ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL "ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA"

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECÁNICA

PACHACAMA SOTOMAYOR HECTOR DANIEL
(hecdan2704@hotmail.com)

RIVERA MAYO GABRIELA NATHALY
(gabynmr@hotmail.com)

DIRECTOR: Ing. Carlos Eduardo Posso Játiva

(possojativa@hotmail.com)

Quito, Julio 2014

DECLARACIÓN

Nosotros, Pachacama S. Héctor Daniel, Rivera M. Gabriela Nathaly, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pachacama S. Héctor Daniel

Rivera M. Gabriela Nathaly

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Pachacama S. Héctor Daniel y Rivera M. Gabriela Nathaly bajo mi supervisión.

(Ing. Carlos Posso)

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, a mis Padres por su sacrificio diario, hermanas, quienes supieron apoyarme para seguir adelante con la culminación exitosa de mis estudios.

Al Ing. Carlos Posso director de tesis, Ing. Jorge Fabara que me guió en el transcurso de este trabajo, por su ayuda desinteresada para elaborar este proyecto.

A todas aquellas personas en especial amigos que colaboraron de forma directa o indirecta con mi formación tanto humana como profesional en la EPN.

Héctor Daniel

AGRADECIMIENTO

En la culminación de este proyecto agradezco a Juan Don Bosco, a mi familia y Zoológico de Guayllabamba. A Juan Don Bosco que al igual que mis profesores, son un ejemplo de entrega a los jóvenes, que me a impulsado a prepararme más para servirlos.

A mi familia por ser el pilar fundamental de mi vida, apoyándome siempre en todo lo que necesito, sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora, y a mis queridos amigos del zoo quienes entre risas y consejos nos brindaron aliento para la culminación del trabajo.

Gabriela Nathaly

CONTENIDO

DECLARACIÓN ii
CERTIFICACIÓN iii
AGRADECIMIENTOS iv
CONTENIDO vi
RESUMEN vii

CAPÍTULO I

1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN EL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA 1
1.1 GENERALIDADES 1
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE 2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL 2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
1.2.3 ALCANCE 3
1.3 CONTENIDO 3
1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA 4
1.4.1 DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA 4
1.4.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL 7
1.4.3 ESTADO DE CONDUCTORES DE FASE 9
1.4.4 ESTADO DE PROTECCIONES 11
1.4.5 ESTADO DE SUBTABLEROS DE DISTRIBUCIÓN E INSTALACIONES EN GENERAL. 12
1**.5 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO** 17
1.5.1 PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSPECCIÓN. 17

CAPÍTULO II

2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES SUBTERRÁNEAS 23
2.1 ACOMETIDAS BAJO VOLTAJE 24
2.1.1 DUCTOS DE ACOMETIDAS 24
2.1.2 CONSIDERACIONES PARA ACOMETIDAS DE MEDIO VOLTAJE 24
2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 25
2.2.1 DUCTOS DE ACOMETIDAS 25
2.2.2 CONSIDERACIONES PARA ACOMETIDAS DE MEDIO VOLTAJE 25
2.2.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO PEDESTAL 26
2.2.4 TORRES DE TRANSFORMACIÓN 28
2.3 CONDUCTORES ELÉCTRIOS 28
2.3.1 GENERALIDADES 29
2.3.2 CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN ... 29
2.3.2.1 CONDUCTORES UTILIZADOS EN BAJO VOLTAJE 30
2.3.2.2 CONDUCTORES UTILIZADOS EN MEDIO VOLTAJE 31
2.3.3 CAÍDAS DE VOLTAJE 32
2.3.4 SELECCIÓN DEL CABLE 34
2.3.5 PÉRDIDAS TÉCNICAS EN REDES SUBTERRÁNEAS 35
2.3.6 INSTALACIÓN DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS. 35
2.3.7 OBRA CIVIL 36
2.3.7.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO 36
2.3.7.2 EXCAVACIONES ZANJAS PARA DUCTOS 37
2.3.7.3 DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO 38

2.3.7.4 RELLENO COMPACTO Y MATERIAL DE MEJORAMIENTO 38
2.3.7.5 POZOS DE REVISIÓN 39
2.3.7.5.*1 Excavación para pozos de revisión* 39
2.3.7.5.2 Dimensiones de los pozos eléctricos 39
2.3.7.5.3 Detalle constructivo de la obra de los pozos 40
2.3.7.6 TUBOS PVC PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS 41
2.3.7.6.1 Alineación de tubos 41
2.3.7.6.2 Normas y reglamentos 42
2.3.8 OBRA ELÉCTRICA 42
2.3.8.1 ESPECIFICACIONES PARA EL TRANSPORTE Y TENDIDO DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS 43
2.3.8.1.1 Transporte 44
2.3.8.1.2 Marcas e identificadores 44
2.3.8.2 NORMAS DE SEGURIDAD 45
2.3.8.3 COMPROBACIÓN DE LOS CABLES 45
2.4 EMPLAMES 47
2.4.1 EMPALMES DE BAJO VOLTAJE 47
2.4.2 OBRA ELÉCTRICA PARA EMPALMES 47
2.4.3 INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL EMPALME 48
2.4.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EMPALMES DE BAJO VOLTAJE 49
2.4.3.2 NORMAS DE FABRICACIÓN 51
2.5 PROTECCIÓN ELÉCTRICA DE LAS INSTALACIONES DOMESTICAS E INDUSTRIALES 52
2.5.1 GENERALIDADES 52
2.5.2 PUESTA A TIERRA 52
2.5.3 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA 52
2.5.3.1 OBJETIVOS DE UNA PUESTA A TIERRA 54
2.5.3.2 REQUISITOS GENERALES 55
2.5.4 CÁLCULO DE MALLAS DE PUESTA A TIERRA 55
2.5.4.1 MÁXIMOS VALORES DE RESISTENCIA 58
2.5.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO SEGÚN IEEE 80 58
2.5.4.2.1 Cálculos de mallas de puesta a tierra 62
2.5.4.2.2 Método de aplicación del FASTGEL 67
2.5.5 ESTÁNDARES 68
2.5.5.1 MÉTODO DE SOLDADURA 68
2.5.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SOLDADURA CADWELD 69
2.5.5.2.1 *Moldes de grafito* 70
2.5.5.2.2 *Proceso de unión* 70

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA Y DEMANDA DEL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA 73
3. 1 CÁLCULO DE LA DEMANDA 73
3.1.1. ANTECEDENTES 73
3.1.2. CONCEPTOS GENERALES 74
3.1.3. DISEÑO Y CÓMPUTOS 76
3.1.3.1 MÉTODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA 76
3.1.3.2. LLENADO DE TABLA PARA ESTUDIO DE CARGA 80
3.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN . 89

3.2.1 PASOS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN 91
3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 1..... 92
3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 2..... 94
3.2.4 CONDICIONES TRANSPORTE, MONTAJE E IZAJE DEL TRANSFORMADOR 97
3.2.4.1 TIPO DE INSTALACIÓN 100
3.3. DISEÑO DE LA RED DE BAJO VOLTAJE 101
3.3.1 CÓMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS SECUNDARIOS 105
3.4 PUNTO DE ALIMENTACIÓN DE LA RED PRIMARIA 108
3.5 COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN.....109
3.6 ELECCIÓN DE TUBERÍA Y ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.....110

CAPITULO IV

4 SÍMBOLOS Y PLANOS.....113
4.1 PLANOS ELÉCTRICOS 113
4.4.1 SÍMBOLOS ELÉCTRICOS 113
4.1.2 ABREVIATURAS.....114
4.1.3 FORMATOS TIPO.....115
4.1.4 ESCALAS.....116
4.1.5 ROTULADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FORMATOS 116
4.1.6 PLEGADO DE PLANOS.....117
4.2 **LISTADO Y EQUIPO DE MATERIALES** 118
4.2.2 ORDENAMIENTO DE LOS LISTADOS 118
4.2.2 CONDICIONES DE LOS SERVICIOS 120
4.2.3 NORMAS DE REFERENCIA 120

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES 123
5.2 RECOMENDACIONES.....123
5.3 BIBLIOGRAFÍA 124

ANEXOS

DETALLE DE TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

PLANOS

LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO Y ELÉCTRICO GENERAL DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES. (1 de 1)

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES DE CADA ESTRUCTURA. (4 de 4)

DIAGRAMA UNIFILAR DEL NUEVO DISEÑO ELÉCTRICO. (1 de 1)

NUEVO DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PROYECTADO. (1 de 1)

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se realiza un estudio de cómo se encuentran las instalaciones eléctricas del Zoológico de Guayllabamba, en el cual debido a varios factores encontrados como son los años que tiene la instalación eléctrica, condiciones ambientales han provocado problemas e inconsistencias en el sistema eléctrico llevando al incumplimiento de muchas normas, para lo cual se plantea como opción la renovación del sistema eléctrico, ya que lo antes mencionado es considerado un riesgo para la vida del ser humano.

El estudio empieza con el levantamiento de los planos eléctricos en el cual permite observar cómo se encuentran todos los componentes eléctricos del sistema.
Posteriormente al conocer los resultados del análisis, se procede a realizar un nuevo rediseño del sistema eléctrico basado en normas y reglamentos que garanticen la seguridad de personas, especies de animales que se encuentran en peligro de extinción ayudando a la conservación del medio ambiente, etc.

También se presentan una serie especificaciones técnicas que se debe cumplir para el diseño de redes eléctricas subterráneas. En base a esto se realiza un estudio de carga y demanda, el mismo que sirve para seleccionar de una manera adecuada las secciones de los conductores, protecciones, transformadores, en general todos los materiales que intervienen en un sistema eléctrico, todo esto se lo realiza en base a la norma para sistemas de distribución proporcionada por la EEQ.SA en conjunto con la norma NEC, entre otras.

Se elabora la lista de materiales a utilizarse tomando en cuenta los costos de la implementación y finalmente se elabora las conclusiones y recomendaciones de dicho proyecto de titulación.

CAPÍTULO I

1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN EL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA

1.1 GENERALIDADES

Actualmente la flora y fauna del Ecuador se encuentran amenazadas por un sin número de causas, crecimiento de población, yacimientos petroleros, tala indiscriminada de bosques, etc. imposibilitando de esta manera que futuras generaciones puedan conocer las tan variadas especies que posee nuestro país.

En el Ecuador pocos sectores se encuentran especializados en el manejo, exhibición y educación ambiental con la fauna en cautiverio, y en la elaboración y ejecución de proyectos de investigación sobre manejo y conservación de recursos naturales como también en proyectos de desarrollo social. Estos lugares desarrollan diversas actividades en familia, además de actividades infantiles y educación preescolar relacionada a los animales.

Uno de los lugares encargados de la preservación de la fauna es el “Zoológico de Guayllabamba” en este lugar se encuentra la colección más grande del país de fauna nativa abierta al público. La mayor parte de esta fauna es proveniente del antiguo Zoológico del Colegio Militar, a la que se ha sumado varios animales producto del combate contra el tráfico de animales. Tiene una extensión de 14 hectáreas, 9 están ocupadas por 24 encierros donde se exhiben aproximadamente 180 animales. Su misión institucional es conservar la biodiversidad faunística ecuatoriana, poniendo énfasis en las especies que se hallan en peligro de extinción, mediante proyectos y programas de investigación, manejo y educación, encaminados a fortalecer la conciencia colectiva sobre la importancia de nuestra biodiversidad.

Todos estos exhibidores requieren de condiciones muy especiales en cuanto a asepsia, temperatura ambiental, iluminación, etc., que implican contar con una infraestructura de instalaciones de fuerza, iluminación y control óptimas.

Se ha escogido el Diseño de Instalaciones Eléctricas Subterráneas del Zoológico de Guayllabamba como el tema de este trabajo para describir los sistemas de distribución subterránea, conductores subterráneos, tableros de distribución, cajas térmicas, circuitos de fuerza e iluminación y dimensionamiento de protecciones.

Partiendo de parámetros eléctricos de cargas eléctricas instaladas en cada área del Zoológico, se establecen las demandas correspondientes, para el dimensionamiento de tableros de distribución, conductores subterráneos de bajo voltaje, tanto principales como secundarios y protecciones.

Todos los parámetros antes mencionados se tratan de manera sencilla para que en lo posterior pueda ser empleada como guía de diseño de redes de distribución Subterráneas, tomando en consideración normas, códigos, catálogos de materiales, normas de seguridad que permitan al diseñador obtener una información sencilla y de fácil entendimiento.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

El presente proyecto tiene como objetivo estudiar las condiciones en que se encuentra el sistema eléctrico actual del zoológico de Guayllabamba y mediante ese análisis realizar un nuevo diseño eléctrico subterráneo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado en que se encuentran las instalaciones eléctricas, para buscar soluciones adecuadas a los problemas presentes en las mismas.
- Establecer un nuevo diseño eléctrico que sea confiable y eficiente, en base a normas técnicas que proporcionen seguridad para personal de planta y visitantes.
- Suministrar un servicio eléctrico estable, impidiendo de esta manera la desconexión de las jaulas, así como la debida refrigeración de los alimentos.

1.2.3 ALCANCE

El estudio abarcara un análisis de cómo se encuentra la instalación eléctrica actual del zoológico de Guayllabamba, que nos permitirán tomar decisiones inmediatas a los problemas, y poder solucionarlos de la mejor manera.

Mediante el uso de especificaciones técnicas permitirá diseñar una red de distribución eléctrica que garantice la ejecución satisfactoria del proyecto, en el mismo se deberá tomar en cuenta al realizar los trabajos, la implementación de elementos como: ductos, pozos de distribución, conductores, empalmes, equipos de protección, de corte y de maniobra, cuidando así la integridad del personal de planta, visitantes y animales.

1.3 CONTENIDO

El presente proyecto de titulación se dividirá en los siguientes capítulos:

CAPITULO I Generalidades: Se considera todo lo referente al problema que motiva a la realización de este proyecto de titulación y se establecen objetivos generales y específicos, además se exponen las razones por las cuales se plantea este proyecto.

CAPITULO II Especificaciones técnicas para el diseño de redes subterráneas: Se establece las características eléctricas mediante normas técnicas, y requerimientos de seguridad, de todos los elementos y procedimientos a utilizarse que deben tomarse en cuenta para un buen diseño.

CAPITULO III Análisis de carga y diseño eléctrico: Contempla un estudio de carga instalada, cálculos de circuitos derivados y alimentadores tanto primarios como secundarios, cálculos de protecciones en general cálculos que intervienen en diseño de instalaciones eléctricas subterráneas.

CAPÍTULO IV Símbolos, planos y materiales: En este capítulo se considera la simbología eléctrica, además proporciona información de la presentación de planos para proyectos, además el ordenamiento de los listados para materiales eléctricos, normas de referencia para realización del proyecto eléctrico.

CAPÍTULO V Conclusiones y recomendaciones: Aquí está comprendido el resultado del análisis de los resultados derivados de la investigación, haciendo notar el logro de los objetivos planteados para este proyecto de titulación.

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA

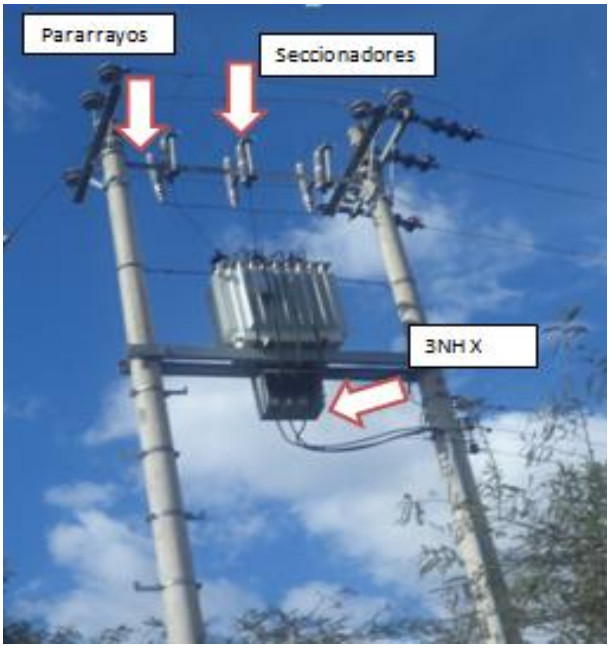
1.4.1 DISTRIBUCION SUBTERRÁNEA

Los transformadores que energizan a la red secundaria subterránea, están situados en una torre de tansformación, con postes normales de hormigón, con su equipo de maniobra y sus dispositivos protectores asociados.

Actualmente el zoológico cuenta con tres transformadores para la distribucion subterránea.

- **Transformador principal**

La mayor parte de subtableros de distribución del “Zoológico de Guayllabamba”, son alimentados por una red de distribución subterránea, con un transformador trifásico cuyas características se especifican a continuación.



Fotografía 1. Transformador trifásico de alimentación principal

La línea de medio voltaje que llega a este transformador tiene un voltaje de 22KV.

El transformador tiene las siguientes características:

N° 75167-MVT4-50
POTENCIA: 50 KVA
FASES: 3
VOLTAJE: 22KV-220/127V.

Subtableros de distribución alimentados por este transformador:

1.- Oficinas de administración.
2.- Baños entrada.
3.- Boletería.
4.- Cuarentena “tránsito”
5.- Educación
6.- Cóndor hijo.
7.- Águila pechiguera.
8.- Monos Chichicos
9.- Oso de anteojos
10.- Ranas
11.- Cabeza de mate.
12.- Tigrillos.
13.- Leones
14.- Puma
15.- Jaguar
16.- Monos calitrichados.
17.- Mono araña.
18.- Baños granja.
19.- Pavo.
20.- Centro de visitantes.
21.- Bar.
22.- Bodegas.
23.- Nutrición.
24.- Comedor.
25.- Aviario.
26.- Canguro
27.- Zarigüeya Andina.
28.- Cuarentenas 1, 2 y 3

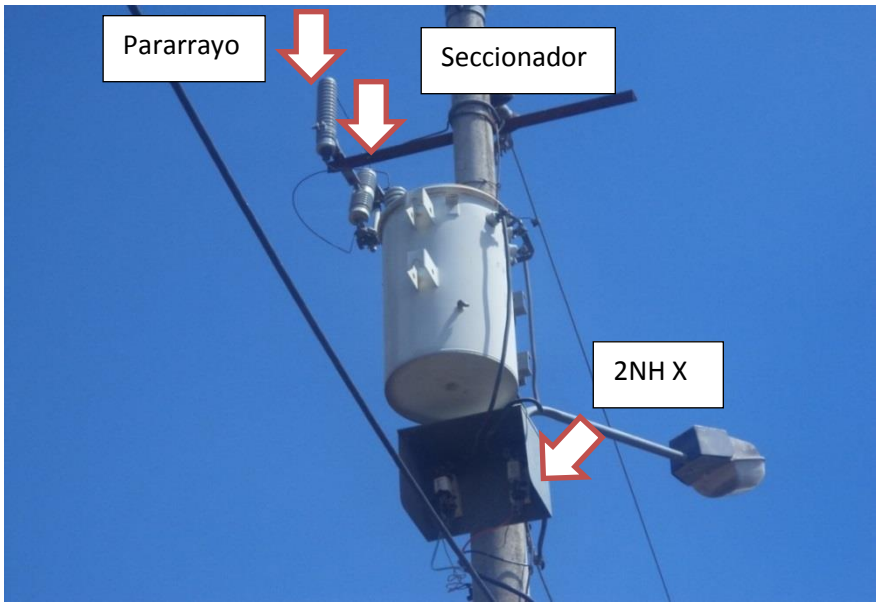
Para este sector se cuenta con un medidor trifásico, la red de distribución subterránea se especifica en el levantamiento eléctrico, en la cual se explica a detalle el número existente de pozos de revisión eléctrica, la trayectoria del conductor principal, y de conductores secundarios, subtableros de distribución han sido numeradas de acuerdo al número de la estructura ejemplo: subtableros de distribución 1 (STD1).

- **Transformador secundario 1**

Para la alimentación intermedia del Zoológico se dispone de un transformador monofásico, cuyas características se indican a continuación.

N° 22093-MVT3-25
POTENCIA: 25 KVA
FASES: 1
VOLTAJE: 22KV-220/110V.

Para la alimentación a este transformador se cuenta con una línea de 22,8 KV. La distribución para este sector se da mediante una red aérea.



Fotografía 2. Transformador monofásico para alimentación secundaria

Subtableros de distribución alimentados por este transformador

1.- Casa del duende.

2.- Casa de animales nocturnos.

Observación: Este transformador actualmente no tiene conexión a tierra.

Fotografía 3. Conexión a tierra rota del transformador secundario 1

- **Transformador secundario 2**

Para la alimentación posterior del Zoológico se dispone de un transformador ubicado en la calle (RUMICHUPA) cuenta con una línea de 22,8 KV. La distribución para este sector se da mediante una red aérea.

Las características del medidor y conductores de alimentación son:

Medidor bifásico: TIPO HX23D

Voltaje: 2 x 210 / 121v Corriente: 20 / 80 A

Conductor utilizado para distribución: 6 AWG TTU

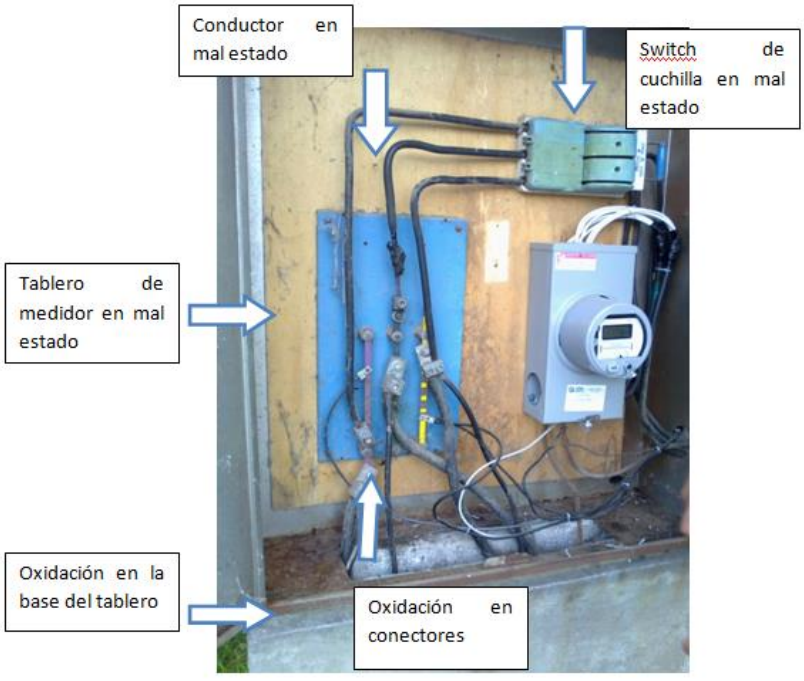
Subtableros de distribución alimentados por este transformador

1.- Cuarentenas 1, 2 y 3

2.- Veterinaria.

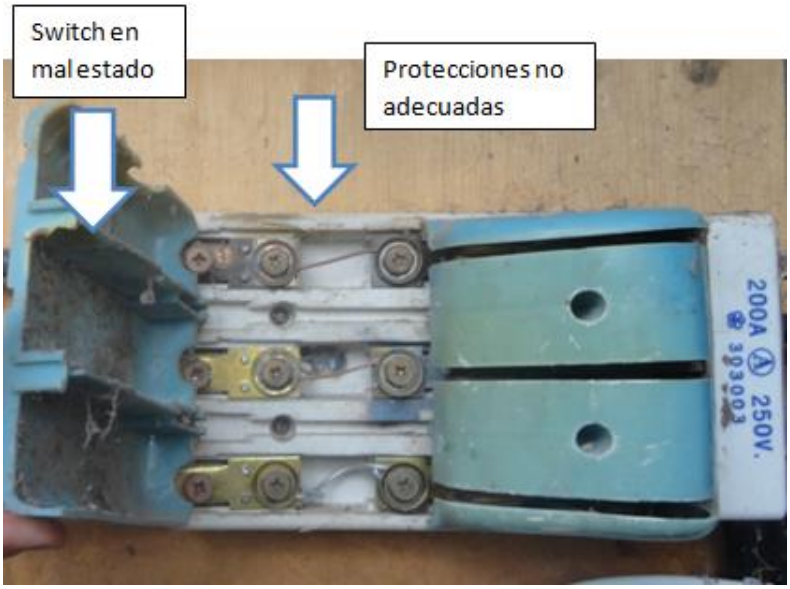
1.4.2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

Para la distribución actual de los subtableros de distribución de las distintas oficinas y exhibidores, se encuentra en funcionamiento el tablero de la fotografía 4 el mismo que no se encuentra con elementos necesarios que garanticen el correcto funcionamiento de la red, la descripción del mismo se explica a detalle en las fotografías 5 a 7.

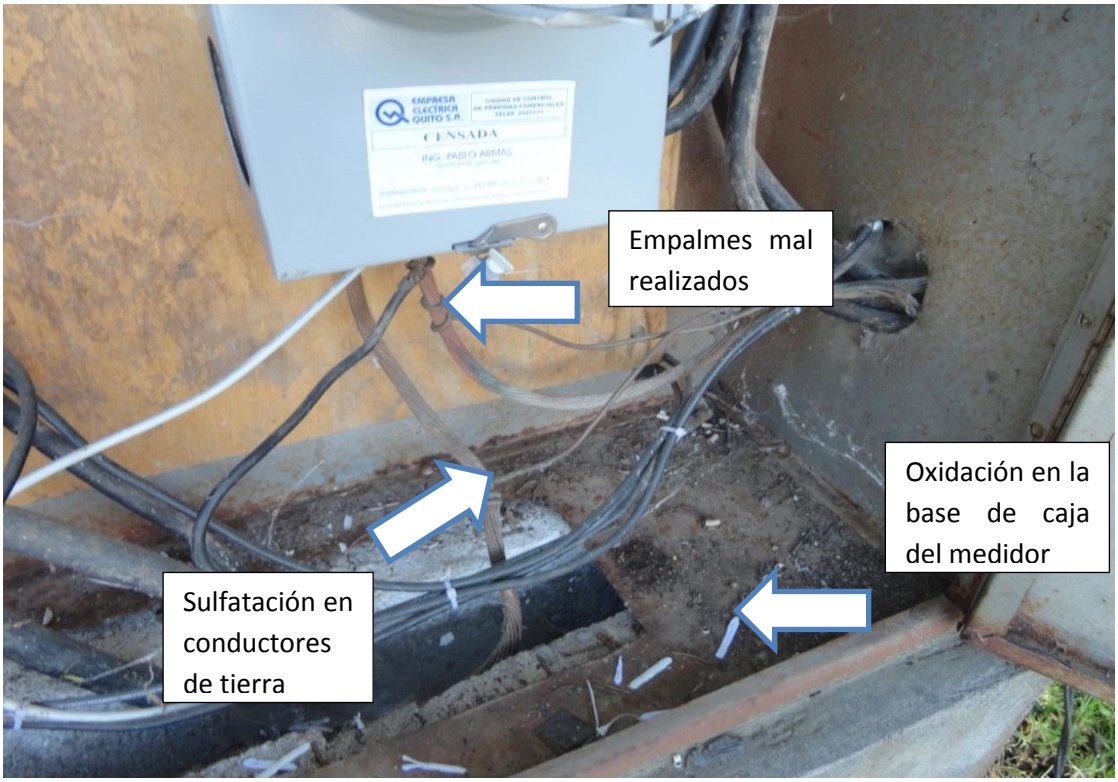


Fotografía 4. Tablero de distribución principal

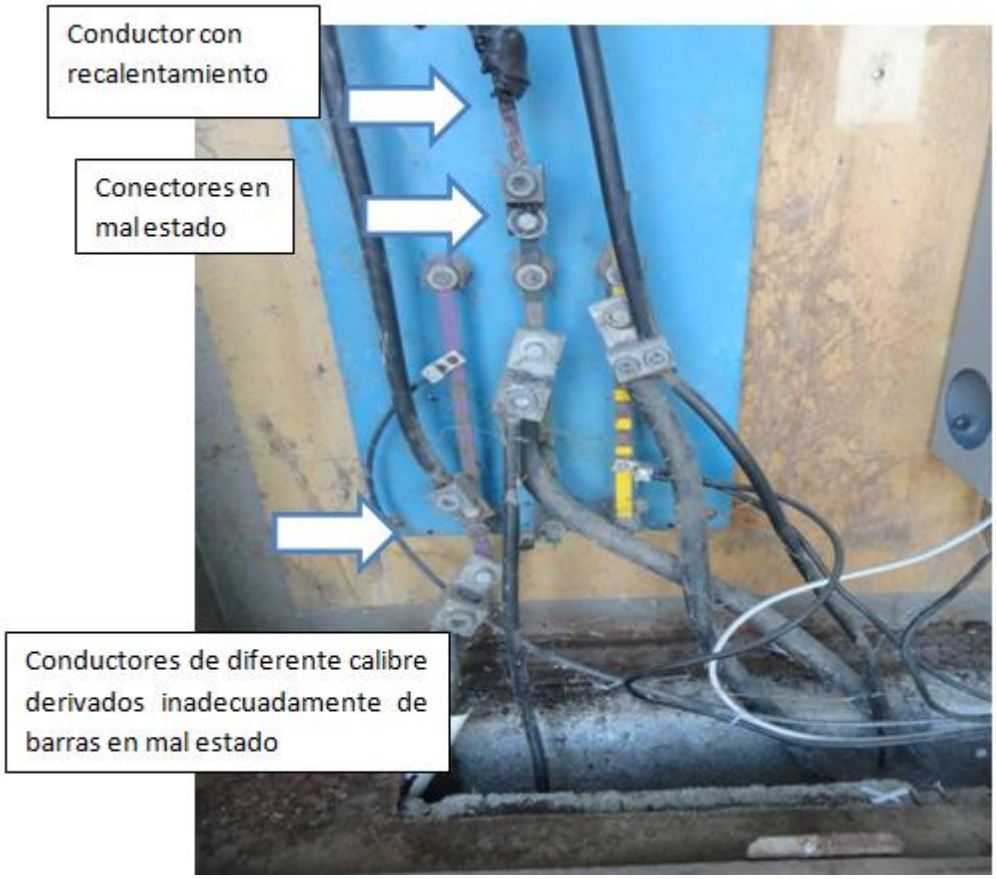
La protección principal que permitirá la apertura en caso de falla, en la actualidad se realiza mediante un switch de cuchillas de 220A, 250V, que no se encuentra dotado de protecciones adecuadas, como son fusibles.



Fotografía 5. Switch de cuchillas del tablero principal



Fotografía 6. Estado de cables de medidor



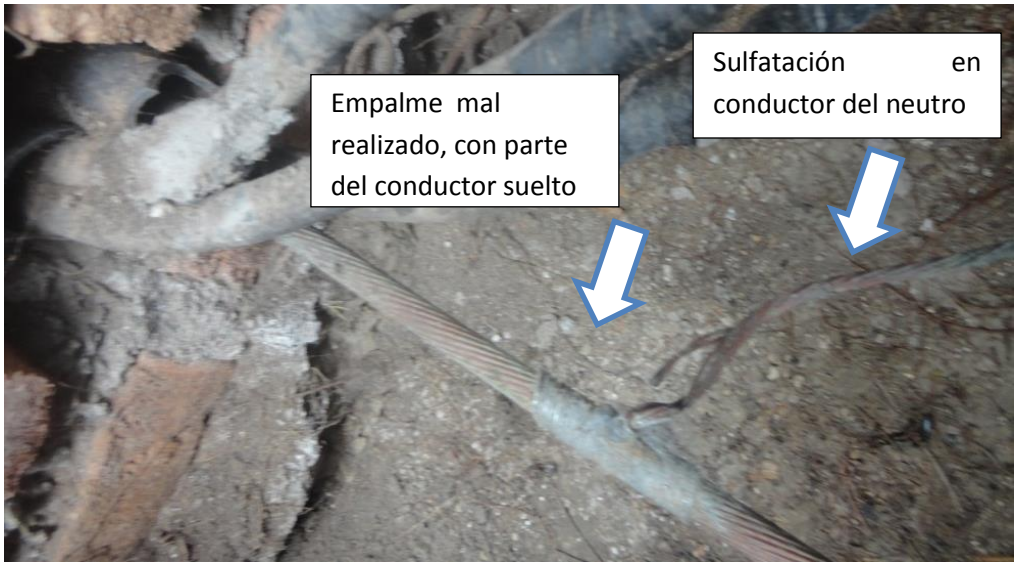
Fotografía 7. Estado de acometidas subterráneas

1.4.3 ESTADO DE CONDUCTORES DE FASE

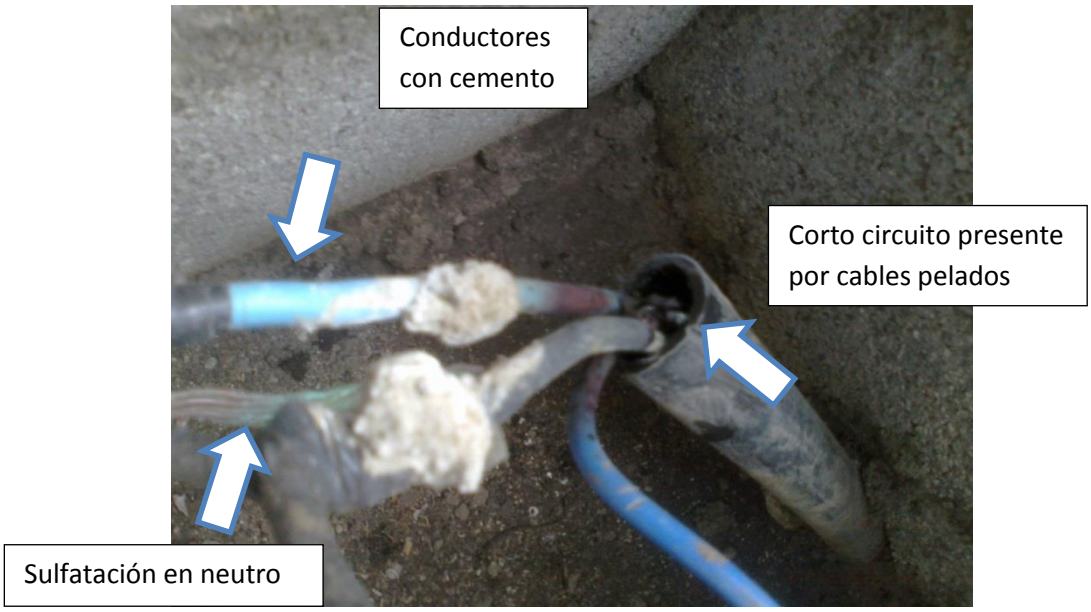
En la actualidad la alimentación principal de energía eléctrica es mediante un conductor de 300 MCM uno por fase, para las derivaciones tanto a subtableros de distribución como alumbrado público se ha realizado con diferentes calibres según la necesidad de la carga, estos conductores se encuentran empalmados en los distintos pozos de revisión, de 60 x 60 cm con una profundidad promedio de 80 cm. La mayor parte de estos pozos se han visto invadidos por las raíces de árboles cercanos, maleza, deterioro en tapas por agentes climáticos, deterioro en la chaqueta de los cables. Los problemas descritos se indican a continuación. (*Ver fotografías 8 a 11*)

CONDUCTORES PARA EL NEUTRO

En las redes subterráneas se encuentran conductores desnudos, tanto para neutros de redes secundarias como para puestas a tierra. Los calibres utilizados son los siguientes: 6, 4, 2, (7 hilos) 2/0 AWG (19 hilos).



Fotografía 8. Desconexión de cable por soldadura, en neutro.



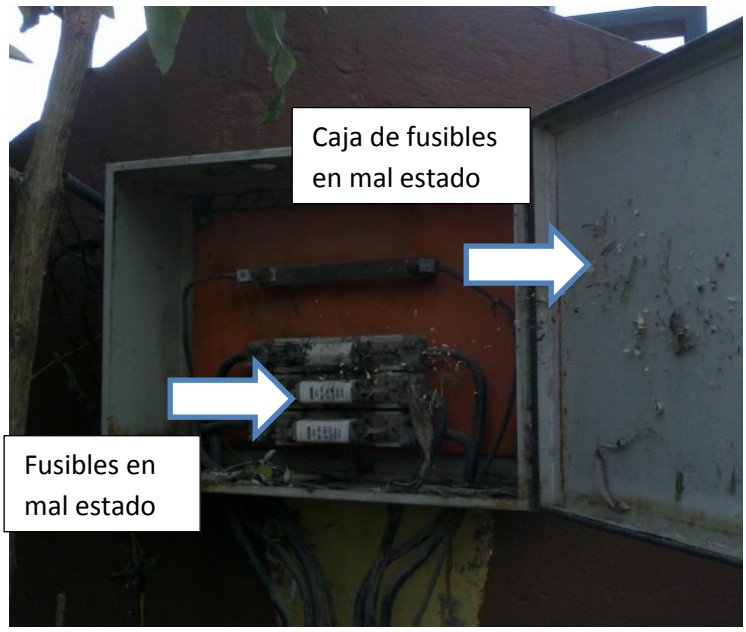
Fotografía 9. Conductores de derivación en mal estado.

