrirá todos los aspectos técnicos del poste. En tales casos, el proveedor efectuará el cambio de los postes observados a la brevedad.

Pruebas.

Los postes que formen parte del suministro, son sometidos durante su fabricación a todas las pruebas, controles, inspecciones o verificaciones prescritas con la finalidad de comprobar que los postes satisfacen las exigencias, previsiones e intenciones del presente documento. Las Pruebas de rutina de materiales serán realizadas utilizando el método de muestreo indicado en la NTP 339.027.

b. Ménsulas

Serán de concreto armado vibrado, con pretensado parcial, superficie lisa y de color cemento. El recubrimiento sobre las armaduras será hecho con mezcla homogénea, los orificios para la fijación de los aisladores tipo PIN o de aisladores poliméricos de anclaje estarán constituidos por tubos metálicos de 3/16” de diámetro interior, libre de rebabas que impidan el paso de los pernos especificados, con las siguientes dimensiones y características:

Tabla 14

Datos técnicos de ménsula de c.a.v. (m/0,60/250)

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Normas de fabricación		NTP 339.027
2	Longitud Nominal	m	0,60
3	Carga de trabajo		
	- Transversal	kg.	250
	- Longitudinal	kg.	150
	- Vertical	kg.	150
4	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	15
5	Diámetro de embone	mm	250
6	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C
7	Agujeros pasantes	u	5 de 20 mm Ø
8	Coficiente de Seguridad		2
9	Rotulado		Bajo relieve

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15*Datos técnicos de ménsula de c.a.v. (m/0,80/250)*

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Normas de fabricación		NTP 339.027
2	Longitud Nominal	m	0,80
3	Carga de trabajo		
	- Transversal	kg.	250
	- Longitudinal	kg.	150
	- Vertical	kg.	150
4	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	15
5	Diámetro de embone	mm	250
6	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C
7	Agujeros pasantes	u	5 de 20 mm Ø
8	Coefficiente de Seguridad		2
9	Rotulado		Bajo relieve
10	Adjuntar		Diseño y Diagrama

Nota. Fuente: Elaboración propia.

c. Travesaños (palomilla)

Los travesaños serán de concreto armado vibrado con pretensado parcial, superficie lisa y de color cemento, deberán tener como protección un aditivo inhibidor de corrosión y se instalarán en las estructuras de medición y protección para soporte de seccionadores fusibles. Serán de una sola pieza y tendrán una longitud de 1.50m, y tendrán las siguientes características:

Tabla 16
Datos técnicos palomilla de c.a.v. (1.50/100)

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Longitud Nominal	m	1.50
2	Norma		NTP 339.027 NTP 341.031
3	Peso mínimo que soporta	kg.	100
4	Carga de rotura nominal mínima	kg.	200
5	Factor de seguridad		2
6	Diámetro de embone	mm	220
7	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C
8	Detalle de agujeros		Si
9	Rotulado		Bajo relieve
10	Adjuntar		Diseño y Diagrama

Nota. Fuente: Elaboración propia.

d. Ductos de Concreto

Los ductos serán de concreto armado y se utilizarán para la instalación del cable tipo N2XSY hacia la caseta, y para el cruce desde el punto de alimentación hasta la estructura de medición; irán instalados en zanjas de 0,60m x 1,10 m de profundidad.

El material de los ductos será resistente a la corrosión y adecuado para el medio ambiente instalado y deberán resistir la falla de causar daño a los cables instalados en ductos adyacentes.

El acabado interior de los ductos, deberá estar libre de puntas agudas o protuberancias que puedan dañar el cable.

Tendrá las siguientes características:

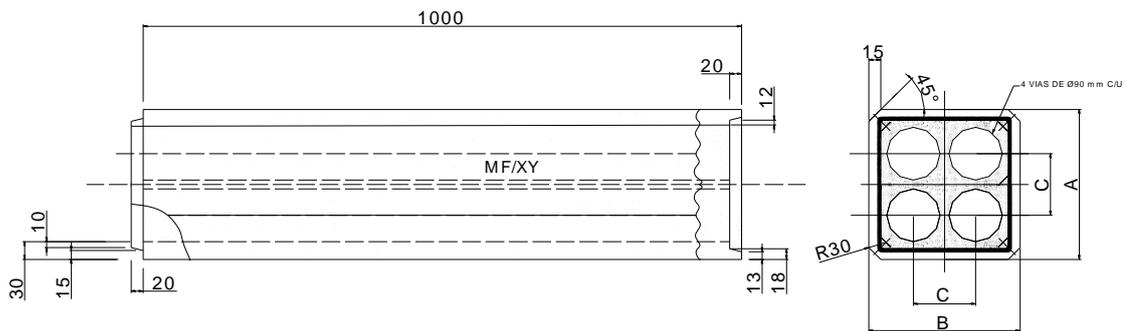
Ductos de 04 Vías:

Dimensiones exteriores : 0,25 x 0,25 m.

Longitud : 1,00 m.

Diámetro interior de vías : 90 mm

Resistencia : 210 kg/cm².



DUCTO DE CUATRO VIAS

Figura 18 Vista de planta de los ductos de cuatro vías de concreto y sus medidas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17*Datos técnicos ducto de concreto de 04 vías*

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido
3	Norma		NPT 339.009/NPT 339.065
4	Material		Concreto
5	Número de Vías		04
6	Resistencia mínima	kN/m	22
7	Dimensiones: (Ver figura)		
	Diámetro nominal	mm	90
	A	mm	253 ± 1
	B	mm	253 ± 1
	C	mm	104 ± 1
	Ø	mm	90 ± 1
	Longitud nominal	mm	1000 ± 1%
8	Rotulado		Bajo relieve
	Marca del Fabricante		SI
	Año de fabricación		SI
	Largo x Ancho x Altura		SI
9	Superficie externa lisa		SI
10	Adjuntar		Diseño y Diagrama Estructural

Nota. Fuente: Elaboración propia.

e. Plataformas (Media losa)

Las plataformas serán de concreto armado vibrado con pretensado parcial, superficie lisa y de color cemento, deberán tener como protección un aditivo inhibidor de corrosión; se instalarán en la estructura de medición para soporte del transformix, también para el soporte del recloser. Serán de una sola pieza y tendrán una longitud de 1,30m.

Tabla 18*Datos técnicos media losa de C.A.V. de 1,30 m*

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
2	Longitud Nominal	m	1,30
3	Norma		
	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable
	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 TIPO C
	Armadura del concreto		NTP 341.031
4	Peso que soporta por cada media losa	kg.	750
5	Carga de rotura nominal min.	kg.	2250
6	Factor de seguridad		3
7	Diámetro de embone	mm	300
8	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	20
9	Total, Agujeros Pasantes		20 de 14mm ϕ
10	Rotulado		Bajo relieve
11	Peso propio aproximado	kg.	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Condiciones Generales

El acabado exterior (terminado) de los postes de C.A.C. y accesorios de C.A.V., deberán ser homogéneos, libre de fisuras y excoriaciones el recubrimiento de las varillas de acero (armadura) deberá tener 20 mm como mínimo.

Todos los postes, crucetas, ménsulas, lozas, palomillas (accesorios) llevarán un recubrimiento en doble pase de un sellador de concreto, con un rendimiento promedio de 20 m² por galón, para impermeabilizarlos contra la humedad y agentes externos.

Los postes de CAC y accesorios de CAV, deberán de cumplir las características

indicadas en las tablas de datos técnicos, que son las mínimas requeridas, las que deberán de llenarse completamente, firmarse y sellarse por el oferente: así mismo deberán de incluir los diseños estructurales y catálogos completos del fabricante y sellador de concreto.

3.6.2 Componentes eléctricos.

a. Aisladores híbridos tipo pin.

Normas aplicables

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61109 : Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria.

ASTM D 624 : Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers

DIN 53504 : Determination of tensile stress/strain properties of rubber

IEC 60587 : Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

ANSI C29.1 : Test methods for electrical power insulators.

ANSI C29.7 : Porcelain insulators-high voltage line-post type

ASTM G 154 : Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

ASTM G 155 : Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

ASTM A 153/A 153 M : Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware.

Condiciones ambientales

Se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

Altitud sobre el nivel del mar : 30 m

Humedad relativa	:	entre 50 y 90%
Temperatura ambiente	:	15 °C y 32 °C
Contaminación ambiental	:	Moderada

Condiciones de operación

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores híbridos tipo PIN, tiene las siguientes características:

- Tensión de servicio de la red : 13,2 kV
- Tensión máxima de servicio : 15 kV
- Frecuencia de la red : 60 Hz

Características técnicas

El aislador Híbridos de 25 kV, está diseñado para operar en ambientes de contaminación extremos como zonas costeras, desiertos e industrias pesadas. El aislador híbrido posee un núcleo de cerámica de alta resistencia mecánicas para soportar las fuerzas de fricción y cantiléver. La cubierta polimétrica y la geometría optimizada “Doble Campana”, proveen distancia de fuga altamente protegida de la contaminación directa. Además, el polímero de silicona es altamente resistente a la exposición a la intemperie.

Se utilizarán aisladores poliméricos tipo Pin de las características siguientes:

- Normas aplicables : IEC61109/IEC815
- Tensión máxima de servicio : 25 kV
- Material dieléctrico : Porcelana y faldones de hule silicon.
- Altura del aislador : 330 mm
- Longitud de línea de fuga mínima : 800 mm
- Carga mecánica de flexión mínima : 8 kN

Tensiones eléctricas de prueba

- Tensión disruptiva crítica al impulso

- Positivo : 112 kV
 Negativo : 240 kV
- Tensión disruptiva a baja frecuencia
- En seco : 137 kV
 Bajo lluvia : 105 kV

Tabla N°19

Datos técnicos aislador polimérico tipo pin (hibrido 25kv)

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Normas		IEC 61109/IEC815 ANSI C29.1 ANSI C29.7 ASTM A 153/A 153 M
2	Tipo Aislador		Hibrido
3	Tensión Máxima de Servicio	kV	25
4	Altura	Mm	330
5	Diámetro Nominal	Mm	
6	Valores Eléctricos		
	Distancia de fuga mínima	Mm	800
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial		
	En Seco	kV	137
	En Húmedo	kV	105
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/250us		
	Positivo	kV	112
	Negativo	kV	240
7	Valores Mecánicos		
	Mínima carga mecánica de flexión	kN	8
8	Pruebas de Diseño		
	Duración de prueba de erosión y tracking del material aislante de recubrimiento	H	5000

Nota. Fuente: Elaboración propia.

b. Aisladores poliméricos. Tipo suspensión.

Normas Aplicables

Los aisladores materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

ANSI C29.11 American national standard for composite suspension insulators for overhead transmission lines tests

IEC 1109 Composite insulators for a. c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 v – definitions, test methods and acceptance criteria

ASTM A153 Specification for zinc coating (hot dip) on iron and steel hardware

Características Técnicas

Núcleo

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza. Tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas, sustancias extrañas o defectos de fabricación. El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. La resistencia de la interface entre el recubrimiento de goma de silicón y el cilindro de fibra de vidrio será mayor que la resistencia al desgarramiento (tearing strength) de la Goma de silicón.

Aletas aislantes

Las aletas aislantes serán, también de goma de silicón, y estarán firmemente unidos a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio, bien sea por vulcanización a alta temperatura o por moldeo como parte de la cubierta, dichas aletas serán alternas con grado de inclinación y tendrán un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815. La distancia de fuga requerida deberá lograrse ensamblando el necesario número de aletas.

Herrajes extremos.

Los herrajes extremos para los aisladores de suspensión, estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de vidrio. La conexión entre los herrajes y el cilindro de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial, de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de la circunferencia del cilindro de fibra de vidrio. Los herrajes para los aisladores tipo suspensión deberán ser de acero forjado o hierro maleable; el galvanizado corresponderá a la clase “C” según la norma ASTM A153.

Características Técnicas Garantizadas Aislador Polimérico tipo suspensión

Normas aplicables	:	IEC-1109 ANSI – 29.11
Tensión de diseño	:	28 KV
Material del núcleo	:	Fibra de vidrio reforzado
Material del recubrimiento del núcleo	:	Goma de silicon
Material de las aletas	:	Goma de silicon

Herrajes

Material de los herrajes maleable	:	Acero forjado o hierro maleable
Norma de galvanización	:	ASTM 153
Herraje extremo de estructura	:	Horquilla
Herraje del extremo Lengüeta	:	
Longitud de línea de fuga	:	744 mm
Carga mecánica garantizada (sml)	:	70 kN
Carga mecánica de rutina (rtl)	:	50 kN

Tensiones eléctricas de prueba

Tensión disruptiva critica al impulso	:	
Positivo	:	195 kV
Negativo	:	260 kV
Tensión disruptiva a baja frecuencia	:	
En seco	:	70 kV
Bajo lluvia	:	70 kV

c. **Conductores de aleación de aluminio forrado**

Normas

Las normas usadas para el suministro de conductor de aleación de aluminio forrado (AAAC), fabricación de los alambres, cableado de los conductores, pruebas e inspección, son las siguientes:

Para inspección y pruebas:

IEC 61089 Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors

IEC 60104 Aluminum-magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors

Para fabricación:

IEC 208 Aluminum Alloy Stranded Conductor

ASTM B 398 Aluminum - Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes

ASTM B 399 Concentric Lay Stranded Aluminium Alloy 6201-T81 Conductors

ITINTEC P-370.227 Conductor de Aleación de Aluminio

Descripción del conductor

El conductor de aleación de aluminio será forrado, concéntrico, compuesto de 7 hilos, para la sección nominal requerida en el Proyecto (50 mm^2). El cableado del conductor de aleación de aluminio este compuesto de capas de alambres de aleación de aluminio.

Los hilos de la capa exterior son cableados en sentido derecho, estando las capas interiores cableados en sentido contrario entre sí.

Los conductores deberán de cumplir las características indicadas en las tablas de datos técnicos, que son las mínimas requeridas, las que deberán de llenarse completamente, firmarse y sellarse por el oferente: así mismo deberán de incluir catálogos completos del fabricante, curvas de corriente de corto circuito de los conductores.

Tabla 20
Datos técnicos del Conductor

N°	Descripción	Unidad	Especificación
1.0	Numero de alambres		7
2.0	Material		Aleación de Al.
3.0	Tipo		AAAC (6201)
4.0	Protección		Polietileno reticulado
5.0	Sección nominal	mm ²	50
6.0	Diámetro del conductor (sin cubierta)	mm	9,10
7.0	Diámetros de los alambres	mm	3,02
8.0	Diámetro del conductor (con cubierta)	mm	12,5
9.0	Masa del conductor (con cubierta)	kg/m	0,240
10.0	Carga de rotura mínima	kN	14,00
11.0	Módulo de elasticidad final	kN/mm ²	60,82
12.0	Coefficiente de la dilatación térmica	1/C°	23x10 ⁻⁶
13.0	Resistencia eléctrica máxima en C.C. a	Ohm/km	0,663

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de Tensión Mecánica

Se efectuará una prueba de tensión mecánica o ruptura, sobre una muestra larga no menor de 5.0 m. de cable completo y acabado, registrándose el diagrama del alargamiento axial en función de la tensión aplicada.

