

Proyecto de Instalaciones Subterráneas de Media Tensión

Mariela Galarza; Diana Noboa; Ing. Juan Gallo*

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador

mgalarza@espol.edu.ec; snoboa@espol.edu.ec; jgallo@espol.edu.ec*

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar una guía para realizar instalaciones eléctricas subterráneas de media tensión en base a normas. En nuestro medio podemos ver que las instalaciones subterráneas se encuentran construidas de acuerdo a la necesidad que exista; ya sea por parte del usuario, o debido a las condiciones de carga. Es por esto, que se muestra de manera general una instalación eléctrica. Luego se procede a describir a los cables subterráneos, los parámetros eléctricos, los cálculos teóricos para una correcta selección del cable a ser utilizado. También se elabora una pequeña clasificación de los distintos centros de carga que existen. Así mismo, podemos ver las características principales de los equipos y aparatos eléctricos que constituyen un centro de carga general. Además se muestran los requerimientos y condiciones de los parámetros de diseño según la normativa seleccionada. Finalmente, se establece las condiciones de seguridad que comprende la inspección, prueba y mantenimiento de las instalaciones subterráneas de media tensión y de cada uno de sus elementos que lo conforman para su correcto funcionamiento.

Palabras Claves: *Guía, Normas, Establecer condiciones, Mantenimiento, Correcto funcionamiento.*

Abstract

The goal of this work is to present a guide to realize electrical installations undergrounding of half tension in base to norms. In our means can see that the installations undergrounding find built of agreement to the need that exist; already was by part of the user, or because of the conditions of load. It is by this, that show of general way an electrical installation. Afterwards proceed to describe to the wires undergrounding, the electrical parameters, the theoretical calculations for a correct selection of the wire to be used. Also elaborates a small classification of the distinct centres of load that exist. Likewise, can see the main characteristics of the equipment and electrical devices that constitute a centre of general load. Besides show the requests and conditions of the parameters of design as the rule selected. Finally, establishes the conditions of security that comprises the inspection, proof and maintenance of the installations undergrounding of half tension and of each one of his elements that it has for his correct operation.

Keywords: *Guide, Norms, Establish conditions, Maintenance, Correct operation.*

1. Introducción

En las grandes ciudades se utilizan tanto los sistemas de distribución aéreos como subterráneos, el costo de la distribución subterránea es mucho mayor que el de la distribución aérea. Al aumentar las densidades de carga, la construcción aérea se vuelve difícil de manejar en virtud de los transformadores y conductores de mayor tamaño que se requiere. Por esta razón en las zonas comerciales del centro, en la mayor parte de las ciudades se acostumbra a utilizar la distribución subterránea.

Aunque un porcentaje más bien pequeño de los alimentadores nuevos para fines generales se están instalando por completo subterránea, la tendencia a este tipo está aumentando y se espera que siga creciendo. Como es difícil manejar muchas funciones de mantenimiento en un sistema subterráneo mientras está energizado en contraste con las prácticas en los sistema aéreos, se debe tomar precauciones específicas en el diseño del sistema para incorporar el equipo necesario para seccionamiento y protección contra sobrecorrientes.

Por estas razones, se presenta este proyecto, el cual nos indica la instalación de un sistema subterráneo, basado en normas.

2. Aspectos Generales y Requerimientos de Instalaciones Subterráneas de Media Tensión

Debido a una imagen urbana muy deteriorada causada por el entrecruzamiento de las redes eléctricas aérea, telefónica y cercanía extrema de las redes a las edificaciones, la imposibilidad de construcción de nuevas redes aéreas por las características geométricas, con calles estrechas, discontinuas, sin aceras, grandes pendientes podemos decir que las redes subterráneas se han convertido en una alternativa favorable.



Figura 1. Urbanización de redes subterráneas

Se considera que la instalación de redes subterráneas cumplen los objetivos generales para la modernización de infraestructuras de las actuales redes, mediante el reordenamiento de las redes existentes e implantación de nuevos servicios con una mayor flexibilidad, seguridad, capacidad, confiabilidad de servicio y la limpieza que estas

instalaciones proporcionan al medio ambiente. Naturalmente este aumento en la confiabilidad y en la estética forma parte del incremento en el costo de las instalaciones porque se debe realizar el calado de la vía pública para alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos; además de contar con la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes, en estos casos el diseño de la red desempeña un papel importante, permitiendo que las instalaciones bien proyectadas sean económicamente competitivas.

