

Manual de diseño de instalaciones eléctricas de uso final usando AutoCAD

Aldemar Francisco Ardila Sánchez, Daniel Camilo Sarmiento Cadena

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero electricista

Director

Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Doctor en Ciencias con Énfasis en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A Dios, por darme sabiduría y guiar mis pasos.

A mis padres Raquel y Héctor, por su infinito amor, apoyo incondicional y por enseñarme que con sacrificio y esfuerzo los sueños dejan de serlo y se convierten en realidad.

A mi abuelos, tíos y primos, que siempre han estado presentes en el trascurso de mi formación.

A Yasmin Quiroga, por ser mi apoyo absoluto.

A mis amigos y compañeros que hicieron parte de mi formación profesional.

A la familia Ruiz Tristancho, que me acogió y me hizo parte de su familia.

Este logro es por y para ustedes, me siento privilegiado que sean parte de mi vida, gracias por creer en mí.

Aldemar Francisco Ardila Sánchez

A Dios, por brindarme la oportunidad de cumplir mis sueños.

A mis padres Jorge Sarmiento y Sara Cadena por su apoyo incondicional.

A mi hermana Sahira por sus consejos y ser un ejemplo a seguir.

A mis abuelos Daniel y Raquel por sus oraciones.

A mis compañeros y amigos universitarios por compartir momentos y conocimientos.

Daniel Camilo Sarmiento Cadena.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander y en especial a la escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones, por brindarnos una educación de calidad.

A nuestro profesor y director Oscar Quiroga, por darnos la confianza y permitirnos realizar este trabajo de grado bajo su dirección.

A todos nuestros profesores por transmitirnos sus conocimientos durante nuestro proceso de formación.

A nuestro compañero Víctor Angarita, por compartir sus conocimientos y orientarnos.

Los autores

Tabla de contenido

Introducción	16
1. Objetivos	18
2. Instalación eléctrica residencial y planos eléctricos requeridos	18
2.1. Instalaciones que sí requieren diseño eléctrico (diseño detallado)	19
2.1.1 Plano de ubicación del proyecto.	20
2.1.2 Diagrama unifilar.	21
2.1.3 Plano de planta apartamento tipo.	22
2.1.3.1 Plano de ubicación de salidas para el alumbrado del apartamento tipo.	23
2.1.3.2 Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.	24
2.1.4 Plano de localización de equipos eléctricos.	25
2.1.5 Plano del sistema integral de protección contra rayos (SIPRA).	26
2.1.6 Plano del sistema de puesta a tierra (SPT).	28
2.2. Esquema constructivo	30
3. Elaboración de planos de una instalación de uso final tipo residencial en AutoCAD.	31
3.1. Creación de bloques	31
3.2. Creación de atributos	32
3.3. Creación de capas	33
3.4. Plano de ubicación	34
3.5. Diagrama unifilar	40
3.6. Planos de planta apartamento tipo	43
3.6.1 Plano de ubicación de salidas para el alumbrado del apartamento tipo.	43

3.6.2 Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.	48
3.7. Plano de localización de equipos eléctricos.....	53
3.8. Plano del sistema de puesta a tierra	60
3.9. Plano de sistema integral de protección contra rayos (SIPRA)	62
4. Elaboración del manual.....	65
5. Conclusiones.....	66
Bibliografía	68

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Requisitos para el diseño detallado de una instalación eléctrica</i>	19
Tabla 2. <i>Valores máximos del radio de la esfera rodante según el nivel de riesgo</i>	27
Tabla 3 <i>Bloques empleados en el diagrama unifilar</i>	41
Tabla 4. <i>Bloques empleados en plano de alumbrado tomados de norma técnica ESSA</i>	45
Tabla 5. <i>Bloques empleados en plano de tomacorrientes tomados de norma técnica ESSA</i> ...	50
Tabla 6. <i>Bloques empleados en el plano de distribución de equipos</i>	54
Tabla 7. <i>Bloques para el sistema de puesta a tierra</i>	60
Tabla 8. <i>Bloques empleados en el sistema integral de protección contra rayos</i>	63

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Plano de localización del proyecto.	21
<i>Figura 2.</i> Ejemplo diagrama unifilar.	22
<i>Figura 3.</i> Ejemplo plano de planta de salidas de iluminación. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.....	24
<i>Figura 4.</i> Ejemplo plano de planta de tomacorrientes. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.	25
<i>Figura 5.</i> Localización de equipos eléctricos.	26
<i>Figura 6.</i> Esquema del sistema integral de protección contra rayos	27
<i>Figura 7.</i> Ejemplo plano sistema de protección contra rayos.....	28
<i>Figura 8.</i> Ejemplo sistema de puesta a tierra.....	30
<i>Figura 9.</i> Paso a paso para elaborar un bloque. Adaptado de: Software AutoCAD 2019.....	32
<i>Figura 10.</i> Paso a paso para elaborar un atributo. Adaptado de: Software AutoCAD 2019.....	33
<i>Figura 11.</i> Paso a paso para elaborar una capa. Adaptado de: Software AutoCAD 2019.	34
<i>Figura 12.</i> Mapa guía para la localización. Adaptado de: https://mapstyle.withgoogle.com/	35
<i>Figura 13.</i> Modificación del estilo del mapa 1. Adaptado de: https://mapstyle.withgoogle.com/36	
<i>Figura 14.</i> Modificación del estilo del mapa 2. Adoptado de: https://mapstyle.withgoogle.com/37	
<i>Figura 15.</i> Configuración del panel de calco. Adoptado de: Software Adobe Illustrator.	38
<i>Figura 16:</i> Mapa realizado en Adobe Illustrator.	39
<i>Figura 17.</i> Mapa final de localización.....	39
<i>Figura 18.</i> Diagrama unifilar tipo residencial.	43
<i>Figura 19.</i> Detalles del gabinete de medidores.	43
<i>Figura 20.</i> Detalles del gabinete de zonas comunes.....	43

<i>Figura 21.</i> Plano de planta apartamento tipo: Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.	44
<i>Figura 22.</i> Distribución de luminarias e interruptores.....	46
<i>Figura 23.</i> Asignación del número de circuito para luminarias	46
<i>Figura 24.</i> Circuito alimentador para luminarias e interruptoras	47
<i>Figura 25.</i> Indicador de mando de los interruptores.....	47
<i>Figura 26.</i> Cableado de luminarias.....	48
<i>Figura 27.</i> Plano planta del apartamento tipo. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.	49
<i>Figura 28.</i> Distribución de tomacorrientes.....	51
<i>Figura 29.</i> Asignación del número de circuitos para tomacorrientes	51
<i>Figura 30.</i> Circuito alimentador para tomacorrientes.....	52
<i>Figura 31.</i> Cableado de tomacorrientes.....	53
<i>Figura 32.</i> Ubicación de equipos eléctricos.	57
<i>Figura 33.</i> Ubicación de elementos para el transporte de conductores.	58
<i>Figura 34.</i> Conexión del tren de celdas al transformador.	58
<i>Figura 35.</i> Vista lateral del cuarto eléctrico.	59
<i>Figura 36.</i> Distancias mínimas de seguridad de un transformador en un cuarto eléctrico.....	59
<i>Figura 37.</i> Plano del sistema de puesta a tierra	61
<i>Figura 38.</i> Vista lateral del sistema de puesta a tierra.....	62
<i>Figura 39.</i> Detalle del electrodo	62
<i>Figura 40.</i> Plano del sistema integral de protección contra rayos.	64
<i>Figura 41.</i> Cumplimiento del método "esfera rodante".....	65

Figura 42. Vista planta del sistema integral de protección contra rayos..... 65

Figura 43. Portada del manual..... 66

Lista de apéndices

Apéndice A. Manual para el diseño de planos de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial usando AutoCAD.

Apéndice B. Diagrama unifilar.

Apéndice C. Plano de ubicación de salidas para alumbrado del apartamento tipo.

Apéndice D. Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.

Apéndice E. Plano de distribución de equipos eléctricos.

Apéndice F. Plano del sistema de puesta a tierra.

Apéndice G. Plano del sistema de protección contra rayos.

Resumen

Título: MANUAL DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE USO FINAL USANDO AUTOCAD*

Autor: Aldemar Francisco Ardila Sánchez, Daniel Camilo Sarmiento Cadena**

Palabras claves: Instalaciones eléctricas de uso final, diseño de planos eléctricos, diseño detallado, esquema constructivo, bloques, atributos.

Descripción:

Las instalaciones eléctricas están presentes en casi todo tipo de estructura. Específicamente en las instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial están enfocadas en viviendas unifamiliares, bifamiliares y edificios multifamiliares la cual comprende desde el punto de conexión de la red de distribución o una fuente de energía hasta los elementos de consumo, la instalación tiene como finalidad brindar servicio de electricidad al usuario.

El proceso de diseño de instalaciones está sujeto al cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma técnica colombiana (NTC 2050), por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) asimismo, los requisitos del operador de red de la zona en la que se va a efectuar la obra. El RETIE establece que toda instalación debe contar con un diseño eléctrico, no obstante, para instalaciones que presenten baja complejidad y riesgo solo es necesario un esquema constructivo.

Por otra parte, las consideraciones para el desarrollo de planos no están unificadas, cada operador de red tiene sus consideraciones al respecto. Actualmente existen varios tipos de software que permiten la creación de planos, siendo AutoCAD uno de los más destacados.

De esta forma, el presente trabajo de investigación muestra las consideraciones de diseño para elaborar paso a paso en el software AutoCAD cada uno de los principales planos eléctricos que conforman una instalación de uso final tipo residencial, lo cual servirá como orientación académica ya que está dirigido a estudiantes de ingeniería eléctrica o profesiones afines que estén terminando sus estudios.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Doctor en Ciencias con Énfasis en Ingeniería Eléctrica.

Abstract

Title: DESIGN MANUAL OF ELECTRICAL INSTALATION'S OF END-USE USING AUTOCAD*

Authors: Aldemar Francisco Ardila Sánchez, Daniel Camilo Sarmiento Cadena **

Keywords: Electrical installations for final use, design of electrical drawings, specific design, construction scheme, blocks, attributes.

Description:

Electrical installations are present in almost every type of structure. Specifically, in electrical installations for residential use: single-family houses, two-family houses, and multi-family buildings. The installation is from the connection point of the distribution network or a power source to the consumption elements. The installation purpose is to provide electricity service to the user.

The installation design process is subject to compliance with the requirements established by the Colombian technical standard (NTC 2050), by the Technical Regulations on Electrical Installations (RETIE) and by the network operator requirements in the area where the work is to be carried out. The RETIE establishes that all installations must have an electrical design; however, for low complexity and risk installations, only a construction scheme is necessary.

Moreover, the considerations for the development of the plans are not unified because each network operator has considerations in this regard. There are currently several types of software that allow the development of the plans, being AutoCAD one of the most prominent.

Thus, this research paper shows the design considerations to create a plan step-by-step in AutoCAD software. It shows each of the electrical plan mains that make up an end-use installation of residential type. This will serve as an academic orientation and is intended for students of electrical engineering or related professions who have completed their studies.

* Project of grade

** Faculty of Physical-mechanical engineering. School of Electrical Engineering, electronics and telecommunications.
Director: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Doctor of Science with in Electrical Engineering.

Introducción

El proceso de diseño de instalaciones eléctricas está sujeto al cumplimiento de los requisitos establecidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). El diseño de planos eléctricos, gracias al desarrollo tecnológico, puede realizarse en diferentes tipos de software, de los cuales, AutoCAD es uno de los más utilizados; sin embargo, las guías donde se especifica el proceso de desarrollo de este tipo de planos son escasas. Así, los operadores de red (OR), como los organismos de inspección de instalaciones eléctricas, se limitan a exigir los planos que requieren para dar cumplimiento a la conexión del servicio y su posterior puesta en funcionamiento, pero no detallan cómo se deben elaborar cada uno de ellos.

Por otra parte, las exigencias para el diseño específico de planos para instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial no están unificadas, pues cada operador de red tiene ciertas consideraciones sobre los planos, que principalmente están enfocadas en la conexión al servicio de energía. Por tanto, el presente documento muestra las consideraciones de diseño para elaborar paso a paso, en el software AutoCAD, cada uno de los principales planos eléctricos que conforman una instalación residencial, lo cual servirá como orientación académica ya que está dirigido a estudiantes de Ingeniería Eléctrica, o afines, que estén culminado sus estudios. El contenido de este trabajo se estructura en dos capítulos. En el primero se establecen los principales planos exigidos por los operadores de red y los certificadores para una instalación eléctrica de uso final tipo residencial y se abordan las consideraciones normativas y reglamentarias que se deben tener en cuenta al momento de su elaboración. En el segundo capítulo se anuncia un paso a paso para desarrollar el diseño eléctrico resaltando las funciones útiles en AutoCAD, donde se muestra un ejemplo de cada uno de los planos propuestos. Como

anexo se presenta un manual detallado para desarrollar los planos de una instalación de uso final tipo residencial en AutoCAD y, por último, se muestran las conclusiones generadas a partir del desarrollo del trabajo de grado.

1. Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un manual detallando el uso de AutoCAD para el diseño de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial.

Objetivo específico

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Detallar los tipos de planos requeridos para las instalaciones eléctricas residenciales teniendo en cuenta la reglamentación vigente.
- Elaborar un paso a paso para el desarrollo de planos de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial, resaltando las funciones de AutoCAD útiles para cada caso.
- Plantear ejemplos para el desarrollo de los planos en AutoCAD según el tipo de plano e instalación tipo residencial.
- Resumir a manera de manual los detalles para el desarrollo de los planos de una instalación residencial de uso final en AutoCAD.

2. Instalación eléctrica residencial y planos eléctricos requeridos

Las instalaciones eléctricas residenciales están enfocadas a viviendas unifamiliares, bifamiliares y edificios multifamiliares. En Colombia, al momento de realizar una instalación eléctrica residencial se deben cumplir el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y, asimismo, los requisitos del operador de red de la zona en la que se va a efectuar. El RETIE establece que toda instalación debe contar con un diseño eléctrico, no obstante, para aquellas instalaciones de baja complejidad y riesgo basta un esquema constructivo (Ministerio de Minas y Energía de Colombia).

2.1 Instalaciones que sí requieren diseño eléctrico (diseño detallado)

Según el RETIE las instalaciones residenciales que requieren un diseño eléctrico son: edificaciones y viviendas prefabricadas, casas flotantes y palafíticas, edificaciones con más de cuatro cuentas de energía, urbanizaciones, conjuntos o agrupaciones de edificaciones que se encuentren en la misma licencia de construcción, entre otros. En este caso, el RETIE contempla la evaluación de los ítems comprendidos entre la ‘a’ hasta la ‘w’. Los ítems relacionados con los planos son principalmente ‘r’ y ‘s’, los cuales se encuentran resaltados en la Tabla 1.

Tabla 1

Requisitos para el diseño detallado de una instalación eléctrica

a)	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
b)	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
c)	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
d)	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
e)	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
f)	Análisis del nivel de tensión requerido.
g)	Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas no se superen los límites de exposición definidos en la tabla 14.1 de la NTC.
h)	Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
i)	Cálculo del sistema de puesta a tierra.
j)	Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
k)	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242.
l)	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
m)	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 (anexo A).
n)	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, etc.).
o)	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
p)	Cálculos de regulación.
q)	Clasificación de áreas.
r)	Elaboración de diagramas unifilares.
s)	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
t)	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
u)	Establecer las distancias de seguridad requeridas.
v)	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
w)	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como

condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Los principales planos y esquemas eléctricos requeridos para la construcción no están especificados en el RETIE, sin embargo, los operadores de red, así como los organismos de inspección, exigen al menos los siguientes tipos de planos para dar servicio y certificar una instalación eléctrica de uso final tipo residencial: CENS exige el plano de localización del proyecto, planos de planta de la instalación, plano con detalles especiales, entre otros; Enertolima solicita plano de localización geográfica del proyecto, diagrama unifilar, detalles tanto del sistema de protección contra rayos como del sistema de puesta a tierra, entre otros. A continuación, se elabora una descripción de los diferentes tipos de planos requeridos.

2.1.1 Plano de ubicación del proyecto.

Consiste en un esquema o plano que facilita la localización geográfica del proyecto, indica la mayor información posible como direcciones, vías principales de acceso, puntos de referencia, norte geográfico, número oficial del predio, etc. En caso de que la instalación eléctrica a desarrollar esté localizada en una zona rural, este debe contener el nombre de la vereda, carreteras principales o terciarias, norte geográfico, entre otras (CENS S.A. E.S.P, 2016)

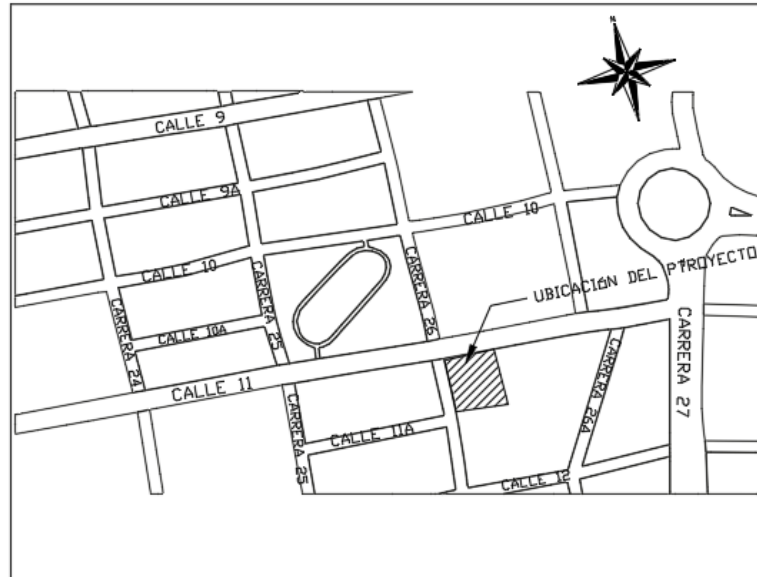


Figura 1. Plano de localización del proyecto.

2.1.2 Diagrama unifilar.

El diagrama unifilar es la representación gráfica de la instalación eléctrica desde el punto de conexión a la red hasta los circuitos derivados. Al momento de realizar un diagrama unifilar se debe tener conocimiento de la carga total de la instalación, el nivel de tensión de conexión, la implementación de un transformador y/o planta de emergencia, si se requiere, entre otros. Es importante tener en cuenta que los elementos empleados en el diagrama unifilar deben brindar datos relevantes y nominales. Cuando sea conveniente, se recomienda convertir todos los circuitos derivados en un símbolo y posteriormente en una vista de detalle se realiza la ilustración de estos.

Existen diferentes tipos de diagramas unificares debido a que las instalaciones residenciales no son similares, en la Figura 2. **Ejemplo diagrama unifilar.** se ilustra un ejemplo de un diagrama unifilar tipo residencial.