Tabla 22*Datos técnicos conductor de aleación de aluminio forrado de 50 mm²*

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido
1	General		
1.2	Norma	-----	Según punto 4.2
1.3	Masa nominal del conductor protegido	Kg/Km	135
2	Conductor (sin protección)		
2.1	Material del conductor	-----	Aluminio 1350 – H19
2.2	Conductividad	%IACS	61.2
2.4	Sección nominal	mm ²	50
2.5	Densidad a 20 ° C	kg/m ³	2705
2.6	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm- mm ² /mm	0,028172
2.7	Clase	-----	A
2.8	Número de alambres	Nº	7
2.9	Diámetro de los alambres	mm	3,02
2.10	Máxima variación del diámetro	mm	0,03
2.11	Masa	kg/Km	240
2.12	Carga de rotura mínima	kN	14,00
2.13	Esfuerzo de tensión mínimo promedio de cada alambre	MPa	180
2.14	Elongación promedio mínima en 250 mm de cada alambre	%	1,6
3	Protección		
3.1	Material	-----	Polietileno
3.2	Color	-----	Negro
3.3	Densidad del material	gr/cm ³	0,92
3.4	Resistencia a la tracción mínima	MPa	9,6
3.5	Tensión de ensayo	kV	4
3.6	Temperatura de operación	°C	-15 a 75

Nota.Fuente: Elaboración propia.

d. **Conductores de cobre protegido tipo CPI**

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

N.T.P. 370.045 : Conductores de cobre protegidos para redes de distribución aérea.

N.T.P. 370.043 : Conductores de cobre duro para uso eléctrico.

ASTM B8-99 : Standard specification for concentric-lay-stranded copper conductors, hard, medium-hard or soft.

Condiciones técnicas

Condiciones ambientales de servicio:

Los conductores se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución Eléctrica Norte Centro cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente : 15°C a 32°C

Humedad relativa : 50% a 95%

Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Las características de operación del sistema son las siguientes:

Nivel de tensión : 13,2 kV.

Tensión máxima : 15 kV

Frecuencia de servicio : 60 Hz.

Descripción del conductor

El conductor de cobre será cableado, concéntrico, forrado con polietileno y compuesto de 7 hilos, para la sección nominal (35 mm²),

Los hilos de la capa exterior serán cableados en sentido derecho, estando las capas interiores cableados en sentido contrario entre sí. Se utilizará para la bajada al Recloser y estructura de seccionamiento (Desde la red aérea hasta los bornes del recloser y transformix).

Pruebas de rutina de materiales

Serán realizadas utilizando el método de muestreo indicado en las normas

N.T.P. 370.043 y N.T.P. 370.045.

Tabla 23*Datos técnicos conductor de cobre protegido tipo cpi de 35 mm²*

Item	Características	Unidad	Valor requerido
1 General			
1	Norma de fabricación		N.T.P. 370.045 N.T.P. 370.043 y ASTM B8
2	Masa Nominal del conductor protegido	kg/km	349
3	Corriente Nominal	A	240
2 Conductor (sin protección)			
1	Material		Cobre electrolítico duro
2	Pureza	%	99,9
3	Sección nominal	mm ²	35
4	Número de alambres		7
5	Diámetro nominal exterior	mm	7,56
6	Carga a la tracción	KN	13,6
7	Masa Nominal	kg/km	310
8	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8,89
9	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0,01793
3 Protección			
1	Material		Polietileno o copolímero
2	Color		Negro
3	Densidad del material	gr/cm ³	0,92
4	Resistencia a la tracción mínima	MPa	9,6
5	Tensión de ensayo	kV	4
6	Temperatura de operación	°C	-15 a 75
7	Espesor promedio mínimo	mm	1,2

Nota. Fuente: Elaboración propia.

e. Accesorios del conductor

Normas Aplicables

El material cubierto por estas Especificaciones Técnicas cumplirá con las prescripciones de las siguientes Normas:

UNE 21-159 Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión

ASTM 153 Standard specification for zinc-coating (hot-dip) on iron and steel hardware

Descripción de los Accesorios

Grapa de Anclaje Tipo Pistola para Conductor de Aluminio

Será del tipo conductor pasante, y fabricado con aleación de aluminio de primera fusión plastificado para alargar el tiempo de vida, resistente a la corrosión comprobada, tales como Al-Mg, Al-Si, Al-Mg-Si. El fabricante señala los torques de apriete que se aplican. La carga de rotura mínima de la grapa de anclaje es de 45 KN.

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de 50 mm² de sección.

Alambre de Amarre. Será alambre de aluminio recocido de 6 mm².

Conectores. Serán tipo cuña bimetálicos. Las dimensiones del conector serán adecuadas para instalarse con conductores de aluminio/cobre de 50/35 mm².

Fleje de Acero Inoxidable (Cinta Bandit). Tendrán las siguientes características:

Material	:	Acero Inoxidable
Acabado	:	Liso y sin bordes cortantes
Ancho	:	19 mm
Espesor	:	0,8 mm
Máx. esfuerzo de Tracción	:	1000 Kg

Hebilla Bandit

Servirá para la sujeción del fleje de acero inoxidable, y será de acero inoxidable para fleje de 19mm.

Tendrán las siguientes características:

Material	:	Acero Inoxidable
Acabado	:	Liso y sin bordes cortantes
Ancho de r�nula de hebilla	:	> 10 mm

Galvanizado

Todas las partes metálicas ferrosas excepto aquellas de acero inoxidable, serán galvanizadas en caliente según norma ASTM A 153, debiendo tener espesores mayores de 100  m. El galvanizado tendrá textura lisa y se efectuará después de cualquier trabajo de maquinado. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectaran las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas.

f. Cable de energía tipo N2XSY 12/20 kV

Normas:

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas

NTP-IEC 60228

NTP-IEC 60502

Condiciones técnicas de Operación del sistema

Las condiciones de operaciones del sistema son las siguientes:

Tensión nominal del sistema : 13,2 kV

Tensión máxima de servicio : 15 kV

Frecuencia del sistema : 60Hz

Fabricación

La fabricación del conductor se realizará de acuerdo a las normas establecidas en estas especificaciones. La fabricación se efectuará en una parte de la fábrica especialmente acondicionada para tal propósito.

Durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar la contaminación del cable de energía por el cobre u otros materiales que puedan causar efectos adversos.

En la fabricación de los conductores se cuidará de alcanzar la mínima rotación natural y la máxima adherencia entre los alambres de cada capa y entre las capas, a fin de evitar daños cuando se desarrollen bajo tensión mecánica.

Descripción del conductor

Conductores de cobre electrolítico recocido, cableado comprimido o compactado. Cinta semiconductora o compuesto semiconductor extruido sobre el conductor. Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) Cinta semiconductora o compuesto semiconductor extruido y cinta o alambres de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Barrera térmica de poliéster. Chaqueta exterior de PVC rojo.

Los conductores deberán de cumplir las características indicadas en las tablas de datos técnicos, que son las mínimas requeridas, las que deberán de llenarse completamente, firmarse y sellarse por el oferente: así mismo deberán de incluir catálogos completos del fabricante, curvas de corriente de corto circuito de los conductores

Tabla 24

Características técnicas parámetros físicos cable n2xsy 12/20 kV

Sección	Numero	Diámetro	ESPESOR		Diámetro	Peso
			Conductor	Aislamiento		
mm ²	Hilos	mm	mm	mm	mm	kg/km
35	7	7,4	5,5	1,8	25,2	917

Nota. Fuente: Elaboración propia.

}

Tabla 25
Parámetros eléctricos

Sección nominal	Resistencia		Resistencia		Reactancia inductiva		Ampacidad		Ampacidad	
	DA a	AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE		
	20° C	(A)	(B)			20° C		30° C		
mm ²	mmΩ/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	(A)	(B)	(A)	(B)	
35	0,534	0,668	0,668	0,2865	0,1689	215	190	235	200	

Nota. Fuente: Elaboración propia.

g. Material para puesta a tierra

Normas Aplicables

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

ITINTEC 370.042 Conductores de cobre recocido para el uso eléctrico

ANSI C135.14 Staples with rolled of slash points for overhead line construction

Descripción de los Accesorios

Conductor

El conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de las estructuras con tierra, será de cobre desnudo temple blando, cableado y recocido, de las siguientes características:

- Sección nominal : 35 mm²
- N° de alambres : 7
- Diámetro exterior del conductor : 7,50 mm
- Masa del conductor : 0,314 kg/m
- Resistencia eléctrica máxima en c.c. a 20°C : 0,514 Ohm/km

El conductor de bajada deberá ser fijada con soldadura exotérmica Cadwell y el conector tipo AB para conectar el espiral de cobre al extremo de la varilla.

Electrodo de Cooperweld

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre. Deberá ser fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)

Por proceso electrolítico

Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre sobre el acero.

El electrodo tendrá las siguientes dimensiones:

Diámetro nominal : 16 mm

Longitud : 2,40 m

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de +0,2 mm y -0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de +5 mm y 0,0 mm. Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en los planos del proyecto.

Materiales

Núcleo: Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm²; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

Revestimiento: Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,254 mm.

Borne para el electrodo

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de

puesta a tierra. Será conector del tipo “AB”, adecuado para garantizar un ajuste seguro entre el conductor de cobre para puesta a tierra y el electrodo Cooperweld.

Conector tipo perno partido (SPLIT-BOLT)

Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 35 mm² entre sí.

Protector antirrobo

Dispositivos de seguridad para evitar el robo de la varilla de Cooperweld.

Instalación en la parte inferior del electrodo ajustándose a un perno.

Será de forma circular de material propileno o similar, de 254 mm (10”) Ø x 5 mm (3/16”) de espesor, con un agujero central para alojar a la varilla Cooperweld de 16 mm (5/8”) Ø, el cual se ajustará con un conector de bronce, mínima carga rotura de 14 kN.

Compuesto químico ecológico para Puesta a Tierra

El suelo artificial, deberá presentar las características siguientes:

Basado en tratamiento de óxido – metálico

Debe ser de un material electrovalente que evite la corrosión del cobre, debe poseer la más baja resistividad, gran retenedor de agua; asimismo deberá presentar una gran estabilidad en el tiempo, conservando bajos valores de resistividad del terreno.

Tubo de PVC

Para la protección del conductor de puesta a tierra, de Cu de 35 mm² a la salida del poste de C.A.C (en la base y zona de cimentación), se utilizara un tubo de PVC-SAP, de 19 mm Ø x 1,5 m. de longitud, el mismo que se fijara y empotrará en la referida, con el material de cimentación.

Caja de Registro de Puesta a Tierra

Se colocará una caja de concreto armado, de dimensiones de 395 mm Ø exterior, con tapa de 340 mm Ø, la cual protegerá el pozo a tierra, donde será marcado con el logotipo de puesta a tierra; se tendrá cuidado de colocar asa de F°G° para manipulación de la tapa.

Tabla 26*Datos técnicos varilla Cooperweld 16 mm (5/8") x 2,40 m*

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Catálogo / N° de Serie		
2	Material		Núcleo de Acero, Capa Exterior de Cobre
	- Espesor Mínimo de	um	254
	- Tipo de Acero		SAE 1020
3	Diámetro	mm (pulg)	16 (5/8)
4	Largo	m	2,40

. Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27*Datos técnicos plancha doblada de cobre tipo "j"*

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Material		Cobre Electrolítico
2	Dimensiones		
	- Largo	mm	94
	- Ancho	mm	40
	- Espesor	mm	3
3	Diámetro de Agujero	mm (pulg)	20 (13/16)

Nota. Fuente: Elaboración propia.

h. Transformadores de distribución**Normas Aplicables**

Los transformadores de distribución, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

IEC 76.1	:	POWER TRANSFORMERS
N.T.P. 370.002	:	Transformadores de potencia
I.E.C. 60076	:	Power transformers.
IEC 60905	:	Loading guide for dry-type power transformers.

Características de los Transformadores Trifásicos

El transformador trifásico será del tipo seco encapsulado en resina epoxi (con cajuela metálica de protección); conforme a la norma internacional IEC, los mismos que serán totalmente ecológicos, por su alta eficiencia, mínimo mantenimiento y alta seguridad (son incombustibles); reduciendo drásticamente el impacto ambiental. Los arrollamientos de media y baja tensión serán de cobre puro.

Tiene las siguientes características:

Sistema	:	Trifásico
Potencia nominal continua	:	600 kVA.
Tipo	:	Seco encapsulado
Refrigeración	:	AN
Aislante	:	Resina Epoxi
Frecuencia	:	60 Hz
Altitud de trabajo	:	1000 m.s.n.m.
Tensión nominal primaria en vacío	:	$13200 \pm 2 \times 2,5 \% V$
Tensión nominal secundaria en vacío	:	230 V
Conexión en el lado de alta tensión	:	Triángulo
Numero de bornes del Primario	:	3
Conexión en el lado de baja tensión	:	Estrella
Numero de bornes del Secundario	:	3
Grupo de conexión	:	Dy5
Tensión de cortocircuito	:	4%
Nivel de aislamiento del Primario	:	17,5/38/95 kV.
Nivel de aislamiento del Secundario	:	1,4/3 kV.
Servicio	:	Continuo
Clase de aislamiento	:	H

Requerimientos de Diseños y Construcción

Calidad de los Materiales

La calidad de todos los materiales utilizados en la construcción de los transformadores (chapas, perfiles, fundiciones, bulonería, etc.) deberá poder

soportar en perfectas condiciones el uso previsto para los mismos, durante el tiempo indicado de vida útil, teniendo en cuenta todas las condicionantes como ser, ambientales (ej. buena calidad de la pintura para evitar corrosiones), eléctricas (ej. características adecuadas del cobre para obtener buena conductividad) y mecánicas (ej. características adecuadas de la chapa de la cuba para evitar deformaciones).

Núcleo

El núcleo de los transformadores será construido por chapas magnéticas de acero silicio de grano orientado de características anti-envejecimiento, o materiales de calidad superior. Las chapas serán cuidadosamente procesadas, en forma tal que sean perfectamente lisas, exentas de rebabas en los bordes, y se tomarán las medidas de diseño necesarias para que ninguno de los materiales aislantes utilizados en la fabricación del núcleo sea afectados por la temperatura de operación.

Las columnas y los yugos del núcleo estarán provistos de dispositivos de refuerzo y anclaje, los cuales deberán tener una adecuada resistencia mecánica para evitar el desplazamiento relativo de las chapas en condiciones normales o excepcionales de servicio y transporte.

Toda la superficie exterior del núcleo, será protegida por una pintura o barniz de base epoxi, adecuada la clase térmica del transformador, para prevenir su oxidación, con un espesor mínimo de 60 μm .

Se preverá una conexión para poner a tierra el núcleo, la cual deberá estar dimensionada para conducir la corriente de cortocircuito.

El prensado de los bobinados se realizará con distanciadores elásticos de forma de no transmitir vibraciones entre el circuito magnético y los bobinados.

La prensa yugos del transformador y las demás partes de hierro o acero del transformador serán cincadas por inmersión en caliente en conformidad con la Norma N.MA.22.05 Cincado.

Los bulones y tuercas serán construidos de material resistente a la corrosión o cincados por inmersión en caliente en conformidad con la Norma N.MA.22.05 Cincado.

Los tornillos de acero, cuando se usen serán de acero resistente a la corrosión.