La utilidad y relevancia de este estudio se demuestra en el hecho de que aún no se disponen de proyectos elaborados sobre este tema por ninguna empresa o institución territorial, ni existe experiencia especializada de construcción de cámaras de transformadores subterráneas.

2.1. Descripción General de las Instalaciones

Las ventajas de un suministro de energía eléctrica basado en redes de distribución subterráneas con respecto a las redes aéreas, pueden resumirse de la siguiente manera:

- Mayor confiabilidad.
- Mayor seguridad
- Mejor imagen urbana (resalto de la belleza arquitectónica)
- Menor impacto medio ambiental
- Mayor continuidad de servicio

Generalmente la planeación y diseño de los sistemas de distribución subterránea se dividen en tres grupos: Consideraciones generales, diseño del sistema y selección del equipo.

3. Descripción, Selección e Instalación de Cables Subterráneos

Los cables que se emplean en las instalaciones subterráneas están aislados y protegidos contra los agentes del terreno donde se instalen, están compuestos por; el conductor, por el cual fluye la corriente; el aislamiento, que soporta la tensión aplicada; la cubierta, proporciona la protección contra el ataque del tiempo y los agentes externos; las pantallas, permiten una distribución de los esfuerzos eléctricos en el aislamiento en forma radial y simétrica; y las armaduras metálicas, que se utilizan para dar protección adicional al cable contra esfuerzos de tensión extraordinarias.



Figura 2. Cables Aislados

3.1. Parámetros Eléctricos de los Cables Subterráneos

Los valores de las constantes de operación de los cables aislados (R, L, C) permiten el estudio técnico-económico para realizar la selección idónea del calibre del conductor en base a las pérdidas de energía y caída de tensión en el conductor, etc., también permite determinar, el valor de la impedancia, para los análisis de cortocircuito, como su comportamiento en regímenes transitorios, al efectuar las pruebas de campo y el mantenimiento correspondiente.

3.2. Selección del Cable por Corriente de Cortocircuito y por Sobrecarga

Los sistemas eléctricos presentan cortocircuitos, y sobrecargas causadas generalmente por condiciones anormales de operación. El calor que se genera debido al efecto de Joule puede ocasionar daños a los componentes de cable (aislamiento, cubiertas).

Sobrecargas:

- Temperaturas de sobrecargas, y
- Corrientes de sobrecargas

Corto circuito:

- Temperaturas máximas en condiciones de cortocircuito, y
- Selección del conductor conociendo la corriente de falla

3.3. Selección del Cable por Esfuerzo Térmico

La corriente transportada por un conductor produce una energía térmica, esta energía provoca una elevación en la temperatura del conductor, luego de un tiempo de circular esta corriente la temperatura del conductor se estabiliza produciéndose un “equilibrio térmico”, esta corriente es denominada “capacidad de conducción de corriente”

2.6. Pérdidas Técnicas en Redes Subterráneas

Las pérdidas técnicas en redes subterráneas están basadas en las condiciones de operación y las características de los materiales requeridos, por lo cual tienen un tratamiento y metodología particulares, aunque las pérdidas se produzcan por una interacción de las magnitudes eléctricas sobre los componentes del cable eléctrico, éstas podemos dividir las en: pérdidas en el conductor, en el dieléctrico y en las pantallas o cubiertas metálicas.

2.7. Instalación de Cables Subterráneos de Media Tensión

Antes de proceder a efectuar la instalación se deberá hacer un recorrido de la trayectoria, para ver el grado de dificultad y, además verificar que esté en condiciones para instalar los cables.

Para lograr confiabilidad, seguridad y continuidad en el servicio se debe contar con el equipo de instalación adecuada al tipo de cable e instalación y la supervisión de técnicos especializados.

3.7.1. Parámetros a considerar previos a la instalación. En la instalación de los cables, deben considerarse los siguientes parámetros, debido a las propiedades físicas de los cables:

- Máxima tensión de jalado
- Longitud de jalado
- Presión lateral
- Radio mínimo de curvatura
- Fricción

4. Centros de Carga Subterráneo

Un centro de carga subterráneo es básicamente una instalación, que mediante los elementos que lo conforman puede cumplir varias funciones. De acuerdo a la necesidad del sistema, existen diferentes tipos de centros de carga subterráneos, los mismos que pueden ser ubicados en bóvedas o cuartos, y estos pueden servir para distribuir, transformar o interconectar la energía eléctrica. Las bóvedas o cuartos, como se les llama generalmente a los centros de carga subterráneos, pueden estar ubicados tanto en las aceras de las calles, como en el interior de los edificios, teniendo el ingreso directamente desde la calle por medio de escaleras, o por puertas, si es en los edificios.