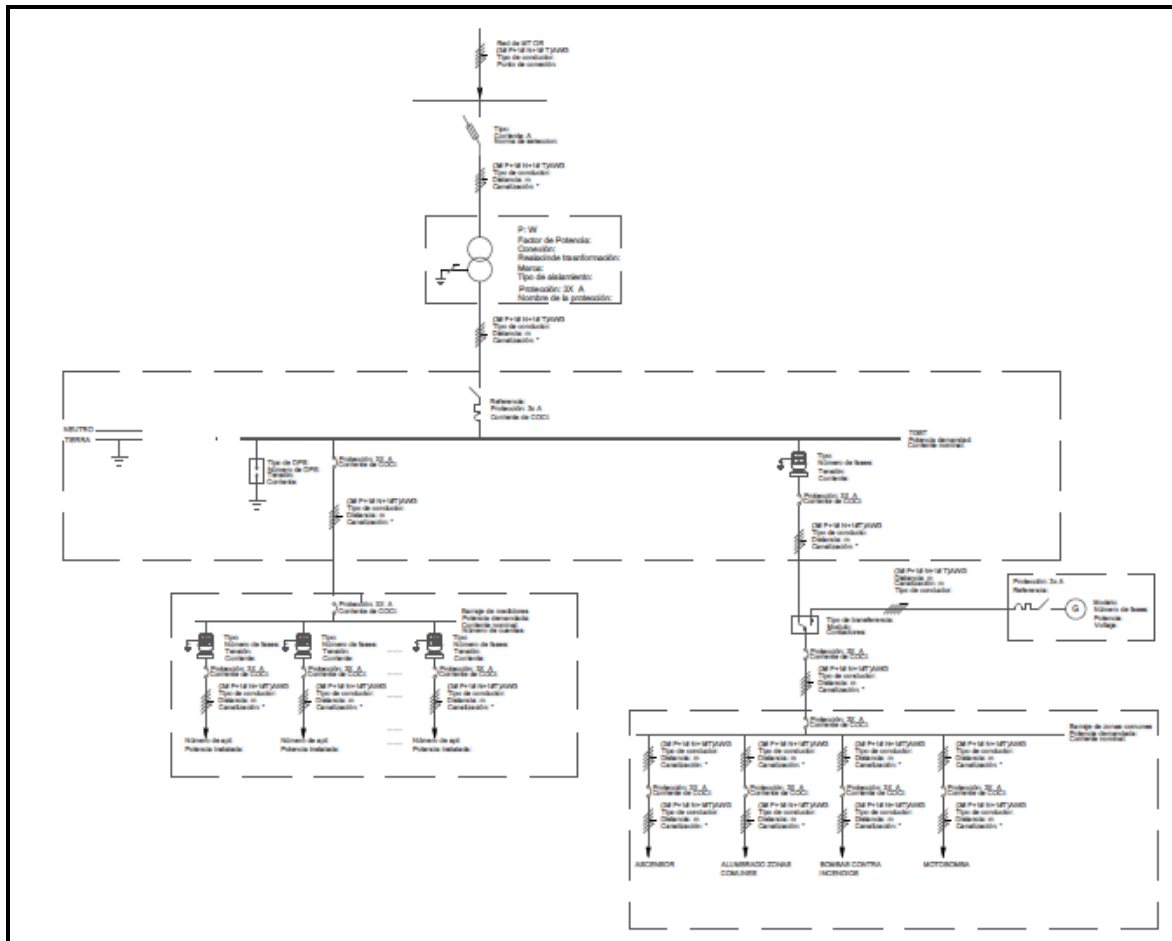


Figura 2. Ejemplo diagrama unifilar.

2.1.3 Plano de planta apartamento tipo.

En este plano se indica la ubicación de tomas y alumbrado en las diferentes áreas que puede contener la edificación o vivienda. Cabe resaltar que este se realiza en la vista de planta de cada área de la edificación. Al momento de realizarlo, se debe especificar datos relevantes como el conductor a emplear con su respectivo calibre, el número de circuito en cada salida, el diámetro y tipo de material del ducto en sus diferentes tramos, el tipo de canalización y la tabla de convenciones.

Para realizar una óptima instalación, se debe tener en cuenta las diferentes normas, reglamentos y requisitos exigidos por el OR de la región. A continuación, se mencionan algunas consideraciones para la elaboración de estos tipos de planos.

2.1.3.1 Plano de ubicación de salidas para el alumbrado del apartamento tipo.

- Se recomienda consultar el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP) capítulo 2, el cual especifica las generalidades del diseño de iluminación.
- La NTC 2050, en la sección 380, especifica las consideraciones que se deben tener en cuenta en los diferentes tipos de interruptores.
- Según la ESSA solo se requieren cálculos de niveles de iluminancia para áreas comunes de zonas residenciales (corredores, escaleras); además, el RETIE, en el artículo 17, especifica que el diseñador debe tener en cuenta el lugar más apropiado para ubicar las salidas y los respectivos interruptores, ofreciendo una iluminación que sea segura y eficiente.

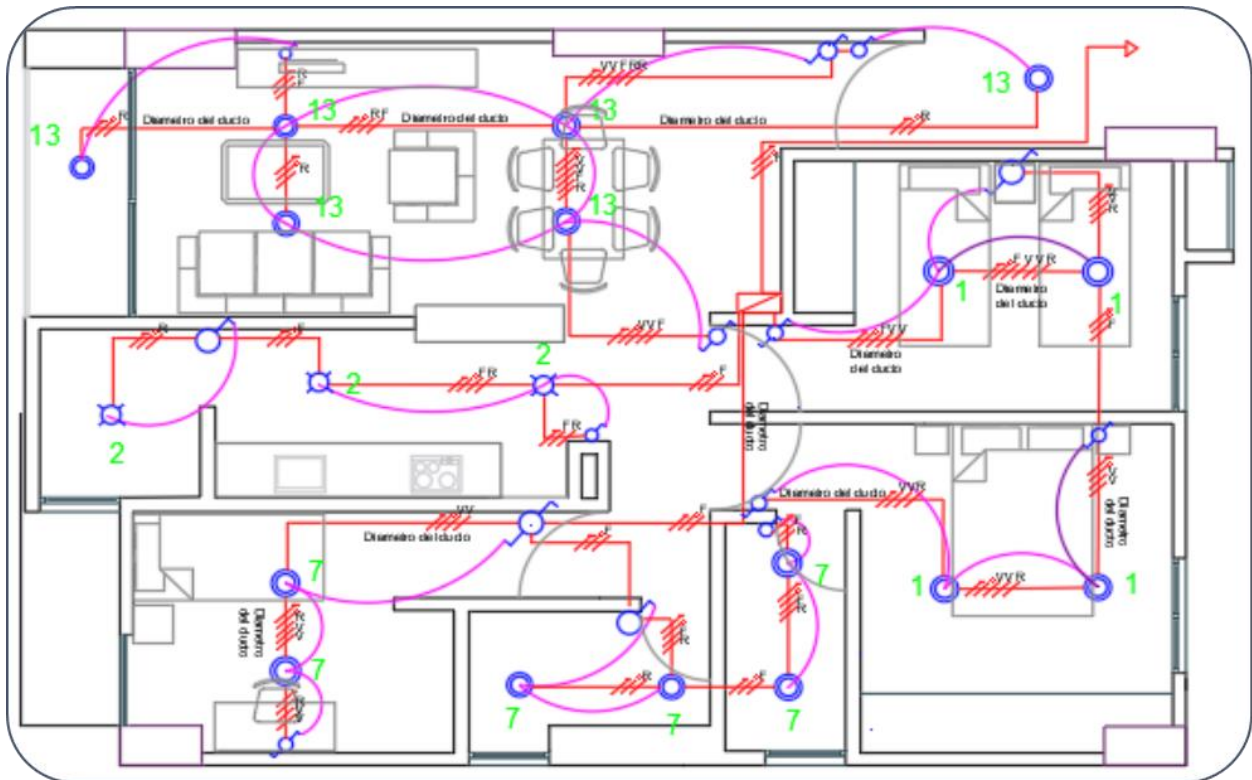


Figura 3. Ejemplo plano de planta de salidas de iluminación. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.

2.1.3.2 Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.

- Los requisitos que se deben tener en cuenta para el diseño de salidas de tomacorrientes se especifican en la NTC 2050 sección 210, parte c.
- En el capítulo 3 de la norma técnica de la ESSA (“Instalaciones internas”) y en el capítulo 8 de la norma técnica de CEN (“Salidas de tomacorrientes”) se especifican de manera clara datos relevantes que se deben tener en cuenta para el plano de salidas de tomacorrientes.

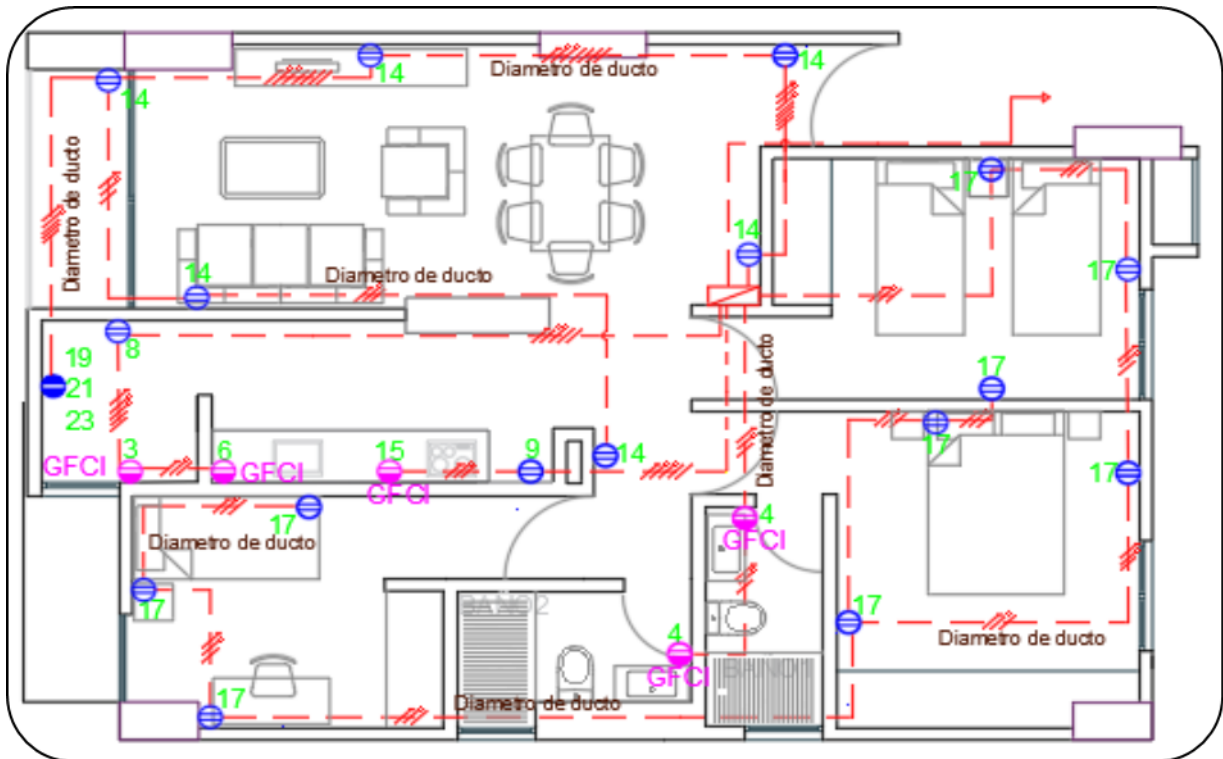


Figura 4. Ejemplo plano de planta de tomacorrientes. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.

2.1.4 Plano de localización de equipos eléctricos.

El plano de localización de equipos se realiza cuando la instalación requiere la implementación de transformador, celdas de protección, celdas de entrada y salida, armarios de medidores, entre otros. Este plano ilustra la distribución de los diferentes equipos y elementos a escala con el fin de verificar que los espacios arquitectónicos brindados por el ingeniero civil sean suficientes para cumplir con las distancias de seguridad y trabajo. Para ilustrar correctamente la distribución, se recomienda realizar una vista superior, una vista lateral y vista de detalles.

En el plano se deben especificar datos relevantes de los equipos eléctricos y/o elementos como: nombre, tipo, dimensiones, especificaciones para su elaboración y/o instalación. Algunas

normas que abordan la elaboración de este tipo de plano son: CTS 500 de CODENSA, CENS capítulo 4 y RA8-014 de EPM.

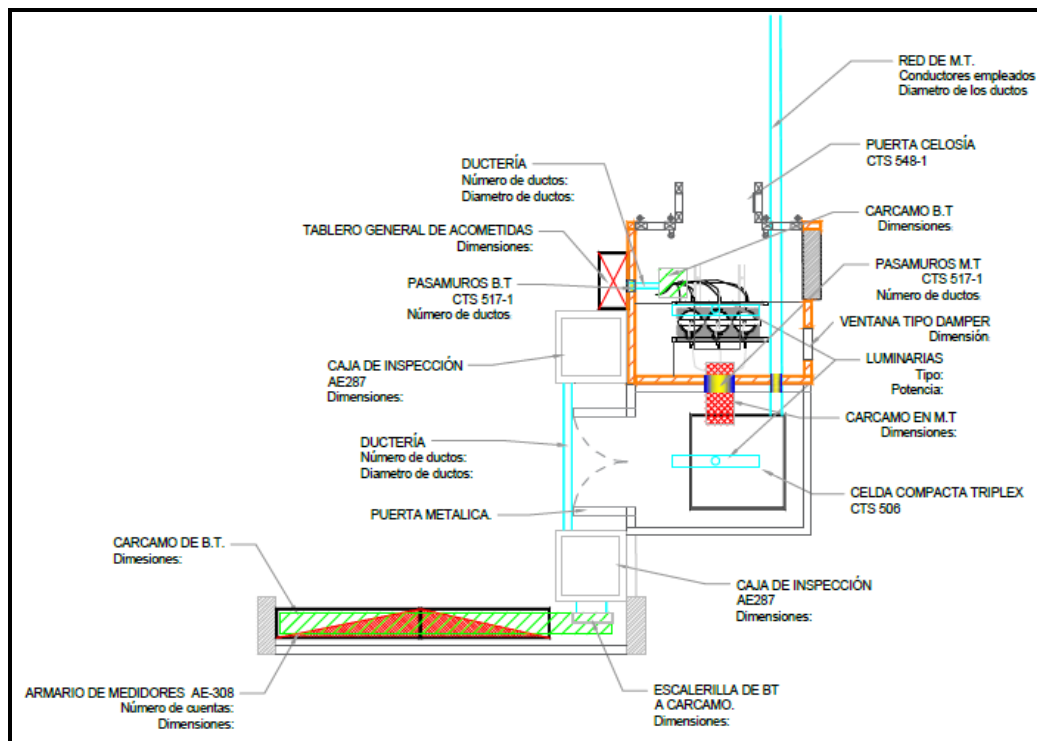


Figura 5. Localización de equipos eléctricos.

2.1.5 Plano del sistema integral de protección contra rayos (SIPRA).

Un buen diseño del sistema integral de protección contra rayos ofrece seguridad a las personas, equipos eléctricos y edificaciones en general. Según la NTC 4552, un sistema integral de protección consiste en:

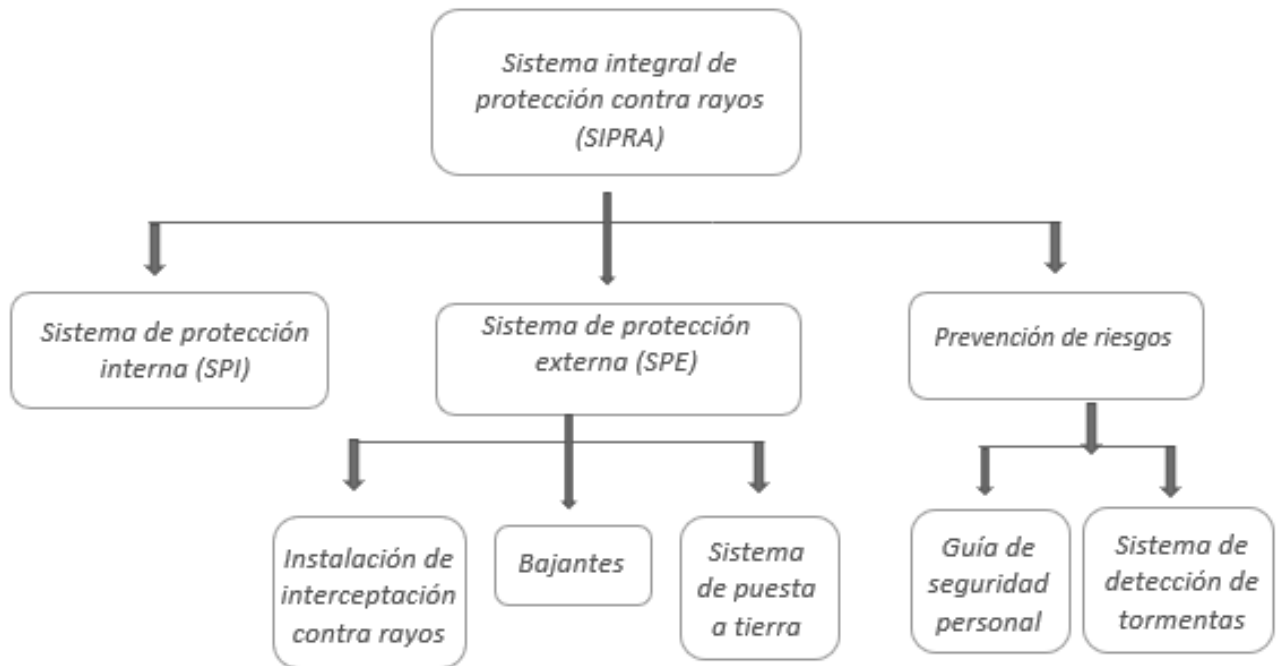


Figura 6. Esquema del sistema integral de protección contra rayos

Existen tres métodos para la elaboración del sistema integral de protección contra rayos: el método de la esfera rodante, el método del ángulo y el método de la malla. En este proyecto se implementará el método de la esfera rodante, debido a que es el más usado para edificaciones residenciales. Este método consiste en una esfera que rota por encima de la edificación sobre las puntas captadoras sin que toque la estructura en ningún punto, el radio de la esfera se selecciona dependiendo del nivel de riesgo. La norma NTC 4552-2004 sección 5.2 establece metodologías que son de gran ayuda para la implementación del SIPRA.

Tabla 2.

Valores máximos del radio de la esfera rodante según el nivel de riesgo.

Nivel de protección	Radio de la esfera (r_{sc})[m]
---------------------	------------------------------------

Nivel I	35
Nivel II	40
Nivel III	50
Nivel IV	55

Los principales componentes del sistema de protección contra rayos son:

- Terminales de captación o puntas captadoras
- Conductores bajantes
- Sistema de puesta a tierra

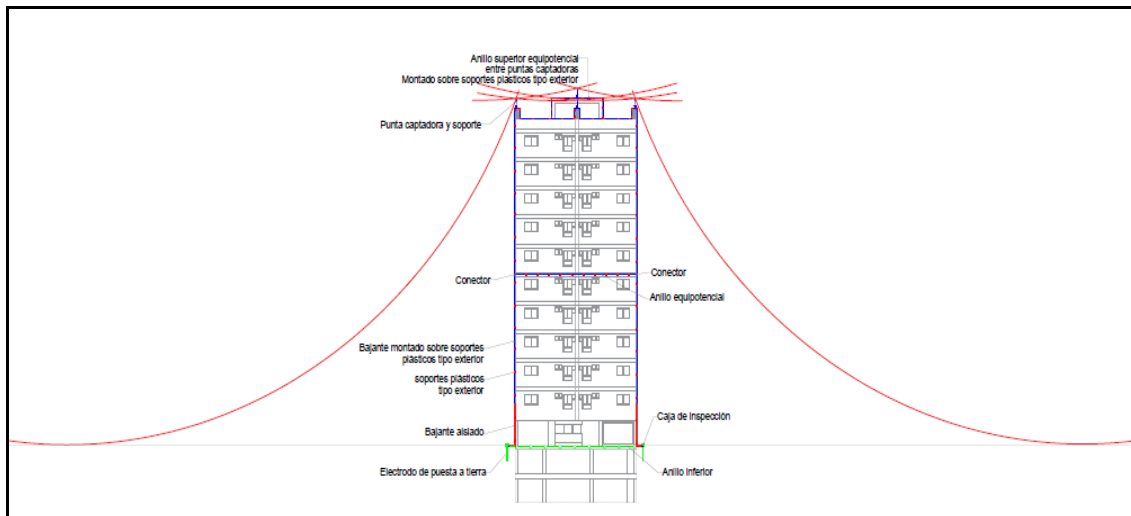


Figura 7. Ejemplo plano sistema de protección contra rayos.

2.1.6 Plano del sistema de puesta a tierra (SPT).

El sistema de puesta a tierra brinda seguridad a las personas y es parte esencial de las instalaciones eléctricas, debido a que no permite que los humanos entren en contacto con tensiones de paso cuando ocurre una falla en el interior o exterior de la edificación, pues dirige cualquier corriente de falla o descarga atmosférica a tierra. Por tanto, es requisito que toda instalación eléctrica tipo residencial contenga un sistema de puesta a tierra.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar las condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir como referencia común al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Los requisitos generales que se deben emplear para elaborar un sistema de puesta a tierra se establecen en la sección 250 de la NTC 2050, en el artículo 15 del RETIE y en LAR 400 de CODENSA. Si la instalación a realizar contiene o necesita una subestación, se deben tener en cuenta los lineamientos de las normas NTC 6307 (sistema de puesta a tierra) la cual brinda una orientación de las condiciones de diseño y de las buenas prácticas de seguridad para la conexión del sistema de puesta a tierra. En caso de que la instalación sea tipo unifamiliar, el sistema de puesta a tierra solo se compone de un electrodo, el cual se instala cerca al medidor de energía.