Arrollamiento

Las bobinas serán de cobre electrolítico y el aislamiento utilizado será de Clase H o superior. Para la fabricación de las bobinas se emplearán materiales adecuados a la clase térmica garantizada.

La aislación entre capas debe estar recubierta en la totalidad de sus dos caras por resina de modo que al producirse el curado de la misma en el proceso de secado, el aislante y el conductor quedan íntimamente pegados, obteniéndose así una bobina con una elevada resistencia a los esfuerzos mecánicos de cortocircuito. Comercialmente este tipo especial de material aislante es conocido como “Pre-impregnado” o “Prepreg”.

Las bobinas deberán tener en su cara interior (comienzo de la bobina) y exterior (fin de la bobina) varias vueltas de la aislación entre capas de “Prepreg” de modo de aumentar u resistencia a los esfuerzos mecánicos de cortocircuito.

Una vez terminada la bobina, antes del proceso de secado y curado, deberán sellarse en su totalidad los extremos superiores e inferiores de las bobinas, así como sus caras exteriores con un material pre-impregnado en resina para evitar el ingreso de humedad.

En caso que el fabricante lo considere conveniente se admitirán bobinas encapsuladas bajo vacío en resina epoxi colada.

El material aislante será resistente a la humedad y al fuego. Una vez iniciado el fuego, será de características auto-extinguible. En caso de combustión no han de producirse gases tóxicos.

La aislación del neutro del arrollamiento de 230 V será la misma que la de los terminales de línea, y la conexión.

Accesorios y Terminales de Puesta a Tierra

El núcleo de los transformadores secos dispondrá de un terminal de puesta a tierra. Este terminal estará previsto para prensar cable de cobre de 35-240 mm² de sección y será resistente a la corrosión. Dicho terminal de puesta a tierra deberá estar debidamente señalizado.

El marco del cerramiento contará también con un terminal de puesta a tierra que permitirá la rígida conexión eléctrica del marco con el núcleo del transformador y de ambos a tierra.

Placa de Características

Todos los transformadores llevarán dos placas de características. Estas placas se fijarán mediante bulones metálicos una a la parte activa (núcleo) y otra sobre el cerramiento, para ello se colocarán los soportes adecuados.

La placa de características estará constituida por un material resistente a la intemperie (p.e. acero inoxidable) y todas las inscripciones serán grabadas (no se admiten placas con inscripciones pintadas o método similar).

Deberá contener las indicaciones siguientes:

- Transformador trifásico tipo seco 60 Hz.
- Designación según el apartado 14.2 de esta Norma.
- Nombre del fabricante.
- Número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Potencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Corrientes nominales.
- Grupo de conexión.
- Tensión de cortocircuito a corriente nominal y a la temperatura de referencia
- Tipo de refrigeración: AN.
- Tipo de instalación: Interior
- Grado de protección del cerramiento
- Esquema de conexiones.
- Nivel de aislamiento (a 60 Hz).
- Peso total
- Altura de operación
- Clase Climática: C2
- Clase Ambiental: E2
- Clase de Comportamiento al Fuego: F1

- Clase de temperatura del Aislamiento de cada arrollamiento
- Aumento de temperatura de cada arrollamiento
- Bobinado de cobre puro
- Fecha de vencimiento de la garantía.

Pruebas de Inspección

Las pruebas de rutina que se llevarán a cabo en el transformador completamente arenado, son las siguientes:

Control de Relación de Transformación y de la Polaridad

Medida de la resistencia de los arrollamientos

Medida del aislamiento

Prueba en vacío

Prueba en calentamiento

Prueba de rendimiento a diversos valores de carga

Pruebas de tensión aplicada

Prueba de descargas parciales

Prueba de tensión inducida

Prueba de cortocircuito

Las tolerancias serán de acuerdo a normas IEC-76.

Pruebas

Las pruebas a que será sometido los transformadores serán las siguientes:

Pruebas de calentamiento

- Pruebas de control de la relación de transformación
- Pruebas de control de la polaridad
- Medida de las pérdidas en el hierro
- Medida de las pérdidas en el cobre y verificación de la tensión de cortocircuito
- Medida del rendimiento en diversos valores de carga
- Prueba en cortocircuito y verificación de la tensión en cortocircuito
- Prueba de aislamiento: Pruebas de tensión aplicada y prueba de tensión inducida.

Tabla 28*Datos técnicos transformadores trifásicos 13,2 ± 2x2,5%/0,23 kV.*

Ítem	Características	Unidad	Valor requerido
01	Arrollamientos MT y BT		
	Material		Cobre Puro
	Norma		ASTM B 187
	Material aislante primario		Clase H
	Material aislante secundario		Clase h
	Nivel de aislamiento en el primario		
	Tensión máxima de la red	kV	17,5
	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 Us	kVp	95
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	38
	Nivel de aislamiento en el secundario		
	Tensión máxima de la red	kV	1,4
	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 Us	kVp	-
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial	kV	3
02	Accesorios		
	Placa de características		Según punto 13.5.2
	Ganchos para izamiento		Sí
	Cajuela de Protección Grado IP21		Sí
	Conmutador de tomas en vacío		Sí
	Sensores de temperatura PT100		Sí
	Controlador digital de temperatura		Sí
	Ruedas orientables en planos perpendiculares o rieles y pernos para fijación en crucetas de concreto.		Sí
03	Pruebas de Aislamiento		
	Bornes de AT - Núcleo	MΩ	>5000
	Bornes AT – Bornes BT	MΩ	>5000
	Bornes BT - Núcleo	MΩ	>1000

Nota. Fuente: Elaboración propia

i. **Interruptor de recierre automático (recloser).**

Normas Aplicables

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

Para Recloser:

ANSI C37.60: IEEE Standard Requirements for Overhead, Pad Mounted, Dry Vault, and Submersible Automatic Circuit Reclosers and Fault Interrupters for AC Systems.

ANSI C37.61: IEEE Standard Guide for the Application, Operation, and Maintenance of Automatic Circuit Reclosers.

Para Bushings

ASTM D 624: Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers

DIN 53504: Determination of tensile stress/strain properties of rubber

IEC 60587: Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

Para Abrazaderas:

ASTM A153: Zinc coating (hot dip) on iron & steel hardware

ASTM A575: Standard specification for steel bars, carbon, merchant.

Condiciones Técnicas

Condiciones ambientales de servicio

Los interruptores de recierre automático se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 15°C a 32°C
- Humedad relativa : 50% a 90%
- Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Condiciones de operación del sistema

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión nominal del sistema : 13,2 KV
- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

j. Seccionadores fusibles tipo expulsión

Normas Aplicables

ANSI C37.40: Standard service conditions and definitions for high voltage fuses, distribution enclosed single-pole air switches, fuse disconnecting switches & accessories

ANSI C37.41: Design for high-voltage fuses, distribution enclosed single-pole air switches, fuse disconnecting switches, and accessories (includes supplements)

ANSI C-37.42 American national standard for switchgear - distribution cut outs and fuse links specifications

Características Generales

Los seccionadores fusibles tipo expulsión serán unipolares de instalación exterior en crucetas de concreto armado vibrado, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértigas.

Características Eléctricas Principales

Tensión de servicio de la red : 13,2 kV

Tensión máxima de servicio : 27 kV

Nivel de aislamiento:

Tensión de sostenimiento a la onda de impulso (BIL) : 150 kV

Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial : 70 kV

Corriente nominal : 100 A

Corriente cortocircuito : 10 kA

Línea de fuga mínima : 465 mm

Requerimientos de Diseño

Los aisladores - soporte serán de porcelana y deberán ser diseñados para un ambiente medianamente contaminado. Tendrán suficiente resistencia mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores - fusibles estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse

en la cruceta de concreto armado vibrado. El portafusible se rebatirá automáticamente con la actuación del elemento fusible y deberá ser separable de la base.

Tabla 29
Datos técnicos seccionador fusible (cut-out)

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Norma		ANSI C37.40 ANSI C37.41 ANSI C37.42
2	Tensión Nominal	kV	13,2
3	Tensión Máxima	kV	27
4	Instalación		Intemperie
5	Altitud de trabajo	msnm	1000
6	Corriente Nominal	A	100
7	Capacidad de Ruptura	kA	10
8	Tipo		Distribución
9	Temperatura ambiental	°C	15-30
10	Frecuencia	Hz	60
11	Nivel Básico de Aislamiento (NBA)	kVp	150
12	Mínima Longitud de Línea de Fuga	mm/KV	31
13	Accesorios		
	- Tubo Porta fusible		Fibra de Vidrio
	Resistente a los Rayos Ultravioletas.		
	- Terminales Bimetálicos		

Nota. Fuente: Elaboración propia

k. Tablero de baja tensión

Normas Aplicables

Los materiales y equipos, objeto de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

IEC 157-1	Para interruptores termomagnéticos
IEC 144	Para grados de protección

Características Técnicas

Caja de Distribución

Será fabricado íntegramente con planchas de acero laminado en frío de 3 mm de espesor, de acuerdo con los detalles constructivos, ubicación de equipos. La caja tendrá puerta frontal provista de una chapa de seguridad instalado a ras y con llave. Estará provista de una empaquetadura de neopreno a todo el perímetro correspondiente a la puerta que permitirá la obtención de alto grado de hermeticidad.

Interruptor Automático

Los interruptores automáticos serán tripolares del tipo caja moldeada regulables, para instalarse en el interior del tablero de derivación.

Serán de diseño simple, de fácil instalación y mantenimiento, vendrán provistos de terminales de tornillos con contactos de presión para conectarse a los conductores. El mecanismo de desconexión será del tipo común de manera que la apertura de los polos sea simultánea y evite la apertura individual.

Los interruptores tripolares operarán a 230 V y 440 V. La corriente nominal se señala a continuación:

Sistema 230 v: 01 Interruptor automático trifásico caja moldeada regulable de 640-1600 A, 690 V – 100 KA

Sistema 440 v: 01 Interruptor automático trifásico caja moldeada regulable de 170-250 A, 690 V – 25 KA

Pruebas

El gabinete, los equipos de protección - medición y los accesorios deberán ser sometidas a las pruebas Tipo, de Rutina y Aceptación. Las pruebas a efectuar serán realizadas considerando la probabilidad de que los interruptores puedan ser operados por personas con poco conocimiento de electricidad, adicionalmente a lo solicitado por la Norma IEC 947-2 para las pruebas de corriente de cortocircuito,

los interruptores deberán permitir tres aperturas automáticas consecutivas a la corriente de cortocircuito máxima, tal como lo señala la Norma IEC 898.

Tabla 30

Datos técnicos gabinete del tablero de baja tensión

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Caja:		
	- Material		Plancha LAF
	- Tipo		Autosoportado
	- Dimensiones	mm	
	- Espesor	mm	3
	- Preparación de la superficie		Arenado Comercial
2	Base:		
	- Epoxi Cromato de Zinc	um	50
3	Acabado		
	- Epoxi Gris	um	90
4	Grado de Protección		IP40
5	Fijación		Piso

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Datos técnicos interruptor automático de 250 a

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
1	Tipo		Caja Moldeada Regulable
2	N° de Polos		3
3	Corriente Nominal	A	175 - 250
4	Frecuencia	Hz	60
5	Tensión Nominal	V	440
6	Tensión de Aislamiento	V	690
7	Capacidad de Ruptura	kA	25
8	Montaje		Vertical

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Datos técnicos interruptor automático 1600 a*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
1	Tipo		Caja Moldeada Regulable
2	N° de Polos		3
3	Corriente Nominal	A	640 - 1600
4	Frecuencia	Hz	60
5	Tensión Nominal	V	220
6	Tensión de Aislamiento	V	690
7	Capacidad de Ruptura	kA	100
8	Montaje		Vertical

Nota. Fuente: Elaboración propia

I. Cable de energía tipo NYY-1 kV**Normas a Cumplir**

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

NTP IEC 60228 : Conductores de cobre recocido para uso eléctrico.

NTP IEC 60502 : Cables de energía y de control aislados con material extruido sólido con tensiones hasta $E_0/E = 18/30$ kV

Características Técnicas

El cable NYY, para usarse en la conexión entre el lado secundario del transformador y el tablero de distribución, está compuesto de conductor de cobre electrolítico recocido de cableado concéntrico con aislamiento de cloruro de polivinilo y cubierta exterior de PVC, color negro, en conformación paralelo. La tensión del cable será 1 kV y la temperatura de operación 80°C.

Tabla N° 33*Características de cables NYY triple*

Calibre	N° de hilos	Espesor		Dimensiones		Peso (Kg/Km)	Capacidad de corriente		
		Aislamiento	Cubierta	Alto	Ancho		Enterrado	Aire	Ducto
N° x mm ²		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 - 1 x 300	61	2,4	2,0	31,0	93	9930	632	646	480
3 - 1 x 95	19	1,6	1,6	18,7	56	3297	336	306	265

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 34
Datos técnicos cable NYY – 1 kV, 3-1x300 mm²

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	General		
	Norma de Fabricación		NTP IEC 60228 NTP IEC 60502
2	Designación NYY		3-1x300 mm ²
	Tensión nominal eo/e	Kv	0,6/1
	Sentido del cableado		Izquierdo
3	Conductor		
	Material		Cobre recocido sin recubrimiento
	Pureza	%	99,9
	Sección nominal	mm ²	300
	Clase		2
	Número de alambres		61
	Densidad a 20°C	gr/cm ³	8,89
	Resistividad eléctrica a 20°C	Ohm-mm ² /km	0,017241
	Resistencia eléctrica a 20°C	Ohm/km	0,0769
	Aislamiento		
	Material		PVC-A
	Color		Natural o blanco
	Espesor nominal promedio	mm	2,4
	Cubierta		
	Material		PVC - Tipo CT5
	Espesor	mm	2,0
	Pruebas		
	Tensión de ensayo de continuidad de aislamiento	kV	3,5

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 35*Datos técnicos cable NYY – 1 kV, 3-1x95 mm²*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO
1	General		
	Norma de Fabricación		NTP IEC 60228 NTP IEC 60502
2	Designación NYY		3-1x95 mm ²
	Tensión nominal eo/e	kV	0,6/1
	Sentido del cableado		Izquierdo
3	Conductor		
	Material		Cobre recocido sin recubrimiento
	Pureza	%	99,9
	Sección nominal	mm ²	95
	Clase		2
	Número de alambres		19
	Densidad a 20°C	gr/cm ³	8,89
	Resistividad eléctrica a 20°C	Ohm-mm ² /km	0,017241
	Resistencia eléctrica a 20°C	Ohm/km	0,0769
	Aislamiento		
	Material		PVC-A
	Color		Natural o blanco
	Espesor nominal promedio	mm	1,6
	Cubierta		
	Material		PVC - Tipo CT5
	Espesor	mm	1,6
	Pruebas		
	Tensión de ensayo de continuidad de aislamiento	kV	3,5

Nota. Fuente: Elaboración propia

m. Transformador mixto de medición**Normas a cumplir**

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61869-1: Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos Generales.

IEC 61869-2: Transformadores de medida - Parte 2: Requisitos Adicionales para los Transformadores de Intensidad.

IEC 61869-3: Transformadores de medida - Parte 2: Requisitos Adicionales para los Transformadores de Tensión Inductivos.

IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.

IEC 60354: Loading guide for oil-immersed power transformers.

IEC 60296: Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.