Según la conexión de los centros de carga a la línea de distribución de media tensión que les suministra la energía eléctrica, se puede clasificar en:

- Simple derivación o en antena
- En anillo
- Doble derivación

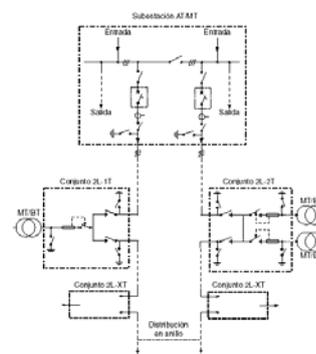


Figura 3. Distribución en anillo

4.1. Clasificación de los Centros de Carga Subterráneos

Se puede clasificar a los centros de carga subterráneos en dos grupos: según su misión y de acuerdo a su ubicación. Su diseño varía debido a la cantidad de usuarios a los cuales se vaya a dar servicio, a los elementos o equipos que se encuentran instalados y a la ubicación de los mismos.

4.1.1. Según su misión. Según su misión, es decir de acuerdo a la función que vayan a realizar cada uno de los elementos y equipos que lo conforman, los centros de carga subterráneos se pueden clasificar en:

- Centros de distribución
- Centros de transformación
- Centros de interconexión

4.1.2. De acuerdo a su ubicación. Según su ubicación, se puede clasificar a los centros de carga, que se encuentran instalados en recintos cerrados, en dos grupos: los subterráneos o también llamados comúnmente bóvedas y los de superficie o cuartos. Las bóvedas subterráneas son instalaciones construidas bajo la vía pública o en el sótano de los edificios. Suelen ser recintos de pequeñas dimensiones, teniendo en cuenta el terreno que puede ser isotrópico u homogéneo, los movimientos de tierras que se realizan antes de la colocación de las instalaciones. En cuanto a la red de tierra, suele estar conectada a un mallazo de electrodos embebido en el hormigón de pavimentación, con el fin de conseguir una cierta equipotencialidad en el interior del centro y así mejorar la seguridad de la instalación. Una característica de los subterráneos o bóvedas es que el ingreso hacia las mismas se lo realiza mediante escaleras. Los de superficie o cuartos son aquellos que se encuentran alojados en el interior de un edificio, generalmente en el mismo nivel que la calle. Su acceso está en el ámbito de la vía pública y podemos subdividirlos en dos tipos:

- El local, y
- El independiente

4.2. Elementos y equipos constitutivos

Es el conjunto de aparatos que se utilizan para protección, conexión y desconexión de los circuitos eléctricos.

4.2.1. Parámetros característicos de los aparatos eléctricos. Los parámetros característicos más utilizados en la aparamenta eléctrica en general son:

- Valor nominal
- Valor asignado
- Intensidad límite térmica
- Intensidad límite dinámica

Las condiciones comunes para la correcta elección de las características de los aparatos de maniobra a conectar en un punto determinado de la tensión son: la tensión asignada, debe ser igual o superior a la máxima de servicio prevista en aquel punto de la instalación; la intensidad asignada en servicio continuo, debe ser igual o superior a la máxima prevista para circular en permanencia por el aparato, el dispositivo de maniobra neumática debe ser capaz de abrir y de cerrar el aparato de conexión cuando la presión del gas comprimido esté comprendido entre el 85 y el 110% de la presión asignada de alimentación; salvo especificación en contra del fabricante, la intensidad admisible de corta duración asignada debe ser superior a la mayor corriente de cortocircuito que pueda presentarse en aquel punto, y circular por el aparato, asimismo, el valor cresta de la intensidad asignada de corta duración, debe ser superior al mayor valor de cresta de la intensidad inicial de cortocircuito.