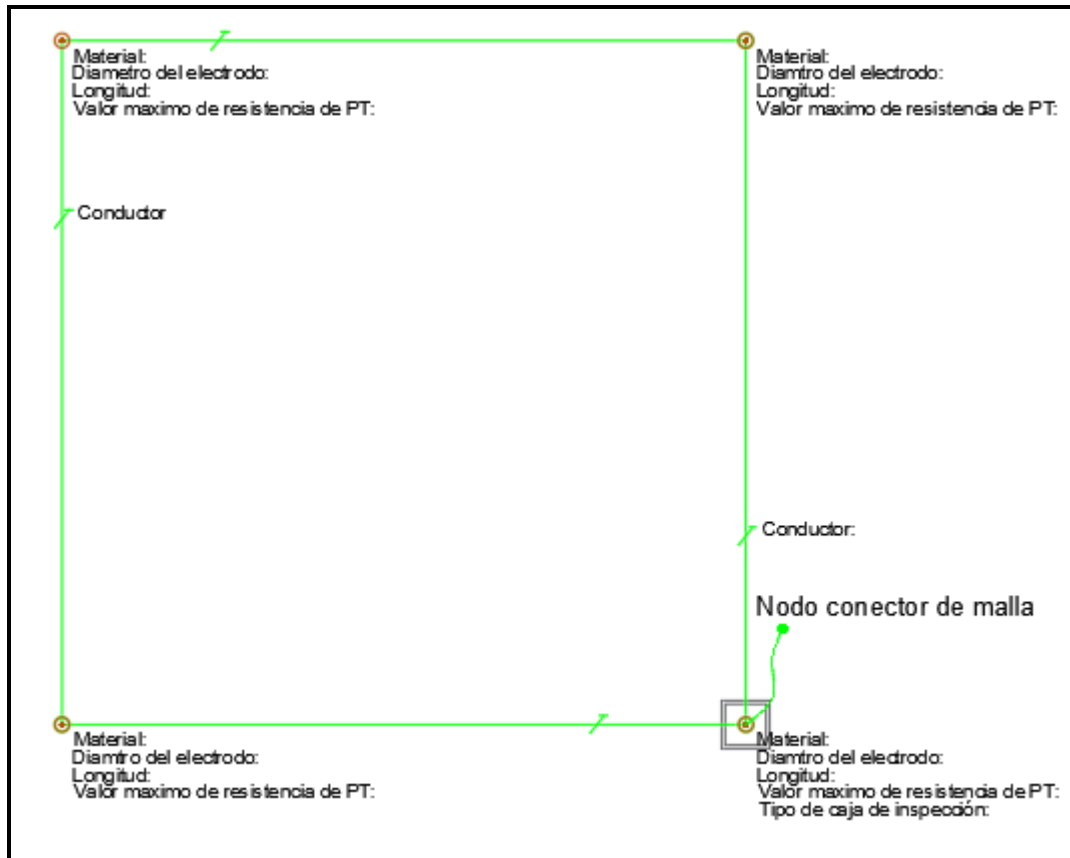


Figura 8. Ejemplo sistema de puesta a tierra.

2.2 Esquema constructivo

Este caso aplica para instalaciones individuales que también se catalogan como básicas, por lo tanto, quien construye la instalación está encargado de entregar un esquema constructivo que debe estar acorde con el plano arquitectónico del lugar donde se va a incluir la instalación. Las instalaciones residenciales que requieren un esquema constructivo según el RETIE son instalaciones domiciliarias con capacidad menor a 15 kVA y tensiones no mayores de 240 V.

Los esquemas constructivos para instalaciones residenciales están constituidos por:

Esquema constructivo

- Ubicación de la puesta a tierra.
- Ubicación del sistema de medida.
- Ubicación del tablero general y de distribución.
- Ubicación de las canalizaciones con su respectiva información.
- Ubicación de las diferentes salidas.
- Diagrama unifilar, en el cual se debe señalar las protecciones de sobrecorriente del alimentador y de cada circuito.

3. Elaboración de planos de una instalación de uso final tipo residencial en AutoCAD

En el presente trabajo de grado se propone un paso a paso para elaborar los diferentes planos eléctricos de uso final exigidos por los operadores de red a partir del software AutoCAD. Para ello, es recomendable la elaboración de bloques, atributos y capas. A continuación, se desarrolla un paso a paso realizando lo mencionado anteriormente.

3.1 Creación de bloques

1. Realizar el grafico que representará al elemento.
2. Seleccionar el gráfico realizado en el paso anterior.
3. Dar clic en inserción $\square >$ crear bloque.
4. Asignar el nombre.
5. Clic en designar punto y aceptar.

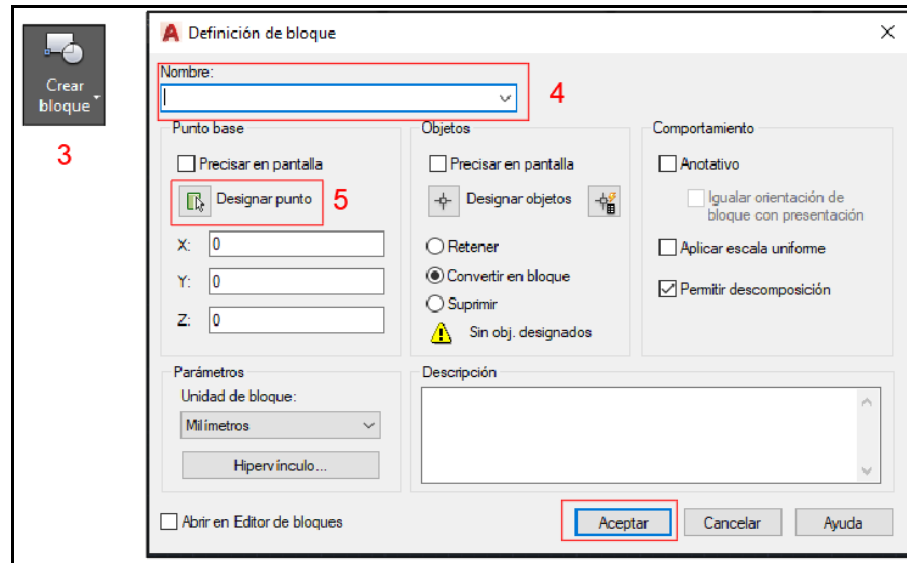


Figura 9. Paso a paso para elaborar un bloque. Adaptado de: Software AutoCAD 2019

3.2 Creación de atributos

Tras construir el bloque, se realizan los siguientes pasos:

1. Selección del bloque
2. Clic en editor de bloques
3. Clic en definir atributos
4. Introducir la información en las casillas identificador, solicitud y seguido dar aceptar
5. Ubicar la información a convenir
6. Clic en bloque
7. Guardar cambios
8. Clic en administrador de atributos
9. Seleccionar el bloque del atributo
10. Clic en sincronizar y aceptar

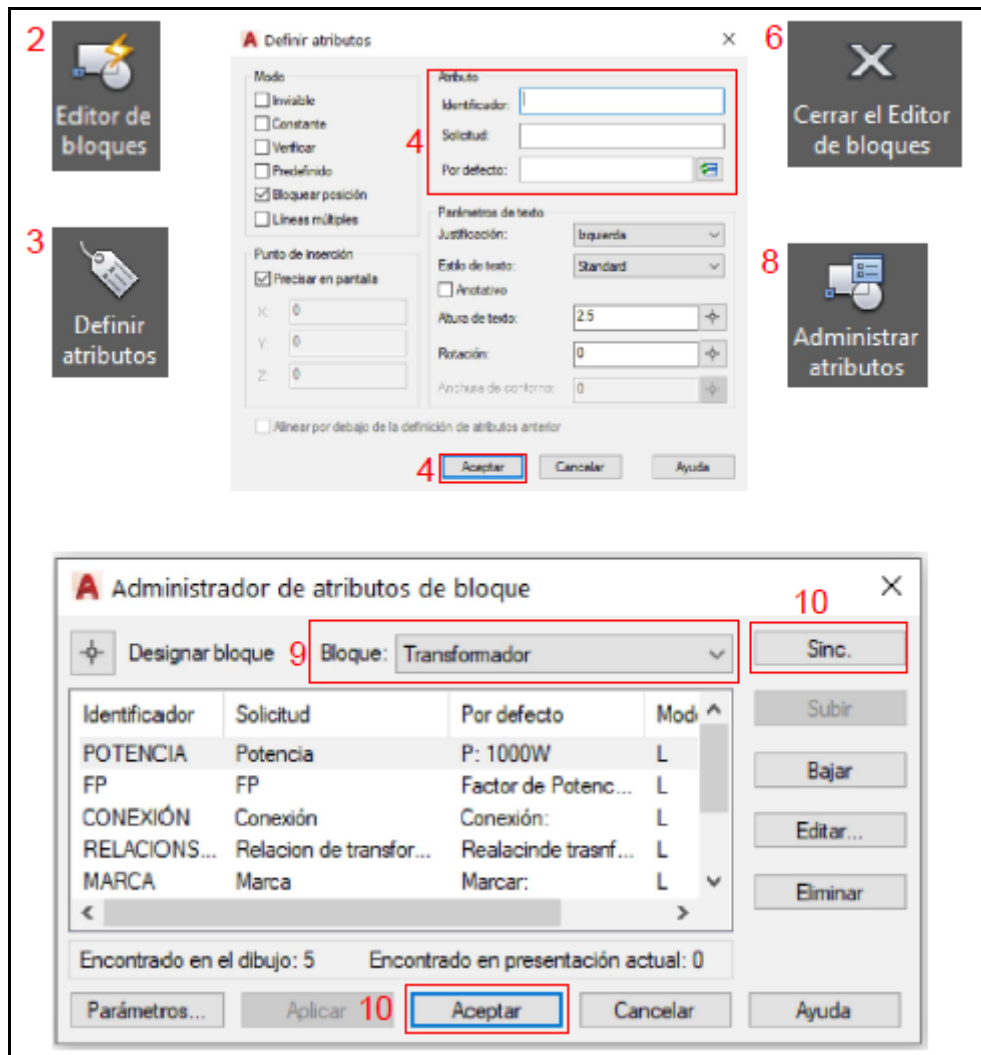


Figura 10. Paso a paso para elaborar un atributo. Adaptado de: Software AutoCAD 2019.

3.3 Creación de capas

1. Propiedades de capa o comando “capa”
2. Clic en nueva capa u oprimir “alt + N”
3. Asignar el nombre y personalizar la capa.

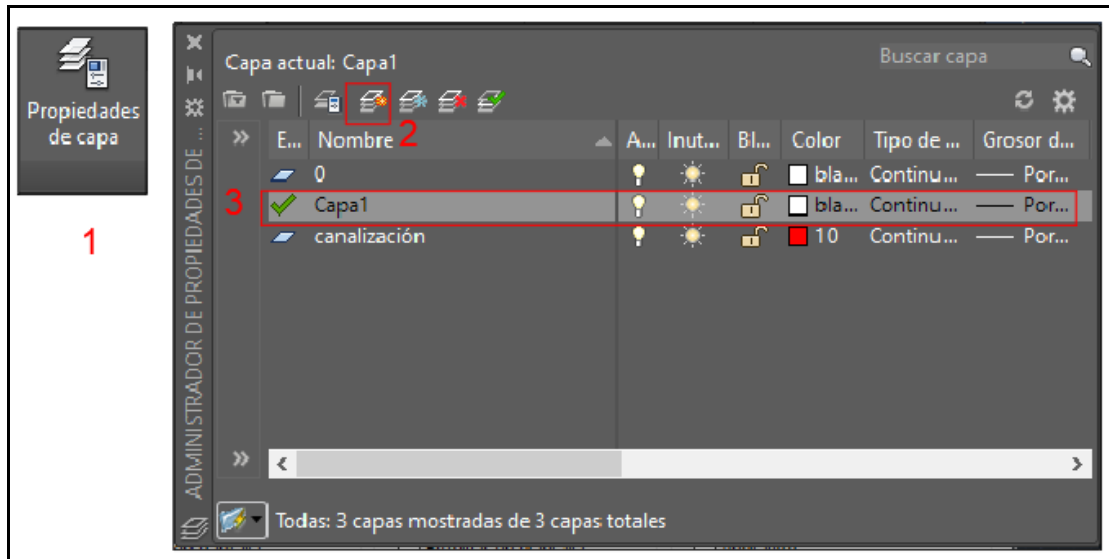


Figura 11. Paso a paso para elaborar una capa. Adaptado de: Software AutoCAD 2019.

3.4 Plano de ubicación

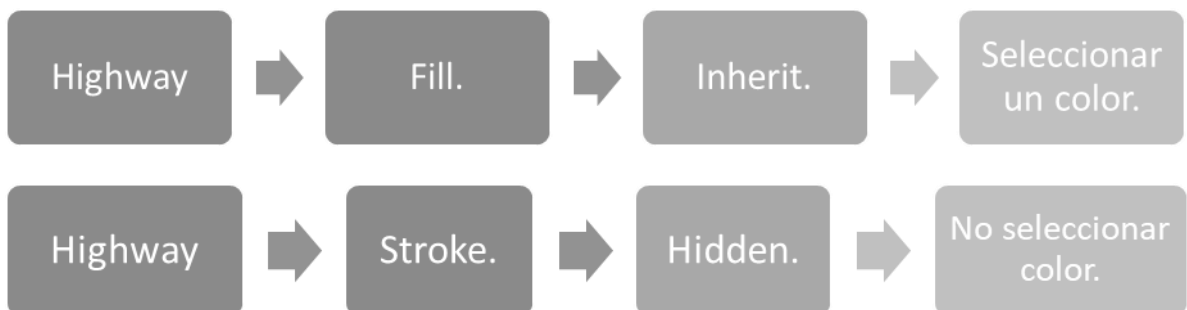
Para la elaboración del plano de localización de un proyecto, se proponen e el siguiente procedimiento (se debe contar con internet, Adobe Illustrator o similar y AutoCAD 2019, sin embargo, se podrá usar la versión reciente de AutoCAD):

1. Búsqueda del lugar en la página web
 2. Configuración del mapa en la página web
 3. Configuración del mapa en el software Adobe Illustrator
 4. Configuración del mapa en AutoCAD
1. El primer paso para elaborar el plano es la búsqueda del lugar en donde se realizará el proyecto. Una página web que facilita esta búsqueda es <https://mapstyle.withgoogle.com>, la cual brinda un mapa libre de información indeseada.



Figura 12. Mapa guía para la localización. Adaptado de: <https://mapstyle.withgoogle.com/>

2. Para crear un buen estilo del mapa, en la página web: <https://mapstyle.withgoogle.com> se recomienda dar clic en la opción “más opciones” y posteriormente realizar las siguientes configuraciones en las casillas Highway, arterial y local que se encuentra en la característica “Road”:



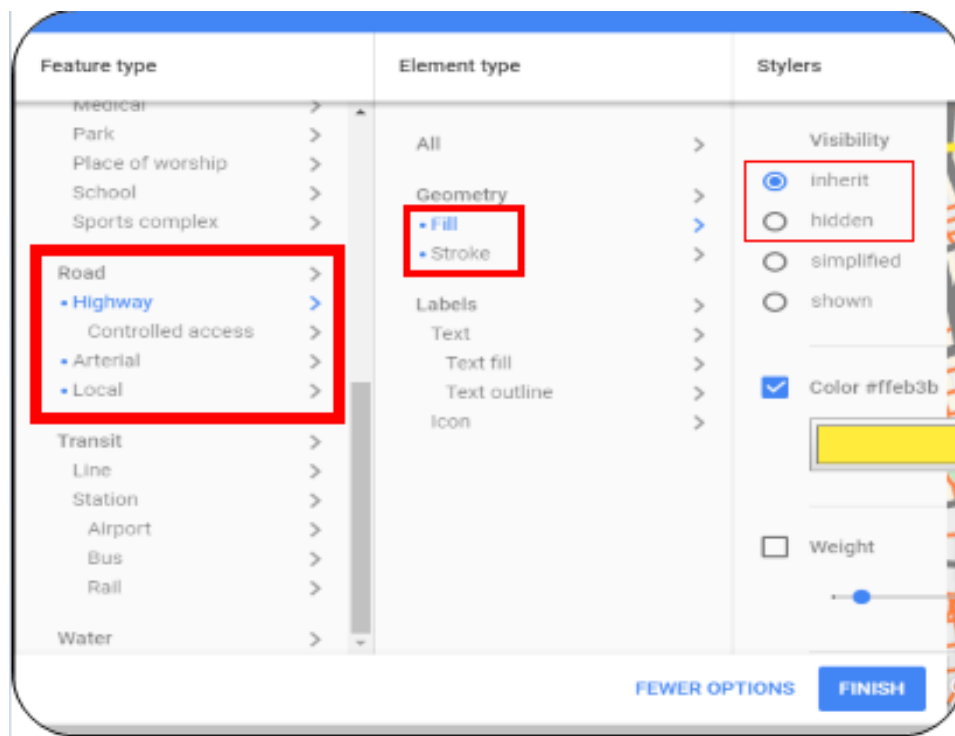
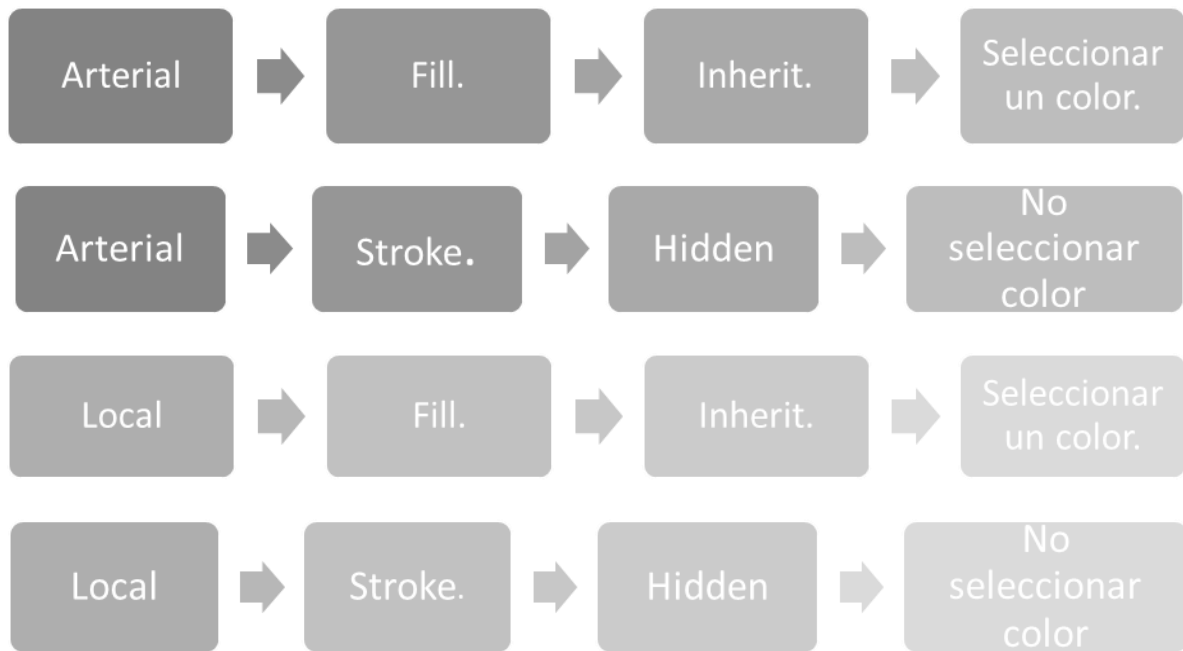


Figura 13. Modificación del estilo del mapa 1. Adaptado de: <https://mapstyle.withgoogle.com/>

Cabe resaltar que los colores seleccionados no deben ser semejantes, esto con el fin de evitar intersecciones entre los diferentes tipos de vías. Otra configuración que se debe realizar con el fin de evitar interferencia producida por edificios y demás construcciones es:

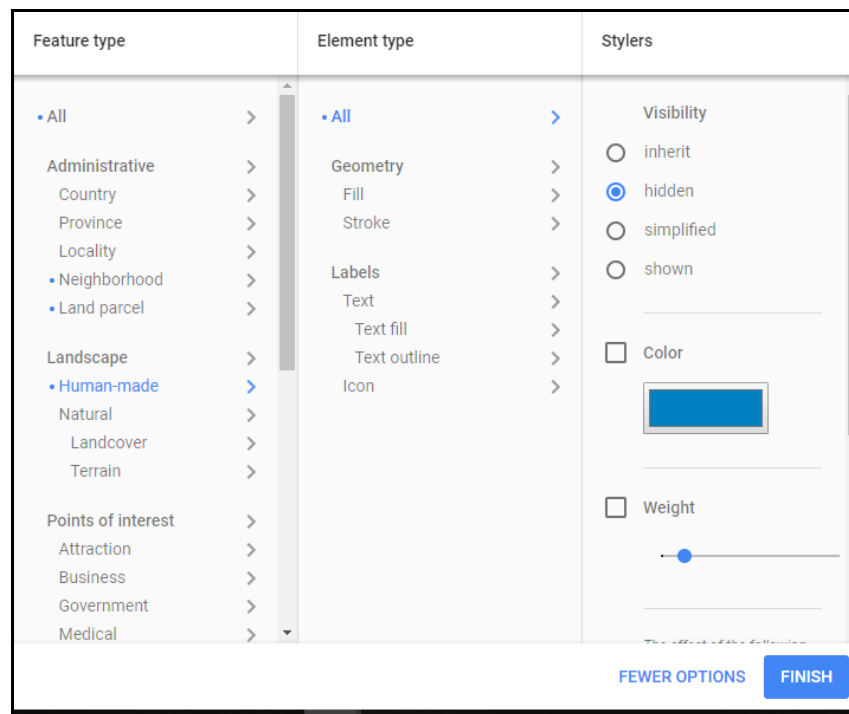


Figura 14. Modificación del estilo del mapa 2. Adoptado de: <https://mapstyle.withgoogle.com/>

Realizados los pasos anteriores, se procede a guardar el mapa por medio de un recorte, el cual debe contener partes importantes de la zona con el fin de generar una adecuada localización.