Fotografía 10. Pozos de revisión sin tapa con maleza en el interior

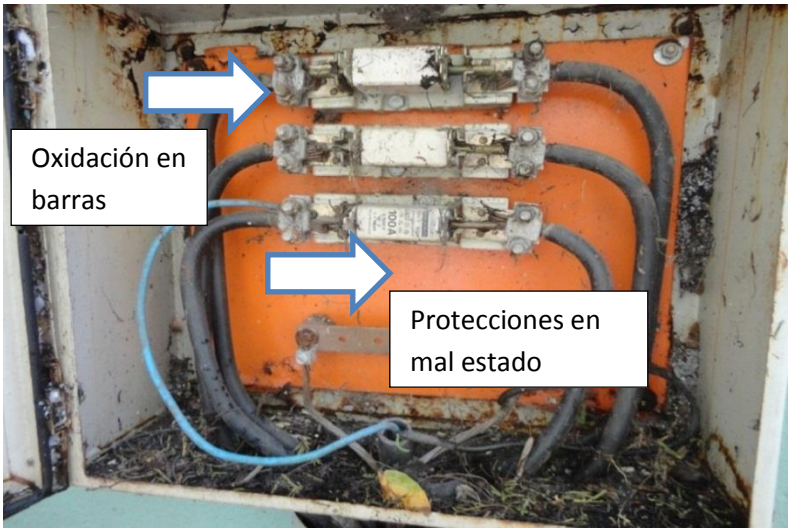
Fotografía 11. Tapa de pozo de revisión sin filo metálico.

1.4.4 ESTADO DE PROTECCIONES

Para la protección de los circuitos internos de los distintos sectores del zoológico contamos con dos cajas porta fusibles, en la que se indica el estado de la primera caja de protección que cuenta con tres fusibles NH1 de 160 A (3NHX 160A), en esta caja de protección debido al deterioro del sistema se presenta en la entrada un voltaje de 116V y a la salida un voltaje de 230V entre fase y neutro (neutro flotante); la segunda caja de protección mostrada en la fotografía 13 está ubicada en el sector de tigrillos, tiene tres fusibles NH1 de 100 A (3NHX 100A). (*Ver fotografías 12 y 13*).



Fotografía 12. Caja porta fusibles 1



Fotografía 13. Caja porta fusibles 2

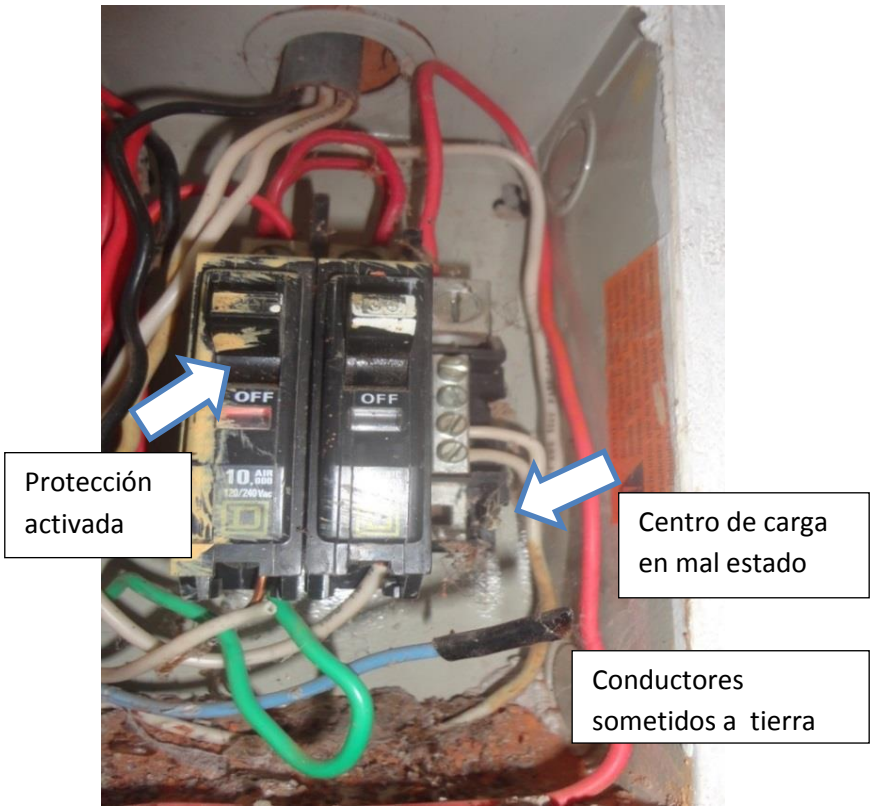
1.4.5 ESTADO DE SUBTABLEROS DE DISTRIBUCIÓN E INSTALACIONES EN GENERAL.

Los diferentes subtableros de distribución, circuitos de fuerza y circuitos de iluminación, se han visto afectadas por el paso del tiempo y sobre todo por su localización, ya que se encuentran permanentemente sometidas a situaciones abrasivas, polvo, insectos, plantas, ocasionando deterioro en el equipo.

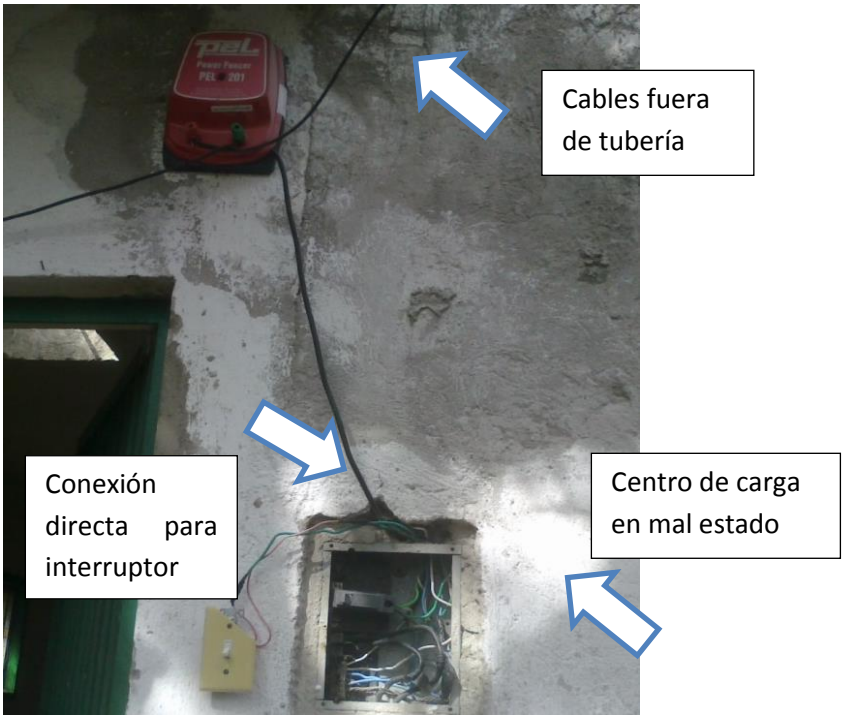
Para la descripción se toma en consideración un grupo de subtableros de distribución en la que se describe el estado de los mismos. (*Ver fotografías 14 a 18*)

Fotografía 14. Subida de acometida al subtablero de distribución

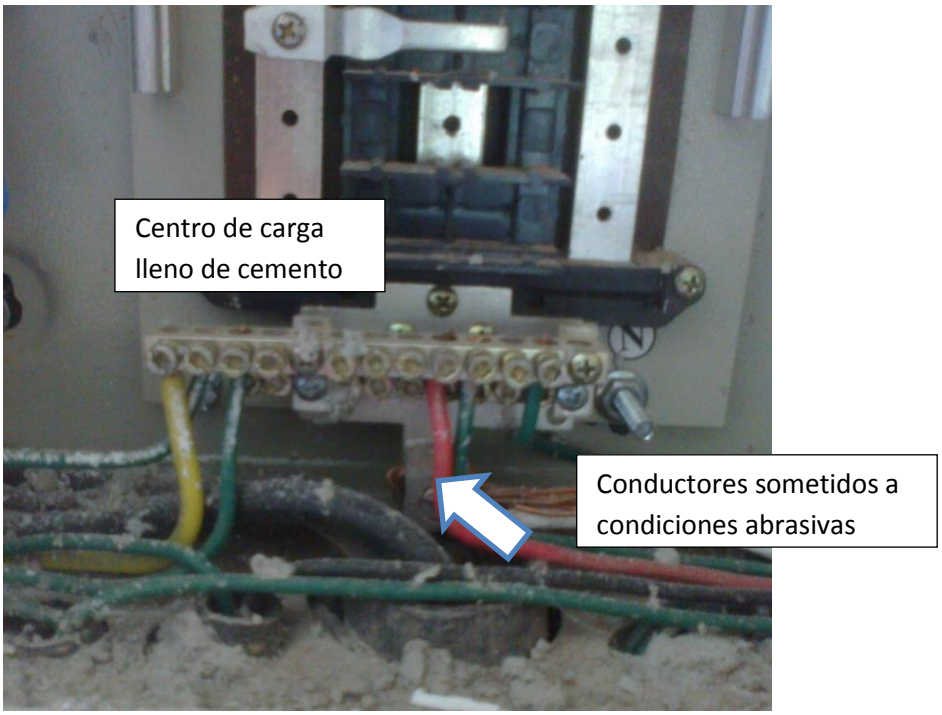
Fotografía 15. Breaker para alumbrado público



Fotografía 16. Estado de centro de carga (sector boletería).

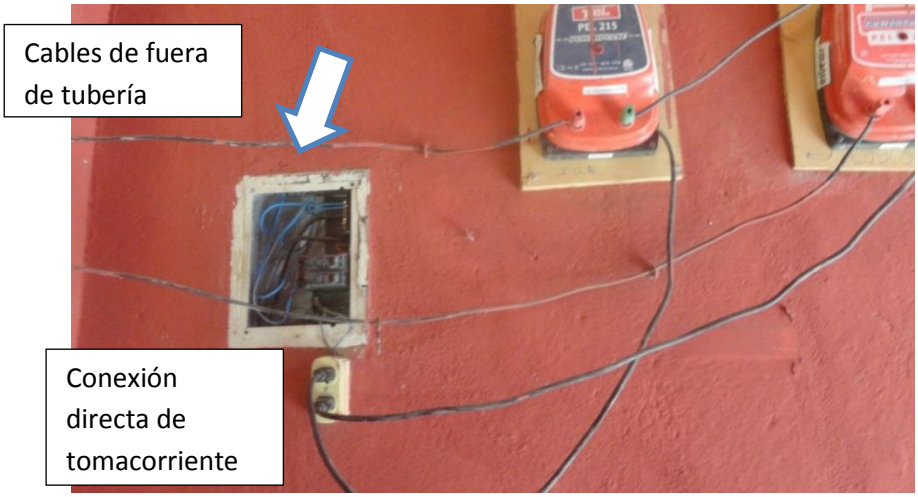


Fotografía 17. Estado de caja térmica y conexiones (Sector Oso de Anteojos).



Fotografía 18. Estado del centro de carga (Sector Educación).

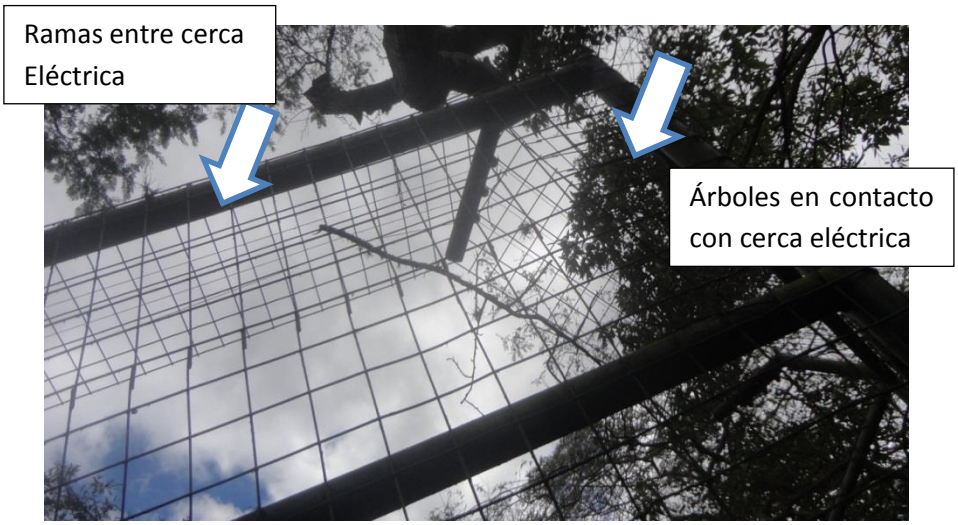
Fotografía 19. Tapa de centro de carga empleada como aviso de extintor.



Fotografía 20. Estado de centro de carga y conexiones (Sector puma, jaguar y leones).

Problemas en las instalaciones de iluminacion y fuerza.

Fotografía 21. Estado de circuitos de iluminación (Sector pecarí).



Fotografía 22. Estado de cerca eléctrica (Sector tigrillos).

Fotografía 23. Estado de cerca eléctrica (Sector Osos).

Fotografía 24. Peligro de incendio con manguera de gas en tomacorriente sin tornillos.

1.5 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

De acuerdo a lo expuesto en las fotografías 3 a 24, de los diferentes componentes de una instalación eléctrica desde la red de distribución de bajo voltaje hasta las instalaciones eléctricas internas, tenemos a continuación el análisis de causas que generaron los problemas actuales en los circuitos eléctricos del Zoológico.

ANÁLISIS

Al realizar el levantamiento del plano eléctrico de la instalación se evidencia una serie de inconformidades que hacen necesaria una renovación del sistema eléctrico.

El incumplimiento de las normas del sistema eléctrico es considerado un riesgo para la vida del ser humano, como también para animales que lo habitan.

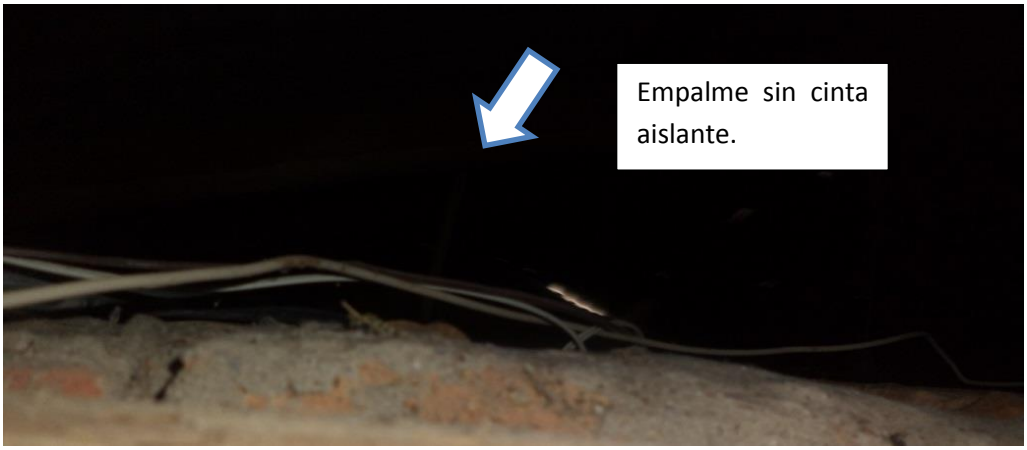
En el numeral 1.5.1 se enumeraran los problemas o riesgos por los cuales es necesario rediseñar el sistema eléctrico, basado en normas y así garantizar mayor seguridad al público en general.

1.5.1 PRINCIPALES PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA INSPECCIÓN.

En esta sección se muestra las diferentes inspecciones que se realizaron en el Zoológico de Guayllabamba, en donde se deja ver el estado del mismo.

Revisión 1

Se tienen conductores pertenecientes al circuito de iluminación, los cuales no están debidamente canalizados y por tal motivo presentan alto deterioro del aislamiento y múltiples empalmes sin aislamiento.



Fotografía 25. Empalme descubierto en techo de madera y cables fuera de tubería.

REVISION	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
Revisar los conductores y la protección contra sobrecorriente, teniendo en cuenta las cargas continuas y no continuas, las cargas múltiples, salidas y la capacidad de corriente y tamaño mínimos.	NO CUMPLE	- Uso inadecuado de conductores. - Empalmes descubiertos. - Combinación de conductores para el empalme del mismo. - Ausencia de ductos o canaletas para el paso del conductor. - No existe ni el conductor ni la protección del circuito .
Para secciones superiores a No. 4 AWG (21.2 mm^2) si el mercado nacional sólo ofreciera conductores con aislamiento de color negro, se deberán marcar los conductores cada 10 m, con un tipo de pintura de buena adherencia al aislamiento u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido	NO CUMPLE	- Los conductores de los circuitos ramales, las acometidas, las tierras y los neutros no cumplen con el código de colores. - Los empalmes en los pozos de revisión se encuentran deteriorados sin cinta aislante

Tabla. 1 Inspección de los conductores y protección contra sobrecorriente de los circuitos.

Revisión 2.

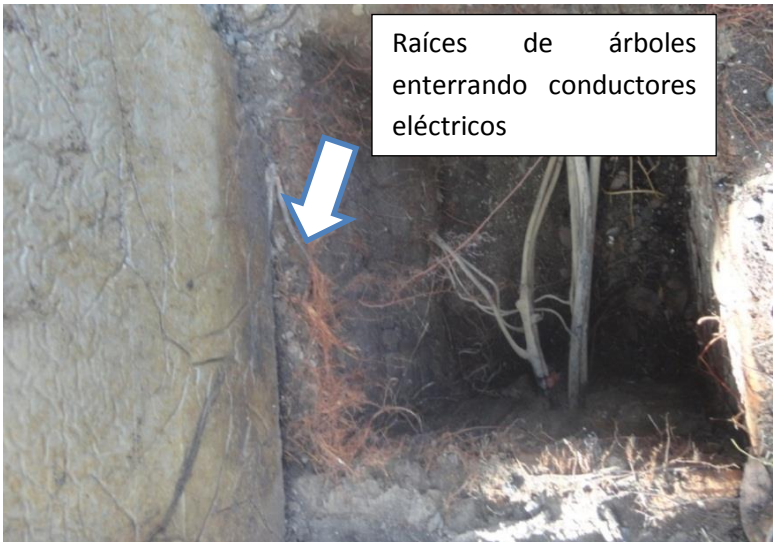
En las instalaciones eléctricas del zoológico se encontró que la protección principal de toda la instalación eléctrica es una cuchilla de cerámica, este elemento no cumple con las normas y reglamentos establecidos, que son mostrados en la Tabla. 2.

REVISION	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
En lugares húmedos y mojados.- Los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.	NO CUMPLE	- El tablero de distribución se encuentra deteriorado por agentes climáticos. - Los conectores para las derivaciones se encuentran sulfatados. - Armario eléctrico se encuentra con oxidación en su base.
Verificar que todo el equipo eléctrico fijo esté soportado y asegurado de una manera consistente.	NO CUMPLE	No se garantiza que el equipo este seguro, ya que se encuentra fijo a una tablilla, que a la vista se ve muy golpeada por los años y la humedad del lugar.

Tabla. 2 Inspección de la protección principal.

Revisión 3

Las canalizaciones y pozos de revisión se encontraban llenos e invadidos de raíces de árboles, las mismas que han deteriorado el aislamiento de los conductores.



Fotografía 26. Pozo de revisión con raíces de árboles y conductores tapados por tierra.

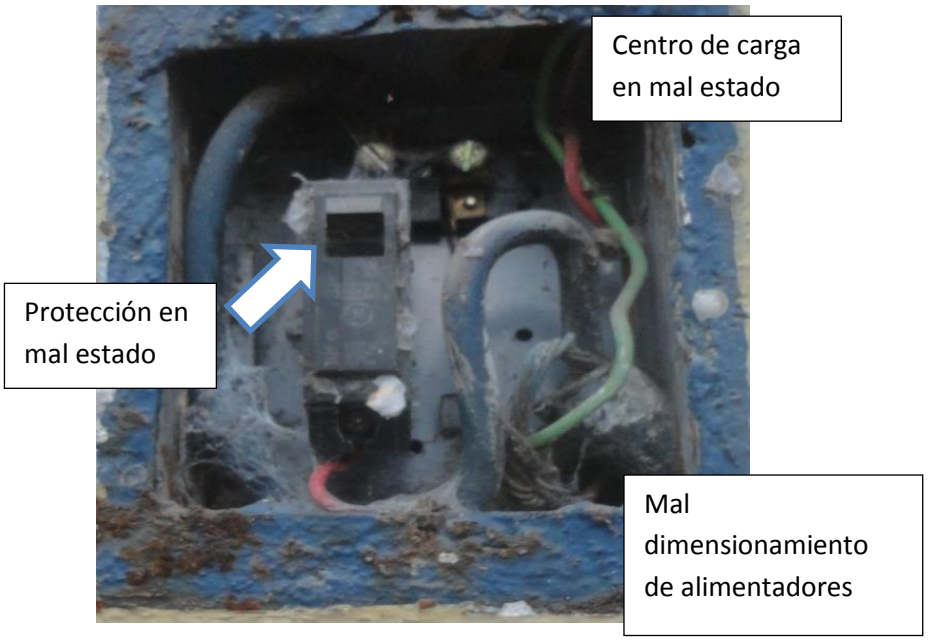
REVISION	DIAGNÓSTICO	OBSERVACIONES
Verificar que las canalizaciones eléctricas y bandejas porta cables se usen exclusivamente para conductores eléctricos.	NO CUMPLE	Se observa que algunos conductores se encuentran fuera de canalizaciones, sin aislamiento y empalmados de una manera inadecuada.
Verificar que las canalizaciones se encuentren tapados con espuma sellante para evitar ingreso de insectos y roedores	NO CUMPLE	Se observa que las canalizaciones están llenas de insectos y raíces

Tabla. 3 Inspección de conductos y pozos de revisión del lugar.

Revisión 4.

Circuito de tomas de uso general y centros de carga.

Cualquier conexión que se deba realizar para un equipo se hace mediante la derivación del único circuito ramal, lo cual no cumple ya que se encontró algunas derivaciones.



Fotografía 27. Estado del centro de carga (Sector hijo cóndor Andino).

REVISION	DIAGNOSTICO	OBSERVACIONES
Los tomacorrientes deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, eléctricas y térmicas, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad.	NO CUMPLE	Los tomacorrientes y sus cajetines se han visto afectados por el paso del tiempo y varios insectos que han invadido los mismos, produciendo su deterioro.
Verificar que las cajas térmicas se encuentren con protecciones adecuadas y que su alimentación sea con el conductor indicado	NO CUMPLE	Las cajas térmicas se encuentran sometidas a condiciones abrasivas y están llenas de insectos, además la mayoría se encuentra deteriorada debido al paso del tiempo y condiciones de humedad.

Tabla. 4 Inspección circuito de tomacorrientes

MEDIDAS TOMADAS PARA REMEDIACIÓN EMERGENTE.

Debido a los problemas antes mencionados se tiene inconvenientes en el sistema eléctrico ocasionando la avería de algunos dispositivos eléctricos, para lo cual se tomaron medidas inmediatas:

- Para las cercas eléctricas: se pidió que se realice el corte de ramas de los árboles que estaban en contacto con las cercas eléctricas, lo cual se realizó de inmediato, además se sugirió que la limpieza debe hacerse periódicamente.
- Se realizó la limpieza de pozos de revisión retirando basura, tierra que tapaba los conductores, maleza y corte de raíces dejando los conductores limpios, además se aisló algunos conductores y empalmes que se encontraban sin aislamiento, para así evitar cortocircuitos.

Fotografía 28. Limpieza de pozos de revisión.

- Se realizó una limpieza interior de los centros de carga ya que debido al calor que se produce en las mismas, se encontraban llenas de insectos y polvo. Las cajas térmicas que se encontraban bastante deterioradas se realizó el cambio de centros de carga y sus protecciones.
- Se verificó que los interruptores y tomacorrientes se encuentren en buen estado, en algunos se los cambió debido a su deterioro, además se realizó una limpieza interna de los mismos, para que su funcionamiento sea adecuado.
- Se realizó la limpieza y pintura del tablero de distribución principal metálico.
- Se realizó una limpieza de las lámparas de alumbrado público ubicadas en el interior del zoológico ya que se encontraban llenas de insectos y nidos de pájaros.

Fotografía 29. Limpieza de lámparas AP

CAPÍTULO II

2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES SUBTERRÁNEAS.

ANTECEDENTES

Figura 1. Centro de diversión con red de distribución subterránea.

Con el desarrollo vigente de proyectos urbanísticos, comerciales e industriales actualmente ha incrementado la demanda de la distribución eléctrica subterránea, por el sin número de ventajas que presenta este tipo de distribución, entre ellas: vida útil doble en comparación a una red aérea.

Las redes subterráneas se han convertido en un elemento confiable, flexible, seguro y estético a la hora de distribuir energía eléctrica, pero presenta como desventaja su alto costo ya que se debe prever el calado de las vías para el alojamiento de las canalizaciones, conductores y señalización del mismo, desempeñando un papel fundamental el diseño de las redes de distribución pues de éste dependerá la implementación de sistemas económicamente competitivos.

Para el análisis de la red de distribución es necesario realizar el levantamiento del sistema en el lugar que se desea realizar la instalación ya que de esta manera se podrá analizar la zona conveniente para la ejecución de la misma.

2.1 ACOMETIDAS DE BAJO VOLTAJE.

Las acometidas de bajo voltaje provenientes de redes aéreas serán realizadas según las normas de la Empresa Eléctrica Quito, desde el poste más próximo a la edificación, podrán ser aéreas o subterráneas.

Si la acometida es aérea se deberá instalar un tubo de acero galvanizado en la parte superior del cajón o tablero armario.

Todas las demás características de montaje serán iguales a las referentes a redes subterráneas.

2.1.1 DUCTOS DE ACOMETIDAS

Se aceptan para los ductos de acometidas desde la red subterránea, cualquiera de los materiales que se anotan a continuación:

- PVC del tipo reforzado o duro
- Polietileno (manguera reforzada)

En cualquier caso, el diámetro del ducto será de 51 mm o 2 pulgadas como mínimo.

Para facilitar la instalación de la acometida subterránea, el ducto irá en una sola pieza continua desde la caja de medidores hasta la red de baja tensión que pasa por la vereda, siempre y cuando la distancia no sea mayor a 10 m.

Para distancias de máximo 10 m no hace falta que se construya el pozo de revisión en la parte inferior del tablero o caja, sin embargo la acometida bajará desde esta caja en forma perpendicular hasta el piso, punto desde el cual haciendo una curvatura suave, se dirigirá hacia la red de baja tensión. El propósito es que al pasar el cable no se encuentre interrupciones por uniones de ductos y/o por ángulos pronunciados.

2.1.2 CONSIDERACIONES PARA ACOMETIDAS DE MEDIO VOLTAJE.

Las acometidas de medio voltaje provenientes de redes aéreas serán realizadas según las normas de la Empresa Eléctrica Quito local, desde el poste más próximo a la edificación.

Para el efecto se montará un tubo de acero galvanizado de 6 m de longitud adosado al poste.

Las acometidas de medio voltaje provenientes de redes subterráneas serán realizadas según las normas de la EEQ S.A. Partirán desde el centro de transformación más cercano, con derivación expresa.

2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Cuando los requerimientos de la edificación lo determinen se montará un centro de transformación: cámara de transformación o torre de transformación; esto lo determinará la empresa suministradora de energía eléctrica según las normas establecidas de los CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

2.2.1 UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

- La cámara de transformación dentro de edificaciones, se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar tanto al personal calificado las labores de mantenimiento, revisión e inspección, como a los vehículos que transportan los equipos.
- Es recomendable ubicar la cámara de transformación en un lugar con facilidades de ventilación natural, sin riesgos de inundación.
- En las zonas adyacentes a los centros de transformación está prohibido el almacenamiento de combustibles y productos químicos peligrosos.
- Por dentro del cuarto de las cámaras de transformación está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.
- Las puertas de la cámara de transformación deben abrir hacia afuera de la cámara. Frente a la puerta de la cámara de transformación debe existir un espacio de maniobra y/o seguridad de mínimo 1,20 m, que permita fácil acceso a la cámara para mantenimiento futuro.
- La cámara de transformación debe estar montada sobre suelo firme o sobre una losa intermedia.

2.2.2 SEÑALIZACIÓN DE LA CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN

Todo transformador debe estar provisto de una placa de características, fabricada de material resistente a la corrosión, fijada en lugar visible que contenga la siguiente información:

- Marca o razón social del fabricante.
- Número de serie dado por el fabricante.
- Año de fabricación.
- Clase de transformador.
- Número de fases.
- Diagrama fasorial.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones nominales, número de derivaciones.
- Corrientes nominales.
- Impedancia de cortocircuito
- Grupo de conexión
- Diagrama de conexiones.

Las inscripciones sobre la placa de características deben ser indelebles y legibles.

2.2.3 CENTROS DE TRANFORMACIÓN TIPO PEDESTAL (PADMOUNTED)

Los transformadores tipo Padmounted trifásicos son una alternativa ideal para cuartos de transformación o subestaciones con espacios reducidos. Poseen una consola con puertas individuales para baja y alta tensión, donde el compartimiento de alta tensión, será accesible solo si el de baja tensión y sus respectivos seguros son abiertos. El diseño de estos transformadores cumple con los requisitos de las normas nacionales INEN 2120 e internacionales ANSI/IEEE C57.12.26. Los transformadores Padmounted pueden ser tipo radial, para ser instalados donde el alimentador primario llega a cada transformador en forma independiente, o tipo malla, donde el alimentador primario se cierra para formar un anillo.

Los bushings de alta tensión son de tipo elastomérico, de accionamiento bajo carga y frente muerto. También contamos con protecciones de diversos tipos como fusibles tipo bay-o-net, limitadores de corriente y breakers de baja tensión.

Los cables de entrada y salida de medio y bajo voltaje ingresarán a la cabina por su parte inferior, a través del pozo que se construirá en la base del transformador. (*Ver figura 2*)

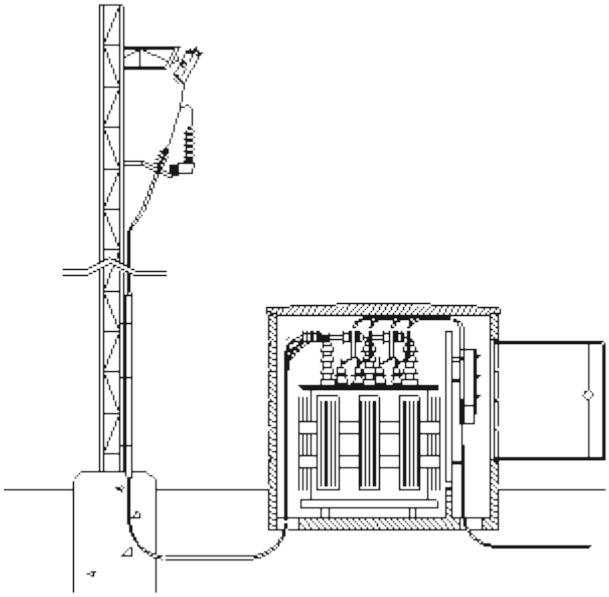


Figura 2. Cetro de transformación tipo pedestal

- **Malla de tierra de los centros de transformación.**

Consiste en la colocación de la malla y varillas de puesta a tierra de acuerdo a los diseños indicados en las normas de la EEQ.S.A, previéndose las derivaciones necesarias para las conexiones a tierra del neutro del transformador, todas las partes metálicas de los equipos a instalarse, ventanas y puertas de la cámara.

El mínimo conductor a utilizarse será calibre # 1/0 AWG (53,5 mm²) cableado con 19 hilos.

2.2.3.1 OBRA CIVIL

- **Ubicación**

El transformador Padmounted deberá ubicarse en un sitio cuyas características son las mismas que las de una cámara de transformación.

- **Base y pozo**

El transformador estará montado en una base de las dimensiones requeridas por el fabricante del transformador; esta base de todas maneras estará conformada por elementos de hormigón de 20 cm de ancho y 20 cm de alto sobre el nivel del piso terminado. La base coincidirá con las paredes del pozo de cables conformando un solo bloque. Todos los espacios que puedan quedar

una vez montado el transformador deberán sellarse apropiadamente para evitar ingreso de insectos y roedores.

2.2.4 TORRES DE TRANSFORMACIÓN.

Cuando se requiera la instalación de un transformador en torre de transformación, esto corresponde a redes eléctricas de medio voltaje aéreas, se deberá ceñir a las regulaciones que la Empresa Eléctrica Quito tenga al respecto.

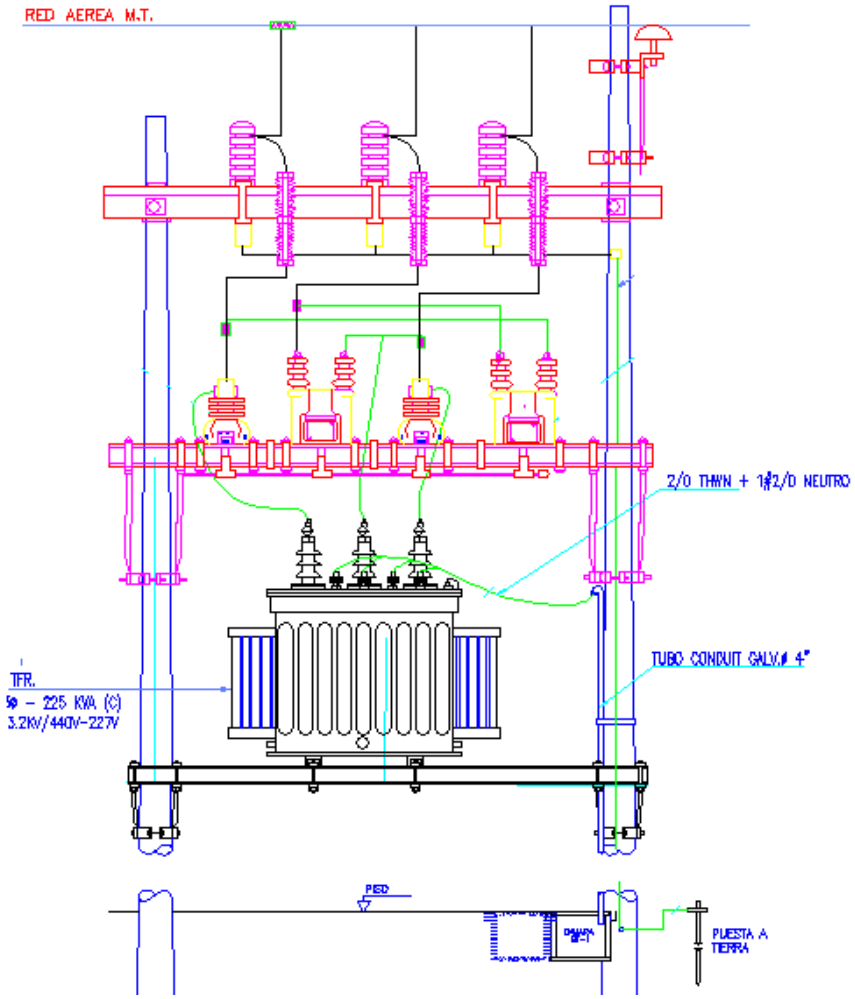


Figura 3. Torre de transformación

2.3 CONDUCTORES ELÉCTRIOS.

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de carga eléctrica. Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o

varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está más indicado en líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión.[1]

2.3.1 GENERALIDADES.

La capacidad de transporte de corriente de los conductores deberá considerar la capacidad nominal de conducción de acuerdo a la temperatura ambiente y el número de conductores activos encerrados en una misma canalización, de acuerdo al Código Eléctrico Ecuatoriano.

Identificación de los conductores. Los conductores a ser utilizados deben haber sido previamente homologados por el INEN, y tener impreso sobre el aislamiento o la cubierta exterior, según corresponda, al menos las siguientes indicaciones:

- Nombre del fabricante o su marca registrada.
- Tipo de conductor, indicado por las letras del código, por ejemplo, THW, THHN, TTU, etc.
- Sección del conductor en AWG y opcionalmente en mm^2.
- Voltaje de servicio. Corresponde al voltaje entre fases.

Esta inscripción deberá ser fácilmente legible y permanente en el tiempo.

Los radios de curvatura de conductores aislados no deberán ser menores a ocho veces el diámetro externo del conductor, incluido su aislamiento y cubierta, si procede. Para cables con pantalla este radio será como mínimo de doce veces el diámetro total del cable.