4.2.2. Equipo de media tensión. Los equipos que se encuentran instalados en los diferentes centros de carga subterráneas tienen funciones y prestaciones diferentes, pero todos ellos se encuentran afectados por una problemática común. En funcionamiento normal, circulan por la instalación las corrientes de servicio, incluidas eventuales sobrecargas, admisibles hasta cierto valor y/o duración. Los más destacados son:

- Seccionadores
- Interruptores e Interruptores Seccionadores
- Celdas
- Fusibles de media tensión
- Transformadores de distribución
- Pararrayo

5. Normativa aplicada al Diseño de los Centros de Carga

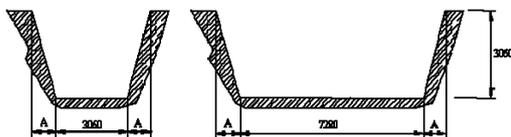
5.1 Parámetros de Diseño

El centro de carga deberá cumplir las siguientes condiciones. No contendrá canalizaciones ajenas al centro de carga, tales como agua, aire, gas, teléfonos, etc. Será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del centro subterráneo (muros, tabiques, cubiertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos (vigas, pilares, etc.) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con la NBE CPI-96 y los materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de clase MO de acuerdo con la Norma UNE 23727. Los centros de carga

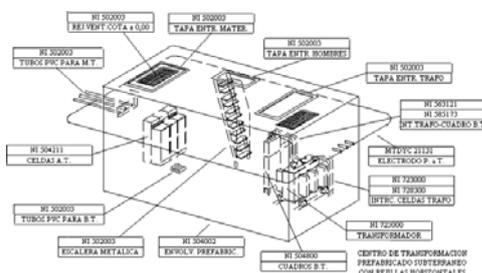
estarán contruidos de manera que su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se unirá un conductor rígido de cobre desnudo de 50 mm² formando un anillo en todo su perímetro, al que se unirá también el mallazo del piso, dejando en ambos casos una punta de cable de cobre de 0,20 m que se unirán a la tierra de las masas. En el caso de centros prefabricados, cada pieza de las que forman parte del edificio, deberán disponer de dos puntos metálicos, lo mas separados posible para poder medir la continuidad eléctrica de la armadura.

TIPO ENVOLVENTE	DIMENSIONES EXCAVACION
EPSH - EPSV	3,06 m ancho x 7,28 m largo x 3,60 m profundidad

a. Dimensiones de excavación



b. Vista de corte vertical de excavación



c. Partes de un centro subterráneo

Figura 4. Esquema de Centros Subterráneos

En el caso de que el centro subterráneo esté ubicado de forma que sobre él se prevean cargas excepcionales (zonas de circulación o aparcamiento de vehículos) las características mecánicas se adecuarán a estas circunstancias. En cualquier caso, el valor mínimo de sobrecarga a considerar, será el indicado en el apartado 5.4.2 de la Norma UNE-EN 61330. Las cubiertas de los centros estarán diseñadas de forma que impidan la acumulación de agua sobre ellas y sin riesgo de filtraciones. En los forjados se distinguirán dos casos:

- 1.- Forjados de carga puntual, cuando el acceso al transformador y materiales se efectúa a través de tapas practicables situadas debajo de un forjado.
- 2.- Forjados para carga móvil que se pueden diferenciar dos zonas:

- La de maniobra que soportará una carga como mínimo de 600 kg/m².
- La del transformador y sus accesos, que soportará una carga rodante de 4.000 kg/m² apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

La carpintería podrá ser metálica, con el objetivo de ser lo suficientemente rígido y pueda proteger mediante galvanizado en caliente, u otro recubrimiento antioxidante. Asimismo, podrá ser de material orgánico, tal como poliéster con fibra de vidrio, resistente a la intemperie. Su resistencia mecánica será la adecuada a su situación y a la ubicación y características del centro de carga. El local del centro de carga contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, evitando el acceso a personas ajenas al servicio.

Los elementos delimitadores del centro subterráneo, puertas, ventanas, rejillas, etc., tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales de revestimiento interior serán de clase M0, de acuerdo con la norma UNE-23727.

Los muros exteriores deben presentar una resistencia mecánica mínima equivalente a la de los espesores de los muros contruidos con los distintos materiales.

El acabado de la albañilería en el interior del centro, debe tener las siguientes características:

- Paramentos interiores: raseo con mortero de cemento fratasado y pintado, estando prohibido el acabado con yeso.
- Paramentos exteriores: se realizará de acuerdo con el resto del edificio.
- El pavimento será de cemento continuo bruñido y ruleteado. El acabado de los elementos metálicos que intervengan en la construcción del centro estarán protegidos de la oxidación por imprimación de pintura antioxidante y acabado con pintura tipo resina epoxi o epoxidica.