3. Para la realización del tercer paso se recomienda el software Adobe Illustrator. En él se ejecuta la imagen guardada anteriormente y en propiedades, calco de imagen, se selecciona la opción 6 (colores), este proceso se realiza con el fin de vectorizar y seleccionar el número de colores en la imagen. También se configura el panel de calco de imagen como se ilustra en la Figura 15.

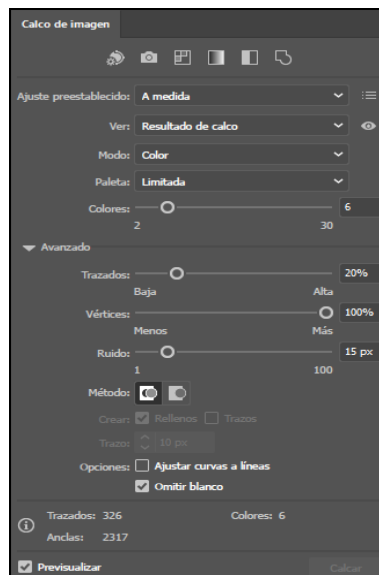


Figura 15. Configuración del panel de calco. Adoptado de: Software Adobe Illustrator.

Seguido, se selecciona la imagen □> propiedades □>expandir y en las casillas apariencias y trazos se realiza: (1) en apariencia se desactiva el relleno y (2) en trazos se selecciona el color negro con el grosor a convenir. Los resultados de las configuraciones mencionadas en el paso 3 se ilustran en la Figura 16.

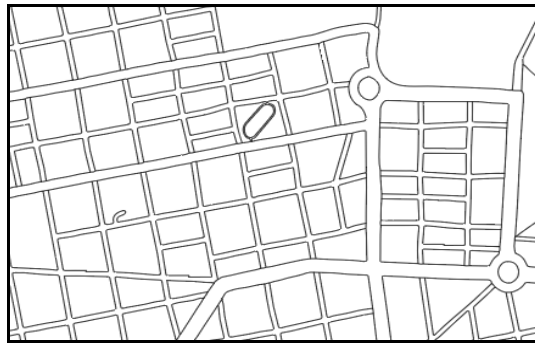


Figura 16: Mapa realizado en Adobe Illustrator.

4. El último paso por realizar en el software es exportar la imagen como documento DWG con el fin de poder modificar el mapa en AutoCAD. Finalmente, se ejecuta en AutoCAD el documento guardado anteriormente en donde se agregarán los nombres de las calles, el lugar exacto donde se va a ejecutar la instalación, escala, rotulado y el bloque del norte geográfico.

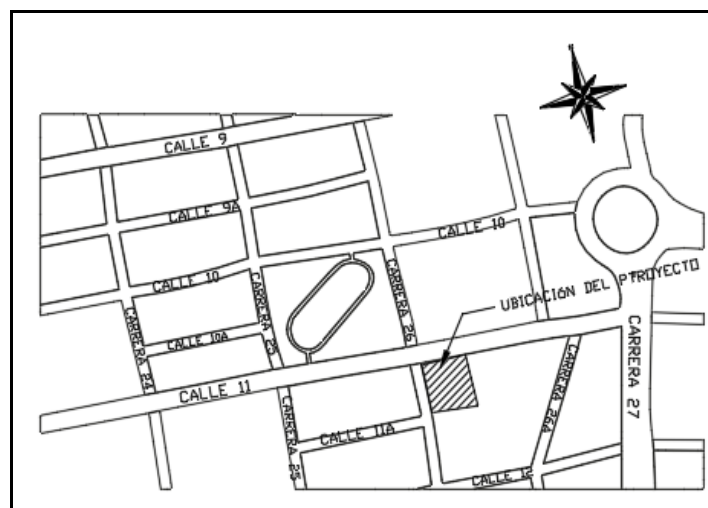


Figura 17. Mapa final de localización.

3.5 Diagrama unifilar

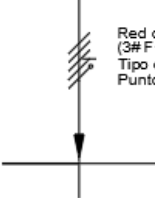

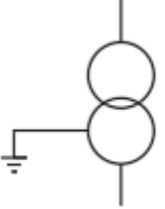


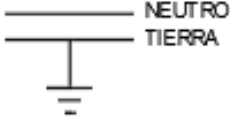


En el presente trabajo de grado se propone el siguiente procedimiento para la elaboración del diagrama unifilar:

1. Elaboración de bloques y atributos
2. Ubicación de los bloques.

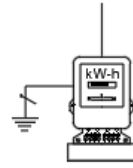
1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques y atributos se presentan en 3 y 3.2. A continuación, se ilustran los principales bloques de un diagrama unifilar con la mínima información requerida por los diferentes OR.

Tabla 3

Bloques empleados en el diagrama unifilar

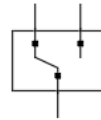
Nombre	Símbolo
Alimentación de la instalación (arranque).	 <p data-bbox="987 415 1154 485">Red de MT OR (3# F+1# N+1# T)AWG Tipo de conductor: Punto de conexión:</p>
Seccionador	 <p data-bbox="963 688 1149 741">Tipo: Corriente: A Norma de selección:</p>
Transformador	 <p data-bbox="971 814 1252 1024">P: W Factor de Potencia: Conexión: Relación de transformación: Marca: Tipo de aislamiento: Protección: 3X A Nombre de la protección:</p>
Interruptor termomagnético (caja moldeada).	 <p data-bbox="946 1108 1133 1171">Referencia: Protección: 3x A Corriente de COCI:</p>
DPS	 <p data-bbox="946 1255 1138 1339">Tipo de DPS: Número de DPS: Tensión: Corriente:</p>
Barraje de neutro y tierra	 <p data-bbox="1027 1392 1117 1444">NEUTRO TIERRA</p>
Interruptor termomagnético (enchufable)	 <p data-bbox="889 1591 1149 1654">Protección: 3X A Corriente de COCI:</p>
Gabinete de medidores	 <p data-bbox="971 1770 1170 1818">número de cuentas: número de gabinete: Protección del gabinete:</p>

Medidor de energía



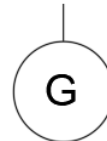
Tipo:
Número de fases:
Tensión:
Corriente:

Transferencia



Tipo de transferencia:
Modulo:
Contactores:

Generador



Modelo:
Voltaje:
Potencia:

2. Se recomienda iniciar la ubicación de los bloques desde la alimentación de la instalación. En la Figura 18 se presenta un diagrama unifilar tipo residencial con un arranque en media tensión, un transformador, un generador que respalda las zonas comunes, entre otros. Para realizar una adecuada ilustración, se recomienda agrupar los circuitos derivados en un símbolo y posteriormente ilustrarlos en una vista de detalle como se muestra en la Figura 18, Figura 19 y Figura 20.

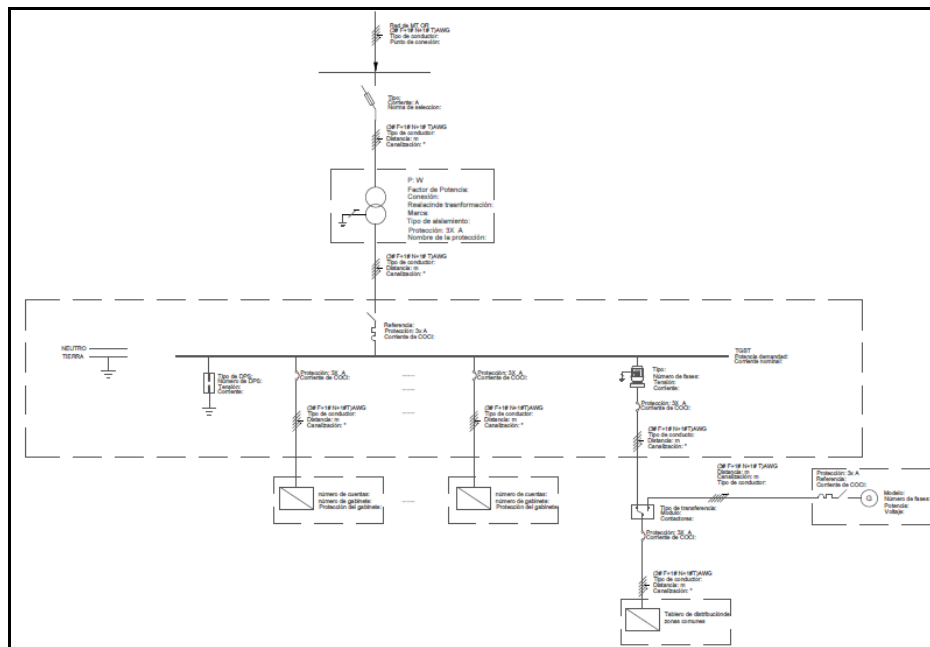


Figura 18. Diagrama unifilar tipo residencial.

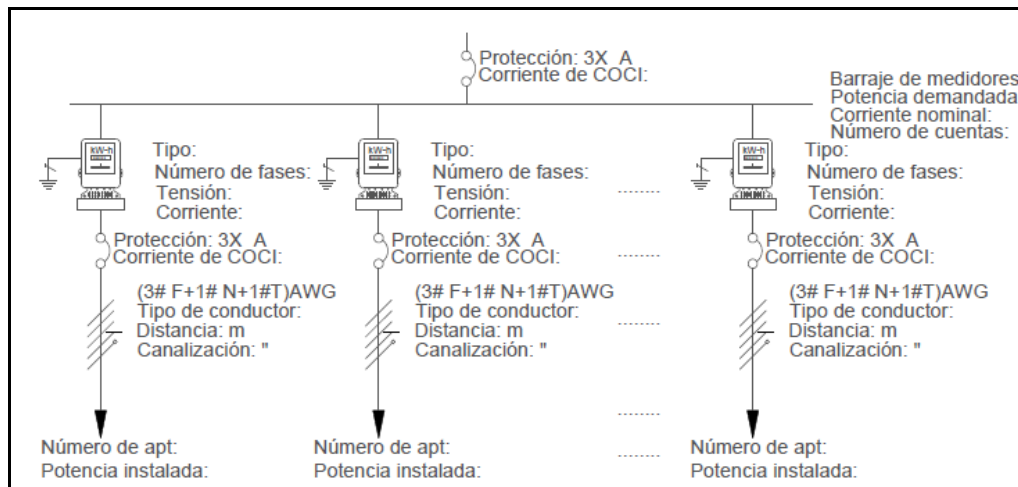


Figura 19. Detalles del gabinete de medidores.

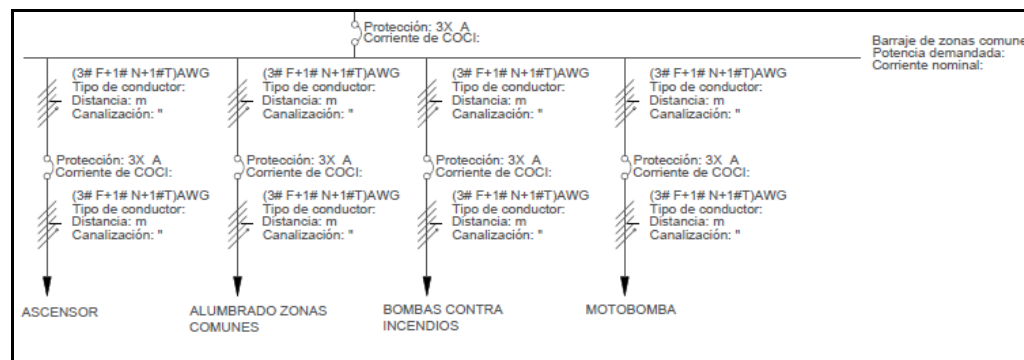


Figura 20. Detalles del gabinete de zonas comunes.

3.6 Planos de planta apartamento tipo

Para su elaboración, se recomienda separar la distribución de los circuitos internos en dos, uno como plano de alumbrado y otro como plano de tomacorrientes.

3.6.1 Plano de ubicación de salidas para el alumbrado del apartamento tipo.

Para elaborar este tipo de plano se propone el siguiente procedimiento, el plano arquitectónico es tomado del material académico de la asignatura instalaciones eléctricas:

1. Limpieza del plano arquitectónico

2. Elaboración de bloques
 3. Ubicación de los bloques en el plano
 4. Asignación del número de circuito en cada salida
 5. Elaboración del trazado del circuito alimentador
 6. Indicación de mando para cada interruptor
 7. Especificación de la cantidad y tipo de conductores en cada tramo del circuito alimentador
 8. Especificar el número y diámetro del ducto en cada tramo.
1. El primer paso para la elaboración del presente plano es la limpieza (ocultar capas) de la información que se pueda considerar como interferencia. Para realizar este paso se recomienda el comando “capa” y seguido dar clic en la casilla “activar y desactivar una capa” de la capa a ocultar.

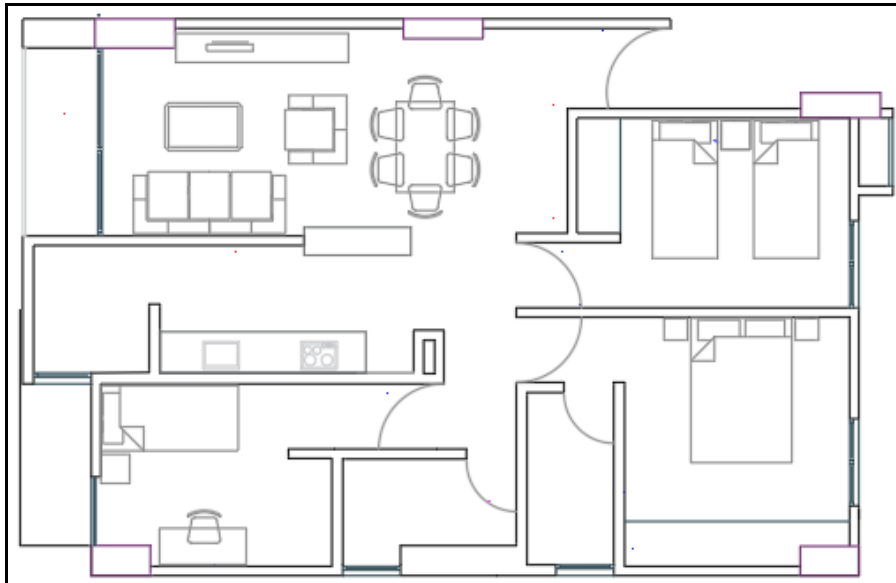












Figura 21. Plano de planta apartamento tipo: Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.

2. Para elaborar los diferentes bloques de luminarias, interruptores y conductores, se recomienda seguir las instrucciones mencionadas al inicio de este capítulo. Los bloques implementados son:

Tabla 4.

Bloques empleados en plano de alumbrado tomados de norma técnica ESSA.

Nombre	Símbolo
Tablero de distribución	
Luminaria A	
Luminaria B	
Interruptor sencillo	
Interruptor conmutable	
Conductor neutro	
Conductor fase	
Conductor retorno	
Conductor viajero	
Canalización por techo	

3. Al ubicar los diferentes bloques en el plano arquitectónico se debe tener en cuenta factores como la zona a iluminar, el confort del usuario, entre otros. Un ejemplo de ubicación de bloques de luminarias se ilustra en la Figura 22.

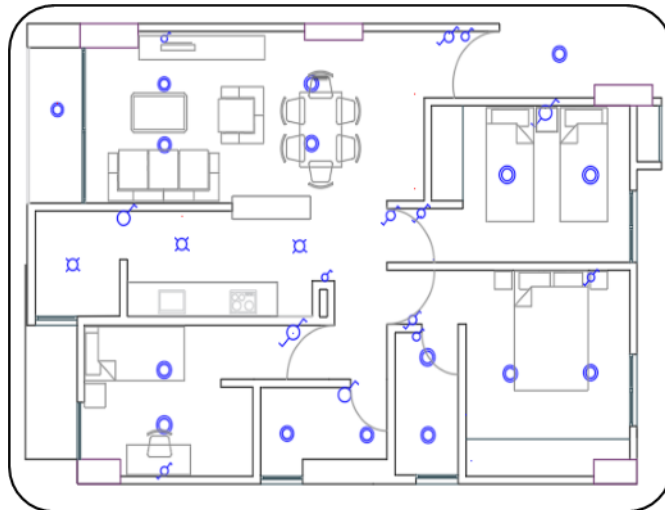


Figura 22. Distribución de luminarias e interruptores

4. La asignación del número de circuito se realiza a cada interruptor y a cada luminaria, para ello se emplea el comando “Textom”.

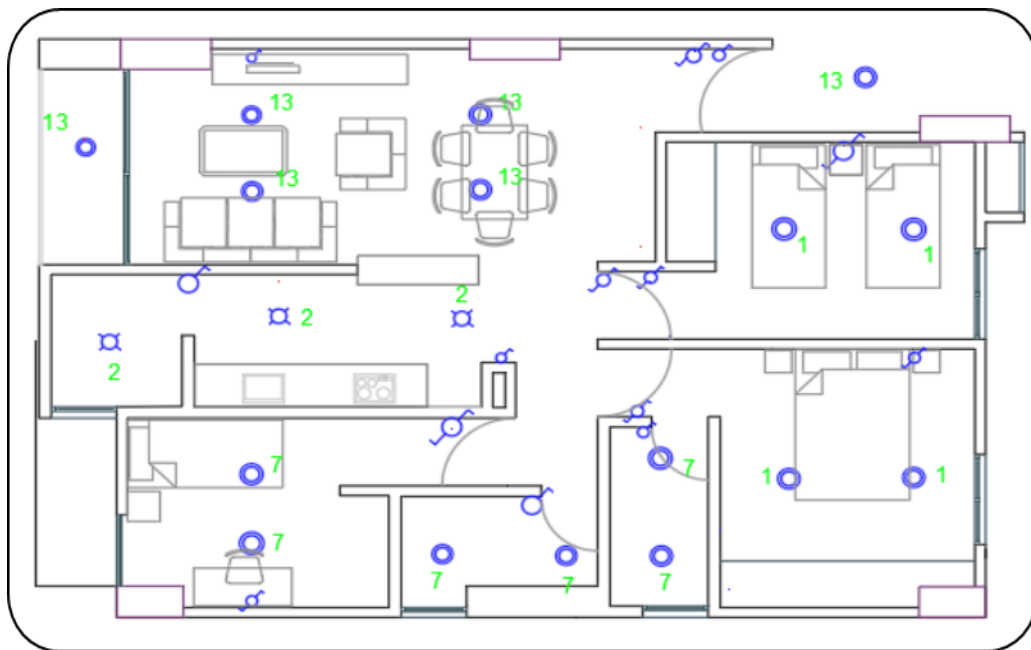


Figura 23. Asignación del número de circuito para luminarias

- Este paso consiste en unir el tablero de distribución con cada luminaria e interruptor por medio de una línea, la cual simboliza la canalización. La representación de la alimentación eléctrica se realiza con el comando “Línea”.