IEC 60156: Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.

ASTM D 624: Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers

DIN 53504: Determination of tensile stress/strain properties of rubber

IEC 60587: Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.

ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

ASTM G 155: Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials.

Condiciones técnicas

Condiciones ambientales de servicio

Los transformadores mixtos de medición se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 15°C a 32°C
- Humedad relativa : 50% a 95%
- Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Condiciones de operación del sistema

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión nominal del sistema : 13,2 kV

- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

Características Técnicas

Las características técnicas del transformix, son las siguientes:

- Relación de Tensión : 13,2 / 0,22 kV
- Relación de corriente : 30 / 5 A
- Instalación : Exterior
- N° de aisladores : 06
- N° bobinas de tensión : 03
- N° de bobinas de corriente : 03
- Clase : 0.2s
- Dieléctrico : Libre de bifenilos policlorados (PCB)

n. Celdas de media tensión en 13,2 kV.

Normas aplicables

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

Celdas

Aparamenta

IEC 60694: Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.

IEC 60298: Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

Grados de protección

IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Equipos

Interruptor de potencia

IEC 62271-100: High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers.

IEC 60427: Ensayos sintéticos de interruptores automáticos para corriente alterna de alta tensión.

IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000V.

Seccionador de potencia

IEC 62271-102: High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches.

Características de las celdas

Será del tipo autoportado, ejecución modular, de frente muerto, tipo METAL ENCLOSED, para instalación interior, de acuerdo a características del proveedor, tendrán perforaciones en las platinas base para su anclaje en el piso mediante pernos de expansión de 3/8" de diámetro.

Cumplirá como mínimo con los siguientes grados de protección:

Contra defectos externos :

IP43

Contra accesos peligrosos a partes vivas y parte en movimiento :

IPH6

Celda de llegada con medición

Equipamiento:

Seccionador de Potencia

El seccionador de potencia tripolar corte en aire, será del tipo interior, autónomo, fijo, mando frontal manual y automático, de las características básicas:

- Medio de Interrupción : Aire
- Corriente nominal : 630 A
- Tensión de servicio : 13,2 kV
- Tensión nominal : 17,5 kV
- Tensión máxima de operación : 15 kV
- Corriente de ruptura simétrica RMS (3 seg) : 20 kA
- Corriente de ruptura asimétrica (Valor Pico) : 40 kA
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión de ensayo a frecuencia nominal : 38 kVrms

- Tensión de ensayo con onda de impulso pico : 110 kV
- Disposición : Frontal
- Mando del interruptor : Manual y Automático.

Elementos Auxiliares

- Transformador de tensión para medición de 13,2/0,22 kV – clase 0.2
- Transformador de corriente para medición de 30/5 A – clase 0.2
- Analizador de redes, del tipo analógico
- Aisladores capacitivos.
- Lámpara de señalización 15 kV.
- 01 seccionador de puesta a tierra, enclavado con seccionador de potencia y puerta.
- Barras de cobre principal de 630 A.
- Barra de cobre para puesta a tierra.
- Un equipo de iluminación interior, 220 V

Celda de protección: Equipamiento

Seccionador de Potencia

El seccionador de potencia tripolar corte en aire, será del tipo interior, autónomo, fijo, mando frontal manual y/o automático, de las características básicas:

- Medio de Interrupción : Aire
- Corriente nominal : 630 A
- Tensión de servicio : 13,2 kV
- Tensión nominal : 17,5 kV
- Tensión máxima de operación : 15 kV
- Corriente de ruptura simétrica RMS (3 seg) : 20 kA
- Corriente de ruptura asimétrica (Valor Pico) : 40 kA
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión de ensayo a frecuencia nominal : 38 kVrms
- Tensión de ensayo con onda de impulso : 110 kV

- Disposición : Frontal
- Mando del interruptor : Manual y automático

o. Medidor electrónico trifásico multifunción

Normas a cumplir

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61036: Alternating current static watt-hour meters for active energy (classes 1 and 2)

IEC 61358 Control de aceptación de los contadores estáticos de energía activa para corriente alterna y conexión directa (clases 1 y 2)

ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos

Condiciones técnicas

Condiciones ambientales de servicio:

Los medidores trifásicos electrónicos se instalarán en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 15°C a 32°C
- Humedad relativa : 50% a 90%
- Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Condiciones de operación del sistema:

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión Nominal : 13,2 kV
- Frecuencia : 60 Hz

Características Técnicas

Las características técnicas del medidor electrónico, son las siguientes:

- Tipo : A1RL+
- Tensión : 220 V
- Corriente : 5(20) A
- Clase de precisión : 0.2S
- Número de hilos : 4

Pruebas de rutina de materiales

Serán realizadas según el procedimiento siguiente la norma IEC 61358.

p. Cable de cobre aislado tipo NLT

Normas a cumplir

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

N.T.P. 370.042 : Conductores de cobre recocido para uso eléctrico

N.T.P. 370.050 : Cables de energía y de control aislados con material extruido sólido con tensiones hasta $E_0/E = 18/30$ kV

ASTM B-3 y B-8 : Fabricación y Pruebas para los conductores.

Condiciones técnicas.

Condiciones ambientales de servicio

Los cables se instalarán en los sistemas eléctricos cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 15°C a 32°C
- Humedad relativa : 50% a 95%
- Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Condiciones de operación del sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : 220 V.
- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

Descripción del material

El cable NLT, para usarse en la conexión entre el lado de baja tensión del transformix y el medidor electrónico multifunción, estará compuesto de conductor de cobre electrolítico recocido.

El aislamiento será de cloruro de polivinilo (PVC) color negro y blanco, y cubierta exterior con una chaqueta de PVC, color gris.

La tensión del cable será 0.45/0.75 kV y la temperatura de operación 60°C.

Magníficas propiedades eléctricas. Resistencia a la intemperie. No propaga la llama.

Tabla 36*Datos técnicos cable NLT – 0,45/0,75 kV, 4x2,5 mm²*

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Designación NLT		4x2,5 mm ²
	Tensión Nominal Eo/E	kV	0,45/0,75
2	Conductor		
	Material		Cobre recocido sin recubrimiento
	Pureza	%	99,9
	Sección nominal	mm ²	2,5
	Clase		2
	Número de alambres		50
	Densidad a 20°C	gr/cm ³	8,89
	Resistividad eléctrica a 20°C	ohm-mm ² /km	0,017241
	Diámetro nominal exterior	mm	11,1
	Peso	kg/m	0,186
	Aislamiento		
	Material		PVC
	Color		Blanco y Negro
	Espesor nominal promedio	Mm	0,75
	Cubierta		
	Material		PVC
	Color		Gris
	Espesor	mm	0,75

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 37*Especificaciones Cables NLT*

Calibre	Nº de hilos	Espesores	Diámetro	Peso	Capacidad de corriente		
Cable	Aislamiento	Cubierta	Exterior		Enterrado	Aire	Ducto
Nº x mm ²	mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
4 x 2.5	0,75	0.75	9,6	186		25	20

Nota. Fuente: Elaboración propia

q. Caja portamedidor trifásico

Normas a cumplir

El suministro cumplirá con la última versión de la norma:

ASTM A366/A366M Standard specification for commercial steel (cs) sheet, carbon, (0.15 maximum percent) cold-rolled

NTP ISO 2859 – 1 Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos.

Condiciones técnicas

Condiciones ambientales de servicio

Las cajas portamedidor se instalarán en los sistemas eléctricos, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 15°C a 32°C
- Humedad relativa : 50% a 95%
- Altura máxima : 30 m.s.n.m.

Condiciones de operación del sistema

Las características técnicas del sistema, son las siguientes:

- Tensión nominal del sistema : 220 V
- Frecuencia de servicio : 60 Hz.

3.6.3 Especificaciones técnicas de montaje electromecánico.

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos a efectuar para la instalación de la ampliación de carga del sistema de utilización, materia de este proyecto y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad Suministro, las Normas del Ministerio de Energía y Minas, el Reglamento Nacional de Construcciones, y la práctica común de ingeniería. Asimismo, se debe cumplir con los alcances del Nuevo Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de las actividades Eléctricas (RSSTAE) R.M. N° 161-2007-MEM/DM.

Instalación de postes

El trazado de la línea, deberá ceñirse en lo posible a la disposición que aparece en los planos. Los postes no deberán exceder un error de verticalidad de 0.05 m. por metro de longitud del poste. En las estructuras de anclaje y ángulo se colocará el poste con una inclinación en sentido contrario a la dirección al eje del tiro de los conductores, para prever el efecto del mismo al producirse el templado; dicha inclinación será igual al diámetro del poste en la punta.

Cimentación postes de concreto:

Para evitar el ataque de la humedad, los hongos, los ácidos, y/o agentes externos, en la zona de la base del poste, se debe proteger al poste mediante el sellador tipo alquitrán. Esta protección sirve a la vez de sellador en la zona de encuentro del poste con su bloque de cimentación o vereda.

Previo a la cimentación de los postes se construirá un solado de concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, de 10 cm de espesor. Asimismo, se untará a todos los postes con brea 3.00 m desde la base del poste.

Una vez que los postes hayan sido instalados y delineados perpendicularmente, se deberá proceder a la cimentación con mezcla de concreto (cemento-hormigón) y piedra mediana, la cual contendrá 2.5 bolsas de cemento.

En el caso que se requiera del uso del concreto para la cimentación de los postes de concreto, construcción de bases prefabricadas o solados en el fondo de la excavación; tanto el cemento, como los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

Una vez que se haya cumplido con la instalación de transformadores, conductores, aisladores y ferretería, se debe suministrar y aplicar la segunda capa del sellador de concreto (tener en consideración que la primera capa será aplicada en fábrica por el proveedor del poste) en toda la superficie de la altura libre del poste instalado, previamente limpiará el poste hasta obtener un área exenta de polvo, manchas, aceites, etc. Asimismo, se debe enumerar correlativamente todos los postes, identificará las puestas a tierra además efectuará la señalización del peligro de acuerdo a las láminas que se adjuntan.

Montaje de crucetas, ménsulas y ferretería

Se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos. Su montaje se realizará totalmente antes del izado y cimentación de los postes, debiendo cuidar que conserven perpendicularidad con ellos y al eje de la línea los de alineamiento.

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas de montaje son las siguientes:

- Verticalidad del poste : 0,5 cm/m
- Alineamiento : +/- 5 cm
- Orientación : 0,5_
- Desviación de crucetas : 1/200 Le

Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta.

Para los casos de cambio de dirección, las ménsulas deben instalarse con pernos pasantes de 5/8" de diámetro.

La instalación de ferretería tales como perno ojo, tuerca ojo, grapas de suspensión, espigas de fierro galvanizado, grapas de anclaje, adaptadores horquilla bola y casquillo ojo, tuerca y arandelas etc., se realizarán con el mayor cuidado a fin de evitar que el galvanizado sea afectado durante su manipulación.

El ajuste deberá ser verificado mediante torquímetros de calidad comprobada.

Montaje de las retenidas

Después de instalado el poste, se procederá a instalar los vientos para lo cual se abrirá en el suelo los huecos y se colocará la base y el anclaje, según el plano teniendo en cuenta que deberán estar alineadas con las cargas o resultantes de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar. El relleno del agujero se realizará compactando el material de relleno en capas no mayores de 15 cm. y

regándose. Asimismo, se deberá añadir piedras medianas que permitan tener el peso suficiente a fin de que la varilla de FoGo no ceda durante el tensado del cable de AoGo. Después se continuará apisonando varias veces en uno o dos días y posteriormente se realizará la instalación definitiva de la retenida.

Los cables de retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores. Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

El guardacable deberá instalarse de tal forma que el perno que le sujeta no permita que sea sustraída la canaleta guardacable

Puesta a tierra.

Después de instalado el poste, se procederá a instalar la puesta a tierra, según plano respectivo. El conductor de cobre utilizado para aterrizar la ferretería y accesorios de línea será fijado al poste mediante Cinta Bandit.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo PIN (sólo con postes y crucetas de concreto).
- Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje (sólo con postes y crucetas de concreto).
- El conductor neutro, en caso que existiera.
- Los soportes metálicos de los seccionadores – fusibles.
- El borne pertinente de los pararrayos.

Para colocar el dispersor se excavará 3 m. De acuerdo a las láminas del proyecto, en esta partida está incluido el costo de excavación, rotura y resane de vereda.

El conexionado del conductor se realizará de acuerdo a la lámina de detalle, es decir en la parte superior mediante conector tipo AB, el cual servirá para la conexión del conductor a la varilla, dicho conector deberá suministrar el

Contratista. Los cables de puesta a tierra deberán bajar por el interior del poste y entre este y la varilla deberá estar entubado.

En la parte inferior de la varilla, se conectará de acuerdo a la lámina de detalle, Protector Antirrobo con conector tipo AB, para de esta manera evitar el hurto de la varilla.

La puesta a tierra de la subestación se hará en el lado de Media Tensión, conectando las partes metálicas de los equipos y accesorios, así como también en Baja Tensión, conectando a la barra neutra con un terminal a compresión y a la abrazadera del tablero de distribución; a las respectivas varillas de tierra.

Se debe obtener una resistencia de puesta a tierra no mayor a veinte (20) ohmios y si fuera superior se aumentará el número de dispersores.

El procedimiento de aplicación del suelo artificial debe incluir:

- Medición de resistividades
- Excavaciones
- Enterramiento de electrodos
- Relleno con tierra vegetal
- Aplicación de suelo artificial
- Hidratación
- Medición de resistencia obtenida

De acuerdo al tipo de terreno, se aplicará un procedimiento de instalación del suelo artificial, asimismo la proporción de volumen de agua requerido para la dosis del suelo artificial utilizada debe ser la apropiada para obtener valores de resistencia óptimos. La cantidad de dosis de suelo artificial a aplicar, será determinada en función a los valores de la resistividad del terreno, para obtener una resistencia final en los valores deseados.

Caja de registro de puesta a tierra.

El suministro de la Caja de Registro de puesta a Tierra será por cuenta del Contratista, y deberá cumplir con la última versión de la norma:

Cajas de concreto

NTP 334.081 (*) : Cajas portamedidor de agua potable y de registro

de desagüe. (*) Aplicable en todo, excepto a los títulos denominados: objeto, definiciones y dimensiones.

Tapa de concreto

NTP 350.085 (*) : Marco y Tapa para caja de medidor de agua y para caja de desagüe.

NTP 350.002 : Malla de alambre de acero soldado para concreto armado.

ISO 1083 : Spheroidal graphite cast iron – classification.

(*) En lo aplicable.

Instalación de Aisladores híbridos tipo pin.

Los aisladores híbridos tipo Pin de las redes de distribución primaria, se instalarán en los respectivos postes, de acuerdo al tipo de armado, verificando su posición vertical, teniendo especial cuidado en aquellos instalados en la punta del poste, donde se debe fijar apropiadamente el aislador para mantener la verticalidad y sellar posteriormente con concreto el agujero de la punta del poste.

Se debe verificar antes de su instalación, que no presentes defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjeta de identificación, etc. No pudiendo realizarse el montaje en esas condiciones.

Una vez concluido el montaje electromecánico del aislador, se deberá aplicar grasa neutra a la espiga FoGo.

Instalación de Aisladores de anclaje polimérico.