El local deberá contar con cota de desagüe suficiente. Los fosos o canales tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2%, hacia una arqueta sumidero conectada a la arqueta colectora, que puede ir comunicada mediante tubo con el desagüe general o pozo filtrante.

Todos los centros de carga tendrán:

- Cartel de primeros auxilios,
- 5 reglas de oro,
- Guantes aislantes para 30 Kv,
- Pértiga de salvamento, y
- Banqueta aislante.

5.2. Ubicación de los elementos

Las dimensiones del centro subterráneo deberán permitir:

- El movimiento y colocación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación eléctrica.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación y operaciones de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según se recoge en las instrucciones del MIE-RAT-14 ó MIE-RAT-15 según se trate de maniobra de interior o exterior respectivamente.

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del centro de carga, se tomarán en consideración las siguientes dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra, según MIE-RAT 14, si hay elementos de maniobra en ambos lados de la zona de servidumbre, ésta deberá tener un ancho de 1200 mm. No se incluye la separación a pared de la apartamenta, en caso de centros prefabricados este dato lo debe facilitar el fabricante. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartamenta.

5.2.1. Puertas de acceso. En los centros subterráneos las tapas de acceso, a instalar en el piso de aceras o calzadas, se ajustarán a la norma EN-124, siendo de clase D-250 cuando se instalen en zonas peatonales y D-400 cuando estén situadas en sitio de tráfico rodado. Siendo las dimensiones mínimas de luz de 0,80 x 0,60 m para las tapas de acceso al personal y de 2,10 x 1,25 m para las tapas de acceso de materiales.

5.2.2. Escaleras. Las escaleras para el personal en centro de carga subterráneos serán de acero S275JR UNE EN 10 025, galvanizado en caliente según la norma NI 00.06.10. Separación de peldaños no superior a 25 cm, constituida por perfiles metálicos u otro material suficientemente resistente. En los centros subterráneos ubicados en primer sótano, tanto el propio local como los canales deberán contar con un desagüe suficiente por gravedad. En los que no exista desagüe suficiente por gravedad se deberá disponer de bomba de achique, cuya cota superior se encuentre por debajo de la rasante del suelo del centro.

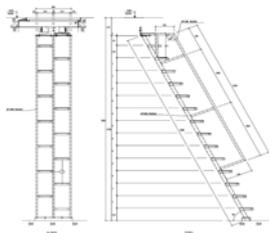


Figura 5. Escaleras

5.2.3. Ventilación. Los recintos destinados a centros de transformación deben tener renovación de aire, con el fin de evacuar el calor producido en el transformador o transformadores debido a las pérdidas magnéticas (pérdidas de vacío) y las de los arrollamientos por efecto Joule (pérdidas en carga).

5.2.4. Grados de protección. La envolvente, incluyendo los accesos para el equipo y el personal, así como las penetraciones de cables, será con un grado de protección IP X7 y IK 10 según la norma UNE 20324 y UNE 50102 respectivamente.

5.2.5. Iluminación. En el interior del centro de carga se instalarán las fuentes de luz necesaria para conseguir, un nivel medio de iluminación de 150 lux existiendo por lo menos dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación, se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin necesidad de desconectar la alimentación.

5.2.6. Sistema contra incendios. Existen dos niveles o sistemas de protección contra incendios.

- Sistema pasivo de aplicación general de todos los casos.
- Sistema activo que refuerza y complementa al sistema pasivo de aplicación obligatoria a partir de ciertas cantidades de aceite.

5.3. Factor de riesgo en centros de carga

Es el riesgo derivado de los centros de carga para las personas cuando se encuentran en proximidad o en el interior de los mismos, ya sea por motivos de su actividad laboral o no.

6. Inspección, Prueba y Mantenimiento

Las instalaciones eléctricas de obra deberán diseñarse y realizarse de acuerdo con las exigencias del organismo competente y de normas técnicas aceptadas, estableciendo la calidad de los conductores, características de los tendidos a canalizaciones, dispositivos de corte y seguridad, incluyendo equipos, máquinas y herramientas.

Deberá existir en obra una memoria técnica donde se describa las características de la instalación eléctrica empleada en obra, los dispositivos de protección y maniobra existentes, sistemas de tableros principales y secundarios, instalación activa y del sistema de puesta a tierra, así como todos los

elementos afines a las instalaciones relacionados con la seguridad de las personas.