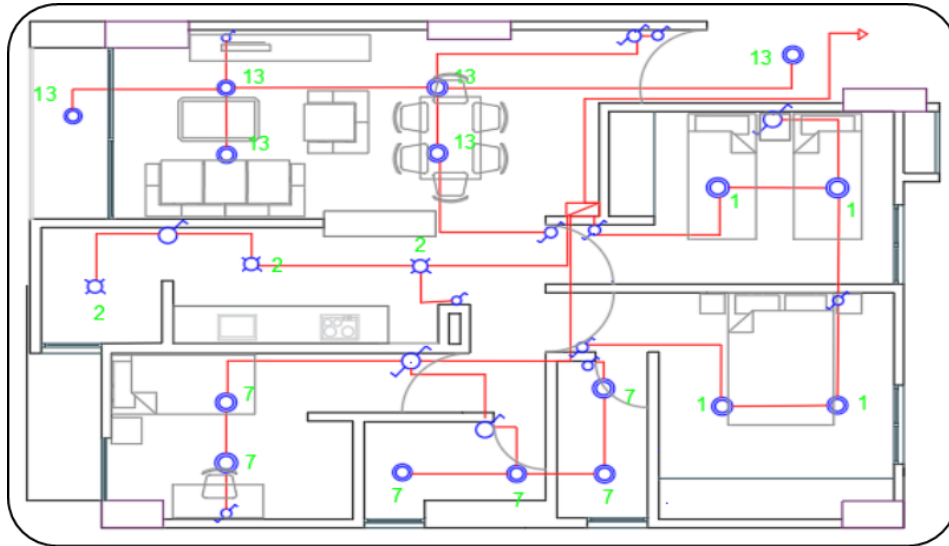


Figura 24. Circuito alimentador para luminarias e interruptoras

- El control de indicador de mando se realiza con el comando “Arco”, el cual indica la operación del interruptor hacia la respectiva luminaria.

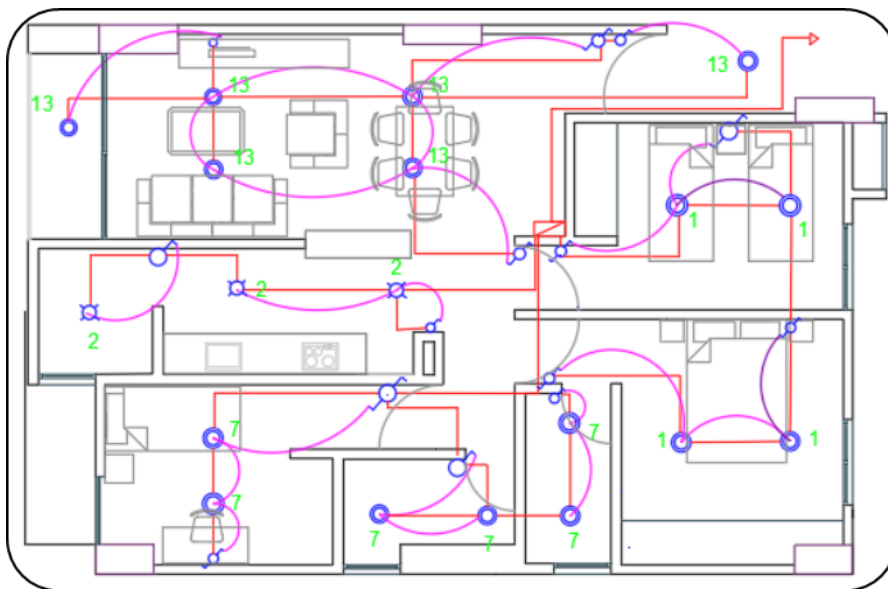


Figura 25. Indicador de mando de los interruptores

7. La ubicación de los conductores se debe realizar en todos los tramos de la alimentación eléctrica. En él se debe ilustrar la cantidad y tipos de conductores que circulan por el tramo, se recomienda crear un bloque por cada tipo de conductor (fase, neutro, tierra, retorno, viajera).

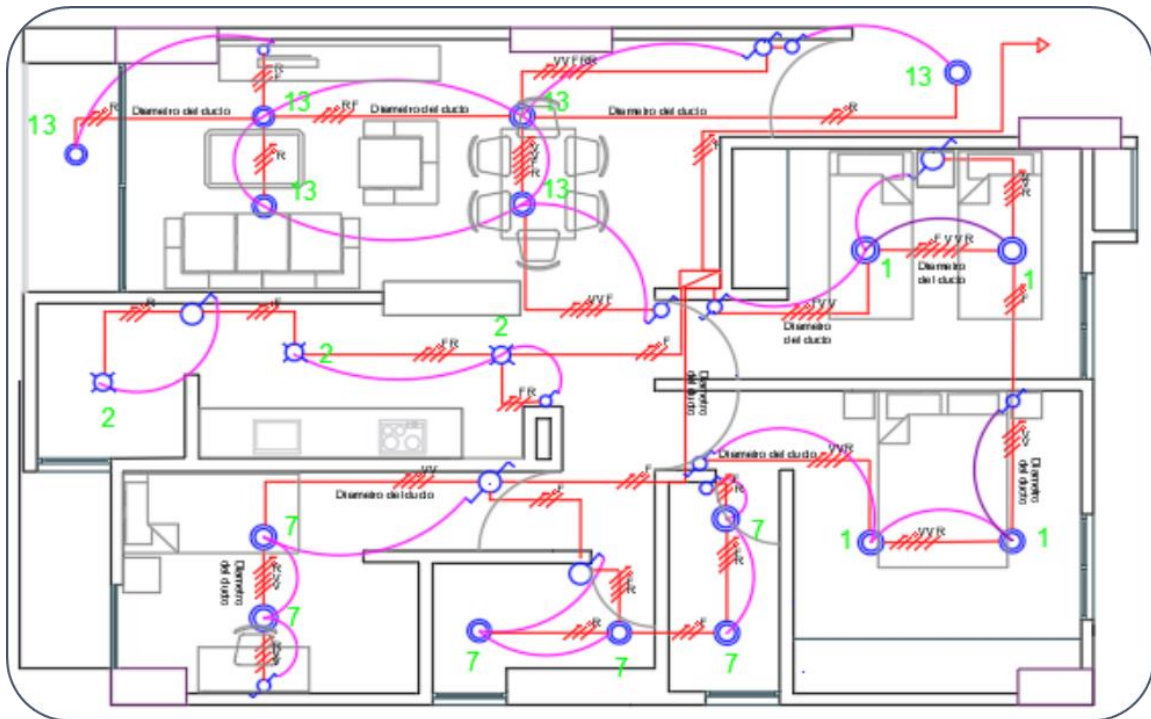


Figura 26. Cableado de luminarias

8. Para especificar la cantidad y diámetro del ducto se recomienda realizar un cuadro de notas en el plano donde se especifique lo mencionado anteriormente. Si se requiere un cambio de ducto en algún tramo, este se debe especificar en el plano como se observa en la Figura 26.

3.6.2 Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.

Para elaborar este tipo de plano se propone el siguiente procedimiento:

1. Limpieza del plano arquitectónico

2. Elaboración de bloques
 3. Ubicación de los bloques
 4. Asignación del número de circuito a cada salida
 5. Elaboración del trazado del circuito alimentador
 6. Especificación de los conductores en cada tramo del circuito alimentador
 7. Especificar el número y diámetro del ducto en cada tramo.
-
1. El paso de limpiar el plano arquitectónico se realiza de la misma manera que en el plano de iluminación.

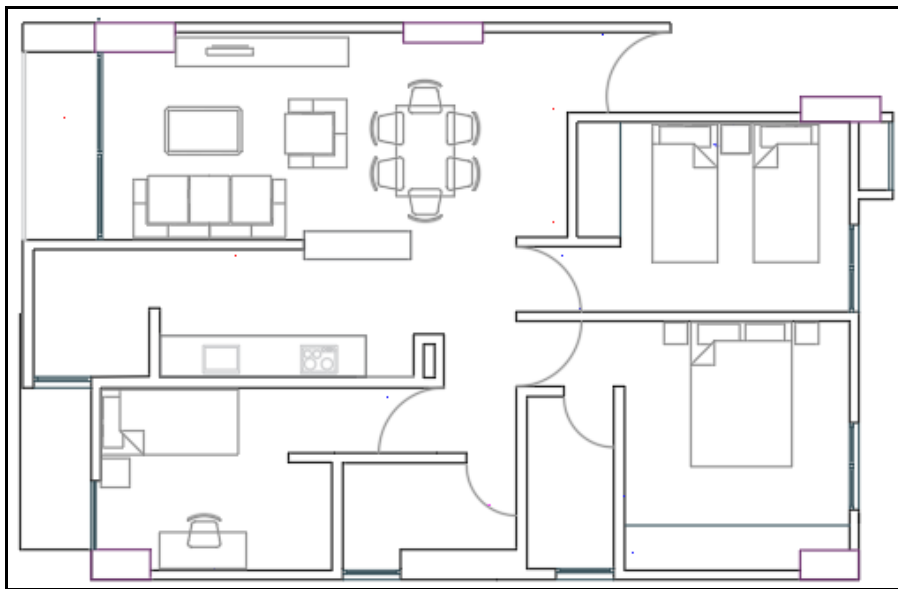










Figura 27. Plano planta del apartamento tipo. Adaptado de: planos arquitectónicos, material académico asignatura instalaciones eléctricas.

2. La creación de los bloques necesarios para este tipo de plano se explica en la sección 3. A continuación, se presentan los bloques empleados en este tipo de plano.

Tabla 5

Bloques empleados en plano de tomacorrientes tomados de norma técnica ESSA

Nombre	Símbolo
Tablero de distribución	
Tomacorriente	
Tomacorriente trifásico	
Tomacorriente GFCI	
Conductor tierra	
Conductor fase	
Conductor neutro	
Canalización por piso	

3. Para ubicar los diferentes tomacorrientes se deben tener en cuenta las especificaciones establecidas en la sección , ubicada en la primera parte de este trabajo.

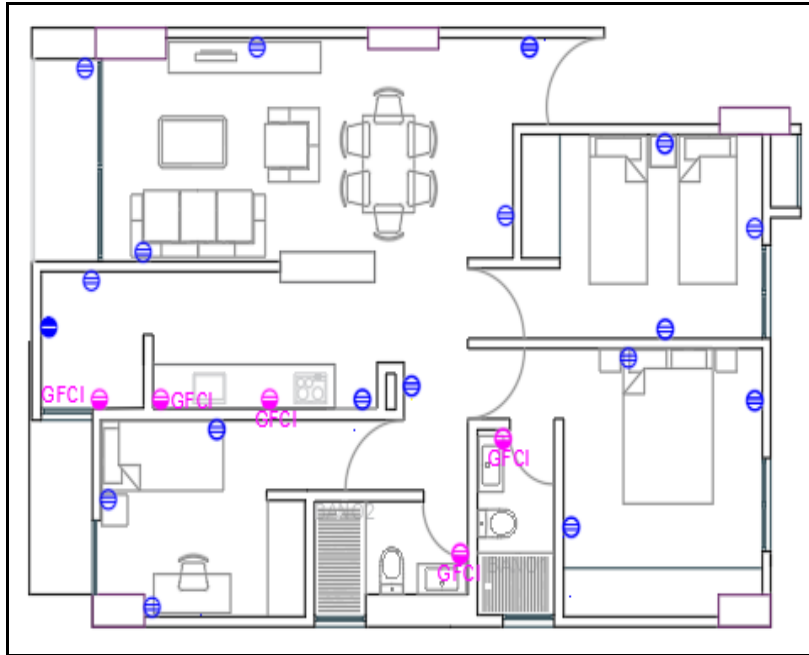


Figura 28. Distribución de tomacorrientes

4. La asignación del número de circuito se realiza con el comando “textom” en cada uno de los tomacorrientes como se muestra a continuación.

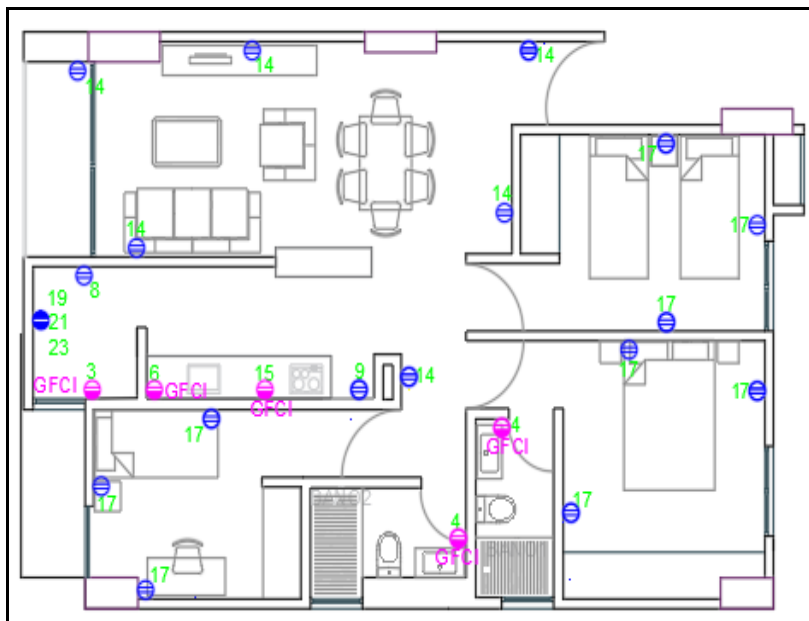


Figura 29. Asignación del número de circuitos para tomacorrientes

- Este paso consiste en unir el tablero de distribución con cada tomacorriente por medio de una línea, la cual simboliza la canalización. La representación de la alimentación eléctrica se realiza con el comando “Línea”.

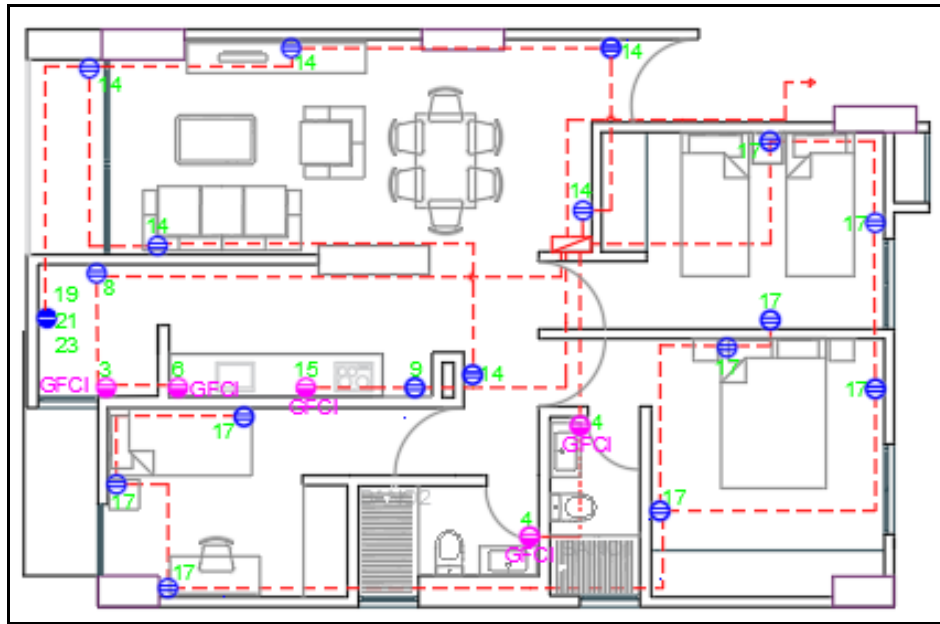


Figura 30. Circuito alimentador para tomacorrientes

- En este paso se especifica la cantidad y los tipos de conductores que circulan por los diferentes tramos de los circuitos alimentadores, para ello se recomienda elaborar un bloque por cada tipo de conductor.

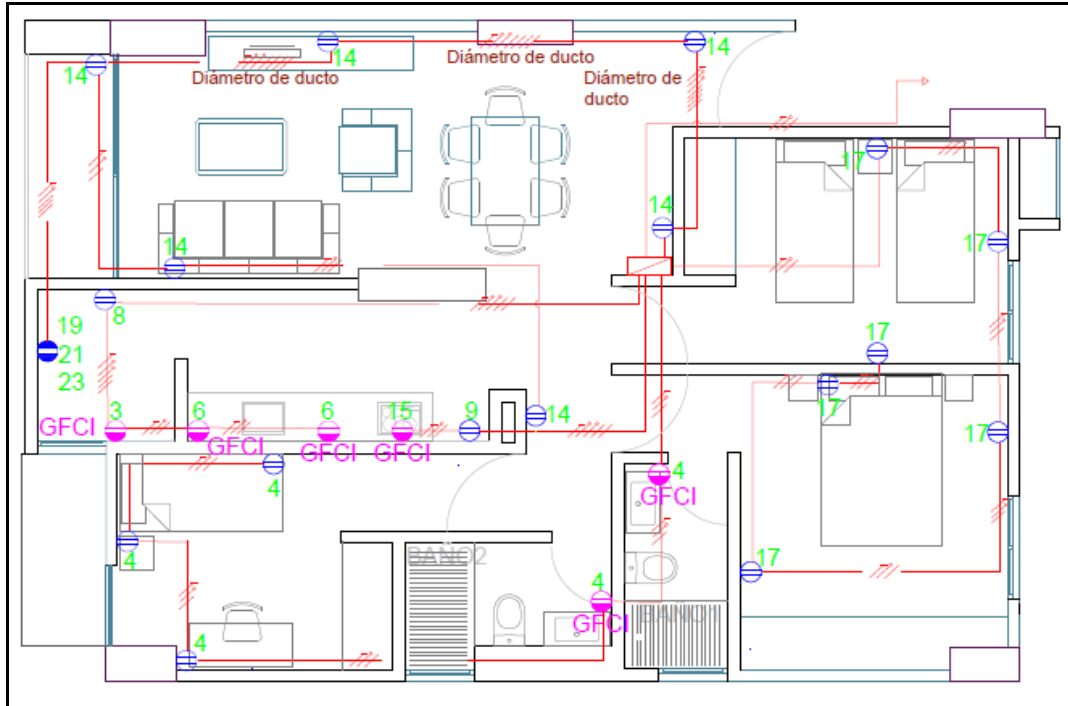


Figura 31. Cableado de tomacorrientes

7. Para especificar la cantidad y diámetro del ducto se recomienda realizar un cuadro de notas en el plano donde se especifique lo mencionado anteriormente. Si se requiere un cambio de ducto en algún tramo, este se debe especificar en el plano como se observa en la Figura 31.

3.7 Plano de localización de equipos eléctricos

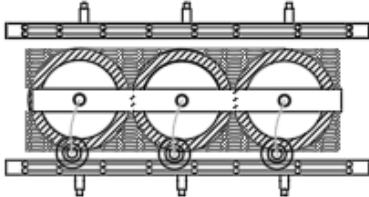
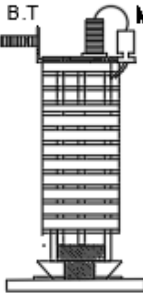
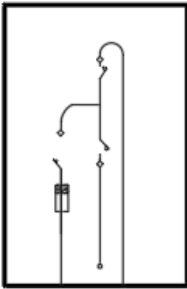
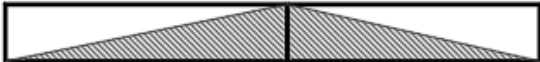
En el presente plano se plantea un paso a paso que ilustra y se menciona algunas consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de elaborar este tipo de plano.

1. Elaboración de bloques
2. Ubicación de los bloques

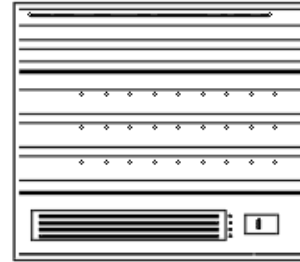
1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques y atributos se presenta en la sección 3 y 3.2. En la Tabla 6 se ilustran los bloques empleados en este tipo de plano.