El armado de los aisladores, se efectuará en forma cuidadosa, prestando especial atención que los seguros queden debidamente instalados. Antes de proceder al ensamblaje, se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios. La instalación se realizará en el poste ya instalado, teniendo cuidado que durante el montaje de los aisladores a su posición, no se produzcan golpes que puedan dañar las aletas y herrajes. La parte metálica del aislador, así como perno ojo, arandelas y otros elementos de sujeción serán

untados con una capa de grasa neutra, teniendo especial cuidado en no impregnar grasa a la superficie del aislador polimérico.

Instalación de conductor aéreo

La instalación del conductor se hará de tal manera que no afecte a éste de ninguna manera. Se evitará rozar el conductor por el suelo, cables telefónicos o con los armados, para lo cual utilizarán poleas adecuadas y equipo de tendido tales como porta bobinas, ratchet, winche, etc.

Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizarán poleas provistas de cojinetes, las cuales tendrán un diámetro al fondo de la ranura igual, por lo menos, a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier daño. La ranura de la polea tendrá un recubrimiento de neopreno o uretano. La profundidad de la ranura será suficiente para permitir el paso del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

El conductor, sobre todo el de media tensión, deberá permanecer colgado de las poleas 48 horas antes de hacerle los ajustes del templado y fijarlo a los aisladores.

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje no deberán producir movimiento relativo de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en los conductores, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

Cuando los conductores atraviesan zonas donde hay árboles, deberá podarse éstos a fin de que no ocasionen problemas en la red de distribución.

Los empalmes aéreos (caso derivaciones) a efectuarse deberán cubrirse mediante la cinta exterior, EPR autofundente y cinta vinílica de alta performance para el nivel de tensión que se está trabajando el cual será suministrado el contratista, material que suministrará el Contratista. El

conductor de la derivación deberá ser del mismo material que del tramo principal. Finalmente se debe verificar la resistencia eléctrica, el cual no debe superar la resistencia correspondiente a la del conductor de igual longitud.

Tendido de los cables subterráneos de media tensión

Trazo de recorrido.

Antes de iniciar la excavación se marcará el recorrido de la zanja en su ancho y longitud. Al trazar la zanja, se tendrá en cuenta el radio mínimo de las curvas de acuerdo con la sección del cable que se instalará. Como regla general se recomienda que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces el diámetro exterior durante la tracción de tendido y superior a 15 veces su diámetro exterior, una vez instalado.

Apertura de zanjas.

El ancho tendrá la dimensión necesaria para que los cables sean manipulados con comodidad por los operarios del tendido.

Tendido de los cables.

Manipuleo de los cables: El movimiento de la bobina del cable se hará con precaución. La carga y descarga sobre camiones o remolques apropiados se hará siempre con un eje que pase por orificio central de la bobina.

Al izar la bobina no se debe presionar las caras laterales del carrete con la cadena, cable de acero, etc., utilizado para tal fin; se debe colocar un soporte que mantenga la cadena separada de dichas caras.

No se debe transportar el carrete de costado, es decir, apoyado sobre una de las caras laterales.

No deberá retenerse la bobina con cuerdas o cadenas que abracen a la bobina sobre las espiras exteriores del cable enrollado.

No se dejará caer la bobina desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina en tierra, rodándola, se hará en el sentido indicado con una flecha, a fin de evitar que se afloje el cable enrollado.

Además, si el terreno es accidentado se rodará sobre tablones. La bobina no debe almacenarse en suelo blando.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para colocar la bobina. En el caso de terreno con pendientes, es conveniente tender desde el punto más alto hacia el más bajo.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un eje y gatos de potencia apropiados al peso de la misma. Asimismo, estará provista de un freno de pie para detener el giro de la bobina cuando sea necesario.

La zanja, en el fondo y en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de espesor (después de compactada) de tierra cernida u otra mezcla especial que haya sido autorizada.

Antes de tender el cable se recorrerá la zanja con detenimiento para comprobar que se encuentre sin piedras ni otros elementos que puedan dañar el cable durante el tendido.

Operación de tendido

El cable debe ser tirado del carrete del embalaje en tal sentido que siempre se desarrolle de arriba hacia abajo y girando sobre el eje del portabobina en forma suave y continua, evitando de esta manera hacer bucles o que sufra torsión.

Al efectuar el tiro, el cable no será arrastrado; deberá utilizarse rodillos (polines) que giren libremente y contruidos de tal forma que no dañen el cable. Los rodillos deben colocarse a distancias no mayores a 4 m entre ellos en tramos rectos; en las curvas deben utilizarse rodillos de diseño adecuado y su ubicación será especialmente estudiada para evitar esfuerzos al cable que pueda dañarlo.

En ningún momento del tendido los cables deben someterse a un radio de curvatura menor de 20 veces de diámetro exterior.

El cable debe tenderse colocando la bobina en un extremo y jalando todo el tramo hasta llegar al lado opuesto. No se colocará la bobina en una posición intermedia jalando hacia un extremo y desenrollando al resto formando “ochos” o senos. En la cabeza del cable se colocará la manga tira cable y un

grupo de personas tirará el cable en forma axial; el número de personas dependerá del peso del cable y las dificultades propias de cada tendido. El tiro se hará a una sola vez, tanto para los que van a la cabeza como para los que estén ubicados entre los polines; una vez finalizado el tendido, el cable será desplazado a mano del rodillo a la zanja, con el mayor cuidado evitando esfuerzos por torsión, bucles, etc. Los cables unipolares serán espaciados, en el fondo de la zanja, de acuerdo con las indicaciones del plano respectivo.

Montaje de los terminales.

Los terminales serán ejecutados por personal técnico con amplia experiencia de este tipo de trabajos y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Para la conexión de los conductores se tendrá especial cuidado de que no se presenten pérdidas de aislamiento ni que pueda existir el peligro de ingreso de humedad en el aislamiento de aislamiento.

El terminal será instalado en cada extremo del conductor.

Protección y señalización de los cables.

Los cables deberán quedar instalados dentro de una mezcla especial libre de elementos punzantes; normalmente será tierra cernida, obtenida del material natural de excavación, la cual deberá estar limpia, suelta, exenta de sustancias orgánicas y otras impurezas. El tamizado de la tierra se hará con zaranda, cuya malla usada para tal efecto, tenga $\frac{1}{4}$ de pulgada. Al momento de la operación de cernido, la zaranda se colocará con una inclinación de 45° con respecto al piso.

Si el terreno no fuese adecuado para la obtención de la tierra cernida, el Contratista solicitará autorización para reemplazarla por otra mezcla especial, la cual deberá ser limpia, suelta, exenta de sustancias orgánicas, de granulometría apropiada y cuya resistividad térmica no sea mayor de $100^\circ\text{C}\cdot\text{cm./W}$.

Después de nivelado el fondo de la zanja se procederá a colocar la capa de tierra cernida o mezcla especial, sobre la cual se colocarán los cables. Esta capa tendrá un espesor de 10 cm. después de compactada.

Estando los cables dispuestos sobre la capa descrita en el párrafo anterior y ocupando su posición definitiva, se colocará una capa de tierra cernida, la cual deberá cubrir los cables y ocupará todo el ancho de la zanja. Esta capa tendrá un espesor de 15 cm. después de compactada (mediante pisón manual y con mucho cuidado para no dañar el cable); encima de la segunda capa de tierra cernida se colocará tres (03) hileras de ladrillos corrientes, siguiendo longitudinalmente los ejes de los cables que les corresponde proteger. Encima de la hilera de ladrillos se colocará una capa de 20 cm. de tierra natural escogida y compactada mecánicamente; sobre esta capa se colocará una cinta plástica color rojo que servirá para señalar la presencia del cable.

Una vez colocado el cable y las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación escogida y luego compactada usando compactadoras mecánicas de plancha. El relleno de las zanjas deberá hacerse por capas no mayores de 30 cm., las cuales serán compactadas y regadas con el fin de dar al terreno la consistencia requerida.

La tierra natural escogida para el relleno no deberá contener más de 30 % de piedras cuya dimensión máxima no podrá ser mayor de 10 cm. Asimismo, deberá estar libre de todo material extraño al suelo, tal como raíces, trapos, cascotes, basura, etc. Si luego de escoger el material éste no alcanzara rellenar la zanja, será necesario obtener material de préstamo de buenas características para completar el relleno.

Protección subida de cables.

La subida de los conductores deberá protegerse mediante tuberías y se deberá efectuar verticalmente a partir de la zanja, cuidando que el radio de curvatura del cable sea el adecuado y no cause de deterioro alguno en el tiempo de vida del cable.

La instalación deberá ser diseñada de tal manera que el agua no se quede en las tuberías, debiendo sellarse o instalarse un tapón en la parte superior de la misma.

Los conductores y cables deberán estar apoyados de tal manera que limiten la probabilidad de causarse daños, inclusive los terminales o terminaciones.

Las tuberías deberán ser ubicadas en el poste en la posición más segura posible, con respecto al espacio para escalonamiento y evitar la exposición a daño por terceros.

Montaje del seccionador fusible

Se instalarán de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto. El desplazamiento de los mismos al ser abiertos no debe pasar más allá del plano vertical. Los contactos deben estar limpios de óxidos, grasa y los portafusibles deben llevar los fusibles descritos.

Los seccionadores - fusibles una vez instalados y conectados a las líneas, al transformix con conductor de cobre tipo CPI y los seccionadores, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que culminen las pruebas con tensión de la línea. Se instalarán seccionadores-fusibles en la estructura de medición para el transformix.

Instalación del sistema de medición en M.T.

Montaje de transformix.

La ubicación de la barbotante de acuerdo al proyecto deberá respetarse en lo posible y se deberá cumplir con las distancias mínimas de seguridad, no admitiéndose variaciones mayores de 10m.

El montaje de los equipos y elementos de la barbotante se realizará en el armado respectivo, verificándose antes de su instalación su correcto funcionamiento.

Para la conexión de los equipos con el conductor cableado se utilizarán terminales a compresión de cobre estañado.

El Sistema de puesta a tierra de este punto de medición deberá ser inferior a 10 Ohmios.

Construcción del murete de ladrillo.

El murete se instalará a un costado del poste, lo más próximo al borde de la vereda.

La protección de la rejilla contra la corrosión se efectuará con pintura base epóxica cromato de zinc con un espesor mínimo de 50 micrones, y el acabado con epoxis gris espesor 90 micrones como mínimo.

Se suministrará e instalará tubo A°G° de 38mm (1 1/2") Ø x 6.0 m con sus respectivos codos, el cual servirá para el ingreso de los cables de medida hacia el medidor. Para la sujeción del tubo A°G° se utilizará cinta BAND-IT de 19 mm con sus respectivas hebillas.

Instalación de la caja Portamedidor.

La caja portamedidor, será instalado en el murete de ladrillo King Kong construida al costado de la estructura de Medición en Media Tensión. Tendrán visor para lectura del medidor. Debiendo quedar la caja al ras de la superficie terminada, a una altura no menor de 1.20 m sobre el nivel del piso.

Instalación del equipo de medición.

La instalación del medidor totalizador de energía será efectuado en el interior de la caja portamedidor ubicado en el murete de ladrillo, para lo cual el Contratista montará de acuerdo a los detalles especificados en el plano respectivo, para la instalación del referido medidor el Contratista suministrará e instalará el cable de control tipo NLT 4x2.5 mm² desde la caja de bornes del Transformix de baja tensión, hasta el referido medidor.

Los materiales menudos tales como cinta EPR (2229 3M), cinta vinílica 33 M, tornillos de A°G°.

Montaje del transformador.

La ubicación del transformador deberá respetarse en lo posible y se deberá cumplir con las distancias mínimas de seguridad, no admitiéndose variaciones mayores de 10 cm.

Se comprobará que la operación del seccionador no afecte mecánicamente a los bornes de los transformadores, ni a los conductores de conexionado.

Después del montaje del transformador, se hará una comprobación de las distancias eléctricas a fin de verificar que cumplan con lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad, en caso contrario se deberán efectuar las modificaciones necesarias.

Montaje del recloser

Se instalará de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto. Se instalará en la media losa después de la estructura de medición respetando las distancias de seguridad. Antes de su instalación se tendrá especial cuidado de no golpear el recloser, requiriendo personal especializado para su instalación. Los contactos deben estar limpios de óxidos, grasa.

Para la fijación sobre la media losa se utilizarán uñas de A°G°.

Instalación de celdas modulares en media tensión

Se instalarán de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto. Se instalarán en el interior de la caseta respetando las distancias de seguridad.

Antes de su instalación se tendrá especial cuidado de no golpear la celda, requiriendo personal especializado para su instalación. Los contactos deben estar limpios de óxidos, grasa.

Para la fijación sobre el piso se utilizarán cuatro tornillos M10.

Las celdas modulares una vez instalado y conectado a la línea, al transformix, recloser y al transformador, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que culminen las pruebas con tensión de la línea.

3.6.4 Evaluación técnica económica.

Se presenta las tablas correspondientes con las partidas presupuestales para la ampliación de carga del sistema de utilización del Hospital ESSALUD III Chimbote.