2.3.2 CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

Los cables que se emplean en las instalaciones subterráneas están aislados y protegidos contra los agentes del terreno donde se van a instalar, 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

[1] http://es.wikipedia.org/wiki/Conductor_el%C3%A9ctrico

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.

Dependiendo del nivel de voltaje que se vayan a utilizar los conductores eléctricos subterráneos se pueden dividir en:

- Cables de bajo voltaje (hasta 2 KV)
- Cables de medio voltaje (hasta 46 o 69 KV)
- Cables de alto voltaje (mayor de 69 KV)

2.3.2.1 CONDUCTORES UTILIZADOS EN BAJO VOLTAJE.

Los conductores eléctricos de bajo voltaje más utilizados en los diferentes circuitos se fabrican generalmente de cobre tipo TTU 2.0 KV, debido a la excelente conductividad de este material y varían las secciones dependiendo a la capacidad de corriente que sea necesario para cada acometida.

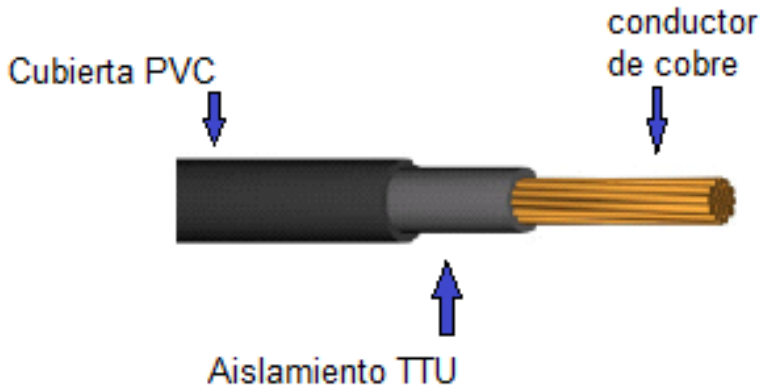


Figura 4. Partes de un conductor TTU

Todos estos conductores son de aislamiento TTU y tienen las siguientes características[2]:

- Material del conductor: Cobre
- Numero de polos: Uno
- Sección transversal: Cableada circular
- Aislamiento: TTU
- Cubierta: PVC (Policlururo de vinilo)

[2] *Catálogo General cable company*

- Voltaje de servicio: 2 KV
- Temperatura de servicio continuo: 90°C

2.3.2.2 CONDUCTORES UTILIZADOS EN MEDIO VOLTAJE

Los conductores que se utilizan en las redes subterráneas para las conexiones entre cabinas son monopolares de aislamiento XLPE (figura 5), con un calibre de 250 MCM y para las derivaciones a transformadores particulares se utiliza el conductor 2/0 AWG aislamiento XLPE y cumplen las siguientes características:

- Material del conductor: Cobre
- Número de polos: Uno
- Número de hilos 19
- Sección transversal: Cableada circular
- Aislamiento: XLPE (polietileno reticulado)
- Cubierta: PVC (Policlururo de vinilo)
- Pantalla: Cinta de cobre aplicada helicoidalmente y cables de cobre, con sección transversal total de la pantalla.
- Voltaje de servicio: 15 KV
- Temperatura de servicio del conductor : 90°C

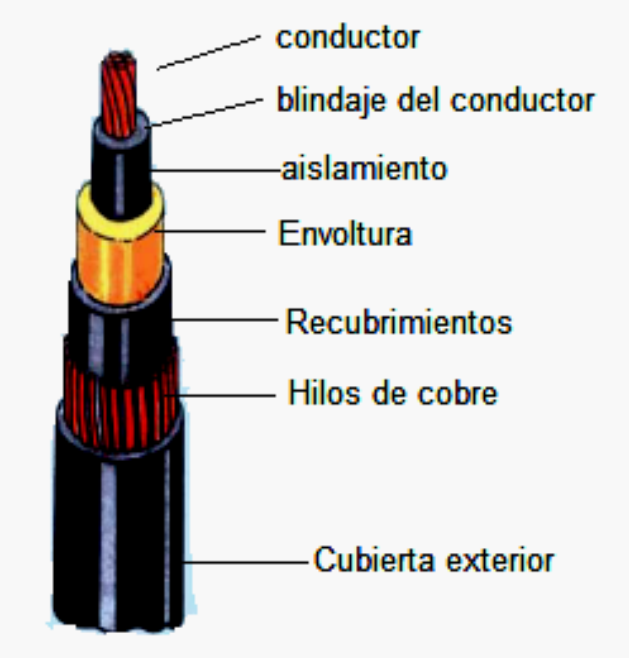


Figura 5. Partes de un conductor Armado.

2.3.3 CAÍDAS DE VOLTAJE.

Criterio de la caída de voltaje.

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de voltaje o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de voltaje debe ser inferior a los límites marcados por el respectivo reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable, este criterio suele ser determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Para medio voltaje, los cables de energía aislados implican distancias menores de 15 Km, lo que nos permite aproximarlo a una línea de transmisión corta. La reactancia capacitiva es despreciable, para los efectos del cálculo, se debe considerar el circuito equivalente a la resistencia y reactancia inductiva en serie como se muestra en la figura 6.

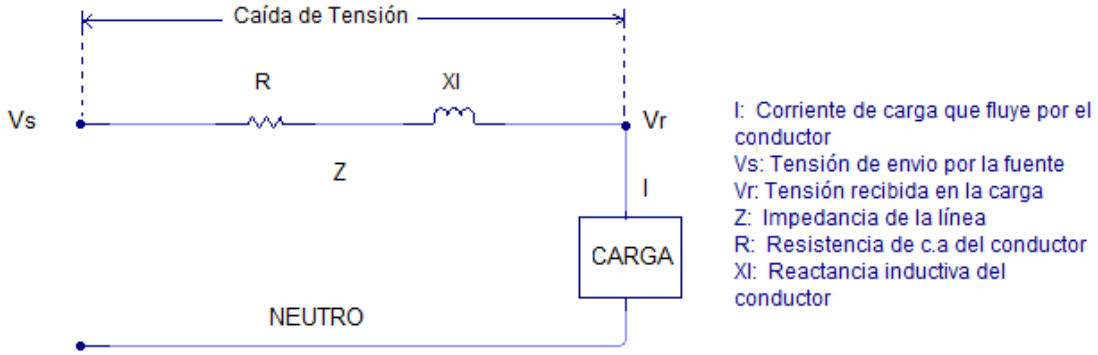


Figura 6. Caída de tensión en los conductores.

Las características relativas a este circuito, se trata como un circuito serie en C.A., son las siguientes:

- $Z = R + j\,X_L$
- $V_S = V_R + I.\,Z$

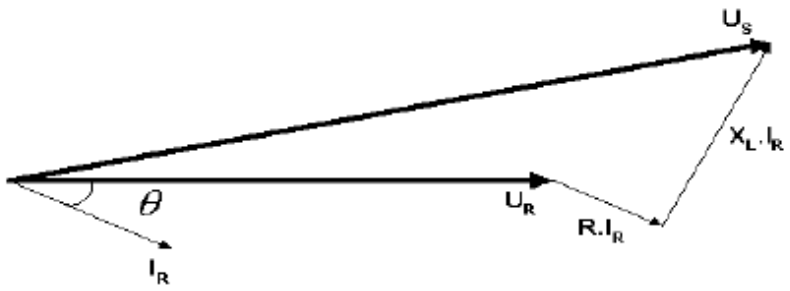


Figura 7. Diagrama Vectorial

Caída de voltaje.

Para determinar la caída de voltaje en las redes subterraneas de bajo voltaje, se utilizará el método tramo a tramo o de cargas concentrada según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ caída de voltaje} = K \times L\,(m) \times I\,(A)$$

En donde:

K = constante para el calculo de caída de voltaje, ver Tabla 5

L = Longitud del tramo alizado

I = Corriente que circula por este tramo

CALIBRE AWG Y MCM	CIRCUITOS MONOFÁSICOS A 127 V	CIRCUITOS MONOFASICOS A 220 V	CIRCUITOS TRIFÁSICOS A 220V	CIRCUITOS TRIFÁSICOS A 440 V
14	0,01205	0,00754	0,0065	0,00326
12	0,0082	0,00474	0,0041	0,00205
10	0,00515	0,00298	0,00258	0,00129
8	0,00323	0,00187	0,00162	0,00081
6	0,00203	0,00117	0,00103	0,00051
4	0,00128	0,00074	0,00064	0,00032
2	0,00081	0,00047	0,0004	0,0002
1/0	0,0005	0,00029	0,00025	0,00013
2/0	0,0004	0,00023	0,0002	0,0001
3/0	0,00032	0,00018	0,00016	0,00008
4/0	0,00025	0,00015	0,00013	0,00006
250	0,00021	0,00012	0,00011	0,00005
300	0,00018	0,0001	0,00009	0,00004
400	0,00013	0,00008	0,00007	0,00003
500	0,00011	0,000006	0,00005	0,00002

Tabla 5. Constantes para el cálculo de la caída de voltaje en %

2.3.4 SELECCIÓN DEL CABLE.

SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJO VOLTAJE.

Los conductores para distribución subterránea se escogerán de acuerdo a la tabla 6 proporcionada por la EEQ. SA.

REDES SUBTERRÁNEAS

MATERIAL CONDUCTOR: COBRE AISLADO

CONDUCTOR		KVA-M		LIMITE TÉRMICO KVA	
SECCION	CALIBRE	3 Φ	1 Φ	3 Φ	1 Φ
mm^2	AWG				
13	6	330	215	42	28
21	4	510	335	57	38
34	2	775	510	71	47
54	1/0	1170	780	88	58
68	2/0	1430	960	109	72
85	3/0	1730	1160	122	80
107	4/0	2090	1410	141	93
127	250 MCM	2360	1605	158	104
152	300 MCM	2700	1850	175	115

TABLA 6. Conductores para redes de distribución subterránea.

Para la selección del cable se considerará el material, flexibilidad y forma.
Los valores de las constantes de operación de los cables aislados 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.

2.3.4.1 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.

Si se sobrepasa el valor de la corriente nominal de un cable de energía, la temperatura en el cable va aumentando lentamente hasta alcanzar su nivel máximo de equilibrio térmico.

El método del cálculo de capacidad de conducción de corriente de un conductor depende de ciertos parámetros los cuales están relacionados con la transmisión de calor generado en el conductor, a través del mismo cable y medio que lo rodea, despreciando las pérdidas del dieléctrico.

2.3.5 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 dividirlas en: pérdidas en el conductor, en el dieléctrico y en las pantallas o cubiertas metálicas.

2.3.6 INSTALACIÓN DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS.

La instalación de cables directamente enterrados se hace en lugares donde no se tienen construcciones o donde haya la posibilidad de abrir zanjas posteriormente para cambio de cables, reparación o aumento de circuitos, como por ejemplo en fraccionamientos, jardines donde no existan edificaciones.

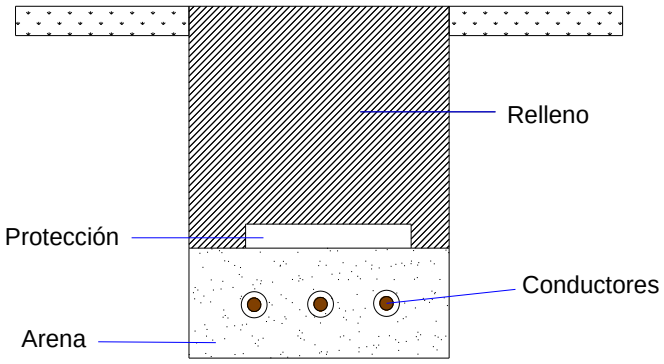


Figura 8. Cables directamente enterrados

Las ventajas de este tipo de instalaciones se determinan en el conductor, ya que este se encuentra menos expuesto a daños por dobleces excesivos, deformación y tensión presentes durante la instalación. Este tipo de instalación es más rápida y segura, y su costo es más bajo que en otro tipo de instalaciones. Debido a la facilidad para la disipación térmica, la capacidad es aproximadamente de 10 a 20% mayor que en las instalaciones en ductos.

Una de las desventajas que presenta este tipo de instalación es el tiempo para reparar una falla, o por aumento de circuitos. Debe tomarse en cuenta la disposición de otras construcciones subterráneas, como gasoductos, conductos de agua, alcantarillados, conductos térmicos, puesto que la reparación de estas construcciones estará ligada a la excavación de la trayectoria seleccionada. Se evitará en lo posible que la trayectoria atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, etc.) o altamente corrosivos.

2.3.7 OBRA CIVIL.

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.

2.3.7.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.

*Condiciones técnicas***.**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutaran en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados.

Antes de comenzar los trabajos, se marcaran en el pavimento o en el terreno las zonas donde se ubicaran las zanjas.

El radio mínimo de curvatura del conductor será 10 veces el diámetro exterior del cable.

La excavación la realizara una empresa especializada que trabaje con planos suministrados por la compañía, o podrá realizarse bajo la supervisión del diseñador.

La profundidad hasta la parte inferior del cable, no será menos de 0,60 m en la acera, ni 0,80 m en la calzada.

Se debe tomar las precauciones precisas para no tapar u ocultar los registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

2.3.7.2 EXCAVACIONES ZANJAS PARA DUCTOS.

- Las zanjas son excavaciones realizadas por debajo de la superficie, por las cuales se realizará la canalización de redes eléctricas, de telecomunicación y otros similares.
- Son trabajos necesarios para la conformación de zanjas para bancos de ductos de PVC, el ancho será el suficiente de acuerdo al número de ductos a colocar.
- La excavación terminada debe ser firme y adecuada para colocar las tuberías. Cuando no se encuentre una superficie firme en el nivel indicado (terreno blando), el constructor debe retirar este material hasta una profundidad adecuada y se rellenará con material aprobado y debidamente compactado para que proporcione un apoyo adecuado para los ductos.
- El material de excavación, si es satisfactorio para el relleno será depositado a un costado de la excavación de tal madera que no dificulte la colocación de los tubos.
- Se deberá tener especial cuidado en la apertura de la zanja con las acometidas de agua potable y alcantarillado.
- La excavación de la zanja con equipo mecanizado en zonas urbanas o industriales, se limita a una profundidad de 40 cm para evitar dañar

cualquier otro tipo de instalaciones subterráneas, posteriormente se continuará la excavación con pala hasta tener la profundidad recomendada. La profundidad mínima deberá ser de 1 metro y el ancho variará de acuerdo al número de cables a instalar.

2.3.7.3 DESALOJO DE MATERIAL EXCAVADO.

Cuando exista en exceso o inapropiado para ser utilizado en los rellenos, debe ser desalojado por el constructor a los sitios de botaderos aprobados por el municipio.

2.3.7.4 RELLENO COMPACTO Y MATERIAL DE MEJORAMIENTO.

El relleno y apisonado de la zanja cavada para estos efectos, será realizado con material limpio, en capas de 20 cm de espesor, manteniendo una humedad óptima.

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de bajo voltaje. Su distancia mínima del suelo será de 0,10 m y la parte superior del cable o de la canalización será de 0,25 m, se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección y se señalización.

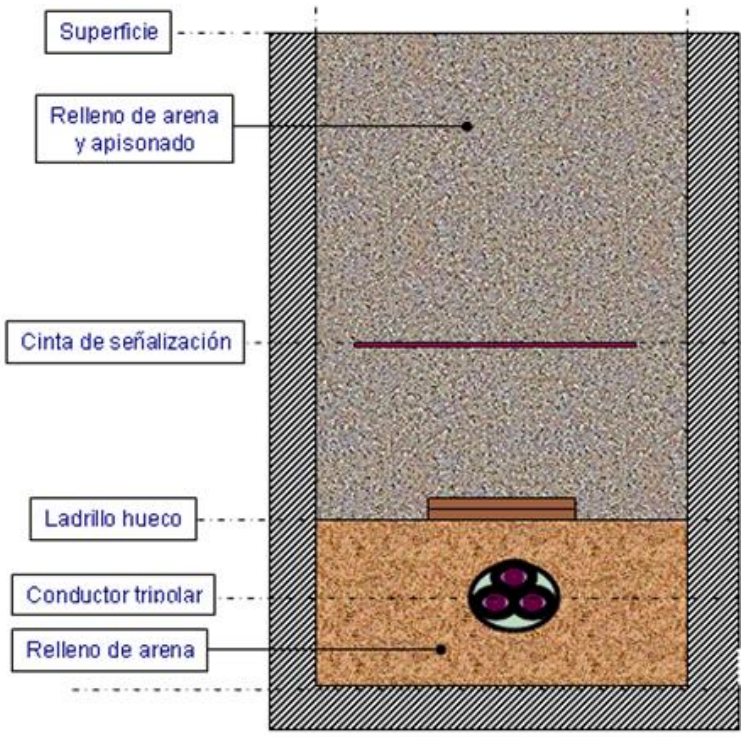


Figura 9. Materiales y forma de relleno.

2.3.7.5 POZOS DE REVISIÓN.

Es una caja construida en el piso con paredes de mampostería enlucidas u hormigón con fondo de suelo natural y tapa de hormigón armado con cerco metálico. La función del pozo de revisión es facilitar el tendido del cable, reemplaza a los codos o curvas que hubiere en el trayecto desde las redes de distribución hasta el sitio que solicita el servicio. Las tapas de los pozos deberán contar con señalización según los requerimientos de la empresa suministradora local, además de un filo metálico.

2.3.7.5.1 EXCAVACIÓN PARA POZOS DE REVISIÓN.

Profundidad mínima.
Los cables enterrados directamente, los tubos u otras canalizaciones aprobadas para el uso, deberán instalarse de manera que cumplan con las profundidades mínimas, de la Tabla de profundidad mínima de la excavación, a excepción de los siguientes:

- Se permite reducir en 15 cm las profundidades mínimas para Instalaciones donde se coloque en la zanja una placa de concreto de espesor de 5 cm, o lo equivalente en protección material, por encima de la instalación subterránea.
- En las áreas donde haya una intensa circulación de vehículos, tales como vías públicas, la profundidad mínima deberá ser de 60 cm.
- Se permite una profundidad de 30 cm para circuitos derivados de 300 V o menos provistos de protección contra sobrecorriente no mayor de 30 A, en viviendas.

2.3.7.5.2 DIMENSIONES.

Los pozos tendrán las siguientes dimensiones:

Clase de red	Cruce de vía	Otros sitios
Medio voltaje	80 x 80 x 125 cm	80 x 80 x 90 cm
Bajo voltaje	60 x 60 x 125 cm	60 x 60 x 80 cm

2.3.7.5.3 DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA OBRA DE LOS POZOS.

- Serán de mampostería de ladrillo y sus paredes interiores enlucidas, en casos particulares y según indicación previa serán de hormigón.

- Se construirán según las dimensiones y en los sitios indicados en las especificaciones.

- El piso de los pozos estará constituido por ripio en un espesor de 5 cm.

- Las tapas serán de hormigón armado, además tendrán un marco metálico. El espesor de la loza de la tapa será de 7,5 cm como mínimo.

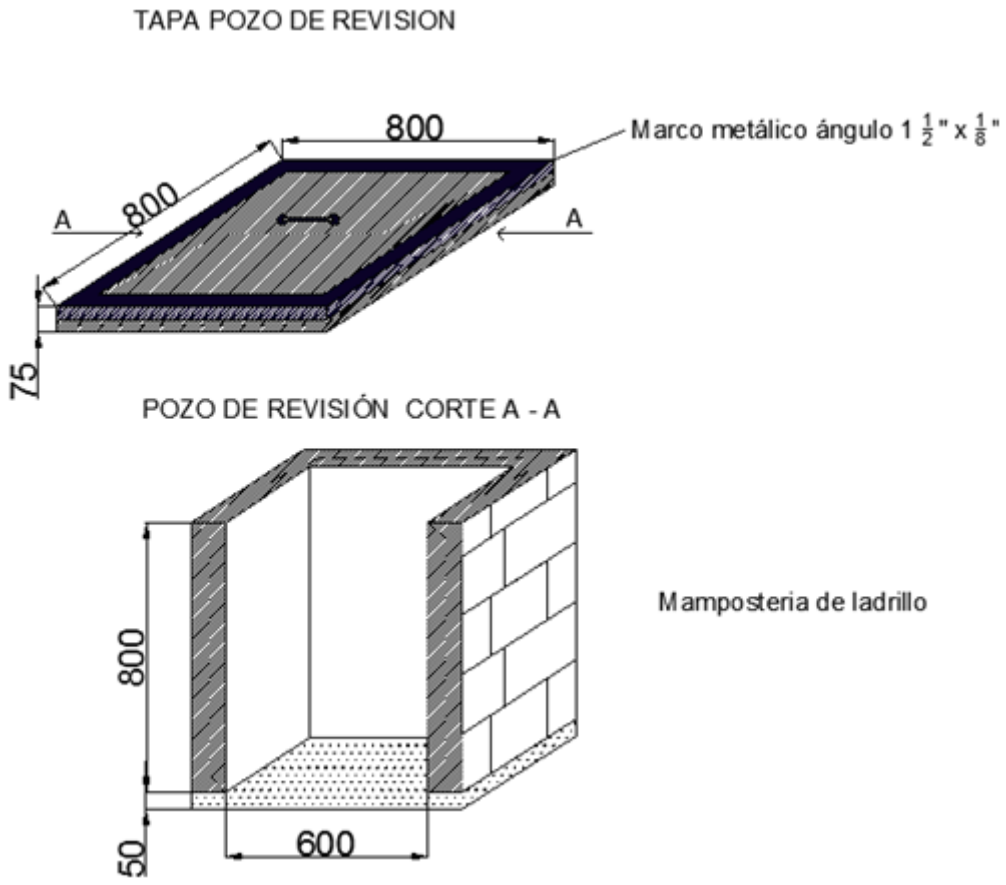


Figura 10. Dimensiones pozo de revisión (mm).

2.3.7.6 TUBOS PVC PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo y preferentemente de cuatro pulgadas.

Se utilizara tubería PVC tipo canalización (color tomate), unión campana, de 4” pulgadas, en el recorrido de acuerdo a los planos.

La instalación comprenderá de la tubería y accesorios como uniones, en caso de ser utilizados, los cuales serán debidamente empalmados con pegamento apropiado para PVC. Previamente se limpiaran los dos extremos a acoplarse, sobre todo en el interior de la campana.

Los tubos se revisaran cuidadosamente antes e instalarlos, rechazándose los deteriorados.

La bajada de los tubos a las zanjas se lo hará cuidadosamente, sin someterlos a golpes o caídas bruscas.

2.3.7.6.1 ALINEACIÓN DE TUBOS.

Entre cada dos pozos la tubería debe quedarse siempre en línea recta a menos de que él fiscalizador indique otra disposición con una ligera pendiente hacia los pozos.

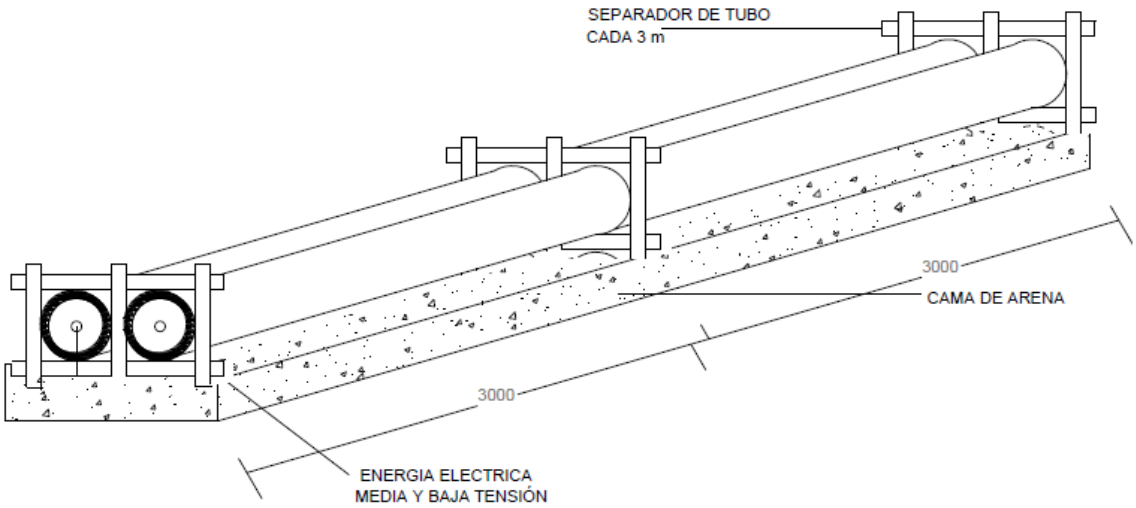


Figura 11. Alineación de tubos.

2.3.7.6.2 NORMAS Y REGLAMENTOS.

Canalizaciones

Los cruces de vías públicas o privadas con tubos se tomaran estas consideraciones:

- Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para posibles ampliaciones uno o varios tubos de reserva.
- Los ductos se colocarán en una zanja de ancho y profundidad suficiente, considerando que deberán ir cubiertos por un mínimo de 60 cm de tierra de relleno, quedando a 70 cm de profundidad respecto del nivel superior de la vereda. La profundidad mínima debe ser de 80 cm en zonas de tránsito de vehículos desde la parte superior del ducto.
- El fondo de la excavación deberá emparejarse con una capa de arena y los ductos deberán tener una pendiente mínima de 0,25% hacia las cajas de revisión o pozos próximos.
- Las uniones entre los ductos se harán de modo de asegurar la máxima hermeticidad posible y no deberán alterar la sección transversal interior de ellos.

2.3.8 OBRA ELÉCTRICA

a) Empalmes y derivaciones. Se podrá hacer empalmes o derivaciones de cables subterráneos colocados en zanjas y en los pozos de revisión. Los empalmes o derivaciones deberán hacerse por métodos y con materiales aprobados para el uso.

b) Relleno. Los materiales de relleno que contienen piedras grandes, material de pavimento, escorias, substancias grandes o angulares cortantes, o material corrosivo, no se deben emplear en excavaciones en los cuales estos materiales pueden causar daños en cables u otras subestructuras o impedir la compactación del relleno.

b) Sellado de canalizaciones. Las tuberías o canalizaciones por dentro de las cuales la humedad pudiera hacer contacto con partes activas bajo voltaje,

deberán sellarse o taponarse, en uno o ambos extremos mediante espuma sellante.

d) Conductores individuales. Todos los conductores de un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección cuando se requiera, deberán instalarse en una misma canalización o muy cerca unos de otros en una misma zanja.

2.3.8.1 ESPECIFICACIONES PARA EL TRANSPORTE Y TENDIDO DE CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS.

Para la instalación de los cables se debe considerar los siguientes parámetros debido a las propiedades físicas del cable:

1.- **Máxima tensión de jalado:** es la tensión máxima del jalado que excede los límites elásticos del conductor, pueden causar alargamiento y desplazamiento de los componentes. En cables aislados, el alargamiento puede crear espacios vacíos los cuales son puntos de deterioro por efecto corona.

2.- **Longitud de jalado:** es la distancia máxima que puede jalarse un cable durante su instalación, de tal forma que no se dañe.

3.- **Presión lateral:** la presión lateral es la fuerza radial ejercida sobre el aislamiento y cubierta de un cable en una curva, excediendo la máxima presión lateral permisible, el cable puede sufrir daño por aplastamiento.

4.- **Radio mínimo de curvatura:** el radio mínimo de curvatura al que se puede someter un cable aislado no debe ser menor que los recomendados por el fabricante. Como norma se usa 12 veces el diámetro externo para un cable con aislamiento extruido y con pantalla a base de cintas metálicas y 8 veces para cables con aislamiento extruido sin pantalla, arriba de 600V. En instalaciones con jalones difíciles se debe usar menos de 15 veces el diámetro externo para cables con pantalla a base de cintas.

Los cables de alimentación subterránea se enterrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con mayor facilidad posible.

Debe procurarse que la instalación quede situada a una profundidad suficiente de acuerdo con los siguientes valores mínimos:

Cables de bajo voltaje: 60 a 70 cm

Cables de medio voltaje: 80 a 100 cm

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporará materiales duros que no dañen el cable, lo que en la actualidad se usa es la espuma sellante.

2.3.8.1.1 TRANSPORTE.

Generalmente los cables subterráneos se transportan en bobinas, carretes y rollos, se realizan de tal forma, que deban ir siempre de pie y nunca apoyadas por una de sus caras, por lo que los medios de transporte que utilizaremos (grúas, camiones, etc.) deberán disponer elementos de anclaje para que estos no se rueden.

Nunca deberán arrojarse ni las bobinas ni los rollos desde los vehículos al suelo, aunque sus dimensiones y el peso sean pequeños, pues el golpe o impacto podrían dañar los cables.

2.3.8.1.2 MARCAS E IDENTIFICADORES.

- En todo aparato, accesorio o material eléctrico deberá mostrarse en forma legible e indeleble el nombre del fabricante, país de origen, marca registrada o bien otro tipo de marca, que haga posible la inmediata identificación del responsable del producto.
- Todo equipo o material eléctrico deberá tener impresas en forma fácilmente visible e indeleble sus características dimensionales o de funcionamiento, indicaciones de tipo o clase y de la certificación de aprobación de uso.
- Todos los sistemas de canalización eléctrica en ductos metálicos instalados a la vista u ocultos se identificarán con el color que corresponda conforme a lo indicado en este Código, pintando el ducto en toda su extensión o en tramos de no menos de 0,20 m pintados cada 5,0 m o después de obstáculos que impidan ver alguna de esas marcas.

2.3.8.2 NORMAS DE SEGURIDAD.

- En canalizaciones subterráneas está prohibido el tendido directo, sin ductos, de conductores tipo TW, THW, THHN, THWN, NSYA. Se deben usar conductores tipo TTU.
- La sección de los conductores de los alimentadores y subalimentadores será, por lo menos, la suficiente para servir las cargas determinadas.
  La sección de los conductores de los alimentadores secundarios o circuitos derivados de iluminación será mínimo No. 14 AWG, y en circuitos de fuerza, calefacción o combinación de estos consumos será mínimo No. 12 AWG.
- La sección de los conductores de los alimentadores y subalimentadores será tal que la caída de voltaje provocada por la corriente máxima que circula por ellos no exceda del 3% del voltaje nominal.

2.3.8.3 COMPROBACIÓN DE LOS CABLES.

Después de las precauciones previas, las pruebas que se realizan en los cables de la nueva instalación y periódicamente son las siguientes:

- **Pruebas de contactos a tierra.-** es decir comprobar si existe algún contacto entre un conductor y tierra, y/o la envoltura o la armadura metálica del cable. Para ello es esencial una medición de la resistencia de aislamiento, según los limites prescritos reglamentariamente.
  Esta prueba se la realiza utilizando un megger. La resistencia de aislamiento debe ser:
  Resistencia de aislamiento en MΩ $\geq$. Tensión de servicio en KV
  Por ejemplo para un cable de 6 KV la resistencia de aislamiento debe ser $\geq$ 6 MΩ, se debe utilizar un megaóhmetro cuyo voltaje sea lo más alto posible, nunca inferior a 1000 V algunos modelos utilizan 2500 V y 5000 V DC. [3]
  Para efectuar la prueba de aislamiento, se realizan las siguientes operaciones de acuerdo a la figura 12.

[3] Valores tomados de MANUAL AUTODIDÁCTICO DE LÍNEAS SUBTERRANEAS (José Ramírez Vázquez)

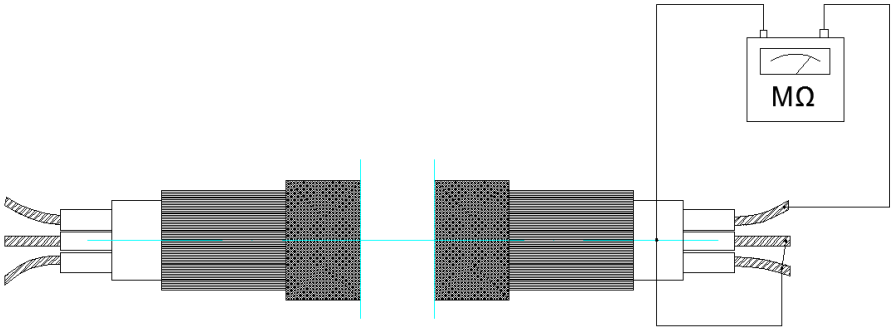


Figura 12. Prueba de aislamiento de un cable subterráneo

Se conectan todos los conductores a tierra, excepto el que se ha de probar. Par ello se unen todos los conductores entre si y la envoltura de plomo si la hubiere, o al borne de tierra de la caja de empalme, derivación etc.

- **Pruebas de cortocircuito.-** Es decir la comprobación de si existen contactos entre conductores. También resulta esencial en este caso la medición de la resistencia de aislamiento.

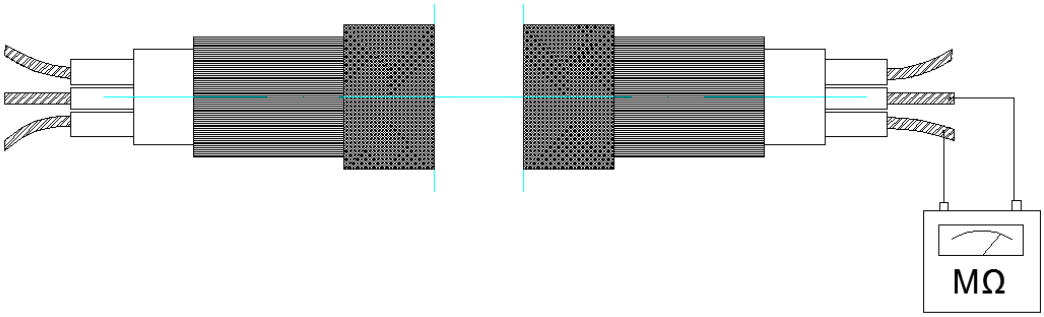


Figura 13. Prueba de cortocircuito de un cable subterráneo

- **Pruebas de continuidad.-** de los conductores, es decir comprobación de que los conductores que constituyen el cable subterráneo no estén interrumpidos en alguna parte de su trayectoria.

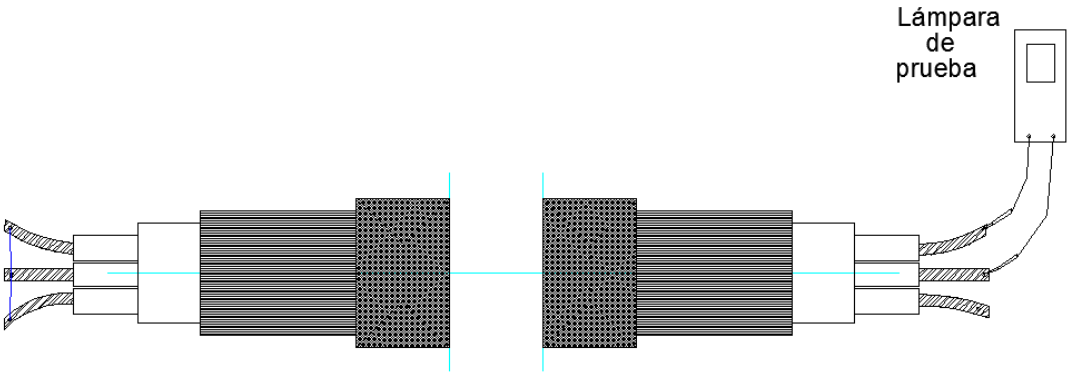


Figura 14. Prueba de interrupción de un cable subterráneo

- **Prueba de sucesión de fases.-** es decir, la comprobación de que la sucesión de las fases es la misma al principio y al final de la trayectoria del cable.

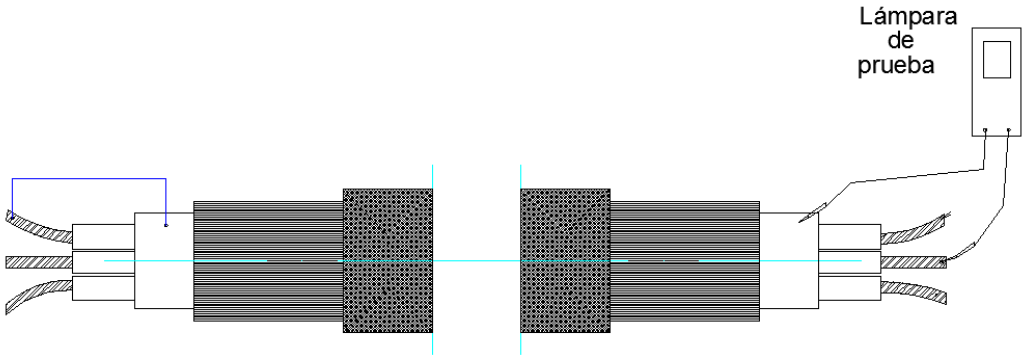


Figura 15. Prueba de sucesión de un cable subterráneo

2.4 EMPALMES.

2.4.1 EMPALMES DE BAJO VOLTAJE.

En los pozos de revisión se realizaran los empalmes de bajo voltaje que servirán para alimentar cada uno de los exhibidores y oficinas.