Tabla 6.

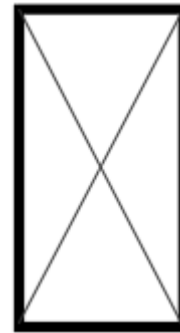
Bloques empleados en el plano de distribución de equipos.

Nombre	Símbolo
Transformador (vista planta)	
Transformador (vista lateral)	
Celda triplex (vista lateral)	
Gabinete de medidores (vista planta)	

Gabinete de medidores (vista lateral)



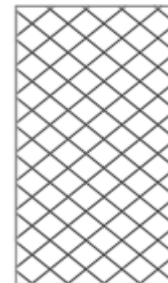
Tablero general de acometida (vista planta)



Bandeja portacable tipo escalera

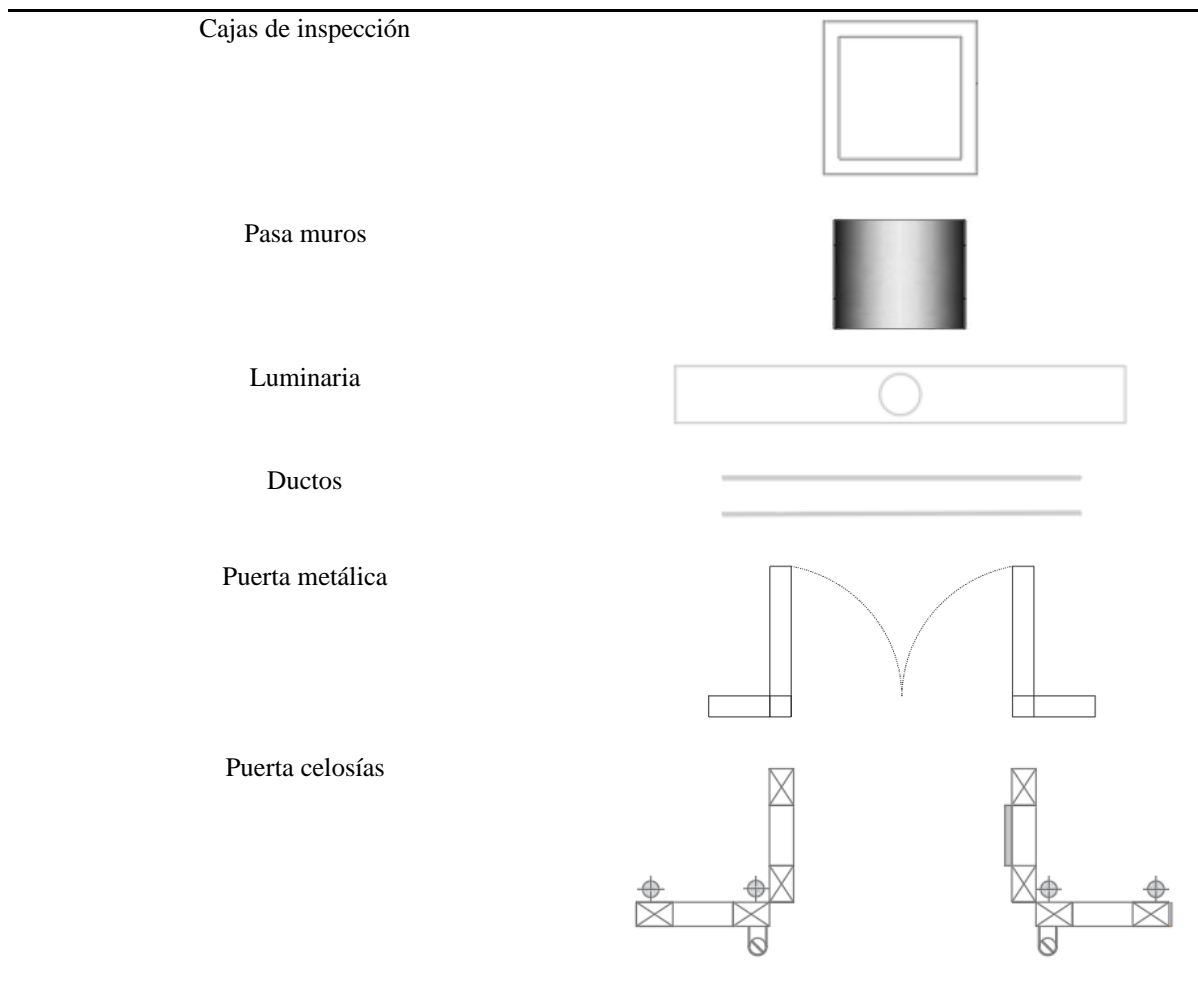


Cárcamo M. T.



Cárcamo B. T.





2. La ubicación de los bloques que representan los diferentes equipos eléctricos y elementos para el transporte de conductores se realiza teniendo en cuenta las distancias de seguridad y de operación, tal como se ilustra en la Figura 32.

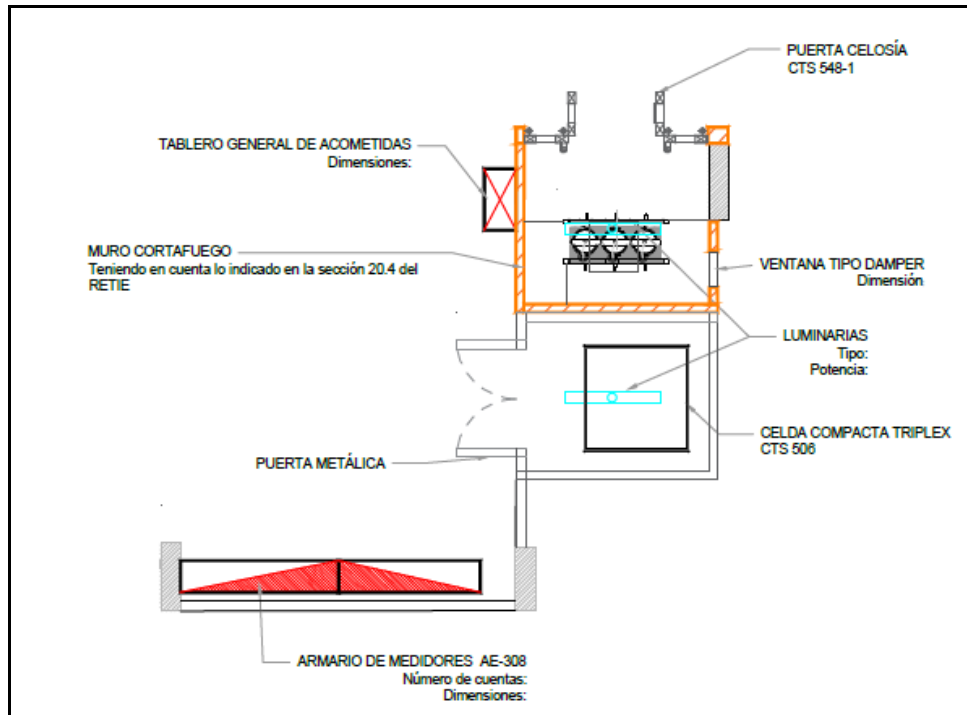


Figura 32. Ubicación de equipos eléctricos.

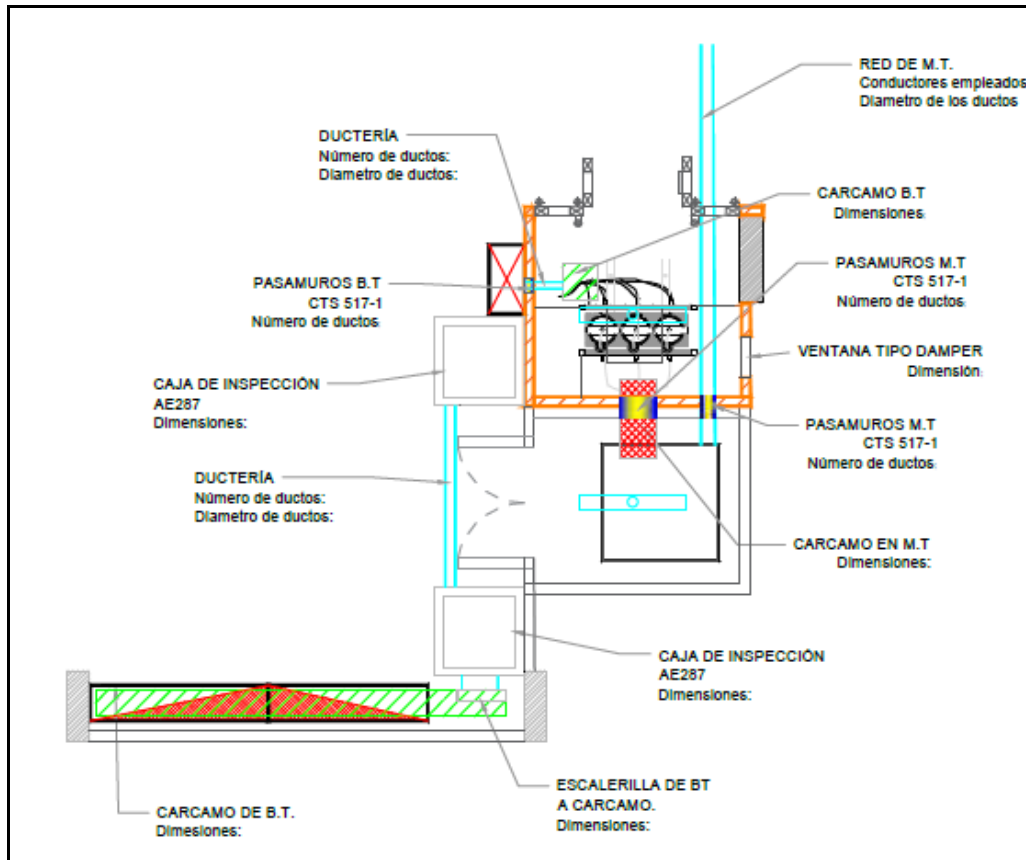


Figura 33. Ubicación de elementos para el transporte de conductores.

Para brindar una adecuada ilustración, se recomienda realizar vistas de detalles como se ilustran en la Figura 34 y Figura 35.

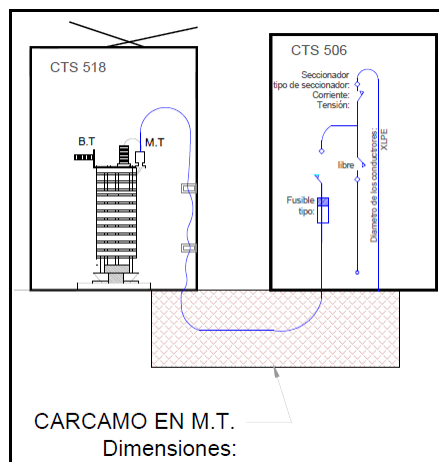


Figura 34. Conexión del tren de celdas al transformador.

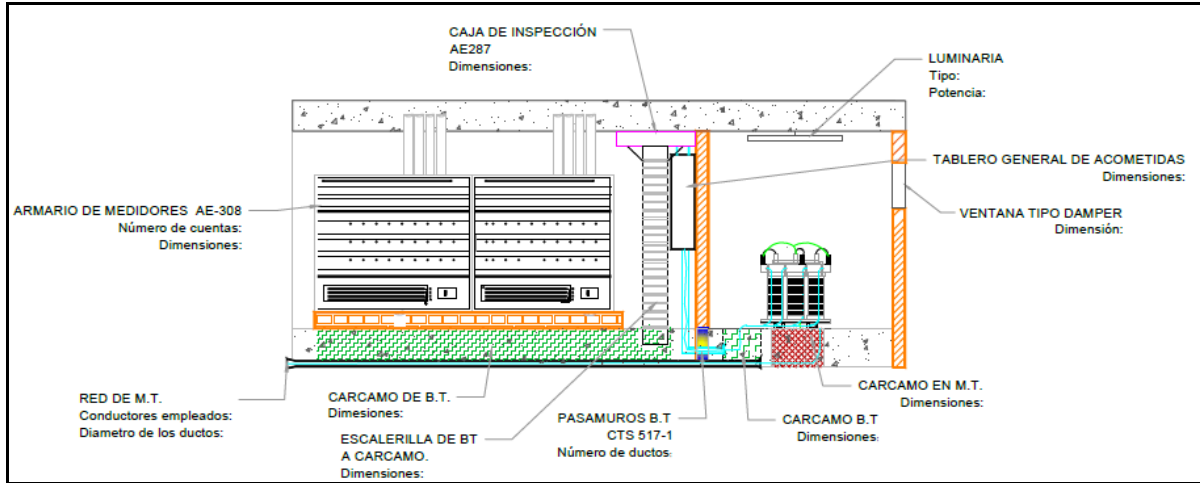


Figura 35. Vista lateral del cuarto eléctrico.

En cuanto a la longitud para el espacio de la puerta del cuarto eléctrico por normativa es de 1 m, sin embargo, se recomienda dimensionar la puerta del mismo tamaño del largo del transformador más 20 cm adicionales.

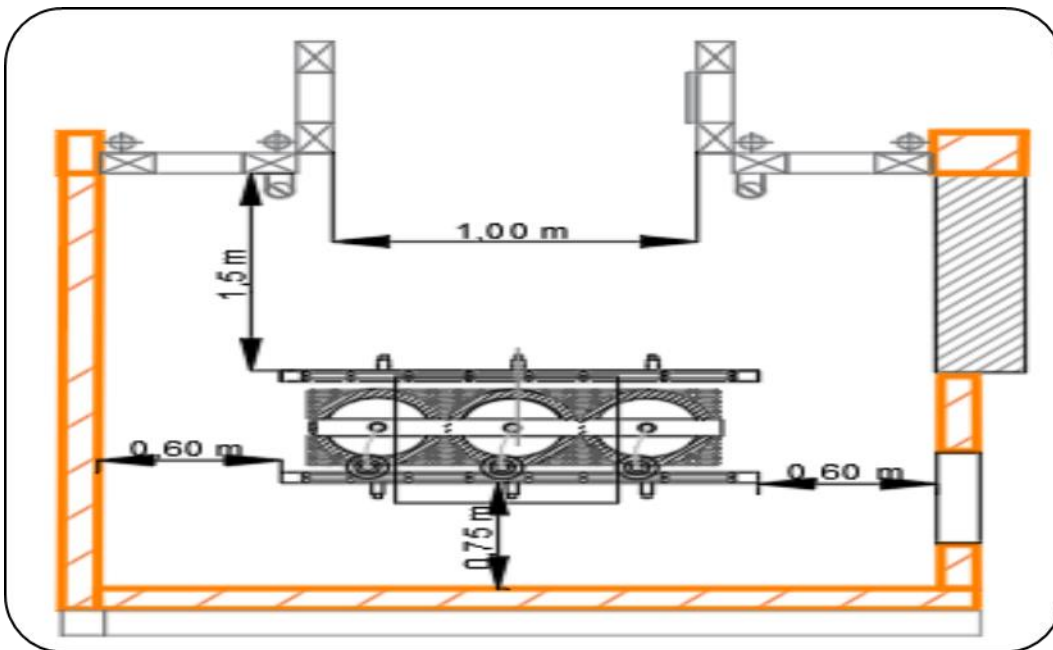


Figura 36. Distancias mínimas de seguridad de un transformador en un cuarto eléctrico.

3.8 Plano del sistema de puesta a tierra






Los pasos a tener en cuenta al momento de diseñar un sistema de puesta a tierra son los siguientes:

1. Elaboración de bloques requeridos
2. Ubicación y unión de los bloques conforme lo requiera el diseño
3. Elaboración de vista de detalles.

1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques se presenta al principio de este capítulo. Los principales bloques empleados en el sistema de puesta tierra se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7.

Bloques para el sistema de puesta a tierra

Nombre	Símbolo
Electrodo	
Conector	
Conductor tierra	
Caja de inspección	
Bornera equipotencial	
Nodo conector de malla	

2. La geometría de la puesta a tierra es variante, pues depende de factores como la resistividad del terreno, área designada para su construcción, entre otros. En este caso, se ilustra un sistema de puesta a tierra enmallado, conformado por cinco electrodos y una caja inspeccionable.

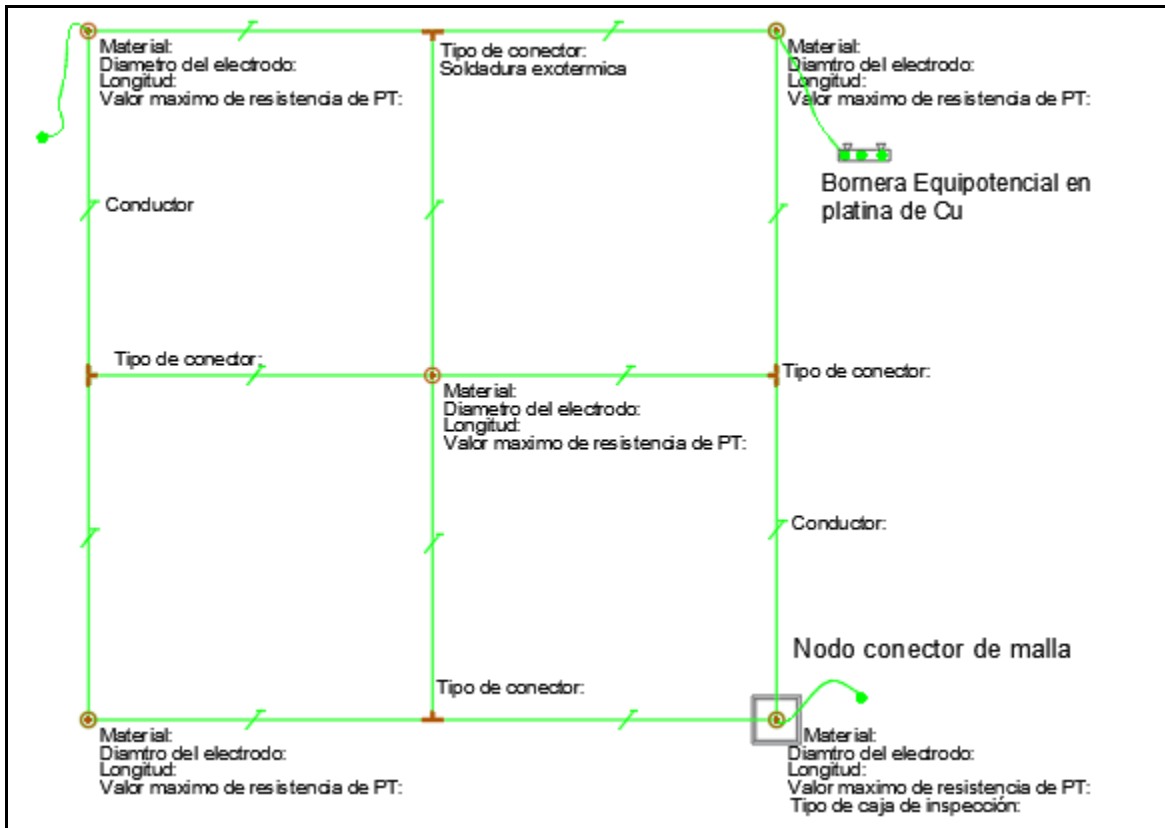


Figura 37. Plano del sistema de puesta a tierra

3. Es recomendable realizar una vista lateral del sistema de puesta a tierra y una vista de detalle del electrodo como se ilustra en la Figura 38 y Figura 39.