Tabla 38
Partida presupuestal 01-08

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				9,793.99
01.01	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	und	3.00	181.33	543.99
01.02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	750.00	750.00
01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	glb	1.00	8,500.00	8,500.00
02	SUMINISTRO Y MONTAJE DE POSTES DE CONCRETO				7,623.71
02.01	EXCAVACION DE HOYOS EN TERRENO NORMAL	m3	3.65	93.32	340.62
02.02	TRANSPORTE DE POSTES DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	und	3.00	225.95	677.85
02.03	POSTE DE CONCRETO DE 13/400	und	3.00	1,572.84	4,718.52
02.04	CIMENTACION DE POSTE DE CONCRETO	m3	3.16	288.15	910.55
02.05	DADO DE CONCRETO PARA PROTECCION DE BASE DE POSTE	und	3.00	250.00	750.00
02.06	CODIFICACION DE POSTES DE MEDIA TENSION	und	3.00	75.39	226.17
03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ARMADOS				10,684.16
03.01	ARMADO TIPO AE-1 (PUNTO DE ALIMENTACION)	cjto	1.00	545.04	545.04
03.02	ARMADO TIPO PMI-3V	cjto	1.00	4,338.87	4,338.87
03.03	ARMADO TIPO PSR-3V	cjto	1.00	4,063.28	4,063.28
03.04	ARMADO TIPO PSB-3	cjto	1.00	1,736.97	1,736.97
04	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CONDUCTORES				3,473.20
04.01	INSTALACION DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO FORRADO DE 50 mm2	m	380.00	9.14	3,473.20
05	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CABLE SUBTERRANEO DE M.T.				36,051.68
05.01	DEMOLICION Y RESANE DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2"	m2	12.00	296.71	3,560.52
05.02	DEMOLICION Y RESANE DE PISO	m2	15.00	114.43	1,716.45
05.03	EXCAVACION DE ZANJAS	m3	32.40	52.26	1,693.22
05.04	DUCTO DE CONCRETO DE 04 VIAS	und	45.00	74.61	3,357.45
05.05	CABLE DE ENERGIA TIPO N2XSJ - 12/20 KV, DE 3-1x35 mm2	m	93.00	164.33	15,282.69
05.06	TERMINAL AUTOCONTRAIBLE PARA CABLE SECO N2XSJ - EXTERIOR	kit	3.00	1,444.65	4,333.95
05.07	TERMINAL AUTOCONTRAIBLE PARA CABLE SECO N2XSJ - INTERIOR	kit	5.00	1,221.48	6,107.40
06	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CABLE DE BAJA TENSION				18,084.40
06.01	CABLE DE ENERGIA TIPO NYY - 1 KV, DE 3-1x95 mm2	m	10.00	111.22	1,112.20
06.02	CABLE DE ENERGIA TIPO NYY - 1 KV, DE 3-1x300 mm2	m	36.00	324.34	11,676.24
06.03	TERMINAL DE PRESION DE 95 mm2	und	6.00	91.50	549.00
06.04	TERMINAL DE PRESION DE 300 mm2	und	36.00	131.86	4,746.96
07	SUMINISTRO E INSTALACION DE RETENIDAS				1,979.09
07.01	EXCAVACION DE HOYOS EN TERRENO NORMAL	m3	5.00	93.32	466.60
07.02	RETENIDA SIMPLE INCLINADA EN M.T.	cjto	2.00	583.32	1,166.64
07.03	RELLENO Y COMPACTACION PARA RETENIDAS	m3	5.00	69.17	345.85
08	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUESTA A TIERRA				9,188.65
08.01	DEMOLICION Y RESANE DE PISO	m2	2.00	114.43	228.86
08.02	EXCAVACION DE HOYOS EN TERRENO NORMAL	m3	21.00	93.32	1,959.72
08.03	RELLENO Y COMPACTACION PARA PUESTA A TIERRA	m3	21.00	80.41	1,688.61
08.04	PUESTA A TIERRA TIPO VARILLA PARA M.T.	cjto	7.00	687.71	4,813.97
08.05	SEÑALIZACION DE PUESTA A TIERRA	und	7.00	71.07	497.49

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 39
Partida presupuestal 09-14

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
09	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE MEDICION Y PROTECCION				76,253.10
09.01	TRANSFORMIX, 13.2/0.22 KV	cjto	1.00	12,703.84	12,703.84
09.02	MURETE DE LADRILLO	cjto	1.00	340.27	340.27
09.03	BAJADA CABLE NLT	cjto	1.00	583.52	583.52
09.04	RECLOSER DE 560 A - 15,5 KV - 20 KA	cjto	1.00	60,247.95	60,247.95
09.05	MEDIDOR ELECTRONICO POLIFUNCIONAL	und	1.00	2,377.52	2,377.52
10	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CELDAS DE MEDIA TENSION				108,935.20
10.01	TRANSPORTE DE CELDA DE LLEGADA Y PROTECCION A CASETA	cjto	3.00	134.51	403.53
10.02	CELDA MT DE LLEGADA CON MEDICION	cjto	1.00	41,923.07	41,923.07
10.03	CELDA MT DE PROTECCION	cjto	2.00	31,923.07	63,846.14
10.04	MALLA DE PROTECCION	cjto	1.00	2,762.46	2,762.46
11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR				144,191.31
11.01	DESMONTAJE DE POSTE DE MT.	und	3.00	403.50	1,210.50
11.02	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO SECO DE 600 KVA, 13.2/0.22 KV, CON CAJUELA METALICA Y ARROLLAMIENTOS DE COBRE DE ALTA PUREZA	cjto	1.00	128,199.47	128,199.47
11.03	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 160 KVA, 13.2/0.44 KV	cjto	1.00	602.51	602.51
11.04	ENVOLVENTE METALICA PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO ONAN DE 160 KVA - 13,2/0,44 KV	cjto	1.00	14,178.83	14,178.83
12	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLEROS DE BAJA TENSION				43,742.58
12.01	TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSION TRIFASICO AUTOSOPORTADO - 220 V	cjto	1.00	34,379.84	34,379.84
12.02	TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSION TRIFASICO AUTOSOPORTADO - 440 V	cjto	1.00	9,362.74	9,362.74
13	DESMONTAJE ELECTROMECHANICO				10,166.60
13.01	DESMONTAJE DE TRANSFORMADOR DE 400 KVA	und	1.00	2,412.64	2,412.64
13.02	DESMONTAJE DE TRANSFORMADOR DE 160 KVA	und	1.00	543.10	543.10
13.03	DESMONTAJE DE TRANSFORMIX.	und	1.00	360.57	360.57
13.04	DESMONTAJE DE AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN	und	9.00	14.81	133.29
13.05	DESMONTAJE DE AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION	und	6.00	19.75	118.50
13.06	DESMONTAJE DE RETENIDA MT.	cjto	2.00	135.89	271.78
13.07	DESMONTAJE DE MENSULAS DE CAV.	und	6.00	122.59	735.54
13.08	DESMONTAJE DEL SISTEMA DE BARRAS 13,2 KV	cjto	1.00	859.03	859.03
13.09	DESMONTAJE DE MALLA DE PROTECCION	cjto	1.00	1,298.79	1,298.79
13.10	DESMONTAJE DE CABLE N2XSJY DE 25 mm2	m	264.00	4.33	1,143.12
13.11	DESMONTAJE DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25mm2	m	360.00	1.66	597.60
13.12	DESMONTAJE DE TABLEROS DE BAJA TENSION EXISTENTES	cjto	1.00	1,692.64	1,692.64
14	PRUEBAS ELECTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO				14,465.77
14.01	PRUEBAS ELECTRICAS M.T.	cjto	1.00	965.77	965.77
14.02	ESTUDIO DE COORDINACION DE PROTECCIONES	glb	1.00	6,500.00	6,500.00
14.03	PRUEBAS Y CONFIGURACION DE RECLOSER	glb	1.00	4,500.00	4,500.00
14.04	EXPEDIENTE FINAL CONFORME A OBRA	glb	1.00	2,500.00	2,500.00

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 40***Partida presupuestal consolidada***

COSTO DIRECTO	494,633.44
GASTOS GENERALES (10%)	49,463.34
UTILIDADES (10%)	49,463.34
	=====
SUB-TOTAL	593,560.12
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)	106,840.82
	=====
MONTO DE OBRA	700,400.94
<hr/>	
SON: SETECIENTOS MIL CUATROCIENTOS Y 94/100 NUEVOS SOLES	
Nota. Fuente: Elaboración propia	

Se tiene una partida presupuestal de S/ 700400.94.

IV. Análisis y discusión:

- Del análisis de la información de la demanda data histórica se tiene un valor de 282 KW y cargas futuras proyectadas de 169.4 kW, por lo tanto se tiene como demanda total del proyecto de ampliación de carga de 426.4 kW con lo cual se proyecta un transformador de 600 KVA con una relación de transformación de $13.2 \pm 2.5 \% / 220$ voltios
- Con el diseño del sistema de utilización materia de nuestra investigación, se ha llegado a determinar que los niveles de caída de tensión no superaran el 2%, Con los cálculos eléctricos efectuados y basados en la máxima demanda actualizada, se ha logrado definir en base a las teorías aplicadas, las características de los conductores, aisladores, equipos de protección, transformadores y equipos de medición, necesarios para el sistema de utilización que suministrara energía eléctrica al Hospital ESSALUD III.
- Se ha seleccionado como conductor de baja tensión tipo NYY en simple terna $3(3-1 \times 300 \text{ mm}^2)$ triple tierra cuyo amperaje total es de 1938 A.
- En el presente informe se parte del incremento de la demanda en la prestación de salud y también motivado por la antigüedad de las instalaciones que afectan al servicio futuro de prestación de salud pública. para esto la compra de energía en media tensión y reducida a baja tensión para su uso, teniendo una caída de tensión promedio menor a 2 %, valor mucho menor al exigido en el Código Nacional de Electricidad, esto concuerda con las tesis de Gallegos y con la tesis de Julca, Y.
- Así mismo se menciona que el cálculo justificativo, dimensionamiento y montaje de los equipos compuestos por la subestación tipo caseta y sus componentes, como también de la acometida realizados desarrollados acuerdos a los requerimientos vigentes del CNE (Código Nacional Eléctrico) en concordancia con la tesis de Gallegos.

V. Conclusiones:

- La carga total actual del Hospital ESSALUD III de Chimbote es de 282 KW en 220 voltios, la cual es suministrado a través de la Empresa Concesionaria Hidrandina S.A. esta proviene desde el alimentador CHN013 AMT “Humboldt” de la SET Chimbote Norte, en 13,2 kV mediante una acometida subterránea hasta la subestación tipo caseta CH 7003 ubicado dentro del Hospital.
- El incremento de la demanda eléctrica es de 169.4 KW, con una potencia instalada de 176.9 kW, mediante el cual se busca mejorar el servicio de salud pública, con lo cual la máxima demanda de todo el Hospital se incrementa a 426.40 kW , con lo cual se selecciona un transformador de 600 KVA de potencia aparente con una relación de transformación de 13,2 +- 2,5% / 0,22 KV.
- Se realizaron los cálculos eléctricos del sistema de alimentación por ampliación de carga, siendo las principales características: conductores aéreos de aleación de aluminio forrado de 50 mm² y cable subterráneo N2XSY de 35 mm² – 12/20 KV, Recloser trifásico automático de corte en vacío de 560 A – 15,5 KV – 20 KA; con protección digital para falla sobrecorriente (50/51) y a tierra (50N/51N). con dispositivo limitador de potencia y control remoto.
- Se realizaron los cálculos de esfuerzos mecánicos según lo establecido en el código nacional de electricidad suministro 2011 según las características del conductor eléctrico y teniendo en cuenta las hipótesis de cálculo, siendo el esfuerzo admisible de la hipótesis igual a 9.52 kg/mm², valor inferior al normado. Y también según el método Sulzberger los postes requieren cimentación.
- Se determinó la información técnica requerida de los materiales y/o equipo eléctrico donde se detalla las dimensiones físicas y características eléctricas de cada uno, como también de su montaje electromecánico que se utilizaron en el presente proyecto de tesis. La información técnica fue recolectada de catálogos de los fabricantes como también de las actuales normas DGE y CNE.

- Se tiene una partida presupuestal de S/ 700 400.94, donde los costos directos son igual a S/ 494 633.44 (lo que representa el 70 % del presupuesto total, siendo los mayores montos en la asignación de partidas el suministro y montaje del transformador con un costo de S/ 144 191.31 y el suministro y montaje de la celda en media tensión con un costo de S/ 108 935.29.

VI. Recomendaciones:

Al momento de la ejecución de la obra se recomienda considerar las precauciones de seguridad en el terreno de trabajo tomando la prioridad de brindar a la población en momento que transiten.

Se recomienda que el supervisor de la obra tenga varias experiencias en estos tipos de trabajos, haciéndose responsable de cumplir estrictamente las distancias mínimas de seguridad de las redes eléctricas a las edificaciones y el montaje de los cables de energía, según lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad, y también en lo referente a las distancias a instalaciones eléctricas y telefónicas.

Al realizar las pruebas e inspecciones de los equipos se recomienda la presencia de un representante de del propietario o la presencia del Concesionario.

Se ha seleccionado postes de concreto armado centrifugado según normas establecidas tomando la altura elevada de 13 metros asegurando la protección de los pobladores de dicha zona.

VII. Referencias bibliográficas:

- Alva, R. (2018). Diseño de las puestas a tierra de las subestaciones de distribución del proyecto de electrificación integral de la provincia de Santiago de Chuco, 2017". Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote, Perú. Disponible el 3 de agosto del 2020:
http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8295/Tesis_58882.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- AMV Electric. (2020). Transformadores. Catalogo electrónico de la Empresa AMV Electric.Peru. Disponible el 4 de octubre del 2020.
http://www.amvelectric.com/tra_encapsulados.html
- Bravo, V.(2018). "*Proyecto de sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9 kV y subestación tipo caseta de 10000KVA para la Empresa Congelados Gutiérrez*". Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú. Disponible el 7 de agosto del 2020:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7800/4A.0268.IM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cañari, R. (2016). "*Implementación de subestación 220/60/22.9kV para la planta de fosfatos del pacífico en la ciudad de Piura*". Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional del Callao, Perú. Disponible el 2 de agosto del 2020:
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3831>
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, Aprobado con Resolución Ministerial N° 214-2011 MEM/DM, publicado en el diario oficial el Peruano el 05 de mayo del 2011.

Espinoza, N. y Beltrán, J. (2016). “*Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de Puerto Maldonado en media tensión*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista en la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cuzco, Perú. Disponible el 30 de julio del 2020:

Disponible el 30 de julio del 2020:

<https://www.google.com/search?q=sistema+de+utilizacion+%2C+tesis&aq=chrome..69i57j0.7383j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Gallegos, R. (2017). “*Diseño de la sub estación eléctrica para la planta industrial Kumho Lllantas S.A.*”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico Electricista en la Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú. Disponible el 7 de agosto del 2020:

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/7166/4A.0259.IM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jara, Jhon (2015). “*Optimización de la protección eléctrica de la subestación tierra colorada*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad de Piura, Perú. Disponible el 28 de julio del 2020:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2560/IME_192.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Julca, Y. (2017). “*Diseño de un sistema de utilización en media tensión para una ampliación de carga en la planta pesquera Centinela S.A.C.*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Privada San Pedro, Chimbote, Perú. Disponible el 2 de agosto del 2020:

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/984>

Lujan, H. (2018). “*Diseño de un sistema eléctrico de utilización trifásico 10 kV, para la empresa de embutidos San Antonio S.A. de la ciudad Trujillo, Departamento de la Libertad*”. Tesis para optar el título de Ingeniero

Mecánico Electricista en la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, Perú.
Disponibile el 3 de agosto del 2020:
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26574/lujan_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marín, Edwin (2016). “*Estudio de la redistribución de las cargas eléctricas del campus de la Universidad Nacional del Santa.*”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Energía. Universidad Nacional del Santa. Perú.
Disponibile el 4 de agosto del 2020:
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2654/42943.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palacios, E. y Jalixto, R. (2016). *Estudio de coordinación de protecciones de las instalaciones eléctricas en baja tensión del hospital Antonio Lorena del Cusco*. Tesis para optar el título de Ingeniero Electricista de la Universidad San Antonio de Abad. Cuzco, Perú. Disponibile el 30 de agosto del 2020:
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2260/253T20160058_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Promelsa (2020). Catálogo de conductores Indeco N2XSY. Catalogo electrónico de la Empresa PROMELSA. Disponibile el 30 de setiembre del 2020:
<http://www.promelsa.com.pe/pdf/02404106.pdf>

Rubio, J (2018). “*Análisis del suministro de energía eléctrica de la planta procesadora de limón y mango de agroindustrias AIB – Motupe – Lambayeque en el marco de la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos*”. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Disponibile el 30 de julio del 2020:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2674/BC-TESTMP-1543.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Schneider Electric (2010). Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas.

Disponible el 4 de agosto del 2020:

https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Application+solutions&p_File_Name=020511_E10-guia-diseno-instalac-electricas.pdf&p_Doc_Ref=020511E10

Surco, O.(2019). “*Ampliación del sistema de utilización en 10kv de 800kw a 1440kw para la empresa Andina Plast S.R.L*”. Tesis para optar el título de

Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cuzco, Perú. Disponible el 29 de julio del 2020:

<http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4161>

Universidad Distrital Francisco José Caldas (2006). Curso Virtual de Redes

Eléctricas y Tipos de Estructura. Colombia. Disponible el 3 de agosto del 2020:

VIII. Agradecimiento:

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Mis hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis objetivos, y a mi abuelito Alejandro Sabino que siempre creyó en mí, porque sin la ayuda de ellos no pudiera cumplir mis metas en la vida.