Tabla 1. Distancias de Seguridad

TENSIÓN EFICAZ	DISTANCIA MINIMA EN METROS
0 a 24 voltios	0,00
de 24 voltios a 1 kV	1,00
más de 1 kV a 66 kV	3,00
más de 66 kV	5,00

Las condiciones de seguridad en instalaciones eléctricas permanentes o provisionales según aplique, nos dice que se deben adoptar las medidas de seguridad para realizar el mantenimiento a las instalaciones eléctricas, al equipo y a las subestaciones. Considerando al menos: el equipo eléctrico, las instalaciones eléctricas y subestaciones en general.

6.1. Mantenimiento de líneas subterráneas

Antes de iniciar el trabajo y una vez recibida la línea o parte de la misma en consignación o descargo, se debe verificar la ausencia de tensión eléctrica; poner la misma en corto circuito y a tierra, a ambos lados, lo más cerca posible del lugar de trabajo, asegurándose de que las tomas de tierra mantengan continuidad. Se deben colocar barreras de protección y señales o avisos de seguridad. La desconexión de líneas o equipos de la fuente de energía eléctrica se debe hacer abriendo primero los equipos diseñados para operar con carga. Para trabajos de mantenimiento en líneas subterráneas se debe: Identificar la ubicación de los equipos conforme lo indiquen los planos. Ubicar las trayectorias, circuito de alimentación, transformador y seccionador. Identificar los riesgos y determinar las medidas preventivas para realizar las tareas. Verificar el estado de las conexiones de puesta a tierra y los conductores de puesta a tierra. Utilizar candados o etiquetas de seguridad.

6.2. Inspección y mantenimiento de cuartos o bóvedas

Para la conexión por primera vez a la red de un centro de carga, después de los requisitos administrativos, Se revisa la instalación en todos sus elementos: ubicación, edificio, transformador, aparatenta, equipo de medida, red de tierras, etc. Los principales puntos a revisar son: Limpieza de

las instalaciones, limpieza y revisión de los contactos de toda la aparatenta, que deben tener la presión adecuada, revisión de las normas de explotación y de las normas de los aparatos a poner en servicio, comprobación del buen funcionamiento de los dispositivos de mando y enclavamiento de los aparatos, realizando las maniobras habituales, y verificación del tiempo de actuación de los relés. Comprobación de las conexiones de las barras y que no hay peligro de cortocircuito entre ellas, Observación del nivel de aceite del transformador y verificación del funcionamiento del relé de gases y del relé de temperatura, Comprobación del buen aislamiento eléctrico de toda la instalación, verificando que las condiciones de la instalación están de acuerdo con las prescripciones reglamentarias, Comprobación de los circuitos y las tomas de tierra, midiendo la resistencia de las tomas de tierra y las tensiones de paso y contacto.

Los criterios de mantenimiento de los centros de carga se basan en el artículo 12 del Reglamento de Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, y en el artículo 92 del Reglamento de Verificaciones Eléctricas. Se tiene en cuenta, además, el Reglamento de Baja Tensión. y la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

7. Conclusiones

La utilidad y relevancia de este estudio se demuestra en el hecho de que aún no se disponen de proyectos elaborados sobre este tema por ninguna empresa o institución territorial, ni existe experiencia especializada de construcción de cámaras de transformadores subterráneas.

Se realizó un estudio general para la construcción, diseño y mantenimiento de una red subterránea de media tensión, basándose en un grupo de normas ya existentes. Cumpliendo con el objetivo principal de la tesis, el cual es el de establecer una guía técnica para realizar instalaciones subterráneas.

Las normas utilizadas en este proyecto son las europeas, a pesar que no existe gran diferencia con las normas americanas, quisimos darle un enfoque diferente basándonos en la experiencia de compañías europeas y en los resultados que han obtenido al utilizar sus normas. Generando así un impulso para que este proyecto sirva como avance para crear nuestras propias normas y hacerlas cumplir en su totalidad.

Se destacan estas normas ya que están respaldadas bajo el nombre de varias compañías distribuidoras, de ventas, de comercialización, etc, donde certifican y garantizan el trabajo de realizar una instalación

subterránea, creando sus propias normas, donde nos indican como cumplir los estándares de diseño, construcción y así garantizar la vida útil de los equipos y el de las propias instalaciones. Así mismo estas compañías poseen proyectos tipos, incluyendo centros prefabricados que nos sirvieron como modelo para la elaboración de nuestra tesis.