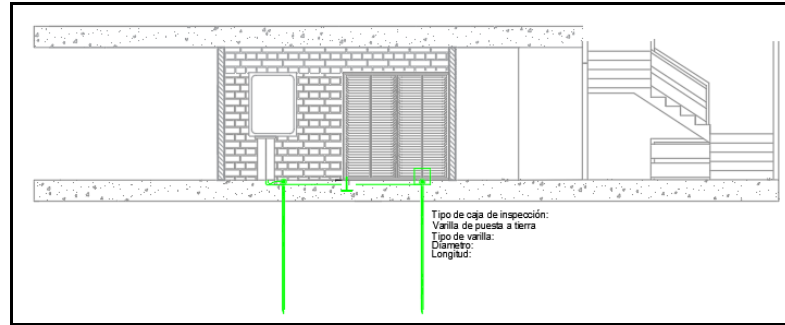


Figura 38. Vista lateral del sistema de puesta a tierra

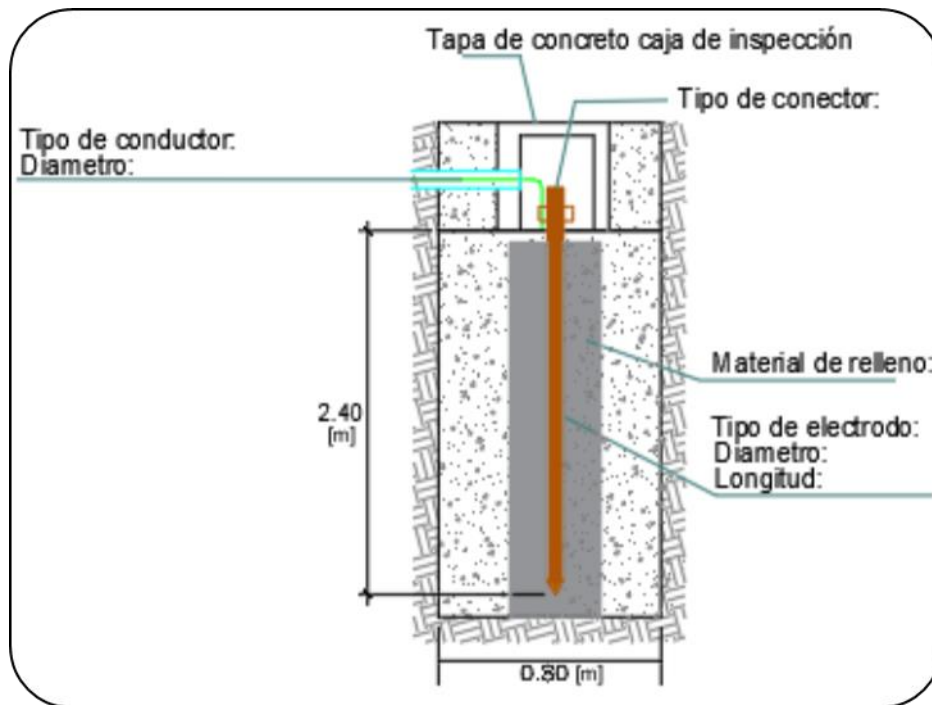


Figura 39. Detalle del electrodo

3.9 Plano de sistema integral de protección contra rayos (SIPRA)






Los pasos que se proponen para realizar el plano del sistema integral de protección contra rayos son:

1. Elaboración de bloques
2. Ubicación de los bloques.

1. La explicación de cómo elaborar los bloques se presenta al inicio de este capítulo. Los diferentes bloques empleados en el plano del sistema de protección contra rayos se encuentran en la tabla 8.

Tabla 8.

Bloques empleados en el sistema integral de protección contra rayos.

Punta captadora y soporte	
Punta captadora y soporte (vista planta)	
Soporte plástico tipo exterior	
Electrodo de puesta a tierra y caja de inspección	
Electrodo de puesta a tierra y caja de inspección (vista planta)	

Conector	
Bajante aislado	
Bajante (vista planta)	

2. Al ubicar los diferentes bloques se debe tener en cuenta el cumplimiento del método empleado. A continuación, en la Figura 40 se plantea un ejemplo implementando el método de la esfera rodante. Se recomienda realizar una vista de detalle del electrodo de puesta a tierra como se ilustra en la Figura 39.

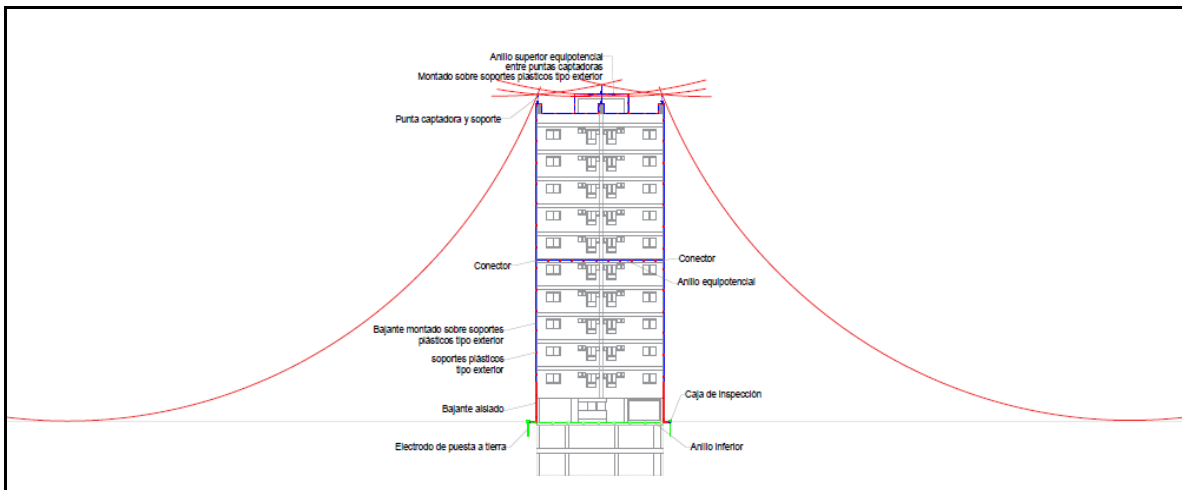


Figura 40. Plano del sistema integral de protección contra rayos.

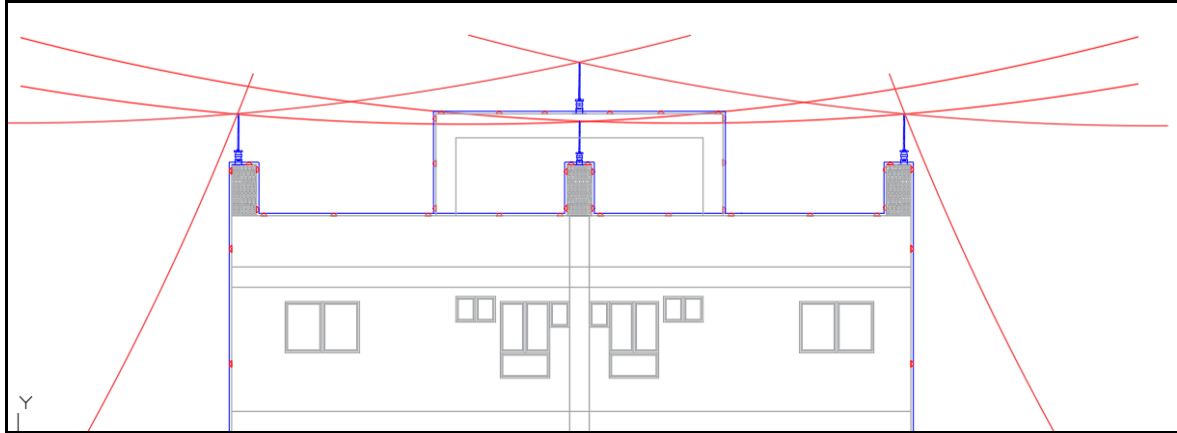


Figura 41. Cumplimiento del método "esfera rodante".

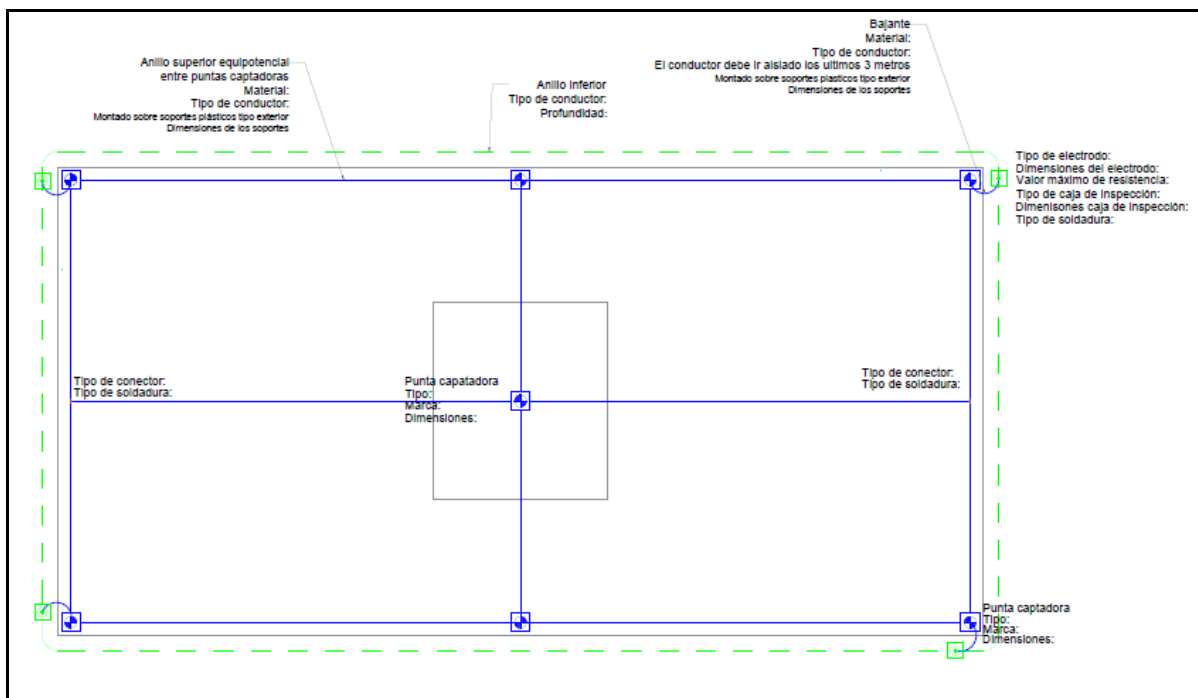


Figura 42. Vista planta del sistema integral de protección contra rayos.

4. Elaboración del manual

Para realizar el manual se consideró la información estipulada en el capítulo dos del presente documento (Elaboración de planos de una instalación de uso final tipo residencial en AutoCAD), en el cual se detalla un paso a paso de cómo elaborar cada uno de los principales planos que conforman una instalación eléctrica de uso final tipo residencial a partir del software

AutoCAD. El manual sirve como guía de apoyo académico a estudiantes de Ingeniería Eléctrica que desean iniciar en el ámbito del diseño de planos eléctricos. Para más información, consultar el apéndice A.

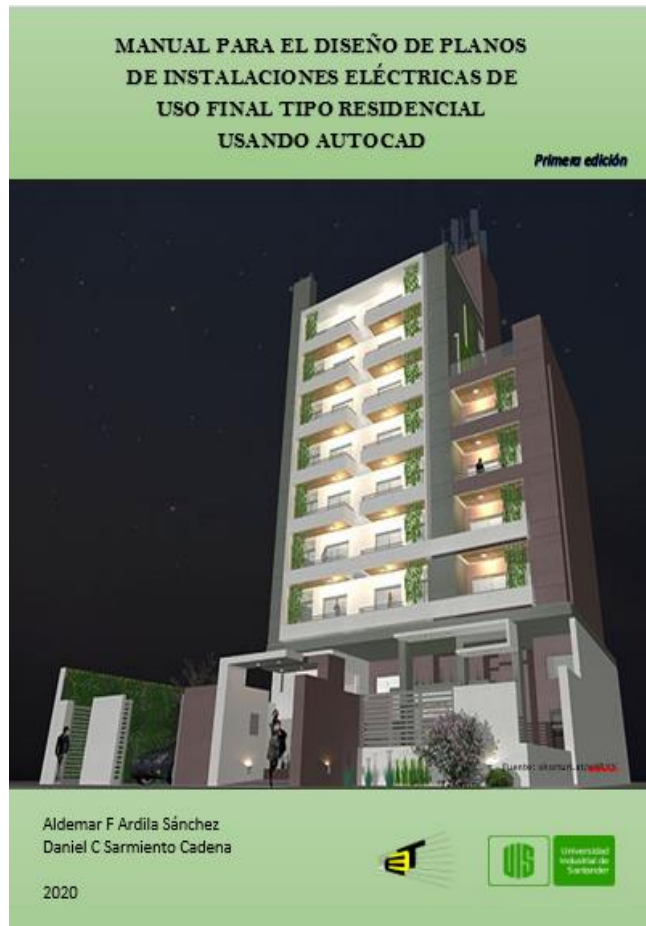


Figura 43. Portada del manual

5. Conclusiones

El desarrollo de planos eléctricos es fundamental en el proceso de diseño a nivel de ingeniería, por ende, los planos elaborados en el proyecto son de requerimiento mínimo para el diseño constructivo de una instalación de uso final, además son los exigidos tanto por operadores de red como por certificadores, pues son esenciales para solicitar la conexión al servicio y posteriormente su puesta en funcionamiento.

Se logró alcanzar el objetivo general, pues se pudo cumplir con el desarrollo del manual, el cual especifica cómo debe ser la creación de planos en el software AutoCAD para poder diseñar instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial

Para realizar cada uno de los planos se deben tener en cuenta las exigencias de diseño establecidas por la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, las normas de los operadores de red la zona donde se efectuó el proyecto y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público, quienes tienen como finalidad salvaguardar la vida de los seres humanos.

Con el fin de satisfacer lo estipulado en el cuarto objetivo específico, se anexa a este documento el *Manual para el diseño de planos de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial usando AutoCAD*, el cual servirá como apoyo a estudiantes y profesionales de ingeniería eléctrica y/o afines que deseen iniciarse en el diseño de planos eléctricos, ya que el objetivo del manual es servir como herramienta de fácil interpretación que oriente a los lectores en el desarrollo de los diferentes tipos de planos necesarios para una instalación eléctrica de uso final tipo residencial usando el software AutoCAD.

La información normativa y reglamentaria recopilada y referenciada en este documento será una buena ayuda a las personas que deseen seguir con esta línea de la ingeniería, pues contribuirá en el desarrollo de trabajos futuros relacionados con el tema de diseño de planos en otro tipo de software.

Bibliografía

Carranza, Ó. (2018). *AutCAD 2019*. MACRO.

CENS S.A. E.S.P. (2015). *Capítulo 1. Generalidades*.

CENS S.A. E.S.P. (2015). *Capítulo 8. Instalaciones internas*.

CENS S.A. E.S.P. (2016). *Capítulo 12. Presentación de proyectos*.

CENS S.A. E.S.P. (2016). *Capítulo 4. Subestaciones*.

CODENSA S.A E.S.P. (2017). *LAR 400. Puesta a tierra*.

CODENSA S.A E.S.P. (2019). *CTS500 Local para centros de transformación*.

Electricaribe. (2017). *Presentación de planos en proyectos de instalaciones*. Barranquilla:
Electricaribe Colombia.

Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (s.f.). *Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución*.

ENERTOLIMA S.A. E.S.P. (2018). *Criterios de diseño y normas para construcción de instalaciones de distribución y uso final de la energía*.

Enriquez, G . (2012). *Instalaciones electricas paso a paso*. México: Limusa.

Enriquez, G .(s.f.). *El ABC de las instalaciones electricas residenciales*. México: Limusa.

EPM S.A. E.S.P. (2012). *RA8-014. Disposiciones generales para locales de subestación tipo interior*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certifiación. (1998). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050*. Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certifiación. (2004). *Norma Técnica Colombiana NTC 4552. Protección contra rayos. Principios generales*. Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2008). *Norma Técnica Colombiana NTC 4552-1. Protección contra descargas eléctricas Atmosféricas. Parte 1: Principios generales.* Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2008). *Norma Técnica Colombiana NTC 4552-3. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas . Parte 3: Daños físicos a estructuras y amenazas a la vida.* Bogotá: ICONTEC.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2018). *NTC 6307: Sistema de puesta a tierra (SPT).* Bogotá: ICONTEC.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.* Bogotá.

Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (s.f.). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.* Bogotá.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.* Bogotá.

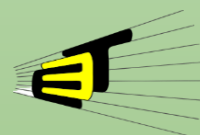
Apéndice A. Manual para el diseño de planos de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial usando AutoCAD.

MANUAL PARA EL DISEÑO DE PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
USO FINAL TIPO RESIDENCIAL USANDO AUTOCAD

PRIMERA EDICIÓN



Aldemar Francisco Ardila Sánchez
Daniel Camilo Sarmiento Cadena
2020



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN

II. OBJETIVO DEL MANUAL

III. ELABORACIÓN DE PLANOS PARA UNA INSTALACIÓN DE USO FINAL TIPO RESIDENCIAL EN AUTOCAD

- CREACIÓN DE BLOQUES
- CREACIÓN DE ATRIBUTOS
- CREACIÓN DE CAPAS
- PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO
- DIAGRAMA UNIFILAR
- PLANOS DE PLANTA APARTAMENTO TIPO
 - ✓ PLANO DE UBICACIÓN DE SALIDAS PARA ALUMBRADO DEL APARTAMENTO TIPO
 - ✓ PLANO DE UBICACIÓN DE SALIDAS DE TOMACORRIENTES DEL APARTAMENTO TIPO
- PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS
- PLANO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
- PLANO DEL SISTEMA INTEGRAL DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS (SIPRA)
- NOTA: RÓTULO, ESCALA, FORMATO

IV. RECOMENDACIONES

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia, el diseño de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial debe dar cumplimiento a los requisitos establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, siendo la Norma Técnica Colombia NTC 2050 el principal referente.

Los planos eléctricos son una parte fundamental del diseño de las instalaciones. Para el desarrollo de planos es muy utilizado el software AutoCAD. Este manual servirá de guía para acercarse al desarrollo de los planos eléctricos de las instalaciones de uso final usando este software, aplicado a las particularidades del diseño que se exigen en el país.

Se debe tener presente que en el país no están unificadas las exigencias para el desarrollo de los planos para instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial. Los Operadores de Red (OR) dan algunos lineamientos sobre los planos, pero se enfocan principalmente en los que se requieren para dar cumplimiento a la conexión del servicio de energía eléctrica.

Por tanto, el presente manual el proceso paso a paso para elaborar en AutoCAD cada uno de los principales planos eléctricos que conforman una instalación residencial, lo cual servirá como orientación académica ya que está dirigido a estudiantes de ingeniería eléctrica o profesiones afines que estén culminado sus estudios.

II. OBJETIVO DEL MANUAL

Mostar el proceso paso a paso para el desarrollo en AutoCAD cada uno de los principales planos que conforman una instalación eléctrica de uso final tipo residencial.

PARA EL LECTOR:


- ✚ Con el presente manual esperamos que adquieran o complementen conocimientos sobre los fundamentos básicos para elaborar planos eléctricos de instalaciones residenciales usando el software AutoCAD.
- ✚ Este manual menciona las consideraciones más importantes al momento de realizar cada uno de los principales planos que conforman una instalación eléctrica de uso final tipo residencial, indicado también el referente reglamentario y normativo que debe tenerse en cuenta.
- ✚ Este manual es la primera versión de los autores; para el diseño de planos de instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial y recomendamos que el lector antes de continuar tenga un conocimiento básico del software AutoCAD.
- ✚ Para la elaboración del manual se usó el software AutoCAD 2019 versión del estudiante con descarga gratuita permitida por Autodesk, sin embargo, no habrá problema en usar la versión reciente.

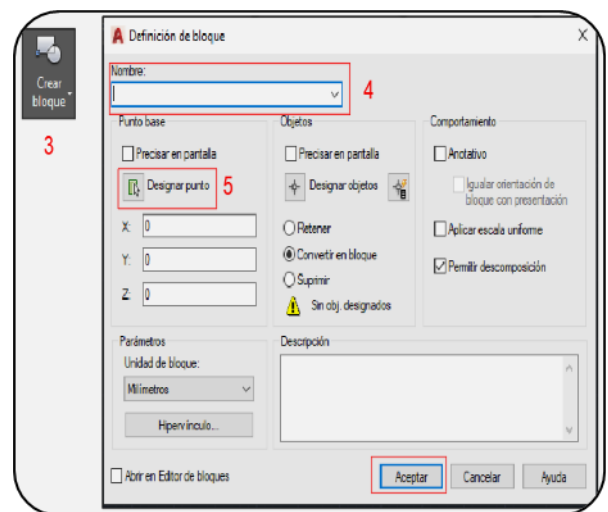
III. ELABORACIÓN DE PLANOS PARA UNA INSTALACIÓN DE USO FINAL TIPO RESIDENCIAL USANDO AUTOCAD

Para elaborar un plano eléctrico es importante crear: **bloques, atributos y capas**, esto garantiza que al momento de desarrollar cada uno de los diferentes planos se hagan de forma eficiente optimizando el tiempo, a continuación se define que es un bloque un atributo y una capa y posteriormente se define un paso a paso donde se especifica como se crean.