Julio Jhonatan Sabino Valdivia

ANEXOS

Anexo A

Tabla de Datos técnicos de Conductores eléctricos

TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 12/20 kV

PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMET CONDUCT	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAM.	CUBIERTA		
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km
35	7	6.92	5.5	1.2	23.8	749
50	19	8.15	5.5	1.2	25.0	933
70	19	9.78	5.5	1.2	26.7	1178
95	19	11.55	5.5	1.3	28.6	1483
120	37	13	5.5	1.4	30.3	1769
185	37	16.16	5.5	1.5	33.6	2466
240	37	18.51	5.5	1.6	36.3	3078
300	37	20.73	5.5	1.6	38.5	3706
400	61	23.51	5.5	1.6	41.3	4563

PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO (20°C)		AMPACIDAD AIRE (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
mm ²	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
35	0.524	0.668	0.668	0.2865	0.1689	215	190	235	200
50	0.387	0.494	0.494	0.272	0.1572	250	225	270	240
70	0.268	0.342	0.342	0.2598	0.1492	305	275	350	300
95	0.193	0.247	0.247	0.2489	0.1416	365	325	420	360
120	0.153	0.196	0.196	0.240	0.1353	410	370	485	415
185	0.0991	0.127	0.128	0.2264	0.1274	500	465	615	535
240	0.0754	0.098	0.099	0.2174	0.1217	570	535	720	630
300	0.0601	0.078	0.08	0.2108	0.1185	635	605	815	715
400	0.047	0.062	0.064	0.2034	0.1143	690	675	905	820

Figura 19 Tabla de datos técnicos de conductor N2XSY 12/20 kV
Fuente: Empresa PROMELSA

Calibre	Sección	Nº de hilos	Diámetro del conductor	Peso Conductor	Carga de rotura	Resistencia corriente continua a 20°C
Size	Section	Nº of Strands	Diameter of Conductors	Weight Conductor	Rated Streight	Maximum Resistance at 20°C
	mm ²		Normal			
			mm	kg/km	kg	ohms/km
16	15,889	7	5,10	43,6	513	2,1083
25	25,178	7	6,42	69,1	813	1,3304
35	34,913	7	7,56	95,8	1128	0,9595
50	50,142	7	9,06	137,6	1620	0,6681
50	47,281	19	8,90	129,7	1480	0,7085
70	68,339	19	10,70	187,5	2139	0,4902
95	94,764	19	12,60	260,0	2966	0,3535
120	121,209	19	14,25	332,6	3793	0,2764
120	119,752	37	14,21	328,6	3667	0,2797
150	152,807	19	16,00	419,3	4680	0,2192
150	147,115	37	15,75	403,7	4505	0,2277
185	184,541	37	17,64	506,3	5651	0,1815
240	236,038	37	19,95	647,6	7228	0,1419
240	242,541	61	20,25	665,5	7346	0,1381
300	297,572	37	22,40	816,5	9113	0,1126
300	304,243	61	22,68	834,8	9215	0,1101

Figura 20 Tabla de datos técnicos de aleación de aluminio forrado
Fuente: Empresa PROMELSA

Anexo B

Tabla de Datos técnicos de Conductores eléctricos



Diseño y Desarrollo, Fabricación y venta de Transformadores Trifásicos y Monofásicos de Distribución y Potencia refrigerados en aceite y al vacío.



Diseño y Desarrollo, Fabricación de Transformadores Trifásicos y Monofásicos de Distribución y Potencia refrigerados en aceite y al vacío. Planta Transformadores.

TRANSFORMADORES SECOS EN RESINA ENCAPSULADOS AL VACÍO

Hasta 10.000 KVA
de 0.23 KV a 36 KV
de tensión

- Totalmente ecológicos
- Instalación económica
- Mínimo mantenimiento
- Alta seguridad - Incombustible
- Máxima confiabilidad
- Mínimo espacio
- Ideal para zonas húmedas o contaminadas



www.epli.com.pe

100% hecho en Perú

Figura 20 Transformadores secos en resina encapsulados al vacío
Fuente: AMV Electric SAC.

Anexo C

Metrado de Ampliación de Potencia

METRADO DE AMPLIACION DE POTENCIA DE SISTEMA DE UTILIZACION

PROYECTO : AMPLIACION DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 13,2 KV PARA EL HOSPITAL III DE ESSALUD,
 DISTRITO DE CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH
 UBICACION : CHIMBOTE - DEL SANTA - ANCASH

ITEM	DESCRIPCION	UND	ESTRUCTURAS					TOTAL
			AE-1	PMI-3V	PSR-3V	PSB-3	S.E.	
			2053981	P1	P2	P3	CH7003	
1.0 POSTES Y ACCESORIOS								
1.01	POSTE C.A.C. 13m/400 Kg /180mm/375mm	UND	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	3.00
1.02	MENSULA CAV DE 0,60 m	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
1.03	MENSULA CAV DE 0,80 m	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
1.04	PALOMILLA CAV DE 1,50 m	UND	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	4.00
1.05	MEDIA LOSA CAV DE 1,30 m	UND	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00
1.06	DUCTO DE CAV DE 04 VIAS	UND	20.00	0.00	0.00	0.00	25.00	45.00
1.07	DADO DE CONCRETO PARA PROTECCION DE BASE DE POSTE	UND	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	3.00
2.0 CONDUCTORES ELECTRICOS								
2.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO FORRADO 50mm ² , 7HILOS	ML	0.00	0.00	180.00	180.00	0.00	378.00
2.02	CONDUCTOR DE COBRE CPI TEMPLE DURO 35mm ² , 7HILOS	ML	0.00	40.00	48.00	12.00	0.00	100.00
2.03	CONDUCTOR COBRE DESNUDO, CABL., TEMPLE BLANDO, 35mm ² , 7HILOS	ML	0.00	25.00	25.00	20.00	20.00	90.00
2.04	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO RECOCIDO DE 6 mm2	ML	0.00	7.50	6.00	1.50	0.00	15.00
2.05	CABLE NYY - 1 KV DE 3-1x95 mm2	ML	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00
2.06	CABLE NYY - 1 KV DE 3x(3-1x300 mm2)	ML	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	12.00
3.0 CABLE SUBTERRANEO Y ACCESORIOS								
3.01	CABLE DE ENERGIA TIPO N2XSY 20/12 KV DE 3-1x35 mm2	ML	43.00	0.00	0.00	50.00	0.00	93.00
3.02	CABEZA TERMINAL PARA CABLE N2XSY 20/12 KV DE 35 mm2 - EXTERIOR	KIT	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.00
3.03	CABEZA TERMINAL PARA CABLE N2XSY 20/12 KV DE 35 mm2 - INTERIOR	KIT	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	5.00
3.04	TUBO A ⁹⁰ DE 100mm Ø x 6m (PROTECCION CABLE N2XSY)	UND	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.00
3.05	CURVA PVC-SAP DE 100mm (4") Ø	UND	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	3.00
4.0 AISLADORES Y ACCESORIOS								
4.01	AISLADOR HIBRIDO TIPO PIN, 25 KV	UND	0.00	5.00	4.00	1.00	0.00	10.00
4.02	AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION DE 28 KV	UND	0.00	3.00	6.00	3.00	0.00	12.00
4.03	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL, 02 PERNOS	UND	0.00	3.00	6.00	3.00	0.00	12.00
4.04	PLANCHA DOBLADA DE COBRE TIPO "J"	UND	0.00	8.00	10.00	4.00	0.00	22.00
5.0 MATERIAL ELECTRICO ACCESORIO								
5.01	CONECTOR DE DERIVACION CUÑA BIMETALICO 35/35mm ²	UND	0.00	3.00	8.00	3.00	0.00	14.00
5.02	TERMINA DE PRESION CU PARA CABLE DE 95 mm ²	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00
5.03	TERMINA DE PRESION CU PARA CABLE DE 300 mm ²	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	36.00
5.04	CINTA AISLANTE DE GOMA EPR AUTOFUNDENTE DE 19mmØ. 2mScotch23	RLL	0.00	0.50	0.50	0.50	0.00	1.50
5.05	CINTA AISLANTE VINILICAS PVC, ALTA PERFORM. 19mmx20mx0.15mm	RLL	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	3.00
5.06	CINTA BANDIT DE 19mm	ML	0.00	5.00	2.00	5.00	0.00	12.00
5.07	HEBILLA BANDIT DE 19mm	UND	0.00	5.00	2.00	5.00	0.00	12.00
5.08	PERNO DOBLE ARMADO A ⁹⁰ DE 16 mm Ø x 508 mm	UND	0.00	3.00	2.00	2.00	0.00	7.00
5.09	PERNO OJO A ⁹⁰ DE 16 mm Ø x 305 mm	UND	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	9.00
5.10	TUERCA OJO A ⁹⁰ DE 16 mm Ø	UND	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00
5.11	ABRAZADERAS A ⁹⁰ PARA CABEZA TERMINAL	UND	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	9.00
5.12	ARANDELA CUADRADA CURVA A ⁹⁰ DE 57x57x5 mm	UND	0.00	12.00	10.00	10.00	0.00	32.00
5.13	ARANDELA CUADRADA PLANA A ⁹⁰ DE 57x57x5 mm	UND	0.00	5.00	2.00	1.00	0.00	8.00
5.14	UÑA DE A ⁹⁰ PARA SUJECION A MEDIA LOSA	UND	0.00	4.00	4.00	0.00	0.00	8.00
5.15	TERMINAL DE PRESION DE COBRE PARA CABLE DE 35 mm2	UND	0.00	9.00	6.00	6.00	15.00	36.00
6.0 RETENIDAS								
6.01	PERNO ANGULAR A ⁹⁰ CON OJAL GUARDACABO DE Ø16mm x 305mm	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.02	VARILLA DE ANCLAJE A ⁹⁰ CON OJAL GUARDACABO DE Ø16mm x 2.40m	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.03	CABLE DE ACERO SIEMENS MARTINS DE 10mm Ø, 7 HILOS	ML	0.00	15.00	0.00	15.00	0.00	30.00
6.04	MORDAZA PREFORMADA, PARA CABLE DE ACERO DE 10 mm Ø	UND	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	8.00
6.05	CANAleta PROTECTORA A ⁹⁰ 1.5mm x 2400mm, CON PERNOS Y SEGUROS	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.06	AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION DE 36 KV	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.07	ARANDELA CUADRADA DE A ⁹⁰ DE 102x102x5mm	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.08	GRILLETE DE A ⁹⁰ , 70 KN	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
6.09	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A ⁹⁰ DE 57x57x5mm	UND	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	4.00
6.10	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.50 x 0.50 x 0.20 m	UND	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
7.0 PUESTA A TIERRA Y ACCESORIOS								
7.01	ELECTRODO COOPERWELD DE 16 mm Ø x 2.40m. LONGITUD	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.02	CONECTOR TIPO AB DE BRONCE PARA VARILLA 16 mm Ø	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.03	COMPUESTO QUIMICO A BASE DE OXIDOS METALICOS	DSS	0.00	4.00	4.00	2.00	4.00	14.00
7.04	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO 0.40 m x 0.40 m x 0.20 m	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.05	PROTECTOR ANTITROBO	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.06	TUBO PVC SAP 13 mm Ø x 1.5 m	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.07	CURVA PVC SAP 13 mm Ø	UND	0.00	2.00	2.00	1.00	2.00	7.00
7.08	CONECTOR PERNO PARTIDO DE CU, 35 mm2	UND	0.00	3.00	2.00	2.00	0.00	7.00

8.0 EQUIPOS DE PROTECCION								
8.01	RECLOSER CORTE EN VACIO DE 15,5 KV - 560 A - 20 KA, CON PROTECCION DIGITAL PARA FALLA DE SOBRECORRIENTE (50/51) Y A TIERRA (50N/51N). CON DISPOSITIVO LIMITADOR DE POTENCIA Y CONTROL REMOTO. INCLUYE TRANSFORMADOR DE TENSION.	CJTO	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
8.02	SECCIONADOR FUSIBLE CUT-OUT, 27 KV - 100 A - 150 KV BILL	UND	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	5.00
8.03	FUSIBLE TIPO EXPULSION TIPO K, 1 A	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00
8.04	FUSIBLE TIPO EXPULSION TIPO K, 80 A	UND	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00
9.0 SISTEMA DE MEDICION								
9.01	TRANSFORMIX 3Ø DE 13,2/0,22 KV, 30/5A, 06 AISLADORES - CLASE 0.2s	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
9.02	MEDIDOR POLIFASICO ELECTRONICO MULTIFUNCION 220V - 5A, TIPO A1RL, 04 HILOS	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
9.03	CABLE NLT DE 4x2.5 mm2	ML	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	20.00
9.04	TUBO A°G° DE 38mm Ø x 6m	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
9.05	CURVA PVC SAP 38 mm Ø	UND	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00
9.06	CAJA PORTAMEDIDOR	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
10.0 CASETA DE TRANSFORMACION								
10.01	TRANSFORMADOR SECO ENCAPSULADO TRIFASICO DE 600 KVA 13,2/0,23 KV; CON ARROLLAMIENTOS DE COBRE PURO EN A.T Y B.T.	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.02	TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSION, 3Ø - 220 V; QUE CONTIENE:	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 TABLERO AUTOSOPORTADO A°G°	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO REGULABLE DE 640-1600 A - 690 V - 100 KA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO REGULABLE DE 800 A - 690 V - 100 KA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO REGULABLE DE 280-400 A - 690 V - 85 KA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00
10.03	TABLERO PRINCIPAL DE BAJA TENSION, 3Ø - 440 V; QUE CONTIENE:	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 TABLERO AUTOSOPORTADO A°G°	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
	- 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO REGULABLE DE 175-250 A - 690 V - 25 KA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.04	ENVOLVENTE METALICA PARA TRANSFORMADOR EN ACETATE TRIFASICO DE 160 KVA 13,2/0,46 KV, DE 1500x1200x1950 mm (AxPxH)	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.05	ENVOLVENTE METALICA PARA TRANSFORMADOR SECO TRIFASICO DE 600 KVA 13,2/0,23 KV, DE 2100x1200x1950 mm (AxPxH)	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.06	CELDA MODULAR DE LLEGADA Y MEDICION TIPO METAL ENCLOSED 17,5 KV - 630 A - 20KA, CON SECCIONADOR DE POTENCIA CORTE EN AIRE, MANDO MOTORIZADO; CON LOS SIGUIENTES ELEMENTOS AUXILIARES: - Transformador de tensión de 13,2/0,22 kv - Clase 0.2 - Transformador de corriente de 30/5 A - Clase 0.2 - Aisladores capacitivos. - Lámpara de señalización 15 kv. - 01 seccionador de puesta a tierra. - Analizador de Redes, del tipo analógico. - Barras principales de cobre de 630 A - Barras de cobre para puesta a tierra.	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.07	CELDA MODULAR DE PROTECCION TIPO METAL ENCLOSED 17,5 KV - 630 A - 20KA, CON SECCIONADOR DE POTENCIA CORTE EN AIRE (TRANSFORMADOR DE 160 KVA), CON LOS SIGUIENTES ELEMENTOS AUXILIARES: - Base portafusible y fusibles limitadores de corriente tipo CEF de 16 A - 15 kv - Aisladores capacitivos. - Lámpara de señalización 15 kv. - 01 seccionador de puesta a tierra - Un equipo de iluminación interior, 220 V. - Barras principales de cobre de 630 A - Barras de cobre para puesta a tierra.	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
10.08	CELDA MODULAR DE PROTECCION TIPO METAL ENCLOSED 17,5 KV - 630 A - 20KA, CON SECCIONADOR DE POTENCIA CORTE EN AIRE (TRANSFORMADOR DE 600 KVA), CON LOS SIGUIENTES ELEMENTOS AUXILIARES: - Base portafusible y fusibles limitadores de corriente tipo CEF de 63 A - 15 kv - Aisladores capacitivos. - Lámpara de señalización 15 kv. - 01 seccionador de puesta a tierra - Un equipo de iluminación interior, 220 V. - Barras principales de cobre de 630 A - Barras de cobre para puesta a tierra.	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
11.0 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO								
11.01	ELABORACION DEL ESTUDIO DE COORDINACION DE LA PROTECCION	CJTO	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
11.02	PRUEBAS DE OPERATIVIDAD DEL RELE ELECTRONICO DEL RECLOSER	CJTO	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
12.0 IMPLEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL								
12.01	CASCO DE SEGURIDAD Y BARBIQUEJO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
12.02	BOTIN AISLANTE	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
12.03	LENTES DE SEGURIDAD	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
12.04	CINTURON DE SEGURIDAD	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