Las dimensiones de los pozos de revisión serian de 60 x 60 x 80 cm para poder realizar con facilidad los empalmes.

Para alumbrado público se puede utilizar pozos de 50 x 50 cm si se deben realizar hasta 4 empalmes, y si el número de empalmes es mayor el pozo a utilizarse deberá de 70 x 70 cm.

2.4.2 OBRA ELÉCTRICA PARA EMPALMES.

Los empalmes de bajo voltaje se realizarán utilizando herramientas adecuadas para el empalme dependiendo del calibre de los conductores se utilizarán conectores adecuados para los conductores del alimentador y de la acometida.

Los conductores que conforman los alimentadores y acometidas deberán tener al menos un metro de longitud extra dentro del pozo para realizar el empalme.

En todos los pozos de revisión así como en el interior de tableros de distribución y centros de carga los conductores deberán estar debidamente maquillados, utilizando etiquetas resistentes a la humedad y aceites.

2.4.3 INSTRUCCIONES PARA REALIZAR EL EMPALME:

- Se extienden y colocan los cables en su posición definitiva, cortándolos a la longitud adecuada, de forma que sus extremos tengan una sección perpendicular a su eje.
- De cada uno de los extremos de los cables, se quita el suficiente aislamiento y material semiconductor, de forma que quede el conductor al descubierto en una longitud de 26 mm, más la mitad de la longitud del conector metálico; se procurara no dañar el conductor.
- Se da la forma cónica al aislamiento con una longitud de 38 mm, empleando un cuchillo muy afilado u otra herramienta adecuada, de forma que se consiga una superficie lisa. Se comprobará que no queden restos de aislamiento en el conductor desnudo.
- Se coloca el casquillo de empalme o conector. Se recomienda que sea de tipo soldado; emplear la mínima cantidad de calor. Proteger térmicamente el aislamiento durante la operación de soldadura, cubriéndolo con cintas resistentes a altas temperaturas, que se retiran cuando se ha realizado la soldadura. También pueden utilizarse conectores de presión, siempre y cuando se utilicen herramientas adecuadas y sigan las especificaciones de los fabricantes.
- Se limpian las zonas descubiertas, con un material abrasivo no conductor, se limpia el aislamiento con un paño humedecido de disolvente, dejándolo secar.
- A continuación puede iniciarse las operaciones de reconstrucción de aislamientos con cintas semiconductoras y aislantes.

  En la figura 16 se puede apreciar los diferentes aislamientos de empalmes.

	Autocontraíbles (PST)	Resina (Scotchcast)	Cintas	Termocontraíbles
Tiempo de instalación	✔✔✔	✔	✔✔	✔
Facilidad de instalación	✔✔✔	✔	✔✔	✔
Flexibilidad	✔✔✔	✔	✔✔	✔
Instalación bajo agua	✔✔	✔✔✔	✔	✔✔
Resistencia mecánica	✔	✔✔✔	✔	✔✔
Resistencia en ambientes severos (salinidad, humedad, contaminación)	✔✔	✔✔✔	✔	✔✔

Excelente ✔✔✔ Bueno ✔✔ Normal ✔

Figura 16. Uniones y derivaciones para bajo voltaje 3M.

2.4.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EMPALMES DE BAJO VOLTAJE.

Los cables subterráneos, para que sean transportables en los tambores que los soportan, han de ser de una longitud limitada dependiendo de la sección del cable. Por lo tanto, en instalaciones de cierta longitud habrá que empalmar los cables de trecho en trecho longitudes comprendidas entre 10 a 1000 metros. Para ellos se utilizaran manguitos de empalmes, denominado también caja de empalme, y en el lenguaje de los electricistas, submarinos, por su forma constructiva.

Las uniones y derivaciones se aislarán convenientemente, debiendo recuperar al menos un nivel de aislamiento equivalente al propio del conductor, utilizando para ello cintas aislantes u otros medios aprobados.

Las uniones no deberán quedar sometidas a tensión mecánica, excepto las uniones hechas en líneas aéreas; las derivaciones deberán cumplir esta exigencia sin excepción. La conductividad de los conductores empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes, de longitud equivalente.

El aislamiento del empalme ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores conservándose, por tanto, las propiedades dieléctricas.

Los materiales recomendados para realizar los empalmes son los que se expresan a continuación:

- Cinta aislante GE.380, Scotch n° 23 o similares.
- Cinta de plástico vinilico resistente a la intemperie G.E, Scotch n° 33 o similares.
- Cinta aislante especial G.E o similares.
- Cinta semiconductora G.E, Scotch n° 13 o similares

Figura 17. Cinta de hule autofundible (Scotch 23).

El empalme debe estar convenientemente protegido para evitar deterioro mecánico y la entrada de humedad. El empalme debe resistir los esfuerzos electromecánicos provocados al producirse un cortocircuito así como el efecto térmico de las corrientes en régimen normal de servicio, como en el caso de sobrecargas y cortocircuitos.

Características generales.

Las tecnologías aceptadas para los empalmes e bajo voltaje serán:

- Resina
- Contraíble en frio
- Termo contracción
- Gel
- Cintas

Campo de aplicación

Los empalmes aquí definidos que se colocaran son cables subterráneos unipolares de aislación TTU o similares con conductores de cobre y cubierta externa de PVC, para bajo voltaje.

2.4.3.2 NORMAS DE FABRICACIÓN.

El empalme, así como sus componentes, deberá cumplir con los requerimientos de la última revisión de las siguientes normas (donde sean aplicables):

NORMA	DESCRIPCION
IEEE 404	Standard for Cable Joints for Use with Extruded Dielectric Cable Rated 5000-138000 V and Cable Joints for Use with Laminated Dielectric Cable Rated 2500-500000 V.
ASTM D149	Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies
ASTM D150	Standard Test Methods for AC Loss Characteristics and Permittivity (Dielectric Constant) of Solid Electrical Insulation.
ASTM D395	Standard Test Methods for Rubber Property-Compression Set
ASTM D412	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Rubbers and Thermoplastic Elastomers-Tension
ASTM D518	Standard Test Method for Rubber Deterioration-Surface Cracking
ASTM D624	Standard Test Method for Tear Strength of Conventional Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers
ASTM D2240	Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness
IEC 61238-1	Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Test methods and requirements

Tabla 7. Normas de referencia para empalmes.

2.5 PROTECCIÓN ELÉCTRICA DE LAS INSTALACIONES DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES.

2.5.1 GENERALIDADES.

Los medios digitales de la actualidad son una realidad del mundo globalizado y hay información en línea o banda ancha que necesitan mayor cuidado porque presentan algunas debilidades entre las cuales podemos contar con la sensibilidad a los cambios bruscos en las condiciones de operación, esto es a

las perturbaciones en la alimentación eléctrica o a los fenómenos eléctricos transitorios que se presentan o inducen en los sistemas interconectados.

Para evitar y atenuar la peligrosidad de estas perturbaciones en la vida y funcionamiento de los equipos, se ha previsto la estabilidad, continuidad de funcionamiento y la protección de los mismos con dispositivos que eviten el ingreso de estos transitorios a los sistemas en fracciones de segundo y sean dispersados por una ruta previamente asignada como es el sistema de puesta a tierra (SPT), que es el primer dispositivo protector no solo de equipo sensible, sino también de la vida humana evitando desgracias o pérdidas que lamentar.

La protección eléctrica y electrónica tiene pues dos componentes fundamentales, que son indesligables uno de otro: los equipos protectores (pararrayos, filtros, supresores, TVSS, Vía de Chispas, etc.) y el sistema dispersor o Sistema de Puesta a Tierra (SPT), entendiéndose este como el pozo infinito donde ingresan corrientes de falla o transitorios y no tienen retorno porque van a una masa neutra y son realmente dispersados.

2.5.2 PUESTA A TIERRA.

La denominación de puesta a tierra comprende toda ligazón metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones y superficie próxima el terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falla a de las descargas de origen atmosférico.[4]

2.5.3 SISTEMAS DE PUESTAS A TIERRA.

Todo sistema de puesta a tierra está constituido por las siguientes partes:

1. Tomas de tierra.
2. Líneas principales de tierra.
3. Derivaciones de las líneas principales de tierra.

[4] Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas (JUAN JOSE MARTINEZ REQUENA;JOSE CARLOS TOLEDANO GASCA)

4. Conductores de protección.

A su vez, las tomas de puesta a tierra, están constituidas por los siguientes elementos:

1a. Electrodo. Es una masa metálica permanente (material conductor), en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a este de las corrientes de defecto que puedan presentarse, o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

1b. Línea de enlace con tierra. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos, con el punto de puesta a tierra.

1c. Punto de puesta a tierra. Es un punto situado a fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con la tierra y la línea principal de tierra

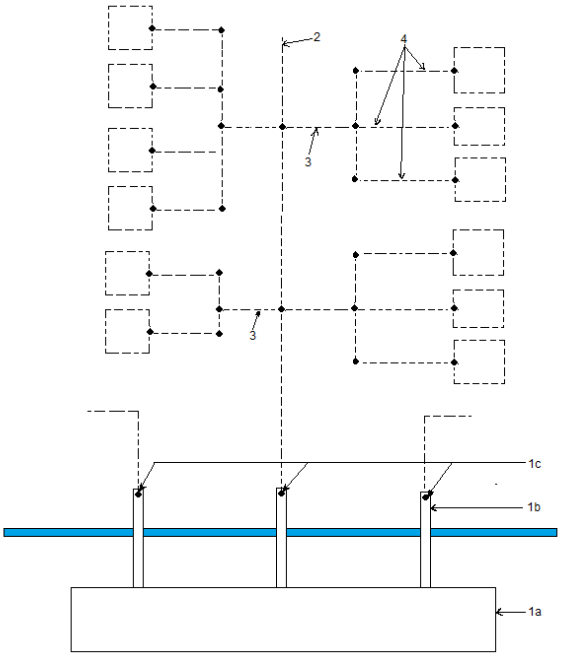


Figura 18. Sistema de puesta a tierra.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT).

En un sistema eléctrico existe la denominada "tierra", que identifica el potencial "0" (Cero) voltaje que servirá como el nivel referencial básico respecto al cual normalmente se medirán a los otros niveles, dispositivos, equipos, puntos, etc., del sistema.

Todos los equipos eléctricos, electrónicos, carcasas, gabinetes, racks y cualquier otro componente metálico de estos sistemas deben ser

apropiadamente aterrizados de acuerdo a la norma ANSI/NFPA 70-250 (NEC), ANSI/TIA-607.

Toda instalación eléctrica, excepto donde se indique expresamente lo contrario, debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que cualquier punto del interior o exterior, normalmente accesible a personas que puedan transitar o permanecer allí, no estén sometidos a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.

La exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras que ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

2.5.3.1 OBJETIVOS DE UNA PUESTA A TIERRA.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son:

- La seguridad de las personas: Para ecualizar los niveles de potencial que se pueden inducir generando niveles peligrosos de voltaje cuando ocurre una descarga eléctrica o una condición de falla eléctrica.
- La protección de las instalaciones: Para proveer un camino específico para corrientes de falla hacia el electrodo de puesta a tierra con el propósito de dar una operación confiable y segura para el personal. Esto incluye el proveer una referencia para todas las fuentes de poder AC y DC.
- La compatibilidad electromagnética: Para reducir el efecto de las perturbaciones provocadas por electricidad estática, interferencia electromagnética, interferencia de radiofrecuencia y transitorios espurios que pueden llegar a través de la red provocados por la operación de equipos eléctricos en el sitio.

Por lo tanto, las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.

- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

2.5.3.2 REQUISITOS GENERALES.

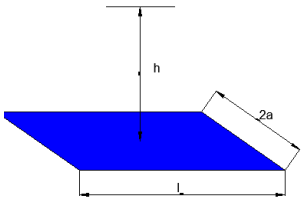
- Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en algunos casos.
- Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.
- Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puestas a tierra, deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica.
- En instalaciones domiciliarias, para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial, cumpla con el presente Código, se debe dejar al menos un punto de conexión accesible y de fácil inspección. Cuando para este efecto se construya una caja de inspección, sus dimensiones deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible.
- No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- Queda expresamente prohibido utilizar en las instalaciones eléctricas, el suelo o terreno como camino de retorno de la corriente en condiciones normales de funcionamiento.

2.5.4 CÁLCULO DE MALLAS DE PUESTA A TIERRA.

Para el cálculo de la resistencia de puestas a tierra las configuraciones más empleadas son las siguientes:[5]

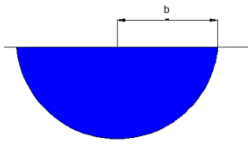
[5] CASAS OSPINA, Favio. Tierras soporte de la seguridad eléctrica. Segunda edición, 2003

- FLEJE h≥3ª



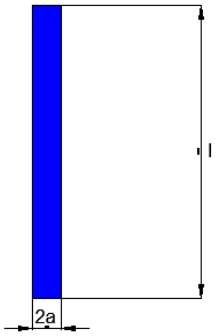
$$RPT = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(Ln\left(\frac{2 * L)}{a}\right) + Ln\left(\frac{L}{2 * h}\right)\right)$$

- SEMIESFERA



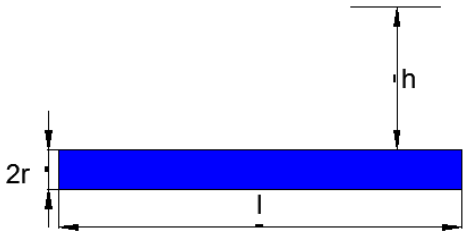
$$RPT = \frac{\rho}{2 * \pi * L}$$

- VARILLA VERTICAL



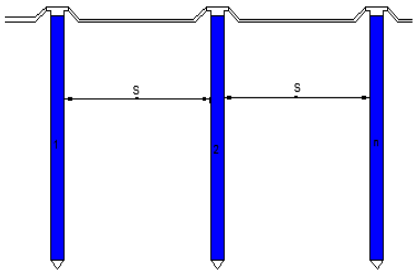
$$RPT = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * Ln\left(\frac{2 * L}{a}\right)$$

- CONDUCTOR HORIZONTAL h≥3ª



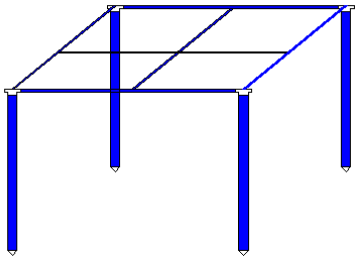
$$RPT = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(Ln\left(\frac{L}{r}\right) + Ln\left(\frac{L}{2 * h}\right)\right)$$

- ELECTRODOS EN LINEA RECTA h≥3ª



$$RPT = \frac{\rho}{N} * \left(0{,}404 + \frac{0{,}16}{S} * Ln(0{,}665 * N)\right)$$

- ELECTRODO EN CADA ESQUINA

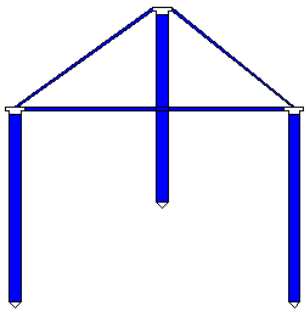


$$RPT = 0{,}443 * \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L}$$

A= Area total

L= longitud total del conductor

- TRIANGULO(5m de lado)



$$RPT = \frac{\rho}{2\pi L}\left(\ln\frac{4\mathrm{L}}{\mathrm{a}} - 1\right) * \left[\left(\frac{3}{d}\right)\left(1 + \frac{2L}{\left(\ln\frac{4L}{a} - 1\right)}\right)\right]$$

2.5.4.1 MÁXIMOS VALORES DE RESISTENCIA.

Los valores recomendados a continuación son sugeridos de la experiencia cotidiana, sin que necesariamente obedezcan a una norma específica o a una meta obligatoria.

USO PARA	VALOR MÁXIMO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión	20Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1Ω
Subestaciones de media tensión en poste	3Ω
Protección contra rayos	10Ω
Neutro de acometida en baja tensión	25Ω
Descargas electrostáticas	25Ω
Equipos electrónicos sensibles	5Ω

Tabla 8. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra

2.5.4.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO SEGÚN IEEE 80.

Cuando el uso de electrodos simples no es satisfactorio para cumplir los requerimientos de seguridad y de operaciones del sistema es necesario disponer de configuraciones de electrodos de mayor complejidad. En este caso es mejor hacer los mejores refuerzos para disponer de la apropiada información ya sean múltiples los factores que incluyen en el diseño.

Fundamentalmente el diseño de una malla de tierra debe cumplir los parámetros siguientes:

a) Asegurar que las tensiones de toque y paso producidos ante la circulación de la peor condición de falla sean menores a los considerados seguros a las personas.

b) Asegurar disponer de bajos valores de resistencia de puesta a tierra, de manera que se disponga la magnitud suficiente de corriente que permita la operación apropiada de los sistemas de protección.

•El conductor a utilizarse para la construcción y reparación de mallas tiene que ser de cobre desnudo, con calibre mínimo 2/0 AWG para equipos y derivaciones a centros de tierra.

ESTÁNDARES:

El diseño de sistemas de puesta a tierra hace parte del conjunto de actividades relacionadas con el dimensionamiento de una subestación eléctrica, lo que es una actividad esencial. Esta descripción técnica se basa principalmente en la Norma ANSI / IEEE standard 80-2000 “IEEE Guide for Safety in AC Subestation grounding”. Si los cálculos basados en el diseño preliminar indican que pueden existir diferencias de potencial peligrosas dentro de la instalación, se deben estudiar diferentes alternativas de selección y aplicarlas donde sea adecuado.

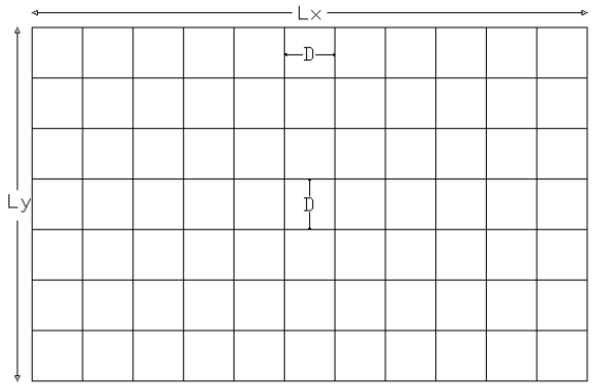


Figura 5. Diseño preliminar de la malla

$$L_C = NL_X + ML_Y \; ; \; A = L_X.L_Y$$

Donde:

N ⟶ Número de conductores de longitud L_X.

M ⟶ Número de conductores de longitud L_X.

Alternativas de solución:

a) Disminuir la resistencia total de la malla:

Al disminuir Rg (resistencia de la malla) se disminuye el GPR (gradiente de potencial) y por lo tanto el voltaje máximo transferido. Esto se puede lograr

aumentando el área total de la malla (A), enterrando varillas de puesta a tierra, que penetren en capas de más baja resistividad.

b) Disminuir o ajustar los espaciamientos de los conductores de la malla (D):

Además de disminuir el espaciamiento D (lo cual aumenta la cantidad de conductor a enterrar) también se puede pensar en extender el conductor de la malla por fuera de la cerca, incrementar la cantidad de varillas perimetrales, enterrar dos o más conductores paralelos a lo largo del perímetro, aumentar la profundidad de la malla y disminuir el espaciamiento cerca al perímetro de la malla.

c) Limitando la corriente total de falla

d) Colocando barreras para limitar el acceso a algunas áreas

Cálculo de la corriente de cortocircuito

$$Icc = \frac{KVA * 100}{\sqrt{3} * KV * Zeq\%} \ [KA]$$

Conductor a utilizar

$$Amm^2 = \frac{Icc * Kf * \sqrt{tc}}{1.9740} \ [mm^2]$$

Donde:

Icc = corriente de cortocircuito.

Kf = Constante para diferentes materiales a diferentes temperaturas de fusión Tm y una temperatura ambiente de 40°C. (Ver tabla 9).

Tc = Tiempo de despeje de la falla.

DESCRIPTION	Material conductivity (%)	αr factor at 20°C (1/°C)	K_o at 0°C (0°C)	Fusing temperature Tm	ρr 20°C (μΩ.cm)	TCAP thermal capacity [J/(cm³.°C)	Kf
Copper, annealed soft-drawn	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42	7,06
Cooper-clad steel wire	40	0,00378	245	1084	4,4	3,85	10,45
Cooper-clad steel wire	30	0,00378	245	1084	5,86	3,85	12,06
Cooper-clad steel rod	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85	14,64
Aluminum, EC grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56	12,12
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6	12,41
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6	12,47
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58	17,2
Steel,1020	10,8	0,00316	605	1510	15,9	3,28	15,95
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44	14,72
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93	28,96
Stainless steel, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03	30,05

Tabla 9. Constantes de los materiales conductores

CALIBRE DEL CONDUCTOR		AREA NOMINAL	DIAMETRO
MCM	AWG	mm^2	m
350		177,35	0,015
300		152,01	0,0139
250		126,68	0,0127
211,6	4/0	107,22	0,0117
167,8	3/0	85,03	0,0104
133,1	2/0	67,44	0,0093

Tabla 10. Dimensiones típicas de los conductores de puesta a tierra

Tensión de paso

$$Vp = \frac{0{,}16 * \rho * Lm}{Lm * h} \quad (V)$$

Este valor debe ser menor al máximo admisible para una persona de 70 Kg que se calcula con la siguiente fórmula:

$$Ep_{70}tolerable = \frac{(1000 + 6 * Cs * \rho_s) * 0.157}{\sqrt{tc}} \quad [v]$$

Donde:

Si no se tiene prevista una capa superficial de grava, entonces $\rho_s=\rho$ y $C_S=1$

Es decir Vp < Ep 70, verifica el cálculo

Tensión de Contacto

$$\mathrm{Vc} = \frac{0{,}7 * \rho * \mathrm{Lm}}{\mathrm{Lm}} \quad (\mathrm{V})$$

Este valor debe ser menor al máximo admisible, que se calcula con la siguiente formula de la Norma IEEE 80:

$$\mathrm{Ec}_{70}\mathrm{tolerable} = \frac{(1000 + 1{,}5 * \mathrm{Cs} * \rho_s) * 0.157}{\sqrt{\mathrm{tc}}} \quad [\mathrm{v}]$$

De esta manera Vc < Ec 70, se verifica la hipótesis de cálculo.

CABLES DESNUDOS DE COBRE SUAVE Y SEMI-DURO 75°C

CALIBRE	SECCIÓN APROX.	# HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO TOTAL APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPCD *	SUAVE		SEMI-DURO	
							RESISTENCIA C.C. Y 20°C	TENSION RUPTURA	RESISTENCIA C.C. Y 20°C	TENSION RUPTURA
AWG o MCM	mm_		mm	mm	Kg/Km	Amp	ohm/Km	Kg	ohm/Km	Kg
8	8.37	7	1.23	3.70	76	95	2.1	226	2.17	292
6	13.30	7	1.55	4.65	120	129	1.32	360	1.37	463
4	21.12	7	1.96	5.88	192	170	0.83	572	0.86	683
2	33.54	7	2.47	7.41	305	230	0.52	910	0.54	1071
1/0	53.52	7	3.12	9.36	485	310	0.33	1391	0.34	1680
2/0	67.35	7	3.50	10.50	612	360	0.26	1755	0.27	2150
3/0	84.91	7	3.93	11.79	770	415	0.21	2212	0.21	2636
4/0	107.41	7	4.42	13.26	972	485	0.16	2789	0.17	3297
1/0	53.52	19	1.89	9.45	485	319	0.33	1391	0.34	1680
2/0	67.35	19	2.13	10.65	612	371	0.26	1755	0.27	2150
3/0	84.91	19	2.39	11.95	770	427	0.21	2212	0.21	2636
4/0	107.41	19	2.68	13.40	972	500	0.16	2789	0.17	3297

Tabla 11. Sección de conductores de cobre suave y semiduro desnudo (General cable)

2.5.4.2.1 *Cálculos de mallas de puesta a tierra*

Con objeto de medir la resistividad del suelo para el cálculo de la puesta a tierra se hace necesario insertar los 4 electrodos en el suelo. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta y a una misma profundidad de

penetración, las mediciones de resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno, y por el contrario no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de contacto que se haga con la tierra.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C_1 y C_2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P_1 y P_2. Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

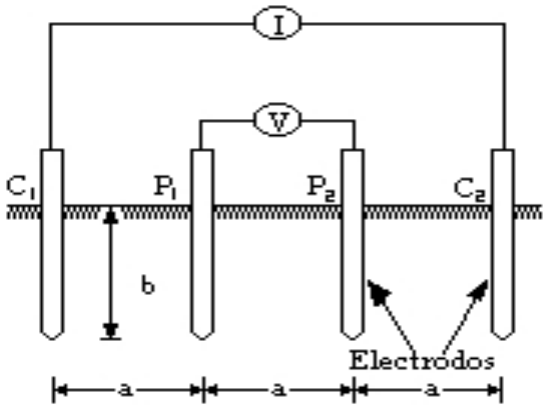


Figura19. Esquema de electrodos para medición de resistencia

En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. Según el método Wenner la resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = 2 \times \pi \times a \times R$$

Donde:

ρ= Es la resistividad aparente del terreno en Ω.m

a= Es la distancia entre electrodos en metros.

R= Resistencia medida por el telurómetro

En la medición realizada la distancia entre electrodos o picas es de 5 m resistencia obtenida fue de 2,6 ohmios, de lo cual tenemos una resistividad total de:

$$\rho = 2 \times \pi \times 5 \times 2{,}6$$

$$\rho = 81{,}68\ \Omega.\mathrm{m}$$

El método empleado en este caso para el cálculo de la resistencia de tierra es el “Método de Schwarz” quien desarrolló el siguiente conjunto de ecuaciones para determinar la resistencia de un sistema de puesta a tierra en un suelo homogéneo que consta de una malla horizontal con electrodos verticales (varillas). Schwarz empleó la siguiente ecuación para cambiar la resistencia de la malla, varillas y la resistencia mutua, para calcular la resistencia de puesta a tierra Rg.

La resistencia combinada de R_1 y R_2 será menor que la resistencia a tierra, analizando ambos componentes por sí solos; pero será más alta que la de la combinación en paralelo (Rm < R_1, R_{12} < R_2, Rg > R_{12}).La resistencia combinada es:

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2 - \left(R_{12}\right)^2}{R_1 \cdot R_2 - 2R_{12}}$$ Donde:

Cuando se hincan varillas profundamente en el terreno, a fin de alcanzar suelos más conductivos, son aplicables las siguientes expresiones:

$$R_1 = \frac{\rho_1}{\pi . l_1} * \left[In\left(\frac{2.L_1}{h'}\right) + K_1\left(\frac{L_1}{\sqrt{A_1}}\right) - K_2 \right]$$

$$R_2 = \frac{\rho_1}{2 * \pi * n * L_2} * \left[In\left(\frac{8 * L_2}{d_2}\right) - 1 + 2 * K_1\left(\frac{L_2}{\sqrt{A_1}}\right)(\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

$$R_{12} = \frac{\rho_1}{\pi * L_1} * \left[In\left(\frac{2L_1}{L_2}\right) + K_1\left(\frac{L_1}{\sqrt{A_1}}\right) - K_2 + 1 \right]$$

$$K_1 = -0{,}05\left(\frac{L_X}{L_Y}\right) + 1{,}2$$

$$K_2 = 0{,}1\left(\frac{L_X}{L_Y}\right) + 4{,}68$$

Donde:

R_1 Resistencia de la malla

R_2 Resistencia de las varillas

R_{12} Resistencia Mutua

ρ_1 resistividad del suelo encontrada por los conductores de red enterrados a la profundidad h (ohm.m),

ρ_a resistividad aparente del suelo para una varilla (ohm.m),

L_1 longitud total de los conductores de la red (m),

L_2 longitud promedio de las varillas (m),

h profundidad de empotramiento de la red (m),

h´ $(d_1 * h)^{1/2}$ para conductores enterrados a la profundidad h,

A área cubierta por la red de dimensiones a x b (m2),

n número de varillas dentro del área A,

K_1; K_2 constantes relacionadas con la geometría del sistema (Fig. 45 y 46 de IEEE St-80 sección 12.3),

d_1 diámetro de los conductores de la red (m),

d_2 diámetro de las varillas (m),

a lado menor del rectángulo (m),

b lado mayor del rectángulo (m).

RESISTIVIDAD DEL SUELO

ρ=81,68 Ω.m

- ✓ **RESISTENCIA**

LONGITUD TOTAL 4/0 AWG:

Lx= 4, 20

Ly= 4, 20

Lt= (4*4,20)

Lt=16,8 m (2/0 AWG)= 17 m(2/0 AWG)

ÁREA TOTAL:

At=(4,20*4,20)

At=17,64 m^2 =18m^2

CONSTANTES K_1 y K_2:

- ✓ $K_1 = -0{,}05\left(\frac{4{,}20}{4{,}20}\right) + 1{,}2$

  $K_1 = 1{,}15$

- ✓ $K_2 = 0{,}1\left(\frac{4{,}20}{4{,}20}\right) + 4{,}68$

  $K_2 = 4{,}78$

RESISTENCIA MALLA:

$R_1 = (\rho_1/\pi l_1)\,(\ln(2l_1/h') + K_1(l_1/A^{1/2}) - K_2)$,

$R_2 = (\rho_1/2n\pi l_2)\,[\ln(8l_2/d_2) - 1 + 2K_1(l_2/A^{1/2})(n^{1/2} - 1)^2]$,

$R_{12} = (\rho_1/\pi l_1)\,[\ln(2l_1/l_2) + K_1(l_1/A^{1/2}) - K_2 + 1]$,

- ✓ $R1 = \frac{81{,}68}{\pi*17}\left(\ln\left(\frac{2*17}{\sqrt[2]{0{,}013*0{,}8}}\right) + \frac{1{,}15*17}{\sqrt{18}} - 4{,}78\right)$

$R1 = 1{,}52(5{,}81 + 4{,}6 - 4{,}78)$

$R1 = 8{,}61\Omega$

- ✓ $R2 = \frac{81{,}68}{2\pi*4*1{,}8}\left(\ln\left(\frac{8*1{,}8}{0{,}15}\right) - 1 + \frac{2*1{,}15*1{,}8}{\sqrt{18}*(\sqrt{4}-1)^2}\right)$

R2= 1,81(4,56-1+0,23) Ω

$R2 = 6{,}84\Omega$

- ✓ R12= $\frac{81{,}68}{\pi*17}\left(\ln\left(\frac{2*17}{1{,}8}\right) + \frac{1{,}15*17}{\sqrt{18}} - 4{,}78 + 1\right)$

$R12 = 1{,}52(2 + 4{,}60 - 4{,}78 + 1)$

R12=4,31Ω

✓ $Rg= \frac{8,61 \text{ x } 6,48-4,31^2}{8,61+6,48-(2\times4,31)}$

Rg= 0,78 Ω

Para lo cual los valores recomendados por la IEEE 142-1991 (6), son los siguientes:

- Para grandes subestaciones, líneas de transmisión y estaciones de generación: 1ohm.
- Para Subestaciones de plantas industriales, edificios y grandes instalaciones comerciales: 1- 5 ohm.
- Para mallas simples y electrodos simples: 25 ohm.

Por lo tanto la resitencia obtenida de la malla propuesta está dentro del rango de la normativa, además hay que recalcar que este valor se utilizará para las cuatra mallas propuestas que respectivamente son: TDP1(Tablero de distribución principal 1), TDP2(Tablero de distribución principal 2), TDP 3(Tablero de distribución principal 3) y TDP 4(Tablero de distribución principal 4).

2.5.4.2.2 Método de aplicación del FASTGEL[6]

FASTGEL es un tratamiento natural para los suelos de alta resistividad. El Fastgel es no tóxico y no daña el medio ambiente, de acuerdo con las pruebas realizadas en laboratorios especializados. Se presenta en un envase que contiene12 kg (1dosis).Características técnicas:

1. 000925 g/mm^3 densidad (seco)
2. Swell Poder proporcionar más y mejor contacto entre el vástago conductor / tierra.
3. Baja resistencia y alta conductividad. Puede disminuir la resistencia del suelo hasta en un 75 %.
4. No lixiviables es decir, no se dispersan durante la temporada de lluvias

Las principales ventajas de FASTGEL son :

[6] **MANUAL DE PUESTAS A TIERRA THOR-GEL, Lima Perú**

• Proporciona una reducción sustancial en el valor de la resistencia de puesta a tierra (que varía de acuerdo a las condiciones del suelo , y puede alcanzar hasta el 75 %);
• Tiene una vida útil larga debido a que el material no se dispersa en la lluvia ;
• Aumento de la seguridad debido a la disminución de la resistencia de la inmovilización;
• Facilidad y rapidez de ejecución y ;
• El FASTGEL cumple con los requisitos señalados en el principio, es decir :
• No daña el medio ambiente y no es un elemento tóxico;
• No es corrosivo (ph neutro) ;
• Presenta una excelente conductividad .

2.5.5 ESTÁNDARES

El diseño de sistemas de puesta a tierra hace parte del conjunto de actividades relacionadas con el dimensionamiento de la red subterránea del zoológico, lo que es una actividad esencial. Esta descripción técnica, para la implementación, se basa principalmente en la Norma ANSI / IEEE standard 80-2000 “IEEE Guide for Safety in AC Subestation grounding”.

2.5.5.1 MÉTODO DE SOLDADURA:

El sistema revolucionario de CADWELD PLUS es un método simplificado para realizar conexiones eléctricas soldables exotérmicas. CADWELD PLUS integra un paquete de soldadura que ha simplificado el proceso de instalación eliminando los materiales de ignición y reduciendo el tiempo de preparación. Las conexiones eléctricas CADWELD han sido reconocidas como lo mejor en conexiones para la, protección catódica y aplicaciones para sistemas de tierra o energía.

Este proceso de soldadura ha sido sometido a una rigurosa prueba de cortocircuito que sigue la norma IEEE y que consiste en aplicar varias soldaduras a un cable de 120 mm^2 e inyectarle una corriente de 3000 A durante 10 segundos. Si bien es cierto que en terreno las protecciones no están sometidas a este tipo de exigencias, Se deseaba ver cuáles eran las capacidades de la soldadura. El resultado fue que el conductor se fundió,

mientras que la soldadura mantuvo sus características eléctricas, demostrando que tenía una mejor conductividad.

2.5.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SOLDADURA CADWELD:

- Soportan repetidas corrientes de falla sin provocarles daño durante su operación.
- Exceden los requerimientos de la norma del “IEEE Std 837- Std. Para la Calificación de Conexiones Permanentes Utilizadas en Sistemas de Tierra para Subestaciones”.
- Capacidad de conducción de corriente igual a la del conductor.
- No se requiere de una fuente de poder o de calor externa.
- Una vez colocado en el molde CADWELD, el material de soldadura es activado electrónicamente por medio de una unidad de control operada por baterías que una vez colocado en el molde CADWELD, el material de soldadura es activado electrónicamente por medio de una unidad de control operada por baterías que se conecta por medio de un cable de 1.80 metros de longitud.
- Reduce el tiempo de instalación en un 20%.
- El recipiente hermético, que contiene la soldadura, consiste en una copa metálica que aloja el material de soldadura patentado CADWELD y a la fuente de ignición.

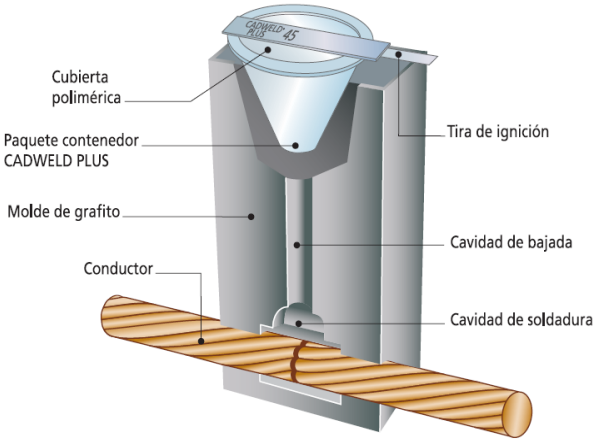


Figura 20. Partes de la soldadura CADWELD PLUS.

2.5.5.2.1 MOLDES DE GRAFITO

Figura 21. Molde de Grafito.

Existe una gran variedad de moldes de grafito para soldadura tanto en conexiones Cable/Cable como en conexiones Cable/Varilla en uniones CRUZ y en Terminal T. Dependiendo de su uso, para diferentes calibres de cables en marcas Cadweld, Mastweld, Termoweld y Fastweld.