Hay que tener presente que al realizar una instalación subterránea tenemos mayor confiabilidad, seguridad, imagen urbana, continuidad en el servicio, menor impacto ambiental en comparación con una instalación aérea, ya que éstas tienden a sufrir mayor número de averías, debido a sus condiciones físicas, por encontrarse en el exterior. Cabe resaltar que el costo de instalación es mucho menor en comparación con una instalación subterránea, pero así mismo un sistema aéreo tiene una vida útil de 25 años, mientras el subterráneo puede llegar a los 50 años.

En las instalaciones eléctricas subterráneas encontramos los centros de carga, los cuales son los encargados de distribuir, transformar e interconectar la carga por medio de los equipos que lo conforman. Estos centros de carga están ubicados ya sea en bóvedas o en cuartos subterráneos, esto depende del lugar más óptimo que se haya seleccionado para su ubicación, sea este un edificio, un parque, acera de las calles, etc. Dependiendo exclusivamente de la carga y el tipo de centro de carga a instalarse. Debido a la importancia que tiene el centro de carga debe de estar normalizado y funcionar bajo todas las condiciones de seguridad según sea el caso.

Los elementos y equipos que constituyen un centro de carga se encuentran limitados por parámetros característicos, tales como valores nominales, asignados, intensidades térmicas y dinámicas, que se encuentran condicionados con la tensión asignada, la intensidad asignada. Todos los elementos en conjunto, deben poder soportar las sobrecargas y cortocircuitos para un correcto funcionamiento y poder tener las protecciones debidas para suplir cualquier tipo de inconveniente.

La determinación de la corriente máxima depende de las características de la red; este valor nos permite es primordial para la selección de la configuración y parámetros característicos (K_r K_p K_c) de los electrodos de puesta a tierra.

Los conductores utilizados para la instalación en redes subterráneas son aislados con Polietileno reticulado (XLPE) o Goma etilénpropilénica (EPR) la selección del aislante depende de las características de la instalación eléctricas y mecánicas.

Las pantallas pueden ser semiconductoras sobre el conductor o sobre el aislamiento tienen como función crear una superficie equipotencial para uniformar el campo eléctrico en el dieléctrico y confinarlo;

también se lo utiliza para blindar al cable de campos externos y como protección para el personal.

Cada uno de los elementos que conforman un centro de carga tienen características y funciones que los difieren de los demás, por lo tanto se debe tener en cuenta, al momento del diseño, el espacio, el lugar exacto y la ubicación de los mismos para dar plena seguridad al personal encargado del mantenimiento o reparación de averías.

La normativa aplicada en diseño de los centros de carga está basada en los Reglamentos sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación con sus instrucciones técnicas complementarias y como acciones aconsejables las recomendaciones de UNESA (unidad eléctrica S.A.).

- Así mismo podemos ver que un correcto seguimiento del funcionamiento de los elementos y equipos que conforman el centro de carga es indispensable, ya que esto determina la vida útil y evita posibles fallas en el sistema.

8. Referencias

- [1] J. García Transacos, Instalacione Eléctricas de Media Tensión, Magallanes, Parninfo, 1999.
- [2] Donald G. Fink/H. Wayne Beaty, Tomo I, tomo II, Tomo III, Tomo IV, México, Mc Graw-Hill,
- [3] P. Díaz, Soluciones Prácticas para la puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos de Distribución, México, Mc Graw Hill, 2001.
- [4] Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM), Empresa Eléctrica del Ecuador.
- [5] Underground Distribution Switchgear S&C, CATEG
- [6] <http://www.gobiernodecanarias.org/industria/guia/MEDIA%20TENSION/Guia%20de%20media%20tension%20y%20ET.xml>
- [7] <http://www.construnario.com/diccionario/swf/28181/Cat%C3%A1logos/Reglamento%20BT/Fichas%20ITCs/Ficha%20ITC-BT-07.pdf>
- [8] <http://www.energiuacm.org.mx/pdf/seminarios/2005/14junio.pdf>
- [9] <http://www.cfe.gob.mx/es/templates/otras/search.results.aspx?idioma=es&buscar=media%20tension>
- [10] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_222.pdf
- [11] <http://www.fing.edu.uy/servadm/plandeobras/decreto179-00.pdf>
- [12] <http://www.inapramex.com/NOM029STPS2000.pdf>
- [13] <http://www.zensol.com/VE/compartir-contactos-electricos.htm>