13.0 IMPLEMENTOS DE OPERACIÓN								
13.01	GUANTES DE JEBE AISLANTE CLASE 2	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
13.02	PERTIGA DIELECTRICA	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
13.03	DETECTOR DE TENSION	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
13.04	BANCO AISLANTE	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
13.05	EXTINTOR TIPO CO2	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
13.06	LUZ DE EMERGENCIA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
14.0 DESMONTAJE ELECTROMECANICO								
14.01	DESMONTAJE DE POSTE C.A.C. DE 13m	UND	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	3.00
14.02	DESMONTAJE DE TRAFOMIX	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
14.03	DESMONTAJE DE MENSULA CAV DE 0,60 m	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
14.04	DESMONTAJE DE MENSULA CAV DE 0,80 m	UND	0.00	1.00	3.00	1.00	0.00	5.00
14.05	DESMONTAJE DE PALOMILLA CAV DE 1,50 m	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
14.06	DESMONTAJE DE CRUCETA ASIMETRICA CAV DE 1,50 m	UND	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
14.07	DESMONTAJE DE MEDIA LOSA CAV	UND	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
14.08	DESMONTAJE DE AISLADORES HIBRIDOS TIPO PIN	UND	0.00	5.00	3.00	1.00	0.00	9.00
14.09	DESMONTAJE DE AISLADORES POLIMERICOS TIPO SUSPENSION	UND	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	6.00
14.10	DESMONTAJE DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 mm ²	ML	0.00	0.00	180.00	180.00	0.00	360.00
14.11	DESMONTAJE DE CABLE UNIPOLAR DE COBRE TIPO N2XS ₂ Y DE 25 mm ²	ML	0.00	129.00	0.00	135.00	0.00	264.00
14.12	DESMONTAJE DE RETENIDA	CJTO	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00
14.13	DESMONTAJE DE PUESTA A TIERRA	CJTO	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	4.00
14.14	DESMONTAJE DE TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 400 KVA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
14.15	DESMONTAJE DE TABLEROS AUTOSOPORTADOS DE B.T.	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	9.00
14.16	DESMONTAJE DE SISTEMA DE BARRAS	CJTO	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

Figura 21 Metrado de ampliación de potencia del sistema de utilización
Fuente: Elaboración propia

Anexo D

Formula polinómica de ampliación de potencia

FORMULA POLINOMICA AMPLIACION DE POTENCIA HIII

Proyecto **AMPLIACION DEL SISTEMA DE UTILIZACION EN 13,8 KV PARA EL HOSPITAL III DE ESSALUD - CHIMBOTE, DISTRITO DE CHIMBOTE - SANTA - ANCASH**
 Sección **AMPLIACION DE POTENCIA**
 Fecha **OCTUBRE - 2016**
 Moneda **NUEVOS SOLES**
 Ubicación **ANCASH - SANTA - CHIMBOTE**

$$K = 0.084*(MOr / MOo) + 0.167*(GGUUr / GGUJo) + 0.310*(DAr / DAo) + 0.330*(ARr / ARo) + 0.065*(CAr / CAo) + 0.061*(MQr / MQo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.084	100.000	MO	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.167	100.000	GGUU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
3	0.310	100.000	DA	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
4	0.330	100.000	AR	11	ARTEFACTO DE ALUMBRADO EXTERIOR
5		9.524		02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
		15.873		04	AGREGADO FINO
	0.065	74.603	CA	19	CABLE NYY Y NKY
6	0.061	61.538	MQ	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		23.077		32	FLETE TERRESTRE
		15.385		62	POSTE DE CONCRETO

Figura 22 Formula polinómica-Ampliación de potencia

Fuente: Elaboración propia

Anexo E

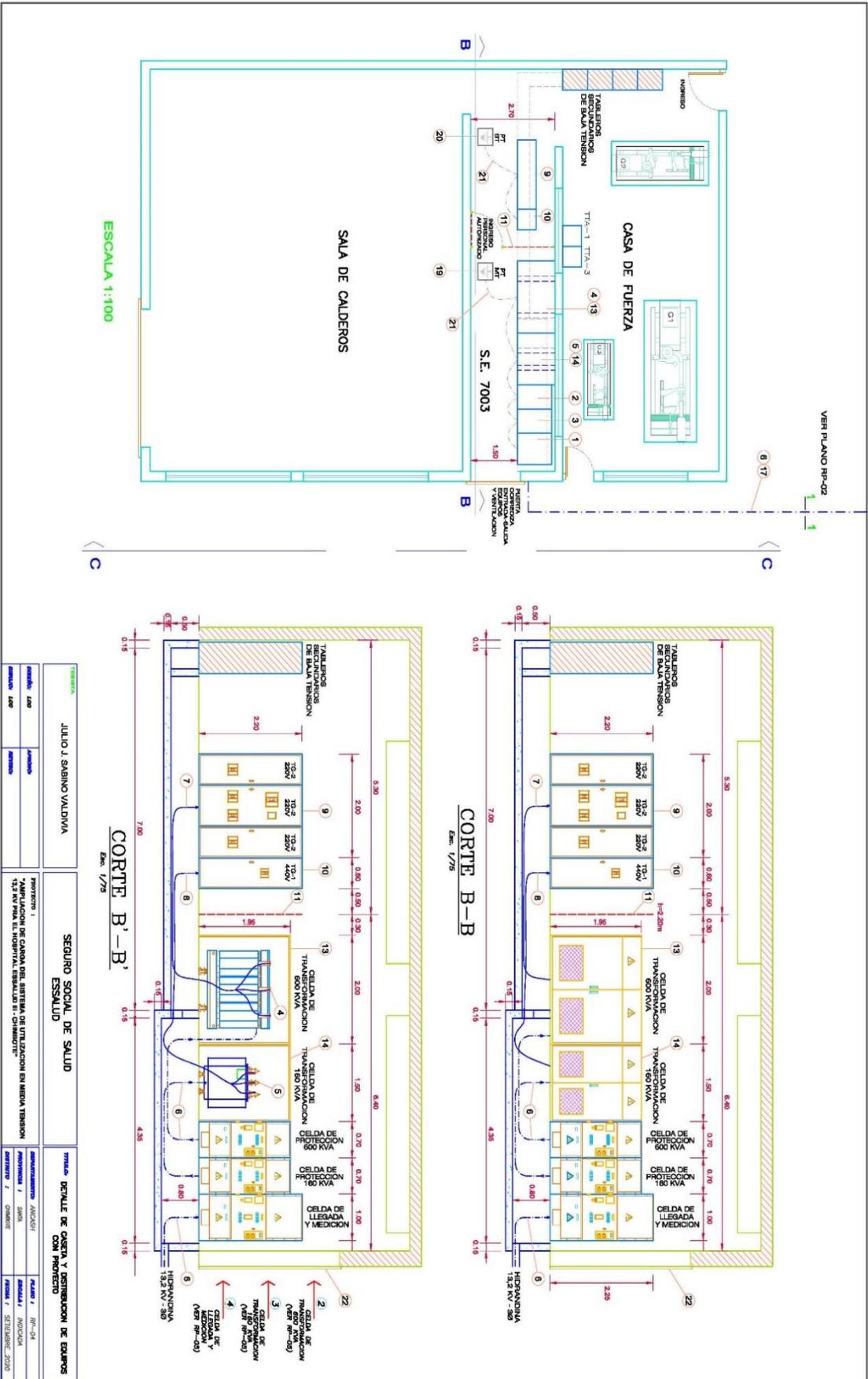
Detalle de caseta y distribución de equipos con proyecto

Corte A-A

Anexo F

Detalle de caseta y distribución de equipos con proyecto

Corte B-B

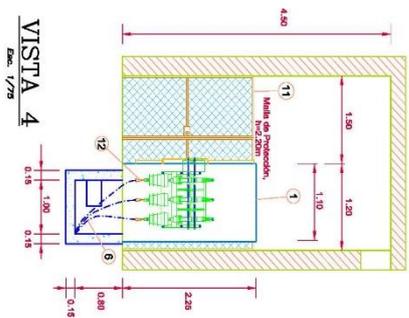
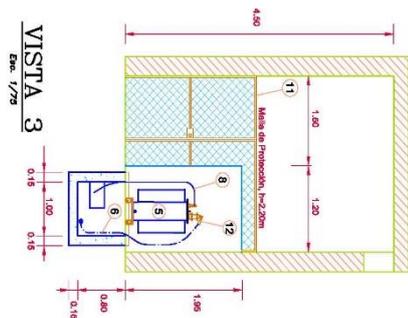
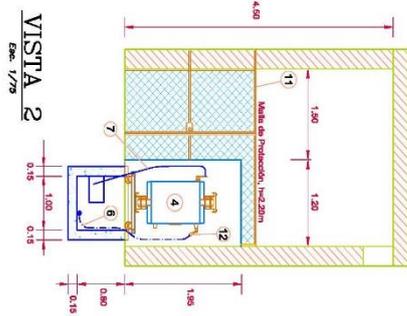
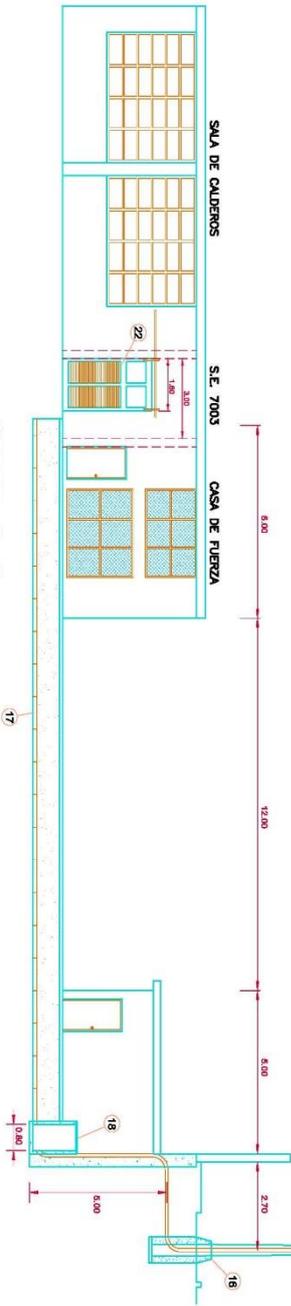


Anexo G

Detalle de caseta y distribución de equipos con proyecto

Corte C-C

ITEM	DESCRIPCION
1	CELDA DE LUBRICA Y MENCION, CON SECIONADOR DE POTENCIA CORTE EN ARE DE 17,5kV - 80kA - 20kA (METAL ENCLOSED), CON ANALIZADOR DE REDES
2	CELDA DE PROTECCION, CON SECIONADOR DE POTENCIA CORTE EN ARE DE 17,5kV - 80kA - 20kA (METAL ENCLOSED), CON TABLEROS DE 6kA
3	CELDA DE PROTECCION, CON SECIONADOR DE POTENCIA CORTE EN ARE DE 17,5kV - 80kA - 20kA (METAL ENCLOSED), CON TABLEROS DE 6kA
4	TRANSFORMADOR TRAFASICO DE 800 KVA, 13,2/0,23 KV, DEL TIPO SECO ENCAPSULADO EN RESINA EPOXI.
5	TRANSFORMADOR TRAFASICO DE 160 KVA, 13,2/0,48 KV EN ACEITE - EXIST. A UTILIZAN
6	CABLE SECO N2XSY 12/20 KV DE 3-1x435 mm ²
7	CABLE DE BAJA TENSION TIPO NY-1KV DE 3x3-1x200 mm ²
8	CABLE DE BAJA TENSION TIPO NY-1KV DE 3-1x435 mm ²
9	TABLERO PRINCIPAL (TS-2) 38-220V AUTOSOPORTADO, CON INTERRUPTOR AUTOMATICO GENERAL DE BAJA MOLDURA REGULABLE DE 640-100A - 690V - 100kA
10	TABLERO PRINCIPAL (TC-1) 38-440V AUTOSOPORTADO, CON INTERRUPTOR AUTOMATICO GENERAL DE BAJA MOLDURA REGULABLE DE 175-250A - 690V - 250kA
11	MALLA PROTECTORA, m=2,20m, CON PUERTA DE 1m
12	TERMINACION TERMOCONTINIBLE 20 KV, PARA CABLE SECO 35mm ² - INTERIOR
13	ENVOLVENTE METALICO PARA TRANSFORMADOR SECO DE 800 KVA 13,2/0,23 KV DE 2100x1200x1950 mm (MFP-H)
14	ENVOLVENTE METALICO PARA TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 160 KVA 13,2/0,48 KV DE 1500x1200x1950 mm (MFP-H)
15	POSTE DCE DE 12/400 Kg
16	DADO DE CONCRETO, PARA PROTECCION DE BASE DE POSTE
17	DADO DE CONCRETO, 04 VAS, EN ZANJA
18	MANHOLE DE CONCRETO - EXISTENTE A UTILIZAR
19	SISTEMA DE PUERTA A TIERRA PARA BAJA TENSION
20	SISTEMA DE PUERTA A TIERRA PARA BAJA TENSION
21	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANCO DE 35 mm ²
22	PUERTA CORREDIZA DE MADERA DE 3,00x1,60 m EXISTENTE, PARA ENTRADA Y SALIDA DE EQUIPOS, TAMBIEN PARA VENTILACION DE SUBSTACION.



PROYECTO JULIO I. SABINO VALDIVIA		PROYECTO SEGURO SOCIAL DE SALUD ESSALUD		PROYECTO DETALLE DE CESTA Y DISTRIBUCION DE EQUIPOS	
CLIENTE ESSALUD	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA
PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA
PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA	PROYECTISTA JULIO I. SABINO VALDIVIA