En la tabla contigua puede verificar que tipo de suelda y molde necesita para su trabajo dependiendo del tipo de conexión que requiera.

G2C 5/8-2	Molde de Grafito cable pasante 2 AWG - Varilla 5/8"	
G2C 5/8-1/0	Molde de Grafito cable pasante 1/0 AWG - Varilla 5/8"	
G2C 5/8-2/0	Molde de Grafito cable pasante 2/0 AWG - Varilla 5/8"	
G2C 5/8 4/0	Molde de Grafito cable pasarte 4/0 AWG - Varilla 5/8"	
G5R 5/8-1/0	Molde de Grafito cable en T 1/0 AWG - Varilla 5/8"	
G5R 5/8-2/0	Molde de Grafito cable en T 2/0 AWG - Varilla 5/8"	
G5R 5/8-4/0	Molde de Grafito cable en T 4/0 AWG - Varilla 5/8"	
T1C 1/0-1/0	Molde de Grafito cable/cable 1/0 AWG en T	
T1C 2/0-2/0	Molde de Grafito cable/cable 2/0 AWG en T	
T1C 4/0-4/0	Molde de Grafito cable/cable 4/0 AWG en T	
S1C 1/0	Molde de Grafito cable/cable 1/0 AWG	
S1C 2/0	Molde de Grafito cable/cable 2/0 AWG	
S1C 4/0	Molde de Grafito cable/cable 4/0 AWG	
P1C 1/0-1/0	Molde de Grafito cable/cable 1/0 AWG paralelo	
P1C 2/0-2/0	Molde de Grafito cable/cable 2/0 AWG paralelo	
X2C 1/0-1/0	Molde de Grafito cable/cable 1/0 AWG en cruz	
X2C 2/0-2/0	Molde de Grafito cable/cable 2/0 AWG en cruz	

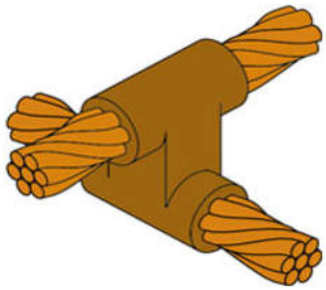


Figura 22. Tipos de moldes de grafito disponibles en el mercado.

2.5.5.2.2 PROCESO DE UNIÓN:

1.- Insertar el paquete de CADWELD PLUS dentro del molde (requiere el uso de una cubierta/baffle).

Figura 23. Ubicación del paquete dentro del molde

2.- Conecte la terminal de la unidad de control a la tira de ignición.

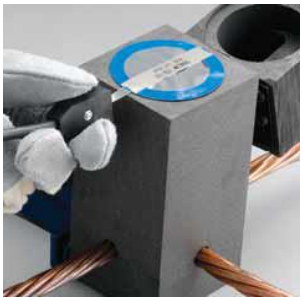


Figura 24. Conexión de la tira de ignición

3.- Presione y mantenga el botón de la unidad de control y espere la ignición.

Figura 25. Pulso para el proceso de ignición

4.- Abra el molde y retire el contenedor de acero utilizado – no requiere de cuidados especiales para su desecho.

Figura 26. Fase terminal de la suelda

La unidad de control del CADWELD PLUS inicia la reacción del metal en el crisol. La unidad incluye un cable para alta temperatura de 1.8 metros. El cable se conecta a la tira de ignición por medio de una terminal de conexión especialmente diseñada para este propósito.

Después de que la terminal de conexión es instalada en la tira de ignición, el instalador presiona y mantiene el botón de ignición para iniciar una secuencia de carga y descarga. En unos segundos la unidad de control envía una tensión predeterminada a la tira de ignición y la reacción se inicia.

CAPITULO III

3. ESTUDIO DE LA CARGA INSTALADA Y DEMANDA DEL ZOOLÓGICO DE GUAYLLABAMBA

3. 1. CÁLCULO DE LA DEMANDA

3.1.1. ANTECEDENTES

El Zoológico de Guayllabamba objeto de este estudio, es una fundación sin fines de lucro que tiene como objetivo principal la conservación de especies nacionales en extinción tal como el tapir amazónico y el cóndor andino, siendo líder en el manejo de fauna silvestre en cautiverio y educación ambiental.

Procura sembrar en el visitante el espíritu de conservación, además de proporcionar espacios de acercamiento a la naturaleza dando la oportunidad para conocer y observar animales de todas las regiones del país.

El zoológico mantiene en exhibición más de 40 especies entre las que se encuentran monos, felinos, papagayos, y animales extranjeros como el león y el canguro y actualmente es el espacio educativo/recreativo más visitado del Ecuador; 280.000 personas al año llegan a visitarlo. Por lo cual es necesario garantizar condiciones alimenticias y ambientales muy higiénicas y seguras.

Así por ejemplo, las rejas eléctricas proporcionan seguridad tanto para animales como para visitantes, de igual manera el cuarto frío que garantiza la durabilidad de los cárnicos de los animales, garantizando la salud de los mismos.

Como es lógico se tiene área administrativas, bodegas, centro de diversión, que implican una carga eléctrica considerable, por lo tanto es necesario el análisis minucioso en este capítulo, pues en cualquier diseño eléctrico el correcto cálculo de la carga a servir, implica el dimensionamiento de quipos y alimentadores, influyendo directamente en la calidad de servicio y en costos económicos.

3.1.2. CONCEPTOS GENERALES

Es necesario hacer referencia a ciertos conceptos de electricidad que nos permitirán entender de mejor manera el desarrollo de este capítulo, además nos ayudarán a entender el comportamiento de esta forma de energía tan importante en la vida humana.

1.- Densidad de carga: Este concepto se puede establecer de dos formas, una de ellas se expresa como la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto, y la otra corresponde a un diseño de detalle que establece la densidad de carga como la cantidad KW, por cada 100 m de línea para suministrar el servicio.

2.- Carga instalada: Es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en KVA, o KW.

3.- Demanda máxima: Se conoce también como demanda máxima y corresponde a la carga mayor que se presenta en un sistema, en un periodo de trabajo previamente establecido. En esta demanda ofrece el mayor interés ya que aquí es donde se presenta la máxima caída de tensión en el sistema y por tanto cuando se presentan las mayores pérdidas.

4.- Número de horas de carga equivalente: Es el número de horas que requeriría la carga máxima para que se consuma la misma cantidad de energía que la consumida por la curva de carga real sobre el periodo de tiempo especificado.

5.- Demanda: Es la cantidad de potencia que un consumidor, utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo). Dicho de otra forma: la demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, tomando un valor medio en un intervalo determinado.

6.- Tasa de crecimiento de la demanda: Este es uno de los parámetros de diseño cuya determinación requiere el máximo cuidado a fin de evitar la subestimación y la sobreestimación de las demandas futuras.

7.- Factor de demanda: El factor de demanda en un intervalo de tiempo, de una carga, es la razón entre la demanda máxima, y la carga total instalada, siendo por lo general menor que 1.

8.- Factor de utilización: El factor de utilización, es un sistema eléctrico en un intervalo de tiempo, es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema

9.- Sistema de distribución: La parte del sistema de potencia comprendida entre las barras de alta tensión de las subestaciones de distribución y los puntos de suministro de energía a los consumidores.

10.- Red de distribución: Es el conjunto de los elementos componentes del sistema de distribución: conductores, aisladores, estructuras de soporte, canalizaciones y equipos.

11.- Red de distribución subterránea: la red de distribución en la cual los elementos de la instalación se disponen en canalizaciones bajo el nivel del terreno y en cámaras.

12.- Alimentador: La sección de la red primaria que se inicia en las barras de media tensión de la Subestación de Distribución y que constituye, por su capacidad de transporte, la parte principal de la red.

13.- Centro de transformación: La parte de la red primaria que comprende el transformador de distribución y sus elementos de protección.

14.- Red secundaria: La parte de la Red de Distribución que opera a la tensión secundaria del sistema o tensión de utilización.

15.- Circuito secundario: La sección de la red secundaria comprendida entre el centro de transformación y el extremo más alejado de la misma que recibe alimentación del transformador de distribución correspondiente, incluyendo los ramales derivados de puntos intermedios.

16.- Derivación o acometida: La instalación que conecta un punto de la red de distribución a la carga del consumidor.

17.- Consumidor, usuario: Persona natural o jurídica que ha suscrito un convenio con la empresa eléctrica local.

18.- Canalización: El conjunto de elementos destinados a alojar y proteger los conductores contra agentes externos.

19.- Puesta a tierra: El conjunto de elementos destinados a proveer una conexión permanente, entre un punto de la red o entre los terminales de un equipo y tierra.

20.- Voltaje de utilización: Es el voltaje obtenido en los terminales del dispositivo eléctrico o máquina. Es el voltaje existente en el tomacorriente al cual se va a conectar el equipo. Se debe tener presente que el voltaje de utilización no es el existente en la acometida, ya que de la acometida a los terminales de los dispositivos o de los tomacorrientes se produce una caída de voltaje propia de la instalación eléctrica interior.

21.- Voltaje de Suministro: Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado. El voltaje de suministro en los sectores rurales debe ser el mismo que el establecido para los sectores urbanos

22.- Caída de Tensión: Es la diferencia entre el voltaje de alimentación y el voltaje de carga, referido al voltaje nominal.

3.1.3. DISEÑO Y CÓMPUTOS

En el desarrollo de este grupo de actividades, se procede al dimensionamiento de los componentes de la red, se define el trazado de las líneas y la localización de las estructuras de soporte de conductores y equipos, para lo cual, se determinan los criterios básicos, valores de referencia, procedimientos de cómputo, características de equipos y materiales así como recomendaciones de orden general, establecidos por la EEQ S.A, brindando de esta manera los criterios que conduzcan a la solución óptima.

3.1.3.1 MÉTODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

Para la elaboración de este proyecto eléctrico se tomó como referencia para el estudio de demanda, las normas de la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q. S.A.) NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A, Código: DD.DID.722.IN.03; de la sección A-11-D, por ser un método generalizado, confiable y seguro, además de apegarse a la realidad socioeconómica y eléctrica de la ciudad.

En las distintas áreas como oficinas, exhibidores, áreas recreativas se utiliza este método para obtener los factores de simultaneidad de un análisis horario de cada una de las cargas obtenidas. Para lo cual se utilizarán los factores recomendados por la Empresa Eléctrica Quito de la misma norma.

Determinación de la carga instalada del consumidor

a) En esta plantilla se deberá establecer, columna 1; un listado de artefactos, equipos y maquinarias, etc. columna 2; cantidad, columna 3; potencia nominal, y en la columna número 4 se establece la carga instalada es decir la multiplicación de la cantidad de aparatos por la potencia del mismo.

APARATOS ELECTRICOS							
DESCRIPCION	***CANT***	***Pn***	***CI (W)***	***FFUn(%)***	***CIR(W)***	***FSn(%)***	***DMU (W)***
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
TOTAL WATIOS =							

Tabla 12. Plantilla para cálculo de la demanda máxima unitaria

b) Para cada una de las cargas anotadas en la columna 4, se establece el factor de frecuencia de uso (FFUn) en la columna 5, que determina la incidencia en porcentaje (%) de la carga correspondiente al consumidor de máxima posibilidad. Este FFU siempre será menor o igual que el 100%.

c) En la columna 6, se anota para cada reglón el valor de la Carga Instalada por Consumidor Representativo (CIR) computada de la siguiente manera:

$$\text{CIR}= \frac{CI \times FFUn}{100} \quad (1)$$

Siendo

FFUn: Factor de frecuencia de uso (%)

CI: Carga Instalada (W)

d) Determinación de la Demanda Máxima Unitaria (DMU)

Se determina a partir de la Carga Instalada del Consumidor Representativo (CIR) y del factor de la simultaneidad (FSn) para cada una de las cargas instaladas, el cual determina la incidencia de la carga considerada en la demanda coincidente durante el periodo de máxima solicitación que tiene el lugar, en este caso para el zoológico se realizó entre las 10 y 15 horas.

En general el Factor de Simultaneidad expresado en porcentaje, será determinado para cada una de las cargas instaladas, ya que en los exhibidores se tendrá un porcentaje superior, no así en los servicios de aplicación específica como bombas de agua, equipos de soldadura, etc., que tendrán porcentajes medios o bajos. Este resultado se especifica en la columna 8 (Ver tabla 14).

La demanda máxima unitaria se calcula de la siguiente manera:

$$\text{DMU}= \frac{CIR \times FSn}{100} \qquad (2)$$

Siendo

CIR= Carga Instalada Representativa

FSn= Factor de Simultaneidad

Cálculo de la Demanda Máxima Unitaria proyectada (DMUp)

El valor de la Demanda Máxima Unitaria, resulta válida para condiciones iniciales de diseño, para efectos de incremento de carga.

El incremento de la demanda tiene una relación geométrica al número de años considerados y se expresa por un índice acumulativo anual “Ti”, que permite determinar el valor de la Demanda Máxima Unitaria Proyectada (DMUp), para un periodo de “n” años a partir de las condiciones iniciales.

Para “n” se considera lo siguiente, para el dimensionamiento de los componentes de la red primaria se deberá considerar el período de tiempo de 10 años, a partir de la fecha de ejecución del proyecto.

Para el dimensionamiento de los centros de transformación y de la red secundaria se deberá considerar el número de usuarios totales, incluyendo los existentes y los proyectados, para el período de tiempo de 10 años. Entonces el DMUp se calcula de la siguiente manera.

$$DMUp = DMU \left(\frac{1+Ti}{100}\right)^{n} \qquad (3)$$

Siendo

DMU= Demanda Máxima Unitaria

El factor $(1 + Ti/100)^{n}$ se encuentra en la **TABLA 13.**

Este factor está tabulado para usuarios para residenciales, pero para usuarios residenciales y comerciales dependerá de la expectativa de crecimiento del propietario.

Como observación general para una Demanda Máxima Unitaria baja, el Ti será alto, y para un DMU alto, el Ti será bajo.

Determinación de la Demanda de Diseño.

Para el dimensionamiento de los elementos de la red y para el cómputo de la caída de tensión, debe considerarse el hecho de que a partir de cada uno de los puntos de los circuitos de alimentación, incide un número variable de consumidores, el mismo que depende de la ubicación del punto considerado en la relación a la fuente y a las cargas distribuidas, pero que las demandas máximas unitarias no son coincidentes en el tiempo, la potencia transferida hacia la carga, es en general, menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales. Se calcula de la siguiente manera

$$DD = \frac{DMUp \times N}{FD} \qquad (4)$$

Siendo:

DMUp= Demanda unitaria proyectada

N= el número de abonados en el punto considerado de la red

FD= Factor de Diversidad, dependiente de N y del tipo de consumidor.

3.1.3.2. LLENADO DE TABLA PARA ESTUDIO DE CARGA

De acuerdo a los parámetros antes señalados y tomando en consideración la tabla 12 se procederá al cálculo de la siguiente manera:

1.- Para la columna uno se especificará el lugar en el que se tomó los datos de carga, además de incluir la descripción de los aparatos eléctricos, tal como iluminación, radio, computadoras, impresoras, cafeteras, calefactores, etc.

2.- En la columna dos especificaremos la cantidad de aparatos eléctricos presentes en cada lugar de la toma de carga.

3.- En la columna tres pondremos la potencia expresada en W del aparato eléctrico correspondiente.

4.- En la columna cuatro procederemos a multiplicar la columna dos por la columna tres.

5.- En la columna cinco se hace referencia a las horas de utilización del equipo para lo cual se tomara en el estudio presente una referencia de 13 horas.

6.- Para la columna seis multiplicaremos la columna cuatro por la cinco y dividiremos el resultado para cien.

7.- Para la columna siete, dependerá del diseñador el porcentaje de simultaneidad (instante de encendido de los equipos), para cada carga.

8.- Finalmente para la columna 8 se multiplicará la columna seis y siete, para obtener el DMU en W.

Usuario	Ti	$(1+TI/100)^n$	
Tipo	(%)	n=10	n=15
A	1.5	1.16	1.25
	1.6	1.17	1.27
	1.7	1.18	1.29
	1.8	1.19	1.31
	1.9	1.21	1.33
	2.0	1.22	1.35
	2.1	1.23	1.37
	2.2	1.24	1.39
	2.3	1.25	1.41
	2.4	1.26	1.43
	2.5	1.27	1.45
B	2.5	1.28	1.45
	2.6	1.29	1.47
	2.7	1.3	1.49
	2.8	1.32	1.51
	2.9	1.33	1.53
	3.0	1.34	1.56
	3.1	1.36	1.58
	3.2	1.37	1.6
	3.3	1.38	1.63
	3.4	1.4	1.65
	3.5	1.41	1.67
	3.6	1.42	1.7
	3.7	1.44	1.72
	3.8	1.45	1.75
	3.9	1.47	1.77
	4.0	1.48	1.8

Usuario	Ti	$(1+TI/100)^n$	
Tipo	(%)	n=10	n=15
C	4.0	1.48	1.8
	4.1	1.49	1.84
	4.2	1.51	1.85
	4.3	1.52	1.88
	4.4	1.54	1.91
	4.5	1.55	1.93
	4.6	1.57	1.96
	4.7	1.58	1.99
	4.8	1.6	2.02
	4.9	1.61	2.05
	5.0	1.63	2.08
	5.1	1.64	2.11
	5.2	1.66	2.14
	5.3	1.68	2.17
	5.4	1.69	2.2
	5.5	1.71	2.23
D	5.5	1.71	2.23
	5.6	1.72	2.26
	5.7	1.74	2.3
	5.8	1.76	2.33
	5.9	1.77	2.36
	6.0	1.79	2.4
	6.1	1.81	2.43
	6.2	1.82	2.46
	6.3	1.84	2.5
	6.4	1.86	2.53
	6.5	1.88	2.57
E	6.6	1.88	2.57

TABLA 13. Factores de proyección de la Demanda para determinación de cargas de diseño.

TRANSFORMADOR 1

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
ISO 9001-2000	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	FECHA: 04-03-2014
HOJA 1 DE 5	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Caseta Guardia	Iluminación	1	60	60	92	55	100	55
Boletería	Iluminación	2	60	120	31	37	100	37
	Caja registradora	2	175	350	62	215	100	215
	Ventilador	1	70	70	31	22	100	22
Zootienda	Iluminación	3	60	180	62	111	100	111
	Caja registradora	1	175	175	62	108	100	108
	Mini televisión	1	46.5	47	46	21	100	21
Administración	Iluminación	3	64	192	92	177	100	177
	Iluminación	6	32	192	62	118	100	118
	Computadora	3	348	1044	62	642	100	642
	Laptop	2	80	160	62	98	80	79
	Microondas	1	930	930	23	215	50	107
	Teléfono	2	25.8	52	23	12	50	6
	Impresora	3	174	522	31	161	60	96
	Cafetera	1	900	900	23	208	20	42
Baño administrativo	Iluminación	1	100	100	15	15	100	15
Educación	Iluminación	18	32	576	62	354	100	354
	Computadora	5	348	1740	62	1071	100	1071
	Impresora	4	174	696	31	214	60	128
	Microondas	2	930	1860	23	429	50	215
	Motorolas	3	23	69	23	16	30	5
	Laptop	2	80	160	62	98	60	59
	Teléfono	1	25.8	26	23	6	10	1
	Cafetera	1	900	900	23	208	10	21

TABLA 14.1 Tabulación de datos de carga para transformador 1

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
ISO 9001-2000	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	FECHA: 04-03-2014
HOJA 2 DE 5	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Presidencia	Iluminación	6	32	192	62	118	100	118
	Laptop	1	80	80	62	49	60	30
	Teléfono	1	25.8	26	23	6	10	1
Vicepresidencia	Iluminación	2	64	128	62	79	100	79
	Computadora	2	348	696	62	428	80	343
	Impresora	1	174	174	31	54	60	32
	Ventilador	1	330	330	46	152	70	107
Bodega helados	Iluminación	4	100	400	62	246	100	246
	Congeladoras	3	1800	5400	50	2700	100	2700
Baños entrada	Iluminación	4	100	400	62	246	100	246
	Iluminación	2	32	64	62	39	100	39
Mono Barizo	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Iluminación	1	100	100	15	15	100	15
Tapir Amazónico	Iluminación	2	100	200	40	80	100	80
Pecarí	Iluminación	3	100	300	40	120	100	120
Guarro	Iluminación	3	100	300	40	120	100	120
Cuchuchos	Iluminación	1	100	100	62	62	100	62
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Cóndor Hijo	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Iluminación	1	100	100	15	15	100	15
Oso de anteojos	Red	1	4	4	185	7	100	7
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Iluminación	8	100	800	92	738	100	738
Baños en sector de oso	Iluminación	6	100	600	31	185	100	185

TABLA 14.2. Tabulación de datos de carga para transformador 1

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
	PARTE A	FECHA: 04-03-2014
ISO 9001-2000	GUÍA PARA DISEÑO	
HOJA 3 DE 5	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Ranas	Bomba	1	2238	2238	31	689	80	551
	Exhibidores de ranas	4	10	40	92	37	80	30
Venado cola blanca	Iluminación	1	100	100	40	40	100	40
Cabeza de mate	Iluminación	4	100	400	40	160	100	160
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Tigrillos	Iluminación	1	100	100	40	40	100	40
	Red	1	4	4	185	7	100	7
Jaguar	Iluminación	3	100	300	40	120	100	120
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Red	1	4	4	185	7	100	7
Puma	Iluminación	3	100	300	40	120	100	120
	Calefactor	1	4	4	50	2	80	2
	Red	1	4	4	185	7	100	7
Leones	Iluminación	5	100	500	15	77	100	77
	Red	1	4	4	185	7	100	7
Monos Calitrichados	Iluminación	4	100	400	15	62	40	25
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Mono araña	Iluminación	2	100	200	15	31	100	31
	Calefactor	2	1500	3000	50	1500	80	1200
Granja	Iluminación	1	100	100	31	31	100	31
	Bomba	1	1492	1492	50	746	50	373
Baños granja	Iluminación	10	32	320	31	98	100	98
	Secador de manos	1	1400	1400	15	215	15	32

TABLA14.3 Tabulación de datos de carga para transformador 1

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
ISO 9001-2000	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	FECHA: 04-03-2014
HOJA 4 DE 5	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Cóndor	Iluminación	2	100	200	40	80	100	80
	Bomba	1	582	582	50	291	50	146
Jardín de visitantes	Calefactor	2	1500	3000	50	1500	60	900
Nutrición	Iluminación	4	100	400	62	246	100	246
	Pesa eléctrica	1	40	40	62	25	50	12
	Radio	1	200	200	62	123	40	49
	Refrigeradora	1	500	500	50	250	100	250
	Licuadora	1	375	375	40	150	60	90
	Motor de cuarto frío	1	746	746	50	373	50	187
	Cortador de carne	1	149	1492	40	597	80	477
	Molino industrial	1	1492	1492	40	597	80	477
	Balanza	1	50	50	62	31	80	25
	Ventilador	1	66	660	55	363	50	182
Bodega de herramientas	Iluminación	12	100	1200	40	480	100	480
	Ducha eléctrica	2	1200	2400	31	738	30	222
	Cafetera	1	900	900	23	208	60	125
	Mini televisión	1	46.5	47	46	21	25	5
	compresor	1	1865	1865	31	574	15	86
	soldadora	1	746	746	31	230	15	34
	esmeril	1	746	746	31	230	15	34
	radio	1	300	300	62	185	40	74
Oficinas	Iluminación	3	100	300	62	185	100	185
	ventilador	1	300	300	38	115	60	69
	microondas	1	100	100	15	15	40	6
	Computadoras	2	348	696	62	428	80	343
	Impresoras	1	157	157	46	72	70	51

TABLA 14.4 Tabulación de datos de carga para transformador 1

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
		FECHA: 04-03-2014
ISO 9001-2000	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	
HOJA 5 DE 5	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Cóndor	Iluminación	2	100	200	40	80	100	80
Taxidermia	Iluminación	3	50	150	15	23	100	23
Cuentos	Iluminación	12	100	1200	50	600	50	300
Audiovisuales	Iluminación	10	100	1000	50	500	50	250
	Equipo Amplificador	1	80	80	46	37	25	9
	Infocus	1	150	150	46	69	25	17
	Ventialdor	1	300	300	62	185	40	74
Sala Interactiva	Iluminación	39	100	3900	50	1950	50	975
Manualidades	Iluminación	2	100	200	50	100	50	50
	Ventialdor	1	300	300	46	138	25	35
Baños centro de visitantes	Iluminación	10	50	500	62	308	50	154
	Secador de manos	1	1400	1400	15	215	10	22
Bar	Iluminación	9	100	900	62	554	100	554
	Refrigeradora	2	300	600	69	415	60	249
	Licuadora	1	400	400	23	92	60	55
	Radio	1	75	75	62	46	40	18
	Congeladora	3	3000	9000	69	6231	60	3738
	Olla eléctrica	2	700	1400	31	431	20	86
	Iluminación ext	24	250	6000	50	3000	100	3000
			TOTAL (W)	**90174**			**TOTAL (W)**	**30670**

TABLA 14.5. Tabulación de datos de carga para transformador 1

TRANSFORMADOR 2

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
ISO 9001-2000	PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	FECHA: 04-03-2014
HOJA 1 DE 2	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Canguro	Iluminación	1	100	100	15	15	100	15
Zarigueya Andina	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Iluminación	1	100	100	92	92	100	92
Bosque Andino	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
	Iluminación	4	100	400	40	160	80	128
Aviario	Pantallas	2	100	200	62	123	40	49
	Iluminación	9	250	2250	40	900	80	720
Casa de animales nocturnos	Iluminación	1	100	100	62	62	100	62
	Ventiladores	2	300	600	62	369	80	295
	Calefactor	3	1500	4500	50	2250	80	1800
Casa duende	Iluminación	5	100	500	62	308	100	308
	Infocus	1	150	150	92	138	50	69
	Laptop	1	80	80	62	49	80	39
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Cuarentena (osa)	Iluminación	3	100	300	15	46	100	46
	calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Cuarentena 1	Iluminación	4	100	400	15	62	100	62
Cuarentena 2	Iluminación	4	100	400	15	62	100	62
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600
Bioteria	Iluminación	4	250	1000	15	154	100	154
	Calefactor	1	1500	1500	50	750	80	600

TABLA 15.1. Tabulación de datos de carga para transformador 2

ESTUDIO DE CARGA	NORMAS PARA SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	REVISIÓN: 2
	PARTE A	FECHA: 04-03-2014
ISO 9001-2000	GUÍA PARA DISEÑO	
HOJA 1 DE 2	PLANILLAPARA LA DETERMINACIÓN DE DISEÑO	

Nombre del proyecto:	Zoológico de Guayllabamba
N del Proyecto:	1
Localización:	Guayllabamba
Usuario Tipo:	B

DESCRIPCION		CANTIDAD	POTENCIA (W)	CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1		2	3	4	5	6	7	8
Veterinaria	Grúa	1	373.0	373	62	230	40	92
	Luminaria	12	32	384	92	354	100	354
	Foco rojo	2	150	300	62	185	100	185
	Calefactor	2	1500	3000	50	1500	80	1200
	Refrigeradoras	2	600	1200	50	600	50	300
	Computadora	2	348	696	62	428	60	257
	Luminaria	21	32	672	92	620	100	620
	Megatoscopio	1	200	200	62	123	60	74
	Bomba de agua	1	746	746	50	373	80	298
	Balanza digital	1	25	25	62	15	80	12
	Manta térmica	1	50	50	92	46	60	28
	Lámpara de camilla	1	100	100	62	62	80	49
	Microondas	1	1000	1000	62	615	60	369
	Estufa Eléctrica	1	3500	3500	50	1750	50	875
	Pesa	1	50	50	62	31	60	18
	Respirador	1	600	600	62	369	80	295
	Licuadora	1	400	400	62	246	40	98
	Horno esterilizador	1	1000	1000	62	615	80	492
	Ultrasonido	1	1200	1200	62	738	60	443
	Electro bisturí	1	75	75	62	46	80	37
	Cabitron ultrasónico	1	200	200	62	123	60	74
	Ducha eléctrica	1	2500	2500	40	1000	60	600
	luminaria	1	100	100	92	92	100	92
	Cocina Eléctrica	1	3500	3500	62	2154	40	862
	Iluminación ext	24	250	6000	50	3000	100	3000
			TOTAL(W)	**47951**			**TOTAL(W)**	**18225**

TABLA 15.2.Tabulación de datos de carga para transformador 2

3.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Al referirse a la potencia nominal de un transformador, siempre se entiende la potencia aparente y se expresa en KVA. Por definición la potencia nominal (KVA) de un transformador monofásico es el producto de su voltaje nominal primario por la corriente nominal correspondiente. Voltajes y corrientes nominales son aquellas para las cuales el transformador ha sido proyectado, cumpliendo con las garantías ofrecidas.

Un transformador se calienta en virtud de las pérdidas en el hierro (núcleo) y en el cobre (arrollamientos) o llamado efecto Joule, considerando que un transformador deberá trabajar en régimen permanente y en condiciones nominales de potencia, corriente, voltaje y frecuencia sin deterioro alguno, es decir sin envejecer, requiriéndose para esto que las temperaturas de las distintas partes constituyentes del transformador no excedan ciertos límites.

Para establecer la capacidad de un transformador de distribución, las Normas de la Empresa Eléctrica “Quito” S.A. en su parte A, establece que se determinará el número de usuarios que alimentará, obteniéndose luego de la tablas de estudio de carga tanto para la zona 1 y zona 2, y el valor de la demanda máxima unitaria proyectada (DMUp).

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

1.- Calcular la DMUp de la instalación, considerando el factor de crecimiento y el desarrollo del análisis de la carga, establecida en página 19 (el factor de crecimiento depende de las expectativas del crecimiento e inversión del propietario).

2.- Existen lugares en donde la carga es constante en este caso bastará con el cálculo de un abonado para el dimensionamiento del transformador.

3.- Si se quiere dimensionar un transformador para varias instalaciones es decir diversos valores DMUp debido a que son varias unidades del mismo tipo, o distintos tipos de carga, lo ideal es analizar la DMUp de cada una de las cargas como se desarrolla en el literal del cálculo de estudio de carga del transformador 1 y transformador 2.

4.-Escoger la capacidad normalizada de fabricación de los transformadores de acuerdo a la tabla siguiente proporcionada por la fábrica INATRA y aceptada por la Empresa Eléctrica del País.

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO POTENCIA NOMINAL EN KVA	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO PAD MOUNTED POTENCIA NOMINAL EN KVA	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO POTENCIA NOMINAL EN KVA	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PAD MOUNTED POTENCIA NOMINAL EN KVA
5	15	30	30
10	25	45	50
15	37,5	50	75
25	50	60	100
37,5	75	75	125
50	100	100	150
60		125	200
75		150	250
100		200	300
167		250	400
250		300	500
333		400	

Tabla 16. Valores de transformadores comerciales “INATRA”.

3.2.1 PASOS PARA CALCULAR LA POTENCIA DE UN TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.

Una vez obtenido los datos en el estudio de carga de Potencia (P) y Demanda máxima unitaria (DMU), podemos calcular la capacidad del transformador, con un factor de potencia de 0,9.

1.- Para la fila uno se realizará la suma total de la potencia instalada en la Zona1, tomando como referencia las tablas 14.1 a la 14.5 del estudio de carga para el transformador 1 de la columna tres.

2.- Para la fila 2 se realizará la suma total de la demanda máxima unitaria de la Zona 1, tomando como referencia la tabla del estudio de carga del transformador 1 de la columna 8.

3.- En la fila número tres ubicaremos el factor de potencia, para nuestro caso será 0,9.

4.- Se procederá en la fila 4 a realizar el cálculo de la demanda máxima en KVA, dividiendo la fila dos, con la fila 3, y para mil.

5.- Los valores de la fila número 5 y número 6, serán escogidos de acuerdo al diseñador basándose en la tabla cuatro, para el usuario tipo B en un periodo de 10 años.

6.- Finalmente se obtendrá el valor aproximado del transformador multiplicando las filas 4 y 6, este valor deberá ser analizado con la tabla 22, de los valores estandarizados de transformadores del catálogo INATRA.

1	**POTENCIA TOTAL (W)**	90174
2	**DMU TOTAL (W)**	30670
3	**FACTOR DE POTENCIA**	0,9
4	**DMU (KVA)**	34,07
5	**Ti(%) – B**	3,6
6	**$(1+Ti/100)e^{10}$**	1,42
7	**DMUp(KVA)**	48,39

Tabla 17. Cálculo del transformador 1.

7.- De esta manera mediante el cálculo de la tabla 17 obtenemos el valor del transformador para la zona 1, que será de 50 KVA, y actualmente contamos con un **transformador de 50KVA** en torre, que cumple las propiedades necesarias para alimentar dicha área, se utilizará el propio, tomando en consideración el mantenimiento previo del mismo.

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 1

El transformador utilizado para la zona 1 será el actualmente instalado de 50 KVA este se encuentra en una estructura tipo MVT4 montaje en torre el mismo que alimentará la zona 1 acorde a diseño en planos

Figura 30. Transformador inatra de 50KVA.

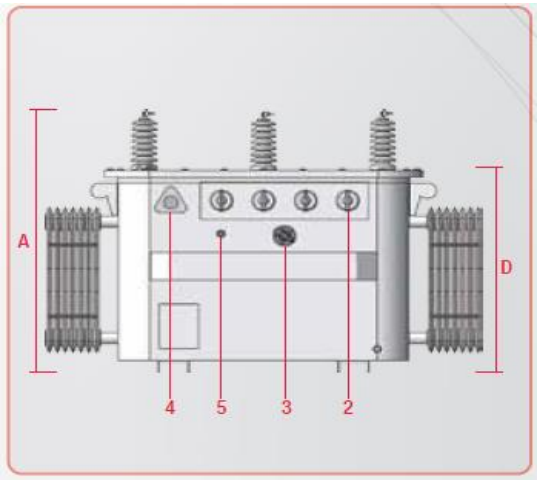


Figura 31. Vista frontal del transformador 1.

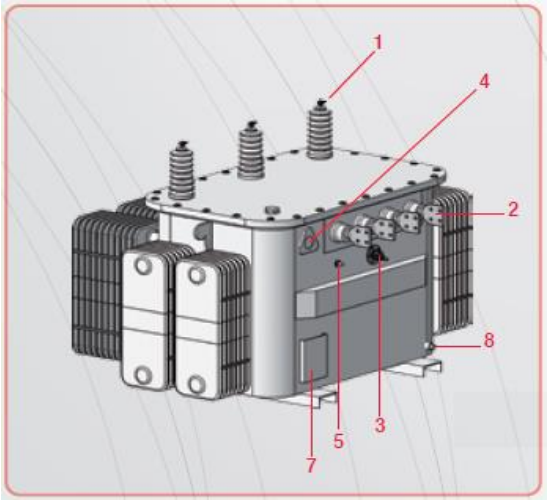


Figura 32. Vista posterior del transformador 1.

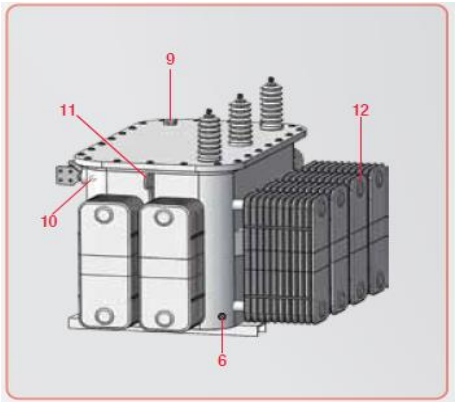


Figura 33. Vista lateral derecha del transformador 1.

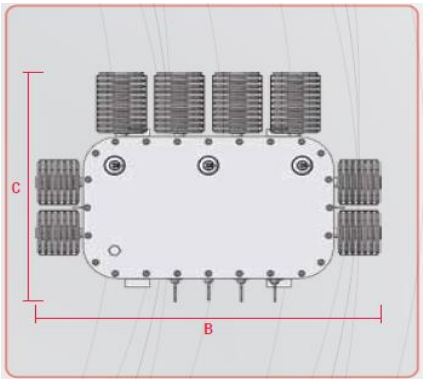


Figura 34. Vista superior del transformador 1.

DESCRIPCIÓN:

1.- Bushing de Alta tensión.
2.- Bushing de Baja tensión.
3.- Conmutador.
4.- Visor de nivel de aceite.
5.- Toma de puesta a tierra del neutro.
6.- Perno de puesta a tierra del tanque
7.- Porta Placa.
8.- Toma de muestra y drenaje de aceite.
9.- Tapón de llenado.
10.- Válvula de sobrepresión.
11.- Oreja de izaje.
12.- Radiadores.

3.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR 2.

Para el cálculo del transformador dos se consideraran los literales del estudio de carga , que se utilizaron para el tranformador 2 de la Zona 2.

Los transformadores de distribución monofásicos, son diseñados cumpliendo los requerimientos técnicos exigidos por las normas nacionales (INEN) y las normas internacionales (ANSI/IEEE C57.12), aptos para trabajar a la intemperie y de acuerdo a la capacidad son adecuados para instalar en poste o en subestación. Son frabricados en dos tipos:

Convencionales, sin protecciones y con uno o dos bushings en alta tensión de acuerdo al modo de trabajo, es decir individual o en banco.

Autoprotegidos (CSP), incluyen pararrayo, fusible de expulsión para media tensión y breaker de baja tensión, además poseen luz piloto para indicar condiciones de sobrecarga. Para otorgar una correcta operación de las protecciones, éstas se coordinan tomando en cuenta los lineamientos establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.109.

1	POTENCIA TOTAL (W)	47951
2	DMU TOTAL (W)	18225
3	FACTOR DE POTENCIA	0,9
4	DMU (KVA)	20,25
5	Ti(%) - B	3,6
6	$(1+Ti/100)e^{10}$	1,42
7	DMUp(KVA)	28,75

Tabla 18.. Cálculos del transformador 2, Zona 2.

De esta manera se concluye de acuerdo al cálculo de la tabla 18, que el transformador 2 a **emplearse será de 37,5 KVA**, monofásico. Se ha decido montar un transformador monofásico tipo poste de esta capacidad, debido a que es aplicable a sistemas de distribución aéreos, ideal para la zona 2, reemplazando al transformador monofásico de 25KVA existente.

Este tipo de transformador monofásico es utilizado en: colonias populares, en el centro de las ciudades, pequeñas industrias, centros comerciales y para cargas diversas. Este es el transformador más utilizado para la electrificación urbana y rural y además presenta gran facilidad de montaje.

Figura 27. Transformador Monofásico de 37,5 KVA.

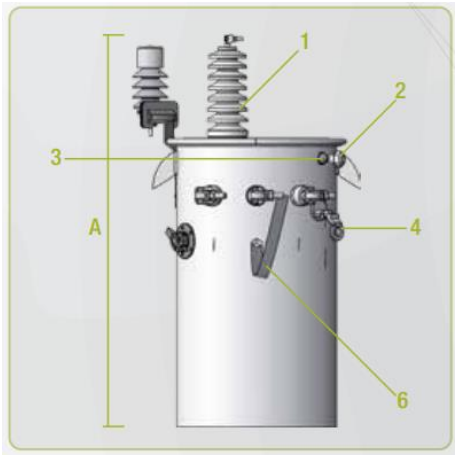


Figura 28. Vista frontal del transformador Monofásico

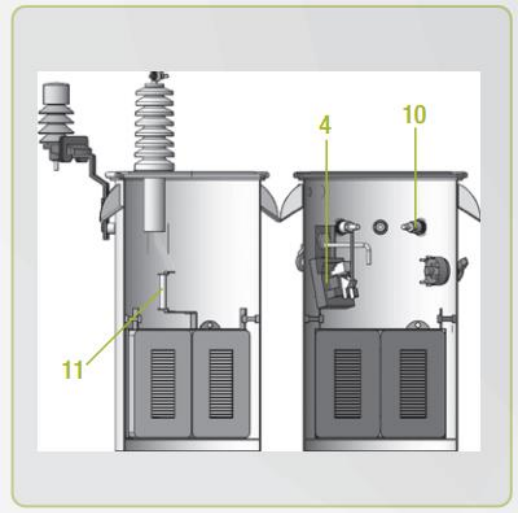


Figura 29. Vista interior del transformador monofásico

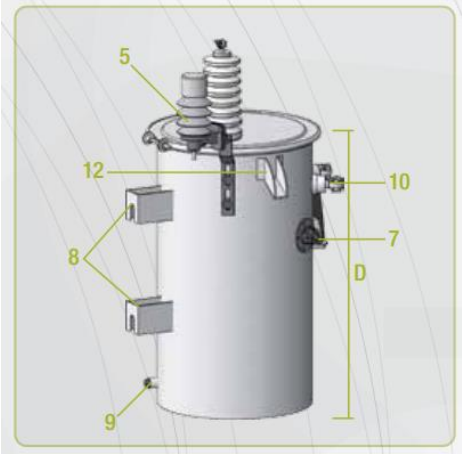


Figura 30. Vista lateral derecha del transformador.

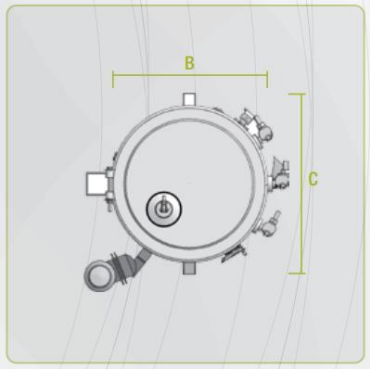


Figura 31. Vista superior del transformador de 37,5 KVA.

DESCRIPCIÓN:

1.- Bushing de alta tensión.
2.- Válvula de sobrepresión.
3.- Luz piloto.
4.- Breaker.
5.- Pararrayos.
6.- Platina de Puesta a Tierra.
7.- Conmutador.
8.- Soporte para Poste.
9.- Perno de puesta a tierra.
10.- Bushing de Baja Tensión.
11.- Fusible de expulsión.
12.- Oreja de Izaje.

3.2.4 CONDICIONES TRANSPORTE, MONTAJE E IZAJE DEL TRANSFORMADOR

Las indicaciones que se dan a continuación tienen la finalidad de evitar daños durante el transporte.

Los transformadores se entregan con su dotación completa de aceite sobre la plataforma de un camión, y es necesario que se transporten en forma vertical y que se tenga especial cuidado en mantener esta posición durante las operaciones de descarga y montaje.

Todos los transformadores se entregan con un embalaje adecuado a la necesidad del transporte y que los protege de daños o averías que puedan causarle las cargas aledañas.

Al retirar el embalaje para el montaje se debe tener cuidado en no hacer maniobras con las maderas que puedan dañar la pintura u otras partes del transformador.

Los transformadores que van montados sobre ruedas, llevan estas para su transporte, colocadas en forma invertida en los mismos soportes que se utilizarán luego para su montaje. Cuando por su tamaño esto no sea posible se encontrarán en una caja dentro del embalaje.

- **Para izar los transformadores.**

Todo transformador está provisto de cáncamos para el levantamiento. Al izar un transformador con grúa se deben observar y seguir lo siguiente:

El transformador se alzará solamente por los cáncamos. Los cables no formarán en ningún caso un ángulo de menos de 60° con la línea horizontal.

No deben colocarse los cables para la descarga sobre el embalaje. Éste no ha sido diseñado para eso y puede ocurrir un accidente.

Cuando se utilice un elevador de horquillas (pato) se tendrá especial cuidado que las horquillas se introduzcan por la parte inferior libre que se encuentra en el embalaje.

- **Controles de recepción y entrega.**

A la llegada al punto o almacén de destino se realizará una inspección ocular para determinar la existencia de daños que pudieran haber ocurrido durante el transporte. En caso de existir éste, se pedirá un certificado al representante del transportista y/o se avisará a nuestra fábrica.

Se controlarán las posibles pérdidas de aceite de los transformadores refrigerados por aceite

Se controlará la integridad de la porcelana de los bornes.

Se controlará el buen estado del embalaje. Los embalajes dañados pueden significar golpes o abolladuras en la caja del transformador.

- **Almacenaje.**

Los transformadores han sido construidos para trabajar a la intemperie, por ello pueden ser almacenados bajo techo o al exterior. En las zonas donde no llueve o hay mucho polvo, es conveniente taparlos con una cubierta para proteger la pintura y lograr que sigan manteniendo su aspecto original.

Si el transformador está con el nivel de aceite adecuado puede estar en almacenes durante un período prolongado (6 meses) sin mayores riesgos. Este período puede duplicarse si está provisto de secador de aire y el silicagel de éste se controla cada mes.

- **Puesta en servicio.**

Luego de realizado el montaje y antes de la puesta en servicio es conveniente revisar los siguientes puntos:

a) Limpieza del transformador y buen estado de la pintura. Si esta se encuentra saltada en algún punto es perentorio que se haga el resane correspondiente. Es importante que se verifique la limpieza de las porcelanas.

b) Nivel de aceite y pérdidas. No deben existir fugas de aceite y se debe completar el nivel en el caso que éste esté por debajo del mínimo indicado en el medidor. Verifique que el orificio de llenado tenga colocado el tapón con respiradero que le corresponde. Si no es así, cámbielo inmediatamente.

c) El pozo termométrico debe estar lleno de aceite si el transformador tiene termómetro y en caso contrario debe estar con su tapón colocado y firme.

d) Verifique nuevamente la puesta a tierra.

e) Verifique que las conexiones a las líneas estén firmemente colocadas.

f) Verifique que el mando del conmutador se encuentre encajado en el sitio que ha elegido y que no se halle en una posición intermedia entre dos de sus puntos.

g) Verifique el frenado de las ruedas.

h) Verifique que el silicagel del secador tenga color azul en su casi totalidad.

i) En caso de trabajar en paralelo con otro transformador verifique la adecuada sucesión de fases.

j) Si el transformador tiene algún dispositivo de protección verifique su funcionamiento y su correcta conexión al mecanismo de desconexión.

k) Purgue el relé Buchholz y verifique el movimiento de los flotadores.

3.2.4.1 TIPO DE INSTALACIÓN:

El tipo de instalación de los elementos de la red se realizará para la red subterránea con conductores aislados y centros de transformación en cámaras de superficie, y aérea con conductores desnudos y centros de transformación sobre estructuras de soporte, será establecida conjuntamente por la EEQ y el Organismo Regulador correspondiente, en función de la ubicación relativa del proyecto y de las características de las obras urbanísticas.

De manera general, en función de la demanda de diseño, capacidad de los transformadores y sección de los conductores de la red, para el tipo de instalación se adoptarán las siguientes disposiciones:

USUARIO TIPO	**TIPO DE INSTALACIÓN**
A	SUBTERRÁNEA
B	SUBTERRÁNEA O AÉREA
C	AÉREA
D	AÉREA
E	AÉREA

TABLA 19. Tipo de instalación de usuario.

3.3. DISEÑO DE LA RED DE BAJO VOLTAJE

Los conductores utilizados en los cables subterráneos, se obtienen mediante cableado de hilos de cobre electrolítico recocido, conforme las especificaciones UNE 2 1011, o de hilos de aluminio semiduro, de acuerdo con la norma UNE 2 1014. Del análisis de las características entre los conductores de aluminio y cobre, el conductor que se emplea

usualmente para instalaciones subterráneas es el aluminio ya que su peso es la mitad que el de una sección equivalente de cobre, pero se debe tomar en cuenta que el volumen del aluminio es mayor que el del cobre, entre secciones para una misma resistencia, por lo que también se requiere un mayor peso en aislamiento, cubierta y armadura. Para la selección de los conductores subterráneos tanto de la Zona 1 y Zona 2 se tomara en consideración la tabla 20, proporcionada por “General Cable”.

Los cables subterráneos, para que sean transportables deben tener longitudes limitadas, tanto más corta como mayor sea la dimensión del cable. Por lo tanto para nuestro caso en particular se realizará empalmes cada 60 metros estos empalmes se ejecutan con manguitos de empalme.

CABLES DE COBRE TIPO TTU - 2000V - 90ºC

CONDUCTOR					ESPESOR DE AISLAM.	DIAMETRO SOBRE AISLAM.	ESPESOR CHAQUETA	DIAMETRO EXT. APROX.	PESO TOTAL APROX.	CAPACIDAD CONDUCCION	
CALIBRE	# HILOS	SECCION APROX.	DIAMETRO APROX.	PESO APROX.						*	**
AWG o MCM		mm_	mm	Kg/Km	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	Amp	Amp
8	7	8.37	3.70	75.90	1.14	5.98	0.38	6.74	105.33	50	70
6	7	13.30	4.65	120.60	1.40	7.45	0.76	8.97	176.73	65	95
4	7	21.12	5.88	191.51	1.40	8.68	0.76	10.20	257.61	85	125
2	7	33.54	7.41	304.13	1.40	10.21	0.76	11.73	382.63	115	170
1/0	19	53.52	9.45	485.31	1.65	12.75	1.14	15.03	613.68	150	230
2/0	19	67.35	10.65	610.72	1.65	13.95	1.14	16.23	751.48	175	265
3/0	19	84.91	11.95	769.95	1.65	15.25	1.14	17.53	924.14	200	310
4/0	19	107.41	13.40	973.97	1.65	16.70	1.14	18.98	1143.12	230	360
250	37	126.37	14.55	1157.13	1.90	18.35	1.65	21.65	1399.94	255	405
300	37	151.85	15.95	1390.44	1.90	19.75	1.65	23.05	1651.75	285	445
350	37	177.28	17.23	1623.30	1.90	21.03	1.65	24.33	1901.53	310	505
400	37	203.19	18.45	1860.55	1.90	22.25	1.65	25.55	2154.91	335	545
500	37	252.89	20.65	2315.64	1.90	24.45	1.65	27.75	2639.07	380	620
600	37	303.18	22.61	2776.13	2.29	27.19	1.65	30.49	3164.4	420	690
700	61	353.95	24.43	3241.01	2.29	29.01	1.65	32.31	3653.26	460	755
750	61	380.81	25.34	3453.11	2.29	29.92	1.65	33.22	3878.44	475	785
800	61	404.31	26.11	3666.20	2.29	30.69	1.65	33.99	4102.6	490	815
1000	61	507.74	29.26	4604.08	2.29	33.84	1.65	37.14	5085.75	545	935

Tabla 20. Valores de cable electric TTU para instalaciones subterráneas

En el recorrido de la red de baja tensión tanto para la Zona 1 como la Zona 2, habrá que derivar de un cable principal, uno o más cables secundarios que, generalmente, son de menor sección que el primero; para lo cual también se emplearan manguitos de derivación. Por lo que al momento de elegir los elementos de instalación para cables subterráneos no deben afectar las cualidades mecánicas, eléctricas químicas del cable, además de considerar que los pozos de derivación deba contar con filos metálicos que garantice que el cable no va a ser afectado por factores externos, de esta manera se recomienda basados en la norma de la EEQ S.A. seguir los pasos descritos a continuación para el dimensionamiento del conductor de la red con el respectivo análisis de caída de tensión.

1.- Establecimiento de la ruta, de la red de bajo voltaje.

Esta sección constituye la parte fundamental para el diseño puesto que la ruta de la red de alimentación deberá considerar factores como: mantenimiento, facilidad de montaje, condiciones de suelo, análisis de construcciones futuras.

Se ha previsto la construcción de dos tipos de redes en baja tensión, las cuales se describen a continuación:

TRANSFOR	CAPACIDAD	RED	FASES	LUGAR DE ALIMENTACIÓN
CT -1	50KVA	S U B T E R R A N E A	3	-Área de administración. -Exhibidor tapir amazónico. -Exhibidor de cóndor polluelo. -Exhibidor de centro de educación. -Exhibidor guarro. -Exhibidor pecarí. -Exhibidor cuchucho. -Exhibidor oso. -Exhibidor ranas. -Exhibidor venado cola blanca. -Exhibidor cabeza de mate. -Exhibidor tigrillos. -Exhibidor leones. -Exhibidor pumas. -Exhibidor tigrillos. -Exhibidor isla de monos. -Exhibidor cotoncillo. -Exhibidor mono araña. -Exhibidor chorongo y machín negro. -Baños granja -Bodega de herramientas. -Nutrición bar. -Centro de visitantes. -Cóndor.

Tabla 21. Resumen del centro de transformación 1

Se ha previsto entonces para la Zona 1, una red de baja tensión trifásica; saliendo desde el centro de transformación con cable 300 MCM hasta las protecciones diferenciales y posterior a los subtableros de distribución.

TRANSFOR	CAPACIDAD	RED	FASES	LUGAR DE ALIMENTACIÓN
CT-2	37.5KVA	SUBTERRANEA	3	-Aviario. -Exhibidor de canguro. -Exhibidor zarigüeya. -Casa del duende. -Exhibidor de animales nocturnos. -Cuarentenas. -Bioteris. -Veterinaria.

TABLA 22. Resumen de los centros de transformación 2.

Como se puede concluir, tanto la ubicación de los centros de transformación como la ruta de la red de bajo voltaje están dadas en base a la magnitud de carga y ubicación de las áreas de alimentación.

Se debe tomar en consideración que tanto para el diseño de redes aéreas como subterráneas estas serán definidas por la carga y la caída de voltaje fundamentalmente, recalcando que en la actualidad la red subterránea ha dejado trascendencia debido a la estética y seguridad.

Posteriormente para la selección de protecciones tomaremos en consideración la tabla 23.

TIPO DE INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL KV	DEMANDA MÁXIMA KVA	TIPO DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO
SUBTERRÁNEOS	6,3	Sobre 400	Interruptor Automático o Seccionador Tripolar Bajo carga con fusible.
	22,8	Sobre 600	Interruptor Automático
	6,3	Inferior a 300	Interruptor Automático
	22,8	Inferior a 600	Seccionador Fusible

Tabla 23. Resumen de protecciones y seccionamientos para instalaciones

3.3.1 CÓMPUTO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE EN CIRCUITOS SECUNDARIOS.

A continuación en este punto se describirá el método de caída de voltaje que utiliza la Empresa Eléctrica Quito S.A. Dado que de los circuitos secundarios se derivan las acometidas a los usuarios a intervalos y con magnitudes de potencia variables, el proceso de cómputo a seguir para establecer la caída máxima de tensión consiste en la determinación del valor de la misma para cada uno de los tramos de circuito y por adición, el valor total que debe ser inferior al límite establecido. En redes trifásicas primarias y secundarias, y redes secundarias monofásicas a tres conductores, el neutro será de sección 50% de la fase, aproximadamente. En redes monofásicas a dos conductores, la sección del neutro será igual al de la fase. El mínimo calibre para el neutro es 2 AWG.

Para el cálculo de las caídas de tensión tomaremos en consideración lo siguiente:

1.- Creamos un membrete en la parte superior donde anotamos los datos generales del proyecto e identificamos el centro de transformación y el número del circuito considerado.

2.- Anotar en la columna 1 la designación del tramo del circuito comprendido entre los pozos, por la numeración que corresponde a sus

extremos y partiendo desde el transformador; además, anotar la longitud del tramo en la columna 2 dado en metros.

3.-En las tabla 24 y 25, representamos esquemáticamente los circuitos, de acuerdo a la configuración de cada zona, con la localización de los pozos y la separación entre los mismos, expresada en metros y además, con la indicación de los datos de numeración de pozos, el número de abonados alimentados desde cada uno de los pozos.

El número de abonados total que incide sobre cada uno de los tramos, se ubicara en la columna 3, en # de USUARIOS.

4.- Con el número de abonados por tramo (N) se determina la demanda de diseño (DD), cuyo valor se anota en la columna 4. Pero en nuestro caso como tenemos la DMU consumida en cada derivación colocamos este valor en la columna 4.

5.- Anotar los datos característicos del conductor seleccionado para cada uno de los tramos: en la columna 5, la sección transversal o calibre del conductor de fase; en la columna 6, que debe ser utilizada solamente para redes subterráneas, la potencia máxima admisible por límite térmico, tanto para la columna 5 como la 6 los datos se obtendrán de la tabla 6.

6.- Con los datos registrados en las columnas 1 a 6, efectuamos los cómputos y anotarlos de la siguiente manera:

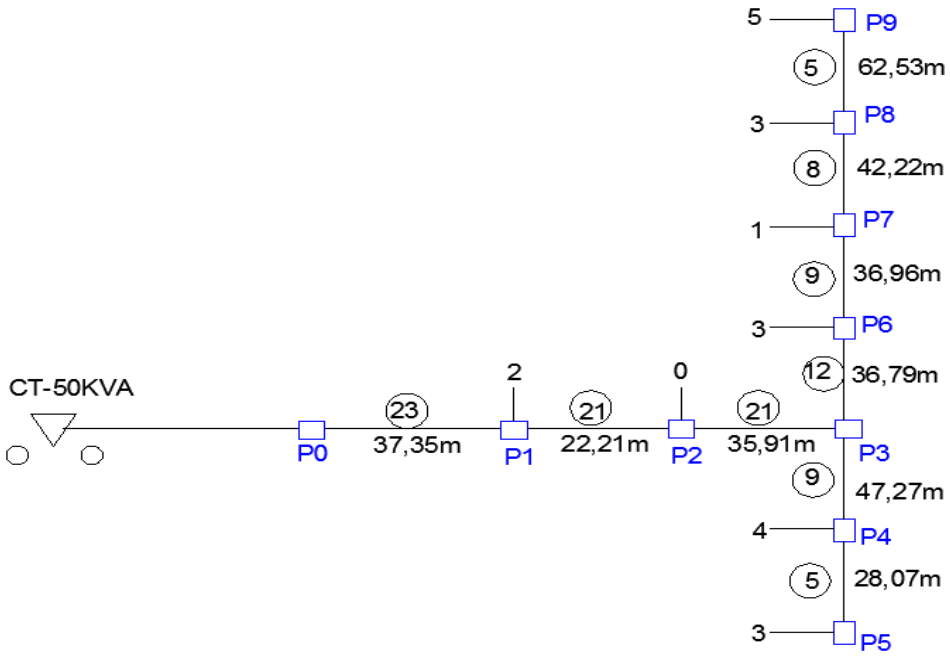
- En la columna 7 el producto de la demanda en KVA (columna 4) por la longitud del tramo (columna 2).

- En la columna 8 el cuociente del momento computado para el tramo (columna 7) por el momento característico del conductor (columna 6), que corresponde a la caída de tensión parcial en el tramo expresado en porcentaje del valor nominal.

- En la columna 9, el valor de la caída de tensión total, considerada como la sumatoria de las caídas parciales, desde el transformador hacia el extremo del circuito, siguiendo el camino más desfavorable. Tomando en consideración que en el caso de redes subterráneas, debe verificarse que

el valor de la potencia transferida en cada tramo (columna 4), no supere el límite térmico anotado en la columna 6

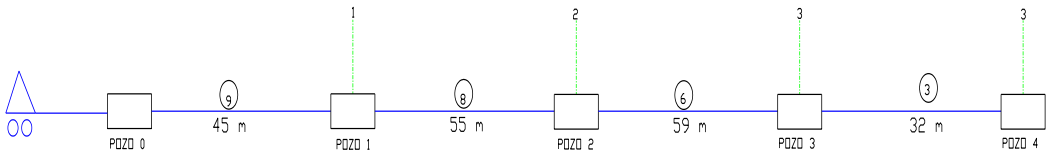
FORMATO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE CIRCUITOS SECUNDARIOS		
Nombre del proyecto: Zoológico de Guayllabamba		**Transformador:** 50 KVA
N del Proyecto: 1		**Usuario tipo: B**
Tipo de Instalación: Subterránea		**DMU:** 38.21 kVA
Voltaje: 220/127	**Nº Fases:** 3	**Circuito N:** 1
Límite de la caída de tensión: 3%		**Material del Conductor**: TTU



DATOS			DEMANDA	C O N D U C T O R			C O M P U T O V%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
TRAMO	**LONG(m)**	**#USUARIO**	**KVA. (D)**	**CALIBRE**	**KVA-m**	**KVA-m**	**PARCIAL**	**TOTAL**
0 - 1	37,35	23	38,21	300MCM	2700	1427,1	0,53	0,53
1 - 2	22,21	21	31,07	250MCM	2360	690,1	0,29	0,82
2 - 3	35,91	21	23,93	250MCM	2360	859,3	0,36	1,19
3 - 4	47,29	9	21,34	2/0 AWG	1430	1009,2	0,71	1,89
4 - 5	28,07	5	20,34	2/0 AWG	1430	570,9	0,4	**2,29**
3 - 6	36,79	12	17,29	4/0 AWG	2090	636,1	0,3	1,49
6 - 7	36,96	9	15,66	4/0 AWG	2090	578,8	0,28	1,77
7 - 8	42,22	8	14,66	4/0 AWG	2090	618,9	0,3	2,06
8 - 9	62,53	5	12,16	4/0 AWG	2090	760,4	0,36	**2,43**

Tabla 24. Cómputo de caída de voltaje de red secundario Zona 1.

FORMATO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE CIRCUITOS SECUNDARIOS		
Nombre del proyecto: Zoológico de Guayllabamba		**Transformador:** 37,5 KVA
N del Proyecto: 1		**Usuario tipo**: **B**
Tipo de Instalación: Subterránea		**DMU:** 32,05 KVA
Tensión: 240/120	**N Fases:** 1	**Circuito N:** 2
Límite de la caída de tensión: 3%		**Material del Conductor:** TTU



DATOS			DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO V%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
TRAMO	**LONG(m)**	**#USUARIO**	**KVA. (D)**	**CALIBRE**	**KVA-m**	**KVA-m**	**PARCIAL**	**TOTAL**
0 - 1	45	8	22,35	4/0AWG	1410	1005,8	0,71	0,71
1 - 2	55	8	21,23	4/0AWG	1410	1167,7	0,83	1,54
2 - 3	59	6	18,84	3/0AWG	1160	1111,6	0,96	2,50
3 - 4	32	3	15,67	3/0AWG	1160	501,4	0,43	2,93

Tabla 25. Computo de caída de voltaje de red secundario Zona 2.

3.4 PUNTO DE ALIMENTACIÓN DE LA RED PRIMARIA

Se refiere al punto de conexión del sistema existente a la red proyectada, el cual está establecido por la Empresa conjuntamente con los requerimientos de protecciones y seccionamientos.

En general los dispositivos de protección y seccionamiento a prever, para el punto de alimentación de la red primaria, dependerá del valor máximo de la demanda proyectada a 15 años adoptado para el diseño, dentro de rangos en que se indican en la siguiente tabla 26.

TIPO DE INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL KV	DEMANDA MÁXIMA KVA	TIPO DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO
SUBTERRÁNEOS	6,3	Sobre 400	Interruptor Automático o Seccionador Tripolar Bajo carga con fusible.
	22,8	Sobre 600	Interruptor Automático
	6,3	Inferior a 300	Interruptor Automático
	22,8	Inferior a 600	Seccionador Fusible

Tabla 26. Tipo de protección y seccionamiento para punto de alimentación primaria

La tabla 26 presenta recomendaciones generales para la selección y aplicación de cada uno de los dispositivos de protección y seccionamiento en los diferentes tramos de la red.

Para las derivaciones secundarias se tomó en consideración la potencia en W, dada por el equipo instalado en cada localidad sus datos serán tabulados en la tabla 28. Donde se indica el número de conductor y tubería a emplear en las distintas acometidas.

3.5 COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN

Para el análisis de las protecciones, primero se determina la magnitud de las corrientes de carga y de falla en cada uno de los puntos en los cuales se localicen los dispositivos de protección de sobrecorrientes, con el propósito de alcanzar una adecuada coordinación de los tiempos de operación a fin que las salidas de servicio ocasionadas por fallas permanentes sean limitadas a la mínima sección de la red por el menor tiempo posible.

TRANSFORMADOR KVA	CONDUCTOR		FUSIBLE NH, 3NA1 (AMP)	
	CALIBRE (AWG)	LÍMITE TERMICO (AMP)	TERMINALES DEL TRANSFORMADOR	CIRCUITOS SECUNDARIOS
100	2 1/0	195 242	224	125 160
125	2 1/0	195 242	250	125 160
160	1/0 2/0 3/0	242 309 336	400	160 200 200
250	3/0 4/0	336 388	500	200 224
315	4/0 300MCM	388 482	630	224 300

Tabla 27. Seccionamiento y protecciones

3.6 ELECCIÓN DE TUBERÍA Y ACOMETIDAS SUBTERRÁNEAS.

FACTOR DE RELLENO

Para elegir el número de conductores en tubo conduit se debe considerar que los conductores eléctricos están limitados en su capacidad de conducción de corriente por razones de calentamiento, debido a la limitación en la disipación de calor.

Por esta razón el número de conductores dentro de un tubo conduit debe ser restringido de tal forma que permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección del tubo conduit de manera que facilite el alojamiento y manipulación durante la instalación de los conductores y se considere también la cantidad de aire necesaria para que los conductores se mantengan a temperaturas adecuada en base de un buen enfriamiento. Estas condiciones se logran estableciendo una relación adecuada entre las secciones del tubo y los conductores.

Si “A” es el área interior del tubo en mm^2 ó plg^2 y “a” es el área total de los conductores, el factor de relleno es:

Entonces si A es el área interior del tubo en mm^2 ó plg^2 y a es el área total de los conductores, el factor de relleno es:

$$F = \frac{a}{A}$$

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones:

$$\text{F=}\begin{bmatrix} para\ un\ conductor & 53\% \\ para\ dos\ conductores & 31\% \\ para\ tres\ conductores & 43\% \\ para\ cuatro\ o\ más\ conductores & 40\% \end{bmatrix}$$

Entonces se puede deducir que el número de conductores en una tubería no puede sobrepasar el porcentaje dado ya que se podría presentar daños en el sistema, de lo anterior se deduce que la resistencia de un conductor cuando circula por el corriente alterna es mayor que cuando circula corriente continua, las pérdidas RI^2, se manifiestan en forma de calor que a su vez influye directamente en el aislamiento del conductor, factor que es muy importante ya que determina la temperatura máxima de operación a régimen permanente de un conductor.

DATOS DE ACOMETIDAS PARA LA ZONA 1

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	POTENCIA	FASES	CORRIENTE	ACOMETIDA	MANGUERA
POZO 0 A TDP1	17,92 m	6,43 KVA	2	64,94 A	2X6TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 1 a CTG	39,16 m	4,21 KVA	2	42,52 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 1 a Oficinas	13,43 m	1,68 KVA	2	16,96 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
Pozo3 a Educación	18,58 m	2,74 KVA	2	27,67 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 4 A TDP 2	28,68 m	2,78 KVA	3	8,11 A	3X6TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 2 a cuchucho	22,26 m	0,74 KVA	2	7 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 2 a pecarí	7,78 m	0,13 KVA	3	1,31 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 2 a guarro	0,50 m	0,13 KVA	2	1,20A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP 2 a iluminación	21,34 m	1,11 KVA	2	11,21 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 5 a Cabeza Mate	12,08 m	0,84KVA	2	8,5 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 5 A TDP 3	28,73 m	2,39 KVA	3	7 A	3X6TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP3 A BAÑOS	24,6 m	0,20KVA	2	1,85 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP3 A RANAS	0,50 m	0,65 KVA	3	2 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP3 A OSOS	50,1 m	1,49 KVA	3	4,35 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP3 A VENADOS	17,01 m	0,049KVA	2	0,49 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO6 A TDP 4	27,17 m	2,44 KVA	3	7,12 A	3X6TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP4 A JAGUAR	2 m	0,81 KVA	3	2,36 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP4 A LEONES	8,09 m	0,09KVA	2	1 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP4 A PUMA	5,38 m	0,81 KVA	2	8,18 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP4 A ISLA DE MONOS	17,46 m	0,68 KVA	2	6,87 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TD4 A TIGRILLOS	31,68 m	0,052 KVA	2	0,52 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 7 A CHICHICO	18,78 m	0,68 KVA	2	6,87 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 7 A C. VISITANTES	62,78 M	2,12 KVA	2	21 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 8 A MONOS	27,50 m	2,06 KVA	2	20,8 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 8 A GRANJA	8,10 m	0,59 KVA	2	6 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 8 A ILUMINACIÓN	10,89 m	1,12 KVA	2	11,31 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 9 A TDP 5	4,81 m	9,7 KVA	3	28,32 A	3X6TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP5 A NUTRICIÓN	10,70 m	2,21 KVA	2	22,32 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP5 A BODEGA	8,59m	2,02 KVA	3	6 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP5 A BAR	31,47 m	5,2 KVA	2	52 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
TDP5 A CONDOR	21m	0,25 KVA	2	2,5 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"

Tabla 28. Acometidas zona 1

DATOS DE ACOMETIDAS PARA LA ZONA 2

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	POTENCIA	FASES	CORRIENTE	CONDUCTORES	MANGUERA
POZO 0 A CASA DEL DUENDE	1 m	1,13 KVA	2	11,4 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 1 A ANIM. NOCTURNOS	1 m	2,4 KVA	2	24,24 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 3 A COM. PERSONAL	3,42 m	2,32 KVA	2	23,43 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 3 A AVIARIO	3,42 m	0,8KVA	2	8 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 5 A CUARENTENAS	25 m	2,35 KVA	2	23,73 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 5 A VETERINARIA	34,21 m	8,5 KVA	3	24 A	3X8TTU+1X8TTU	1 – ½"
POZO 5 A CANGURO	28,41 m	1,65 KVA	2	16,67 A	2X8TTU+1X8TTU	1 – ½"

Tabla 29. Acometidas zona 2

CAPITULO IV

4 SÍMBOLOS Y PLANOS

4.1 PLANOS ELÉCTRICOS

En esta sección se determinan las dimensiones y formatos de las láminas para presentación de planos dibujos y gráficos que forman parte de proyecto, cuyo contenido y ordenamiento debe cumplir con las normas establecidas por la EEQ en lo referente a los formatos a utilizarse, el rotulado de dichos formatos, y las escalas a las que estará dibujado y el plegado adecuado de los planos eléctricos.

4.1.1. SÍMBOLOS ELÉCTRICOS

Los símbolos son las maneras de representar un dispositivo en el dibujo técnico. En los planos eléctricos se tiene que representar a los diferentes dispositivos que intervienen en forma adecuada.

Los símbolos correspondientes para las instalaciones interiores más comunes son los contemplados en la figura 32.

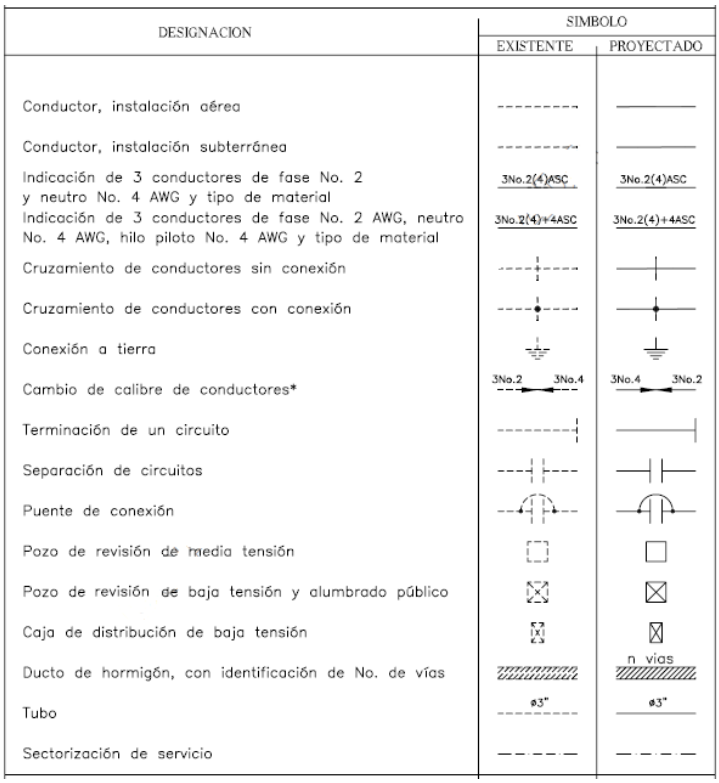


Figura 32. Símbolos eléctricos

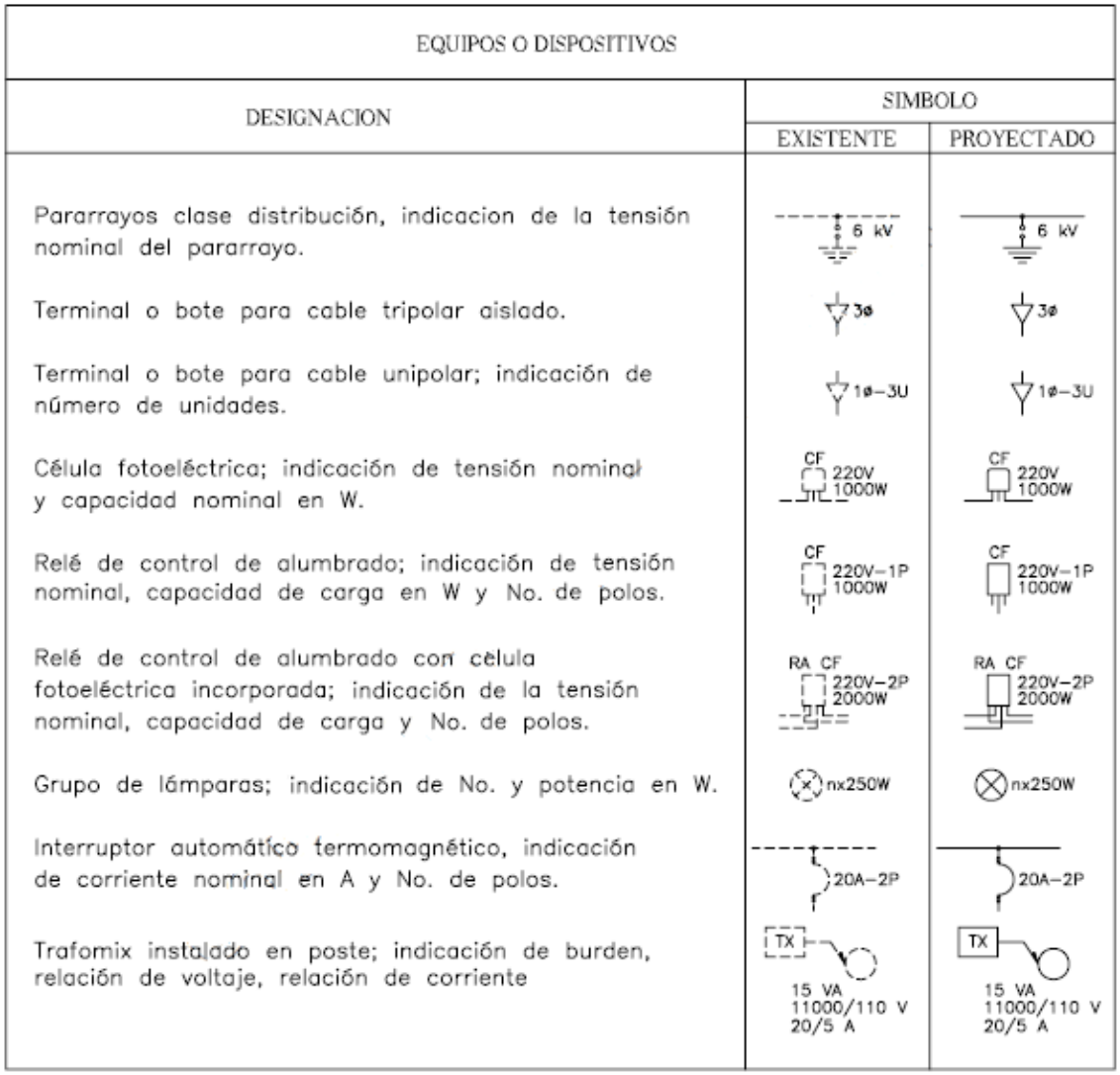


Figura 33. Símbolos eléctricos

4.1.2 ABREVIATURAS:

- Alta tensión…….. AT
- Media tensión…….. MT
- Alumbrado público…….. AP
- Baja tensión…….. BT
- Carga instalada……. CI
- Carga instalada por consumidor representativo…….... CIR
- Centro de transformación……... CT
- Coeficiente de utilización del suelo…….. CUS
- Demanda de diseño……. DD
- Demanda máxima de cargas especiales…….. DMe

- Demanda máxima unitaria……..…… DMU
- Demanda máxima unitaria proyectada……... DMUp
- Empresa Eléctrica “Quito” S. A. ……..…..….. EEQ
- Factor de diversidad…….……..…… FD
- Factor de demanda…….…..…. FDM
- Factor de frecuencia de uso…….…. FFU
- Factor de frecuencia de uso de la carga individual…….…. FFUn
- Factor de mantenimiento……...……... Fm
- Factor de potencia…….…….. FP
- Factor de simultaneidad…….…… FS
- Factor de simultaneidad para la carga individual……..… FSn
- Factor de uniformidad…….……. FU
- Capacidad del transformador en kVA…….. kVA (t)
- Demanda correspondiente a un tramo en kVA……..……. kVA (d)
- Número abonados usuarios……..…… N
- Nivel de iluminación mínimo…….. NImin
- Nivel de iluminación medio……. NImed
- Potencia o carga nominal de los artefactos individuales…… Pn
- Sobre el nivel del mar…….……. Snm
- Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda…..Ti

4.1.3 FORMATOS TIPO

Para los formatos de las láminas para los planos, se adoptan aquellas dimensiones normalizadas por el INEN en el “Código de Práctica para Dibujo Técnico Mecánico”.

Los formatos A1 y A3 se utilizan para la representación de redes, mientras que los formatos A2 y A4, serán utilizados para diagramas esquemas y tablas que formen parte del informe del proyecto.

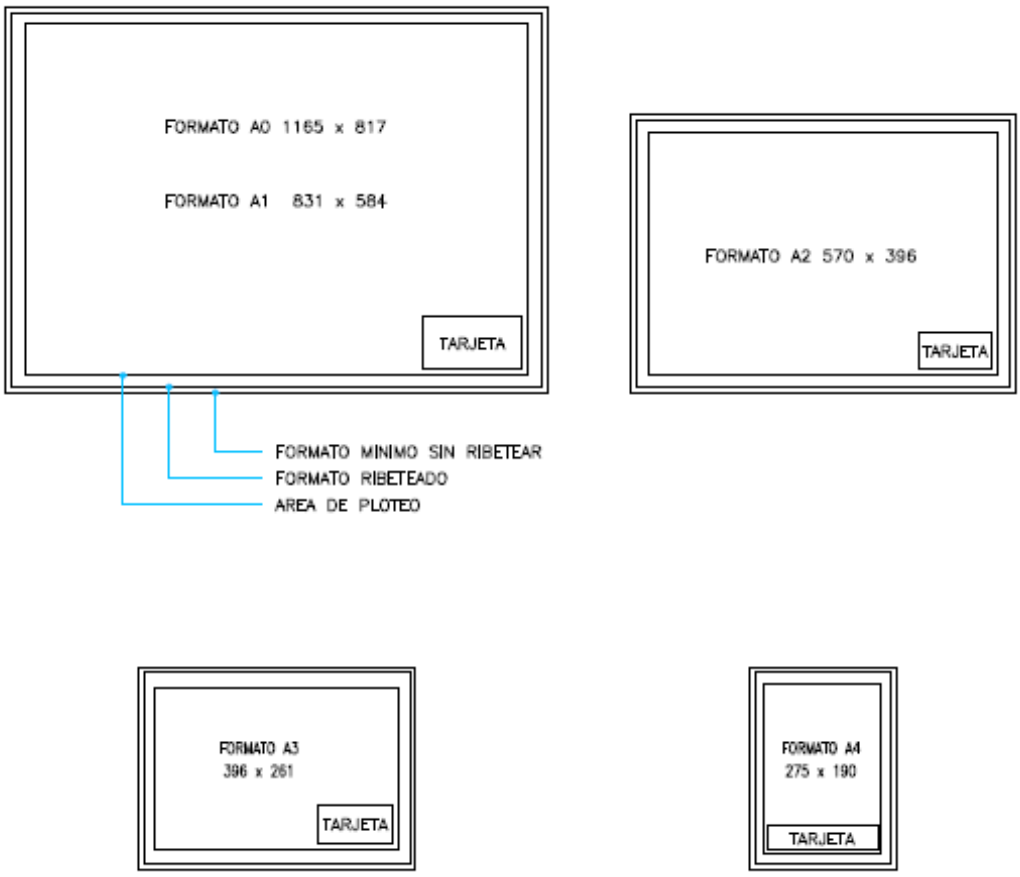


Figura 34. Dimensiones de formatos para planos.

4.1.4 ESCALAS

Para los planos en los que se representen las vías públicas y áreas comunales existentes y/o proyectadas, sobre los cuales se efectuara el trazado de las redes así como la localización de equipos y estructuras de soporte, se utilizara la escala 1: 1000 normalmente en los formatos A1 y A2.

Excepcionalmente, para ampliaciones de redes de longitud limitada, se admitirá el plano en el formato A3.

4.1.5 ROTULADO PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FORMATOS

En las siguiente figuras se pueden apreciar las dimensiones y formas de los rotulados, para los formatos tipo; además la disposición de los títulos y datos generales que identifican el contenido de planos de redes en formatos A1 y A2.

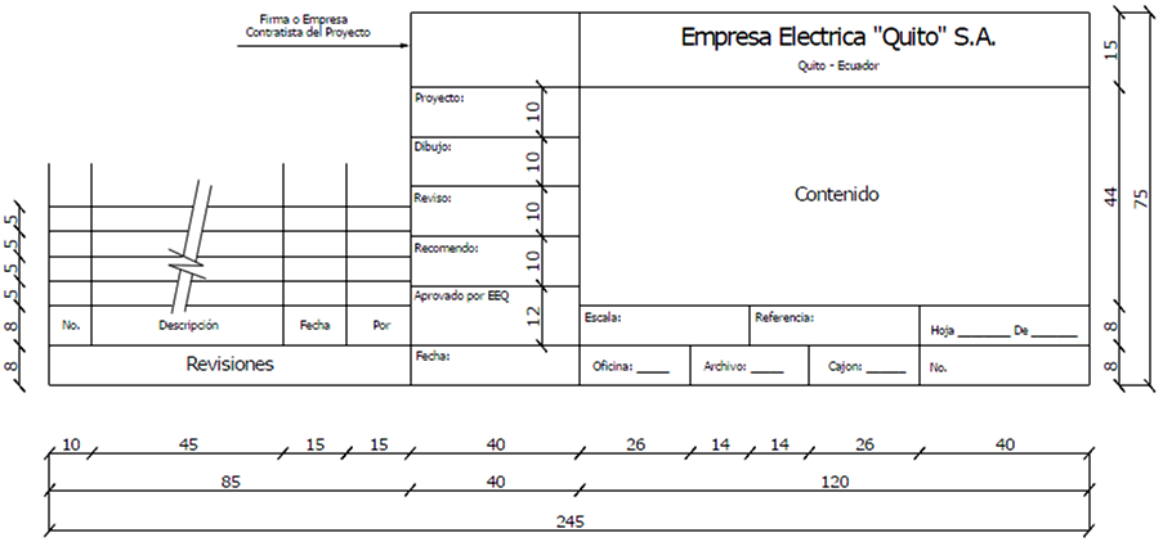


Figura 35. Rotulado para formatos A1 y A2

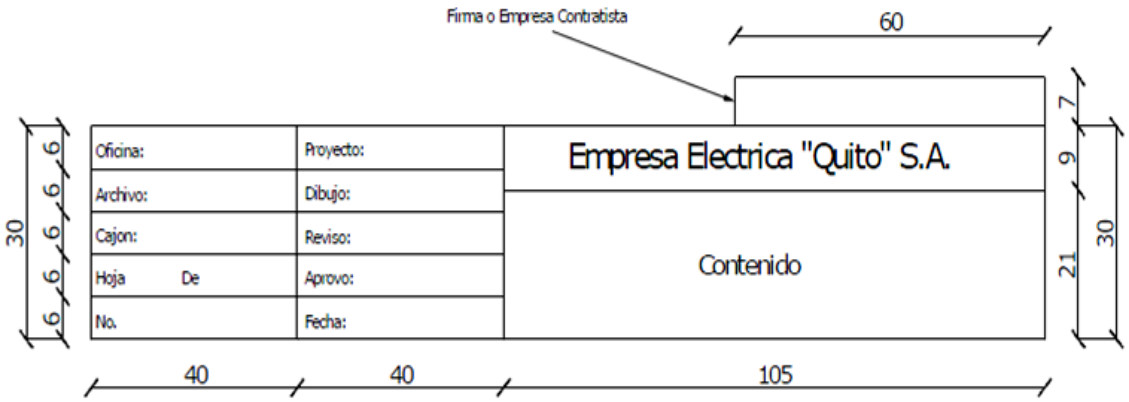


Figura 36. Rotulado para formatos A3 y A4

4.1.6 PLEGADO DE PLANOS

Para el archivado o almacenamiento de copias de planos y dibujos la EEQ exige que los formatos grandes se doblen al formato A4. Los planos deben plegarse de manera que el rotulado quede visible en la parte anterior.

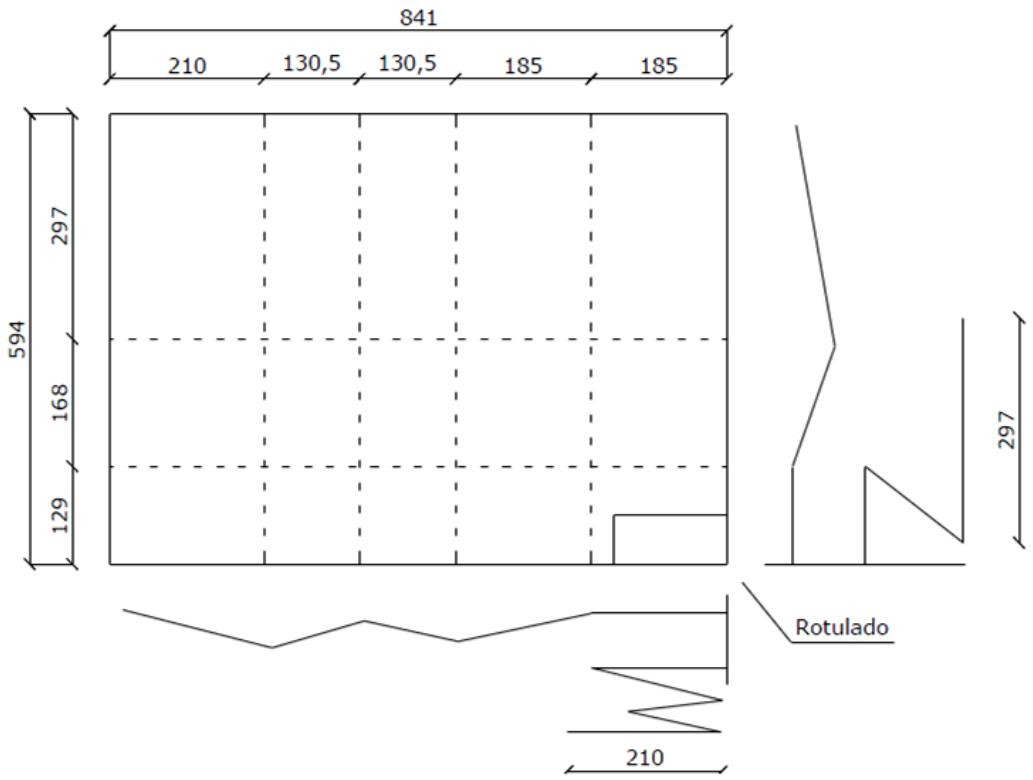


Figura 37. Plegado de planos formato A1

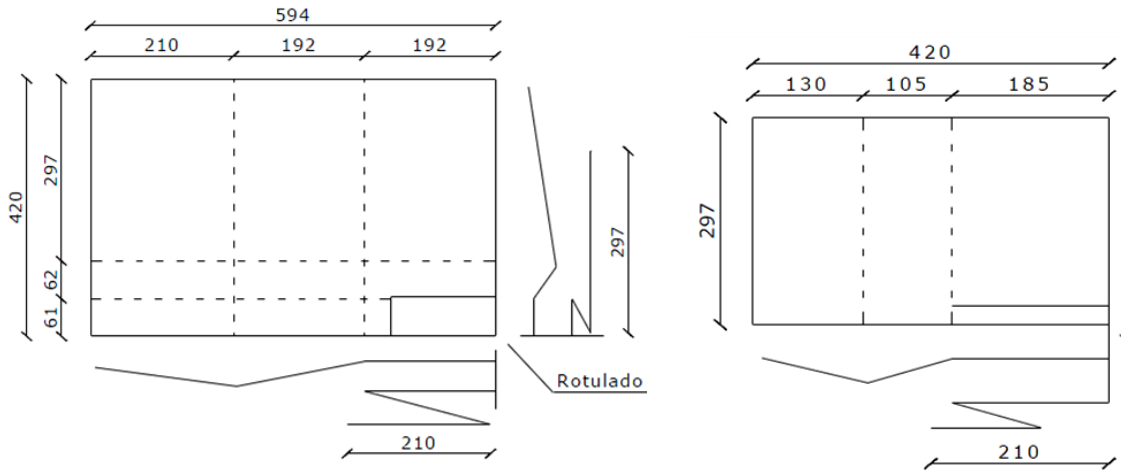


Figura 38. Plegado de planos formato A2 y A3

4.2 LISTADO Y EQUIPO DE MATERIALES

4.2.1 ORDENAMIENTO DE LOS LISTADOS

En la fase final del proyecto, una vez definida las capacidades nominales de los equipos, las dimensiones y tipos de los elementos, componentes de la instalación y su localización, corresponde establecer la especificación,

determinación y cantidad de los equipos y materiales requeridos para la ejecución del proyecto.

Los listados de equipos y materiales se agruparán en conjuntos homogéneos para constituir las siguientes Partidas:

PARTIDA	C O N T E N I D O
A	Transformadores de Distribución
B	Equipos de Protección y Seccionamiento
D	Aisladores
E	Conductores Desnudos
F	Conductores Aislados y Accesorios
G	Accesorios para conductores
H	Materiales para conexión a tierra
L	Misceláneos

Tabla 30. Ordenamiento de listados

Dentro de cada Partida, cada uno de los elementos se identificará por el número de Ítem y unidad de medida.

Las listas serán elaboradas manteniendo la secuencia de las Partidas e Ítems, en el formato que se muestra en la tabla 31.

LISTA Y ESPECIFICACIONE DE EQUIPOS Y MATERIALES				
NOMBRE DEL PROYECTO: **Zoológico de Guayllabamba** **PROYECTO N:** **1** **TIPO DE INSTALACIÓN:** **Subterránea.**				
ITEM N:				
ITEM	**CÓDIGO**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**ESPECIFICACIONES**

Tabla 31. Formato para lista de materiales

4.2.2 CONDICIONES DE LOS SERVICIOS

Todos los equipos comprendidos en las Partidas A y B, deberán ser diseñados para operar con su capacidad nominal continua y para garantizar la duración de la vida útil propuesta por el fabricante, en las siguientes condiciones ambientales predominantes en el área de servicio de la EEQ:

Altitud sobre el nivel del mar…….. 3 000 m
Temperatura máxima……..…. 30 °C
Temperatura mínima……..….. 0 °C
Temperatura media……..… 15 °C
Precipitación media anual ……..…… 1 500 mm
Humedad media relativa..... 70 %

4.2.3 NORMAS DE REFERENCIA

En general los equipos y materiales a especificar, deberán satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas que se anotan a continuación o sus equivalentes.

En estas Especificaciones Técnicas son indicadas las siguientes abreviaciones, el sentido deberá ser interpretado como sigue:

ESTANDAR	
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (antecedente AASHO)
ACI	American Concrete Institute
USBR	U.S. Bureau of Reclamation
AISC	American Institute of Steel Construction
ANSI	American National Standards Institute (antecedente USASI-USA Standards Institute)
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
NACE	National Association of Corrosion Engineers
SSPC	Steel Structures Painting Council

Tabla 32. Especificaciones técnicas

Se deberá tomar en cuenta la última edición de los estándares mencionados, salvo modificaciones en estas Especificaciones Técnicas o en los Planos.

Cuando se especifiquen productos o marcas del fabricante, estas referencias se harán solo con el propósito de ilustración con respecto al diseño, tipo, y calidad del artículo requerido.

4.2.3 Abreviaciones

Las siguientes abreviaciones han sido usadas en estas Especificaciones Técnicas y en la Tabla de Cantidades:

N°	Abreviación	Significado
1	mm	milímetro
2	cm	centímetro
3	m	metro linear
4	m^2	metros cuadros
5	m^3	metros cúbicos
6	kg	kilo
7	dm^3	decímetro cúbico
8	N/mm^2	newton para milímetro cuadro
9	t	tonelada métrica
10	ha	hectárea
11	km	kilómetro
12	Ø	diámetro
13	N°	número
14	%	porcentaje
15	u	unidad
16	kw	kilovatio
17	kwh	kilovatio por hora
18	l	litro
19	l/s	litros por segundo

20	D.I.	diámetro interior
21	D.E.	diámetro exterior
22	h	hora
23	min	minuto
24	s	segundo
25	Min	mínimo
26	Max	máximo o máxima

Tabla 33. Abreviaturas

Por otra parte, los equipos y materiales deben ser identificados por las designaciones establecidas en la CODIFICACIÓN DE MATERIALES “GRUPO 02” – ACCESORIOS PARA LÍNEAS, REDES Y SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN, adoptada por la EEQ.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Con la realización de los estudios y por consiguiente el diseño del sistema eléctrico para las instalaciones del Zoológico de Guayllabamba, se mejoró cada uno de los problemas antes mencionados; es decir, la seguridad de visitantes y animales, iluminación, protecciones adecuadas, conductores, entre otros.

- Se realizó un diseño adecuado para cada uno de los equipos eléctricos utilizados en el zoológico, esto implica conductores, protecciones, conexiones, donde se garantiza mayor tiempo de vida útil, proporcionando un mejor rendimiento de los equipos y por consiguiente una mayor seguridad para el personal, visitante y animal.

- Los sistemas de puesta a tierra deben ser diseñados para asegurar que durante una falla a tierra, los potenciales del terreno como de los conductores conectados al electrodo de tierra o en los conductores expuestos en el zoológico estén bajo los límites apropiados.

- La implementación y uso de normas y reglamentos vigentes es primordial en los diseños y montajes de sistemas eléctricos, gracias a ellas garantiza no solo la seguridad de los seres vivos, sino también dan un aporte a la buena utilización de los equipos eléctricos, mejorando su vida útil.
- Con el presente documento permite dar un aporte significativo para el profesional y estudiantes en el diseño de las instalaciones eléctricas tanto como al profesional involucrado en obra para su correcta ejecución, cabe recalcar que los planos contiene rutas de tubería y cables que permiten al constructor seguir con los objetivos propuestos del diseño; sin embargo no representan una exigencia de seguimiento fiel de las rutas, en tal caso el constructor deberá usar las rutas dibujadas como referencia a seguir.

5.2 RECOMENDACIONES

- El Zoológico de Guayllabamba" debe tener en cuenta el nuevo diseño eléctrico realizado para las instalaciones eléctricas del mismo, debido a que el sistema eléctrico vigente se encuentra en pésimas condiciones, no cumple con los reglamentos existentes, generando un riesgo eléctrico tanto para la vida humana como para la materia prima.

- Los conductores eléctricos existentes en las instalaciones, no son los adecuados y se encuentran en un estado deplorable. Se recomienda el cambio de estos conductores, para que cumplan con las normas, su debido color y sean etiquetados para no tener inconvenientes en el futuro.

- Es recomendable el mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas, permitiendo determinar la periodicidad con que se debe realizar la limpieza de luminarias, lámparas, tomacorrientes, pozos de revisión y cajas de protecciones, de esta manera se evita la acumulación de polvo o suciedad e insectos que se acumula en estas.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- NEC-10 Norma Ecuatoriana de la Construcción Quito, Julio 1996
- RAMIREZ, José, "Manual Autodidáctico de líneas subterráneas " Barcelona-España, 1986
- HARPER, Enríquez, "Protección de instalaciones eléctricas" 2da edición
- EEQ, Empresa Eléctrica Quito "Normas para sistemas de distribución ", PARTE A, 2009
- MARTINES José, TOLEDANO Carlos, "Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas" 3ra edición Madrid-España, 2000.
- CASAS Favio "TIERRAS soporte de la seguridad eléctrica" 2da edición Bogotá, 2003.
- ING. AYORA, Paul APLICACIÓN DE LA NORMA IEEE 80 "Instalación de puesta a tierra" CAPITULO. 1, 2011.

ANEXOS

ANEXO A

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

En el diseño propuesto de las nuevas instalaciones del zoológico se dispone de cuatro tableros de distribución, que se disponen de la siguiente manera.

Una de las principales funciones del tablero de distribución es la de proteger el sistema contra fallas que incluyan las averías de los componentes como los transformadores, los cables y las terminaciones de cables del lado carga. El tablero de distribución principal establecido para el área de administración, es el indicado en la figura 39, a continuación se especifica los valores de las protecciones y a que subtableros de distribución pertenece, cada una de las protecciones secundarias.

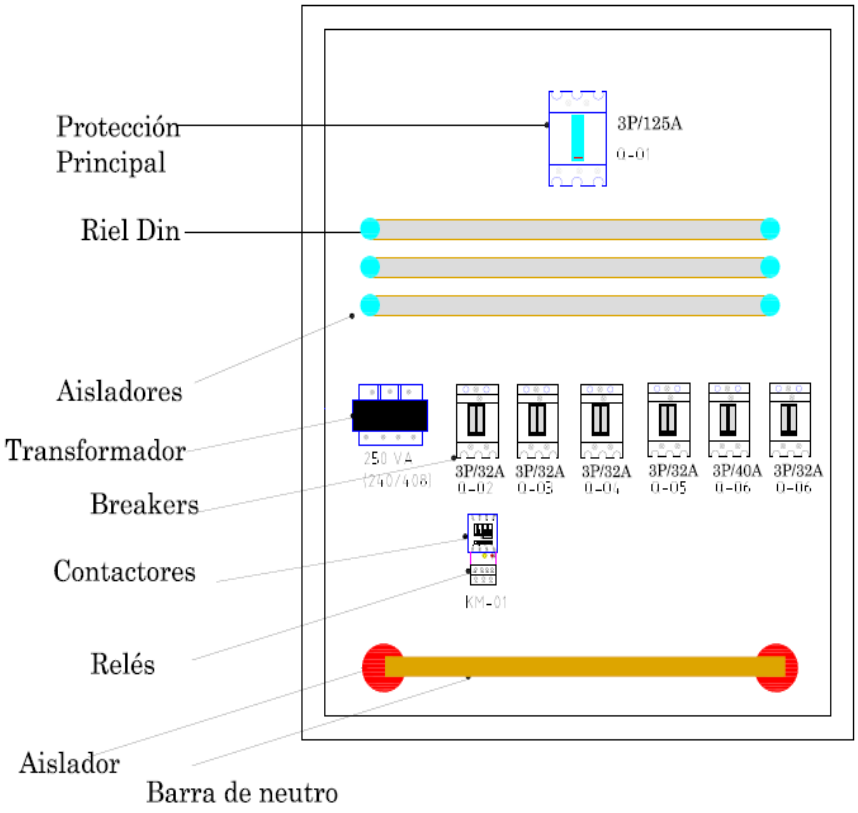


Figura 39. Tablero de distribución propuesto para el área de administración

ITEM	ELEMENTO	LUGAR A ALIMENTAR
1	Q-1/ 3P-125A	Protección General del tablero
2	Q-2/ 3P-32A	Alimenta a STD-6 “BOLETERÍA”

3	Q-3/ 3P-32A	Alimenta a STD-10 “ADMINISTRACIÓN”
4	Q-4/ 3P-32A	Alimenta a STD-11 “ALMACEN”
5	Q-5/ 3P-32A	Alimenta a STD-12 “LUMINARIA”
6	Q-6/ 3P-40A	Alimenta a STD-13 “BODEGA DE PLANOS”
7	Q-7/ 3P-32A	Alimenta a STD-14 “BODEGA DE HELADOS”

Tabla 34. Especificaciones de tablero de administración

El tablero de distribución principal establecido para el área de felinos, es el indicado en la figura 35, a continuación se especifica los valores de las protecciones y a que subtablero de distribución pertenece, cada una de las protecciones secundarias.

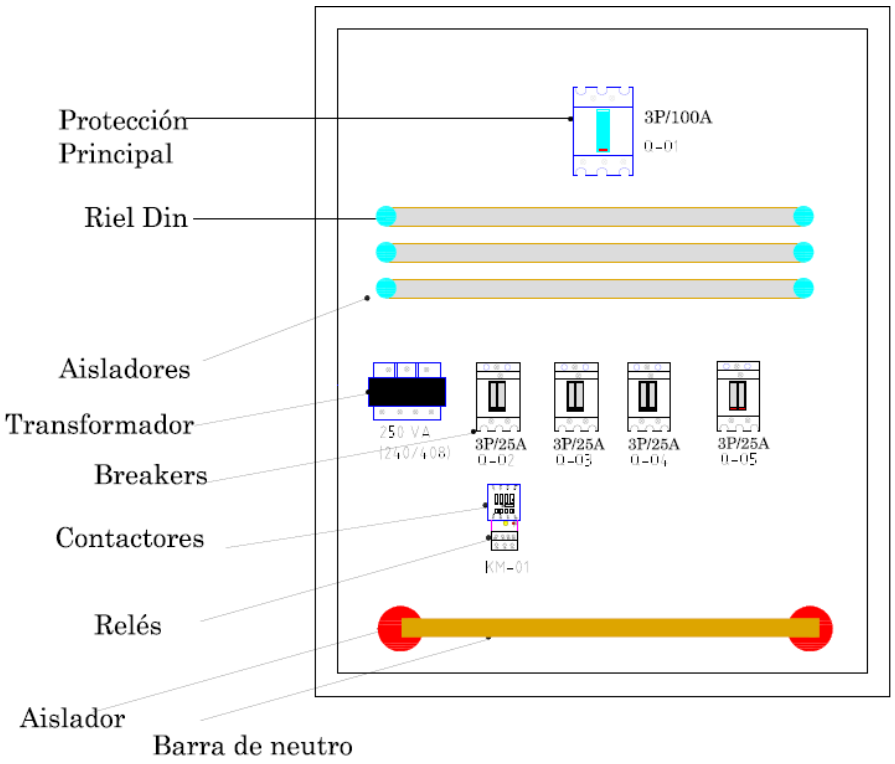


Figura 35. Tablero de distribución propuesto para el área de felinos.

ITEM	ELEMENTO	LUGAR A ALIMENTAR
1	Q-1/ 3P-100A	Protección General del tablero
2	Q-2/ 3P-25A	Alimenta a STD-31 “PUMA”
3	Q-3/ 3P-25A	Alimenta a STD-32 “JAGUAR”
4	Q-4/ 3P-25A	Alimenta a STD-33 “LEONES”
5	Q-5/ 3P-25A	Alimenta a STD-33 “TIGRILLOS”

Tabla 36. Especificaciones de tablero de felinos

El tablero de distribución principal establecido para el área de bodega y nutrición, es el indicado en la figura 37, a continuación se especifica los valores de las protecciones y a que subtablero de distribución pertenece, cada una de las protecciones secundarias.

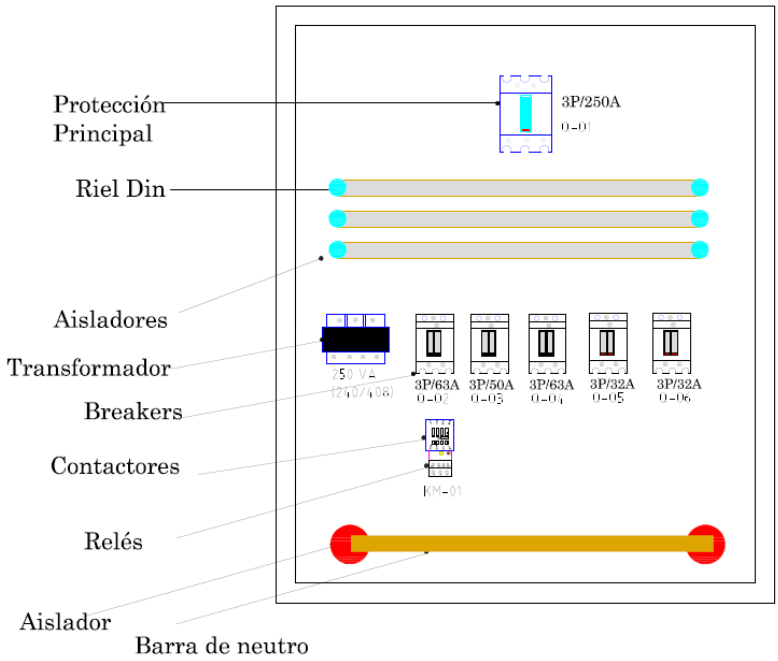


Figura 37. Tablero de distribución propuesto para el área de bodega y nutrición.

ITEM	ELEMENTO	LUGAR A ALIMENTAR
1	Q-1/ 3P-250A	Protección General del tablero
2	Q-2/ 3P-32A	Alimenta a STD-41 “CUARTO FRÍO”
3	Q-3/ 3P-32A	Alimenta a STD-42 “BODEGA HERRAMIENTAS”
4	Q-4/ 3P-32A	Alimenta a STD-43 “NUTRICIÓN”
5	Q-5/ 3P-32A	Alimenta a “SOLDADORA
6	Q-6/ 3P-40A	Alimenta a STD-40 “BAR”
7	Q-7/ 3P-32A	Alimenta a RESERVA

Tabla38. Especificaciones de tablero de bodega

El tablero de distribución principal establecido para veterinaria, es el indicado en la figura 39, a continuación se especifica los valores de las protecciones y a que subtablero de distribución pertenece, cada una de las protecciones secundarias.

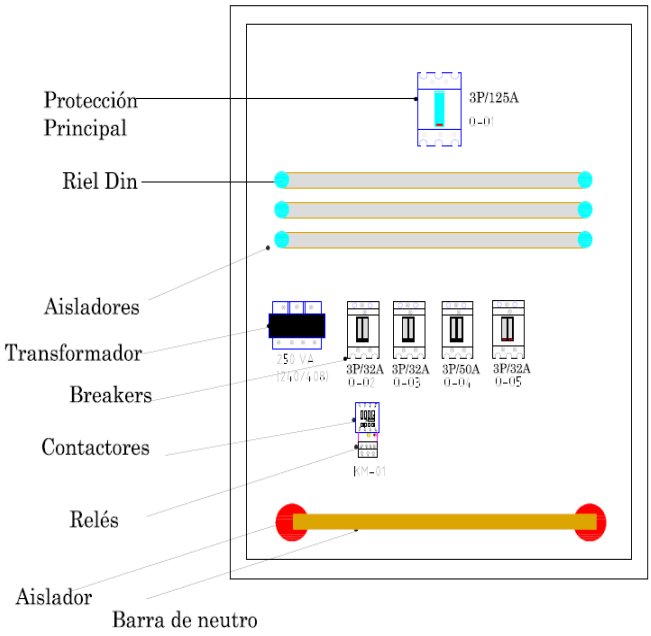
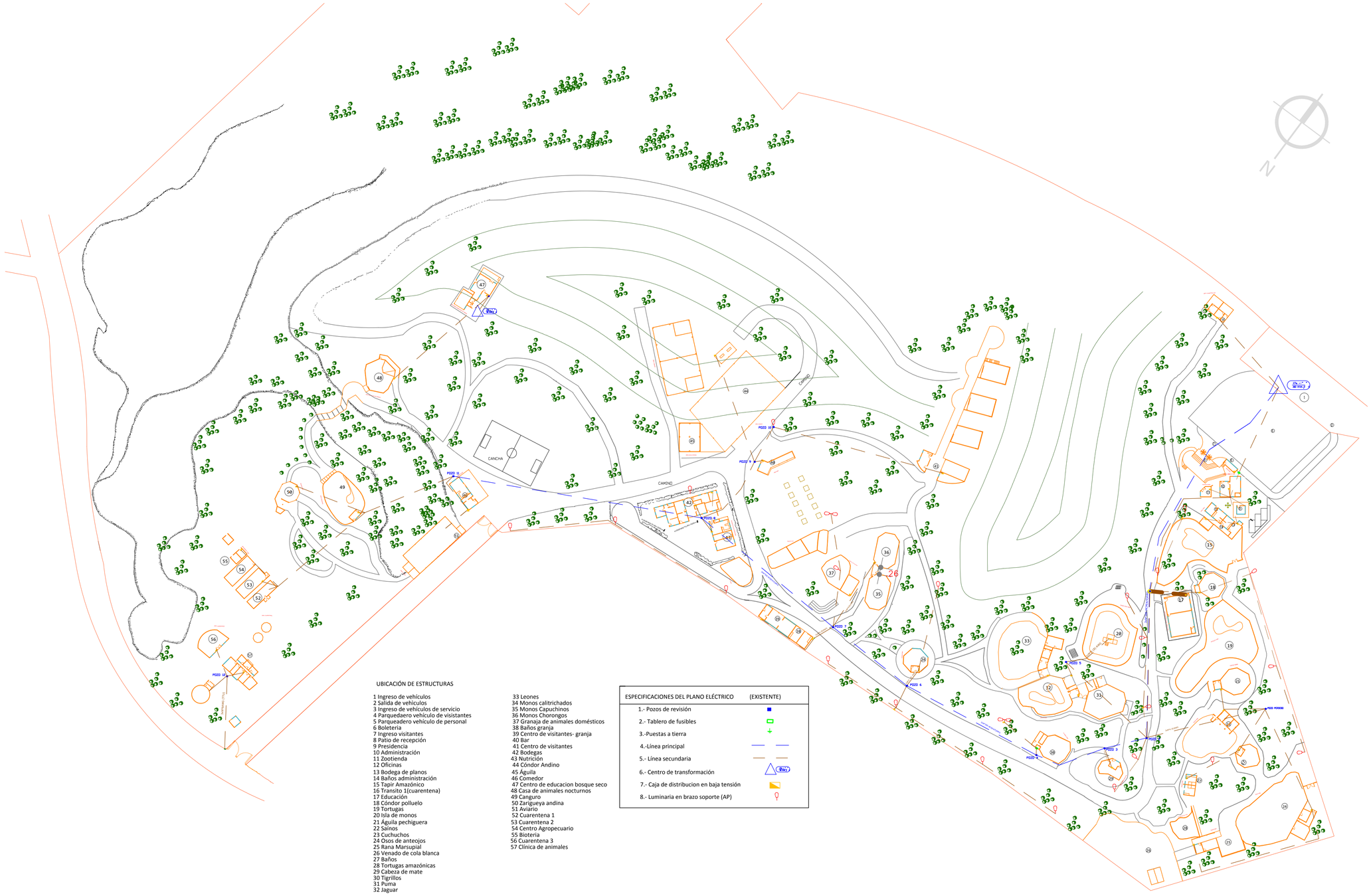


Figura 39. Tablero de distribución propuesto para el área de veterinaria.

ITEM	ELEMENTO	LUGAR A ALIMENTAR
1	Q-1/ 3P-125A	Protección General del tablero
2	Q-2/ 3P-32A	Alimenta a STD-56 “CUARENTENA SEC. 46”
3	Q-3/ 3P-32A	Alimenta a STD-57 “CLÍNICA”
4	Q-4/ 3P-32A	Alimenta a STD-43 “CUARENTENA SEC.42”
5	Q-5/ 3P-32A	Alimenta a “RESERVA”

Tabla40. Especificaciones de tablero de veterinaria.



UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS

1 Ingreso de vehículos
2 Salida de vehículos
3 Ingreso de vehículos de servicio
4 Parquedaero vehículo de visistantes
5 Parqueadero vehículo de personal
6 Boleteria
7 Ingreso visitantes
8 Patio de recepción
9 Presidencia
10 Administración
11 Zootienda
12 Oficinas
13 Bodega de planos
14 Baños administración
15 Tapir Amazónico
16 Transito 1(cuarentena)
17 Educación
18 Cóndor polluelo
19 Tortugas
20 Isla de monos
21 Águila pechiguera
22 Saínos
23 Cuchuchos
24 Osos de anteojos
25 Rana Marsupial
26 Venado de cola blanca
27 Baños
28 Tortugas amazónicas
29 Cabeza de mate
30 Tigrillos
31 Puma
32 Jaguar
33 Leones
34 Monos calitrichados
35 Monos Capuchinos
36 Monos Chorongos
37 Granaja de animales domésticos
38 Baños granja
39 Centro de visitantes- granja
40 Bar
41 Centro de visitantes
42 Bodegas
43 Nutrición
44 Cóndor Andino
45 Águila
46 Comedor
47 Centro de educacion bosque seco
48 Casa de animales nocturnos
49 Canguro
50 Zarigueya andina
51 Aviario
52 Cuarentena 1
53 Cuarentena 2
54 Centro Agropecuario
55 Bioteria
56 Cuarentena 3
57 Clinica de animales

ESPECIFICACIONES DEL PLANO ELÉCTRICO	(EXISTENTE)
1.- Pozos de revisión	
2.- Tablero de fusibles	
3.-Puestas a tierra	
4.-Línea principal	
5.- Línea secundaria	
6.- Centro de transformación	
7.- Caja de distribucion en baja tensión	
8.- Luminaria en brazo soporte (AP)	

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
QUITO – ECUADOR

PROYECTO

DIBUJO –Pachacama Daniel
–Rivera Gabriela

REVISO
ING. CARLOS POSSO

RECOMENDO

APROBADO POR EEQSA

FECHA ABRIL/2014

PROY No

ZOOLOGICO DE GUAYLLABAMBA

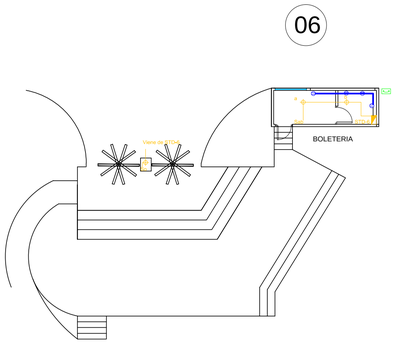
LEVANTAMIENTO ELECTRICO BV

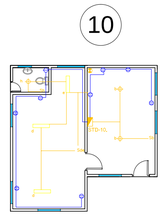
220 V– 127 V

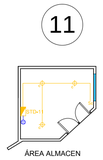
TIPO DE INSTALACION SUBTERRANEA

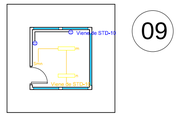
ESCALA 1:700	REFERENCIA		HOJA 1 DE 1
REVISION OFICINA PROYEC.	ARCHIVO	CAJON	No
SUBESTACION		PRIMARIO	FACT

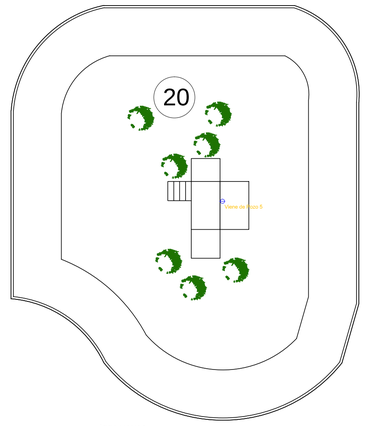
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

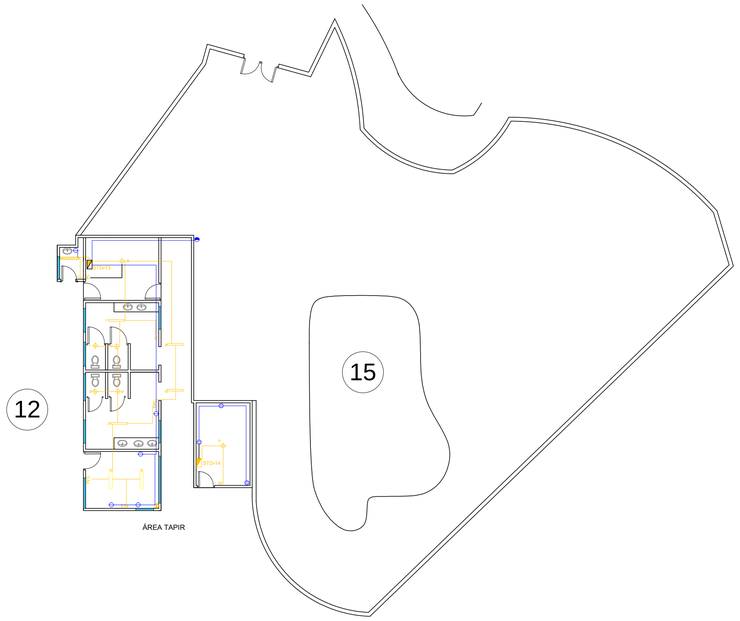


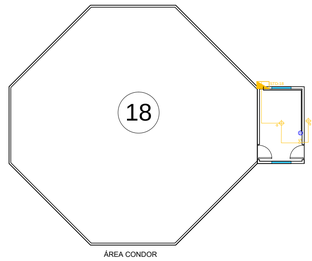


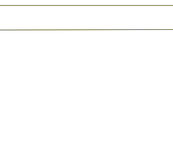


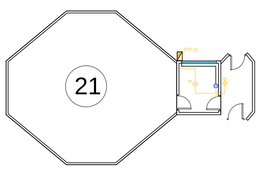


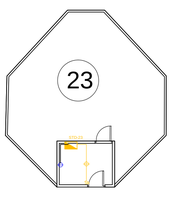


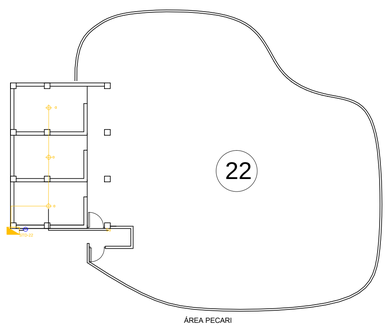


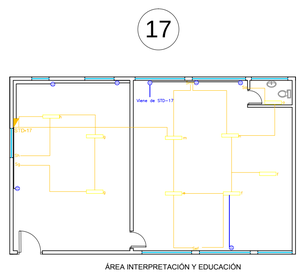






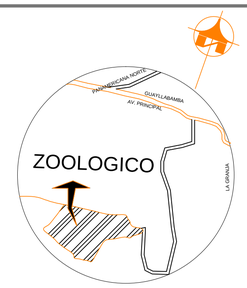






PROYECTO ZOOLÓGICO

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO



UBICACION

ESC: S/E

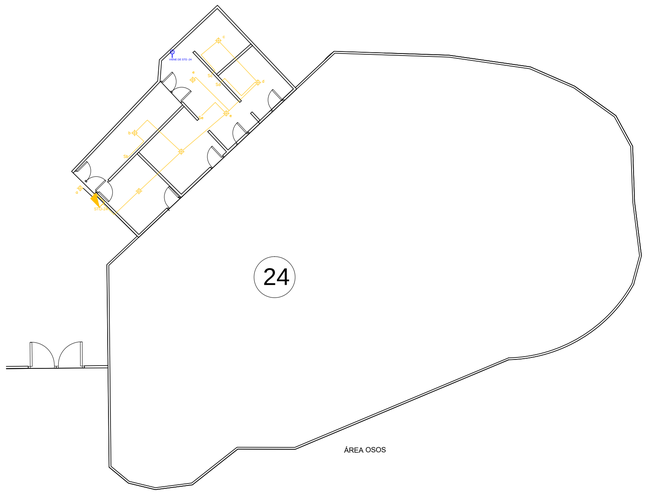
SIMBOLOGIA

- SALIDA LUMINARIA BASICA
- APLIQUE DE PARED
- LUMINARIA OJO DE SIMPLE
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 1x32W, 110V.
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2x32W, 110V.
- Sa — INTERRUPTOR SIMPLE, 10A, 110V
- Sab — INTERRUPTOR DOBLE, 10A, 110V
- Sabc — INTERRUPTOR TRIPLE, 10A, 110V
- S3a — CONMUTADOR SIMPLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- S3ab — CONMUTADOR DOBLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- TOMACORRIENTE ALTO h=1.80m
- TOMACORRIENTE MEDIO h=1.00m
- TOMACORRIENTE BAJO h=0.30m
- TOMACORRIENTE 220V MEDIO.
- SUBTABLERO DE DSITRIBUCION DE BAJA TENSION
- MEDIDOR
- AIRE ACONDICIONADO
- SECCIONADOR O FUSIBLES
- DUCHA
- CALENTADOR 1500W
- VENTILADOR
- BOMBA AGUA
- DETECTOR DE MOVIMIENTO, 110V
- 01 — NÚMERO CORRESPONDIENTE A LA IMPLANTACIÓN GENERAL

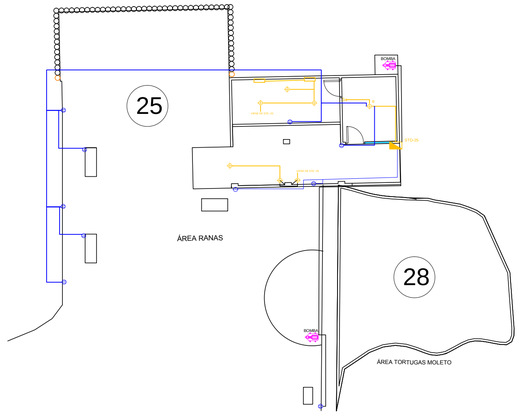
LEVANTAMIENTO OOO1	UBICACION: QUITO - PICHINCHA	
	DIBUJO: PACHACAMA DANIEL RIVERA GABRIELA	FECHA: AGOSTO - 2013
CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTONICAS Y LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO		
PROPIETARIO:	CLAVE CATASTRAL:	LAMINAS: 1 de 4
	NUMERO DE PREDIO:	ESCALA: 1:150

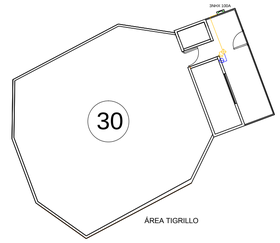
SELLO DE APROBACIÓN

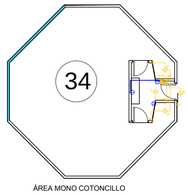
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

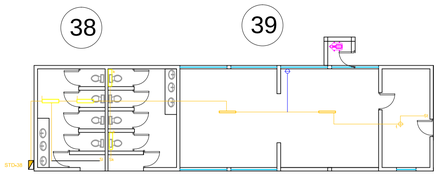


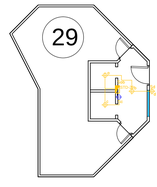
ÁREA OSOS

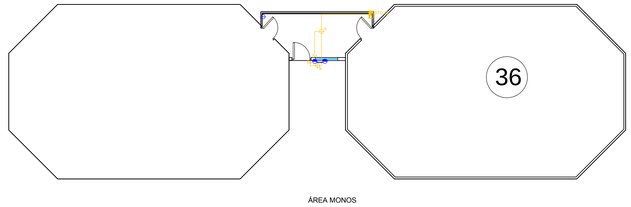






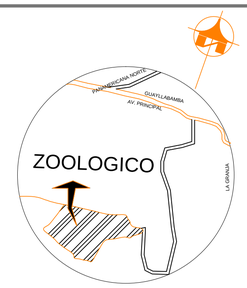






PROYECTO ZOOLÓGICO

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO



UBICACION

ESC: S/E

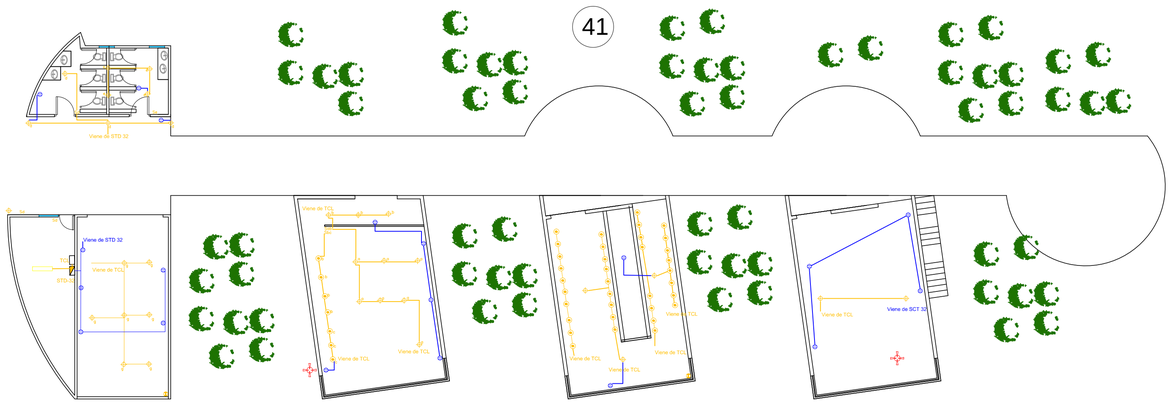
SIMBOLOGIA

- SALIDA LUMINARIA BASICA
- APLIQUE DE PARED
- LUMINARIA OJO DE SIMPLE
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 1x32W, 110V.
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2x32W, 110V.
- Sa — INTERRUPTOR SIMPLE, 10A, 110V
- Sab — INTERRUPTOR DOBLE, 10A, 110V
- Sabc — INTERRUPTOR TRIPLE, 10A, 110V
- S3a — CONMUTADOR SIMPLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- S3ab — CONMUTADOR DOBLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- TOMACORRIENTE ALTO h=1.80m
- TOMACORRIENTE MEDIO h=1.00m
- TOMACORRIENTE BAJO h=0.30m
- TOMACORRIENTE 220V MEDIO.
- SUBTABLERO DE DSITRIBUCION DE BAJA TENSION
- MEDIDOR
- AIRE ACONDICIONADO
- SECCIONADOR O FUSIBLES
- DUCHA
- CALENTADOR 1500W
- VENTILADOR
- BOMBA AGUA
- DETECTOR DE MOVIMIENTO, 110V
- 01 — NÚMERO CORRESPONDIENTE A LA IMPLANTACIÓN GENERAL

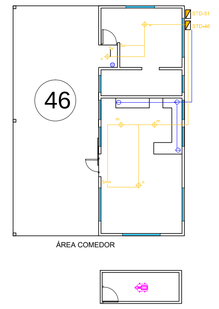
LEVANTAMIENTO: OOO1	UBICACION: QUITO - PICHINCHA	
	DIBUJO: PACHACAMA DANIEL, RIVERA GABRIELA	FECHA: AGOSTO - 2013
CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTONICAS Y LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO		
PROPIETARIO:	CLAVE CATASTRAL:	LAMINAS: 2 de 4
	NUMERO DE PREDIO:	ESCALA: 1:150

SELLO DE APROBACIÓN

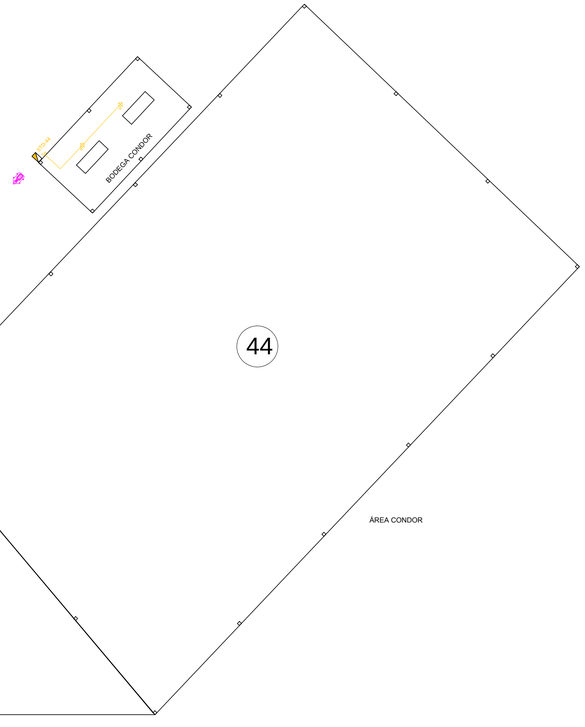
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL



ÁREA AUDITORIO Y CENTRO DE EXPOSICIONES

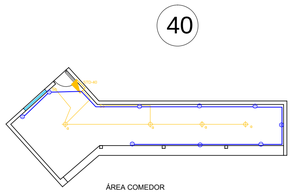


ÁREA COMEDOR

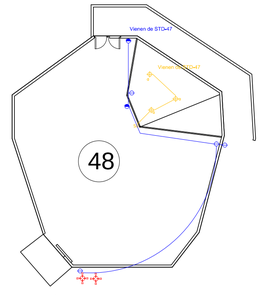


ÁREA CONDOR

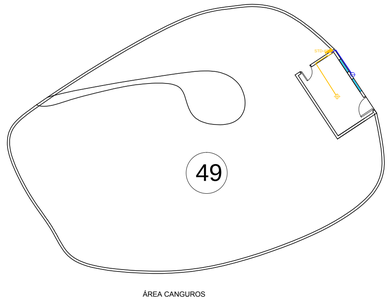
ÁREA AGUILA DORADA



ÁREA COMEDOR



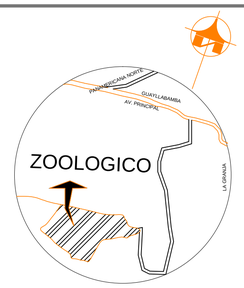
ÁREA ANIMALES NOCTURNOS



ÁREA CANGUROS

PROYECTO ZOOLÓGICO

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO



UBICACION

ESC: S/E

SIMBOLOGIA

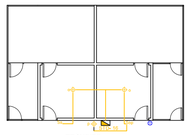
- SALIDA LUMINARIA BASICA
- APLIQUE DE PARED
- LUMINARIA OJO DE SIMPLE
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 1x32W, 110V.
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2x32W, 110V.
- Sa — INTERRUPTOR SIMPLE, 10A, 110V
- Sab — INTERRUPTOR DOBLE, 10A, 110V
- Sabc — INTERRUPTOR TRIPLE, 10A, 110V
- S3a — CONMUTADOR SIMPLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- S3ab — CONMUTADOR DOBLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- TOMACORRIENTE ALTO h=1.80m
- TOMACORRIENTE MEDIO h=1.00m
- TOMACORRIENTE BAJO h=0.30m
- TOMACORRIENTE 220V MEDIO.
- SUBTABLERO DE DSITRIBUCION DE BAJA TENSION
- MEDIDOR
- AIRE ACONDICIONADO
- SECCIONADOR O FUSIBLES
- DUCHA
- CALENTADOR 1500W
- VENTILADOR
- BOMBA AGUA
- DETECTOR DE MOVIMIENTO, 110V
- 01 — NÚMERO CORRESPONDIENTE A LA IMPLANTACIÓN GENERAL

LEVANTAMIENTO: OOO1	UBICACION: QUITO - PICHINCHA	
	DIBUJO: PACHACAMA DANIEL, RIVERA GABRIELA	FECHA: AGOSTO - 2013
CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTONICAS Y LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO		
PROPIETARIO:	CLAVE CATASTRAL:	LAMINAS: 3 de 4
	NUMERO DE PREDIO:	ESCALA: 1:150

SELLO DE APROBACIÓN

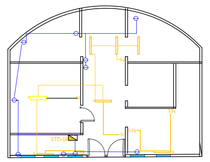
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

16

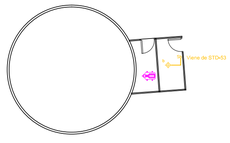


TRÁNSITO

56

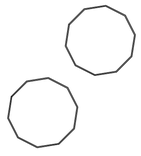


ÁREA CUARENTENA 3

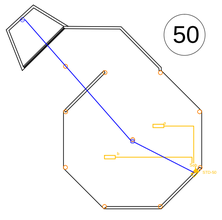


ÁREA BOMBA DE AGUA

ÁREA CUARENTENAS

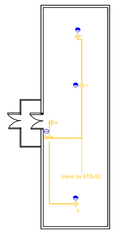


50



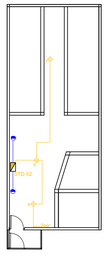
ÁREA ZARIGUEYA ANDNINA

52



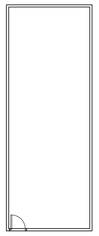
ÁREA CUARENTENA 1

53



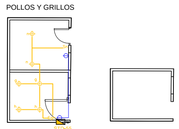
ÁREA CUARENTENA 2

54

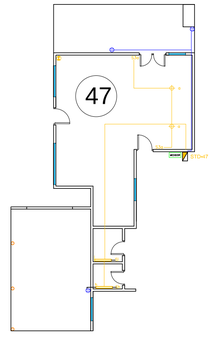


CENTRO AGROPECUARIO

55

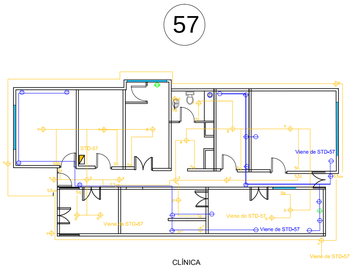


47



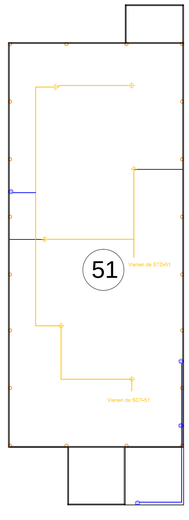
ÁREA BAÑOS ANIMALES NOCTURNOS

57



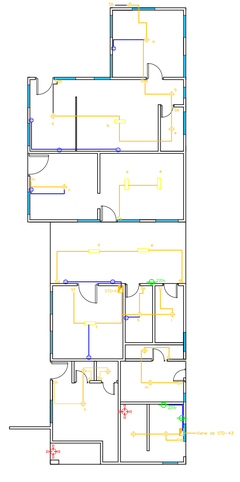
CLÍNICA

51

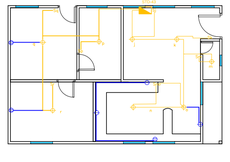


ÁREA AVIARIO

42



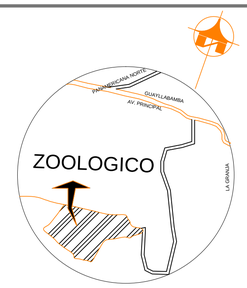
43



ÁREA BODEGAS DE ALIMENTOS

PROYECTO ZOOLÓGICO

LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO



UBICACION

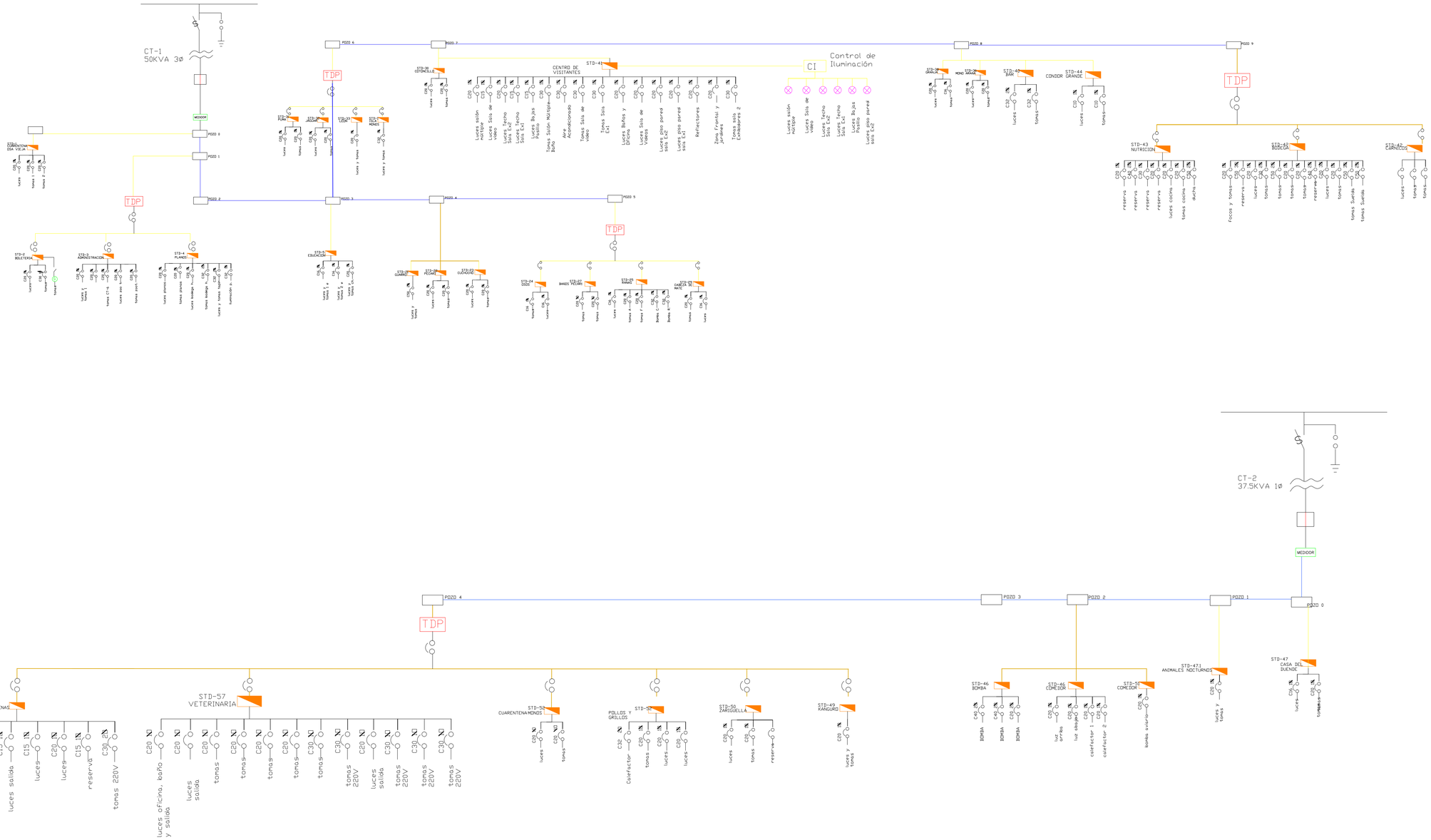
ESC: S/E

SIMBOLOGIA

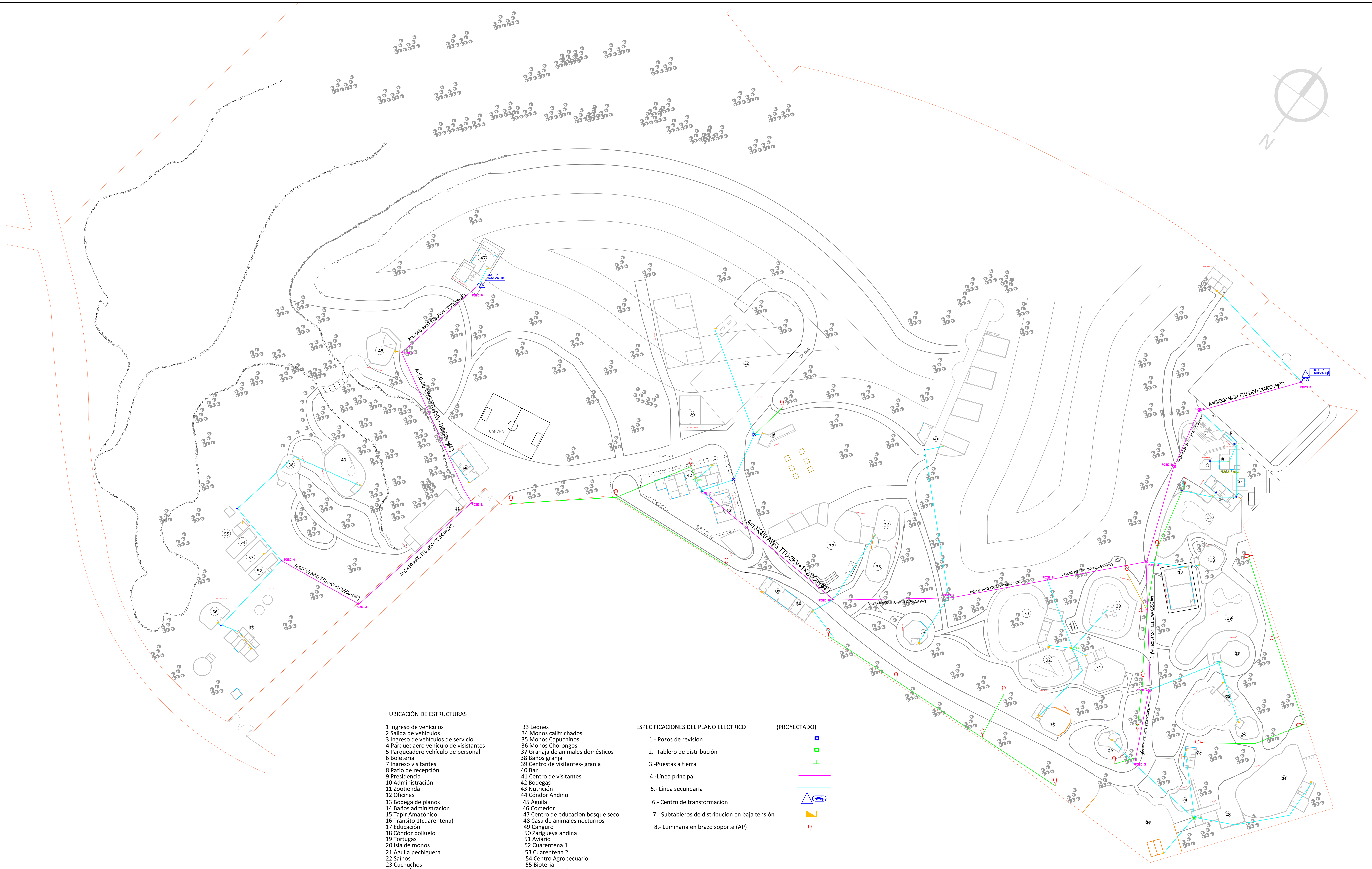
- SALIDA LUMINARIA BASICA
- APLIQUE DE PARED
- LUMINARIA OJO DE SIMPLE
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 1x32W, 110V.
- LUMINARIA FLUORESCENTE, 2x32W, 110V.
- Sa INTERRUPTOR SIMPLE, 10A, 110V
- Sab INTERRUPTOR DOBLE, 10A, 110V
- Sabc INTERRUPTOR TRIPLE, 10A, 110V
- S3a CONMUTADOR SIMPLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- S3ab CONMUTADOR DOBLE, 3 VIAS, 10A, 110V
- TOMACORRIENTE ALTO h=1.80m
- TOMACORRIENTE MEDIO h=1.00m
- TOMACORRIENTE BAJO h=0.30m
- TOMACORRIENTE 220V MEDIO.
- SUBTABLERO DE DSITRIBUCION DE BAJA TENSION
- MEDIDOR
- AIRE ACONDICIONADO
- SECCIONADOR O FUSIBLES
- DUCHA
- CALENTADOR 1500W
- VENTILADOR
- BOMBA AGUA
- DETECTOR DE MOVIMIENTO, 110V
- 01 NÚMERO CORRESPONDIENTE A LA IMPLANTACIÓN GENERAL

LEVANTAMIENTO: OOO1	UBICACION: QUITO - PICHINCHA	
	DIBUJO: PACHACAMA DANIEL, RIVERA GABRIELA	FECHA: AGOSTO - 2013
CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTONICAS Y LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO		
PROPIETARIO:	CLAVE CATASTRAL:	LAMINAS: 4 de 4
	NUMERO DE PREDIO:	ESCALA: 1:150

SELLO DE APROBACIÓN



	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL QUITO – ECUADOR
PROYECTO	ZOOLOGICO DE GUAYLLABAMBA
DIBUJO –Pachacama Daniel –Rivera Gabriela	DIAGRAMAS UNIFILARES
REVISO ING. CARLOS POSSO	
RECOMENDO	220 V– 127 V
APROBADO POR EEQSA	TIPO DE INSTALACION SUBTERRANEA
ESCALA 1:700 / REFERENCIA / HOJA 1 DE 1	
FECHA ABRIL/2014 / REVISION OFICINA PROYEC. / ARCHIVO / CAJON No	
PROY No / SUBESTACION / PRIMARIO / FACT	



UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS

1 Ingreso de vehículos
2 Salida de vehìculos
3 Ingreso de vehículos de servicio
4 Parquedaero vehículo de visistantes
5 Parqueadero vehículo de personal
6 Boleteria
7 Ingreso visitantes
8 Patio de recepción
9 Presidencia
10 Administración
11 Zootienda
12 Oficinas
13 Bodega de planos
14 Baños administración
15 Tapir Amazónico
16 Transito 1(cuarentena)
17 Educación
18 Cóndor polluelo
19 Tortugas
20 Isla de monos
21 Águila pechiguera
22 Saínos
23 Cuchuchos
24 Osos de anteojos
25 Rana Marsupial
26 Venado de cola blanca
27 Baños
28 Tortugas amazónicas
29 Cabeza de mate
30 Tigrillos
33 Leones
34 Monos calitrichados
35 Monos Capuchinos
36 Monos Chorongos
37 Granaja de animales domésticos
38 Baños granja
39 Centro de visitantes- granja
40 Bar
41 Centro de visitantes
42 Bodegas
43 Nutrición
44 Cóndor Andino
45 Águila
46 Comedor
47 Centro de educacion bosque seco
48 Casa de animales nocturnos
49 Canguro
50 Zarigueya andina
51 Aviario
52 Cuarentena 1
53 Cuarentena 2
54 Centro Agropecuario
55 Bioteria
56 Cuarentena 3
57 Clínica de animales

ESPECIFICACIONES DEL PLANO ELÉCTRICO (PROYECTADO)

1.- Pozos de revisión
2.- Tablero de distribución
3.-Puestas a tierra
4.-Línea principal
5.- Línea secundaria
6.- Centro de transformación
7.- Subtableros de distribucion en baja tensión
8.- Luminaria en brazo soporte (AP)

	ESCUELA POLITECNICA NACIONAL QUITO – ECUADOR
PROYECTO	ZOOLOGICO DE GUAYLLABAMBA
DIBUJO –Pachacama Daniel –Rivera Gabriela	DISEÑO ELECTRICO BV
REVISO ING. CARLOS POSSO	
RECOMENDO	220 V– 127 V
APROBADO POR EEQSA	TIPO DE INSTALACION SUBTERRANEA
	ESCALA 1:700 · REFERENCIA · HOJA 1 DE 1
FECHA ABRIL/2014	OFICINA REVISION PROYEC. · ARCHIVO · CAJON · No
PROY No	SUBESTACION · PRIMARIO · FACT