- ✚ **Bloque:** Hace referencia a la unión de varios objetos que previamente se han creado con círculos, líneas, arcos, etc. Que mediante el comando bloque se le asigna un nombre.
- ✚ **Atributos:** son las propiedades donde se indican los datos técnicos que se le asignan a un bloque.
- ✚ **Capa:** Permite clasificar un objeto mediante aspectos distintivos en el dibujo como tipo de línea, color e incluso grosor. La utilización de capas es recomendado para trabajar de forma ordenada en AutoCAD.

• Creación de bloques

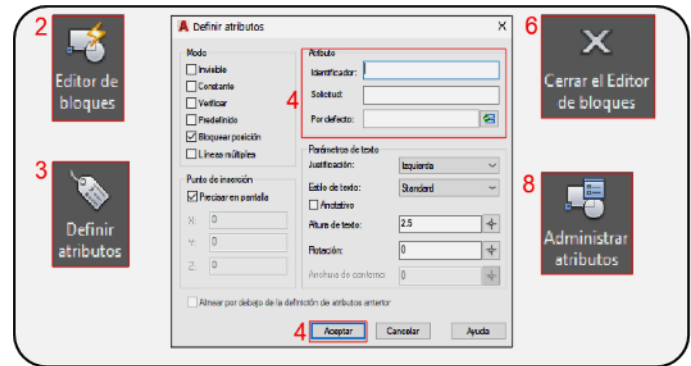
1. Realizar el grafico o símbolo que representará al elemento.
2. Seleccionar el grafico realizado en el paso anterior.
3. Dar clic en inserción  > crear bloque.
4. Asignar el nombre.
5. Clic en designar punto y aceptar.



creación de bloques

• Creación de atributos

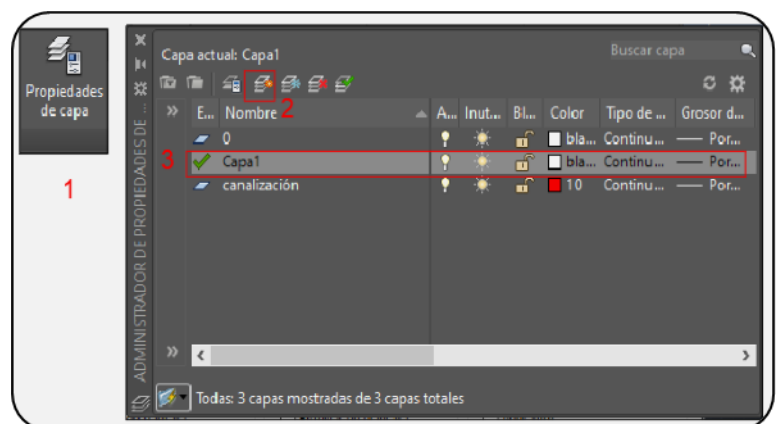
1. Selección del bloque
2. Clic en editor de bloques
3. Clic en definir atributos.
4. Introducir la información en las casillas identificador, solicitud y seguido dar aceptar.
5. Ubicar la información a convenir.
6. Clic en cerrar bloque
7. Guardar cambios
8. Clic en administrar atributos
9. Seleccionar el bloque del atributo creado.
10. Clic en sincronizar y aceptar.



creación de atributos

• Creación de capas

- 1) Propiedades de capa o comando "capa"
- 2) Clic en Nueva capa u oprimir "alt + N"
- 3) Asignar el nombre y personalizar la capa



creación de capas

• Plano de ubicación del proyecto

El plano de ubicación del proyecto ilustra la ubicación exacta del lugar donde se va a realizar la instalación eléctrica.

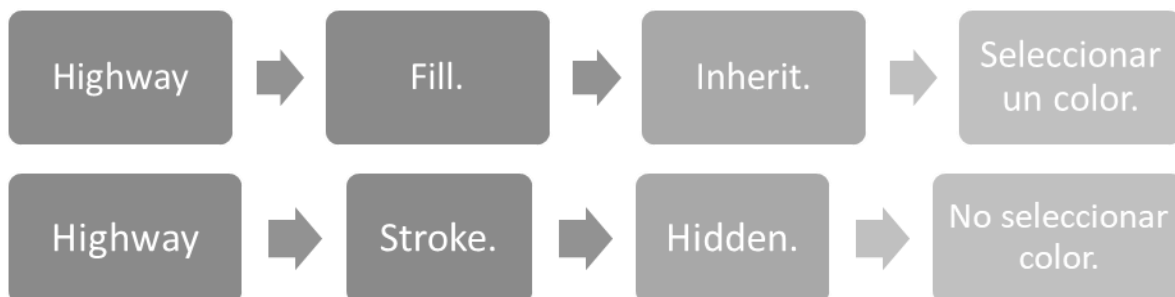
Para la elaboración del plano de localización del proyecto, se proponen el siguiente procedimiento (Para ello, se debe contar con internet, Adobe Illustrator o similar y AutoCAD).

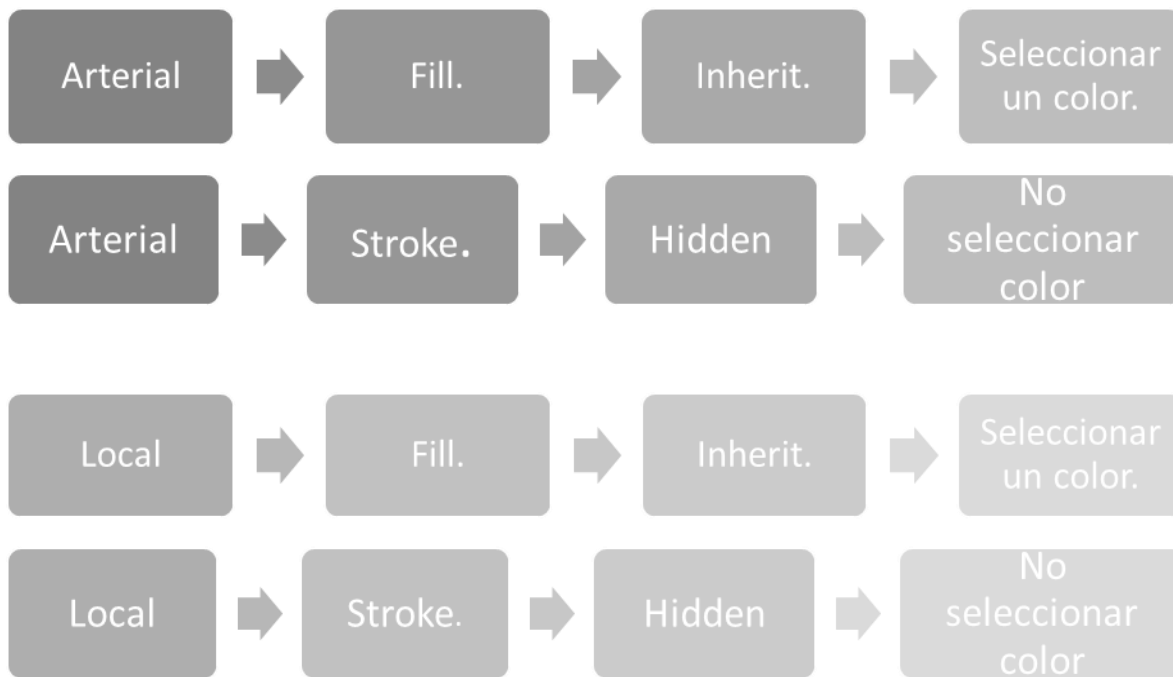
- 1) Búsqueda del lugar en la página web.
- 2) Configuración del mapa en la página web.
- 3) Configuración del mapa en el software Adobe Illustrator
- 4) Configuración del mapa en AutoCAD.

1. El primer paso para elaborar el plano es la búsqueda del lugar en donde se realizará el proyecto. Una página web que facilita esta búsqueda es <https://mapstyle.withgoogle.com> la cual brinda un mapa libre de información indeseada.

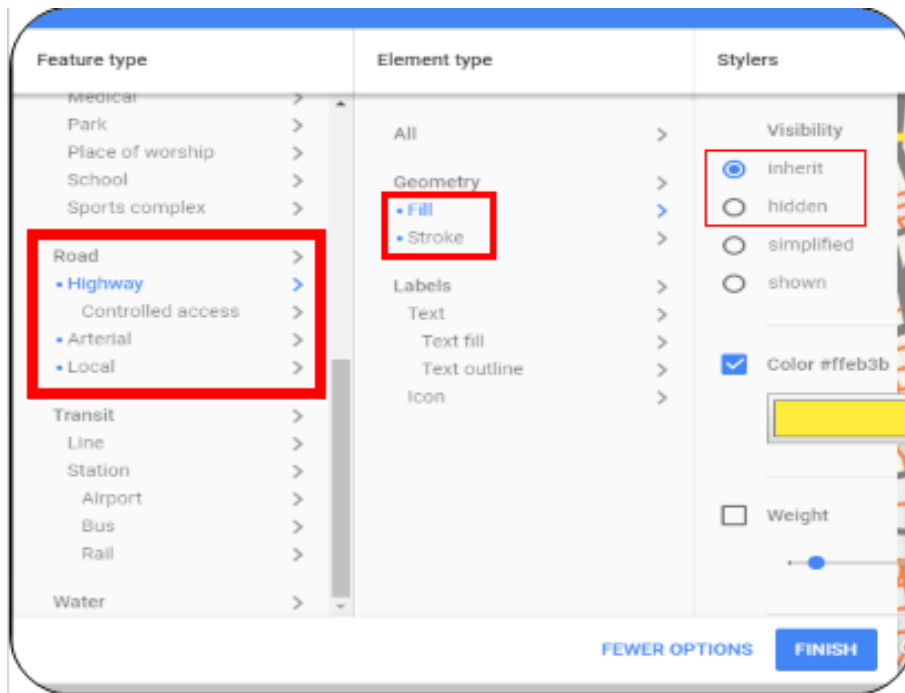


2. Para crear un buen estilo del mapa, en la página web: <https://mapstyle.withgoogle.com> se recomienda dar clic en la opción “más opciones” y posteriormente realizar las siguientes configuraciones en las casillas Highway, arterial y local que se encuentra en la característica “Road”:



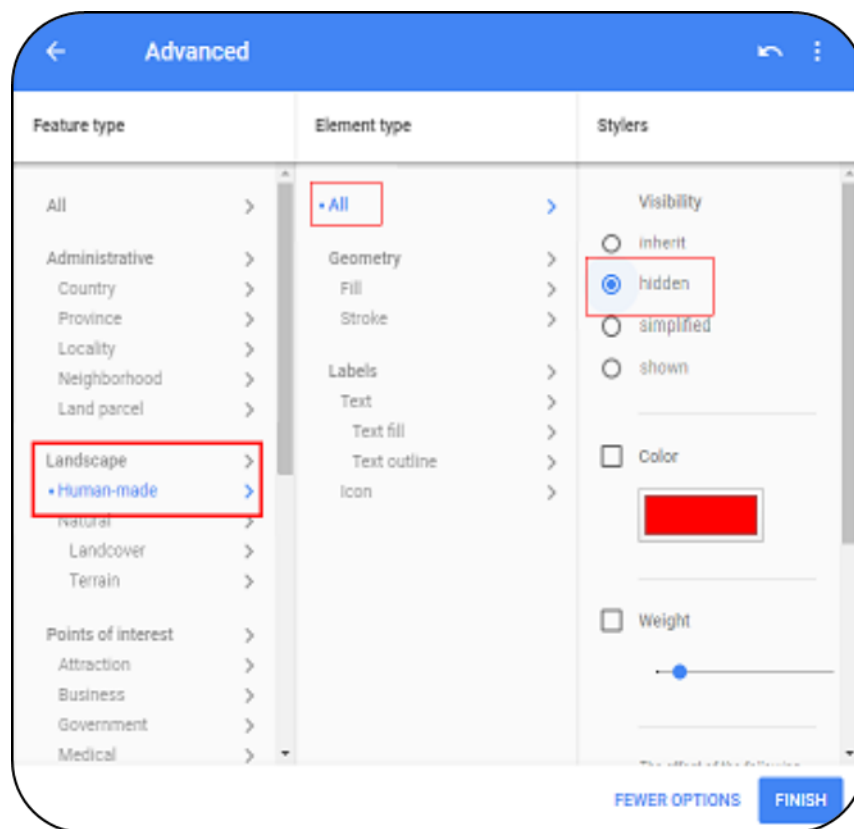


La forma como se aprecia el panel de configuración de la página web: <https://mapstyle.withgoogle.com> es la siguiente:



Se resalta que los colores seleccionados no deben ser semejantes, esto con el fin de evitar intersecciones entre los diferentes tipos de vías.

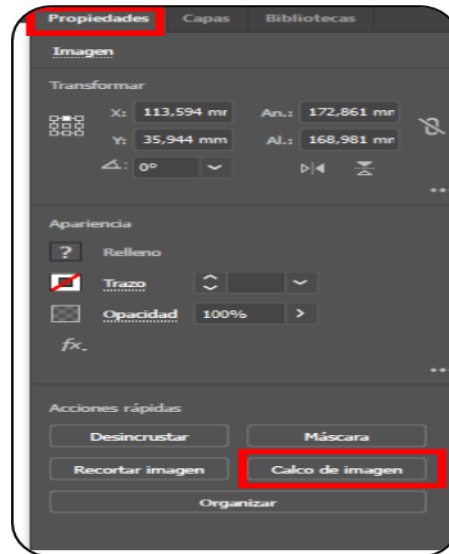
Otra configuración que se debe realizar en la característica Landscape de la página web mencionada anteriormente es:



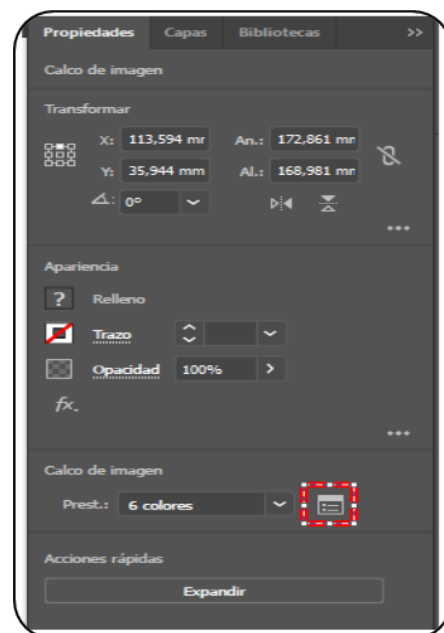
Esta configuración se realiza con el fin de evitar interferencias no deseadas en el mapa, las cuales pueden ser producidas por edificios y demás construcciones.

Realizado los anteriores pasos, se procede a guardar el mapa por medio de un recorte, el cual debe contener partes importantes de la zona con el fin de generar una adecuada localización

3. Para la realización del tercer paso se recomienda el software Adobe Illustrator, el cual la universidad Industrial de Santander tiene licencia en el CENTIC.
- I. Luego de ejecutar este software, se da clic en “**abrir**” y se selecciona la imagen guardada anteriormente. Seguido se da clic sobre la imagen y en “**propiedades/calco de imagen**” se selecciona la opción “**6 colores**”, este proceso se realiza con el fin de vectorizar y seleccionar el número aproximado de colores que se aprecian en la imagen.



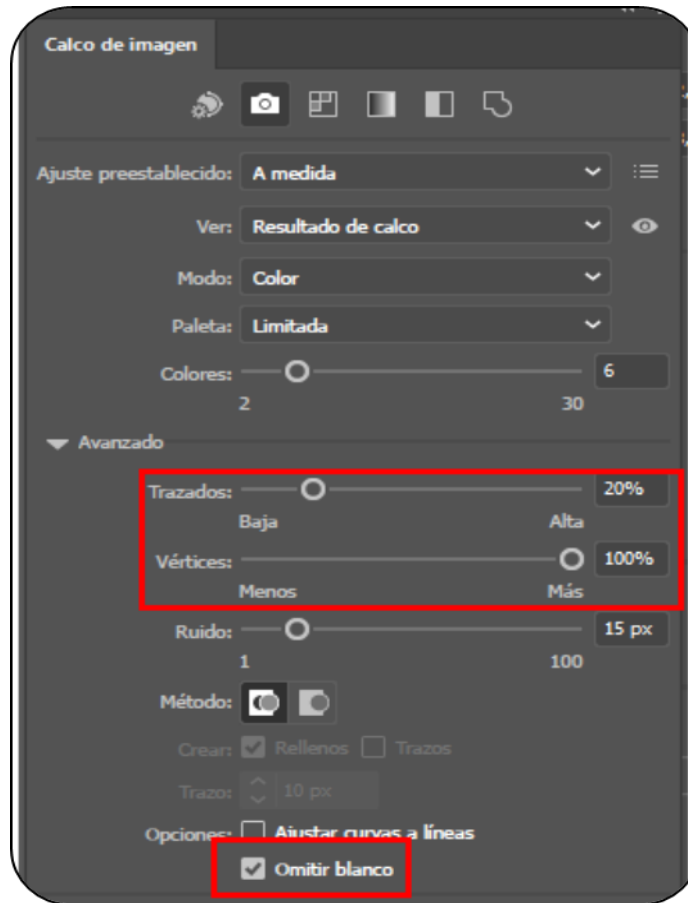
Seguido, se da clic en el icono “**Abrir el panel Calco de imagen**”



Posteriormente se configura la ventana “calco de imagen” de la siguiente manera:

- Trazados = 20%
- Vértices = 100%
- Clic en el cuadro de “omitir blanco”

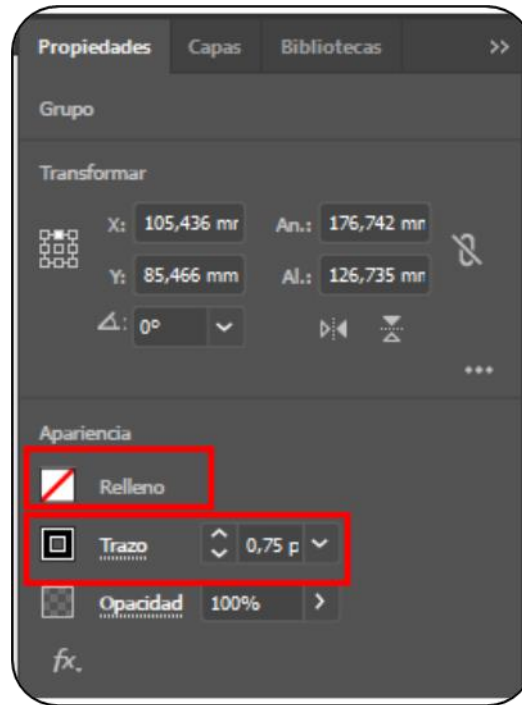
La ilustración de la configuración anterior se muestra a continuación:



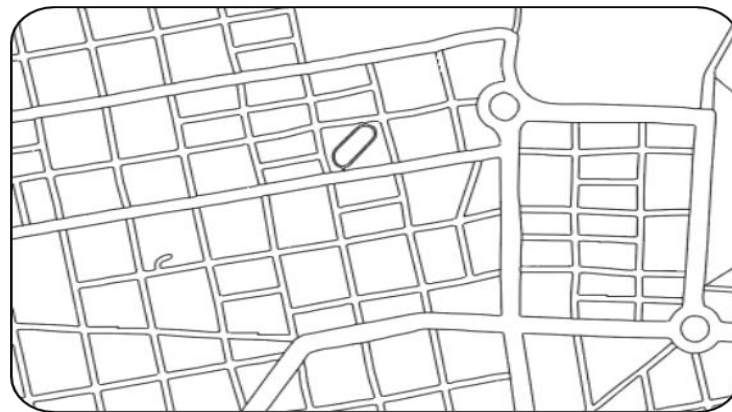
II. Posteriormente se da clic en cerrar y en propiedades / acciones rápidas / expandir. Se configura el panel de la siguiente manera:

- Se desactiva el relleno
- Se selecciona el color negro para trazos con un gros a convenir, en este caso se seleccionó “0,75”

La ilustración de la configuración anterior se muestra a continuación:



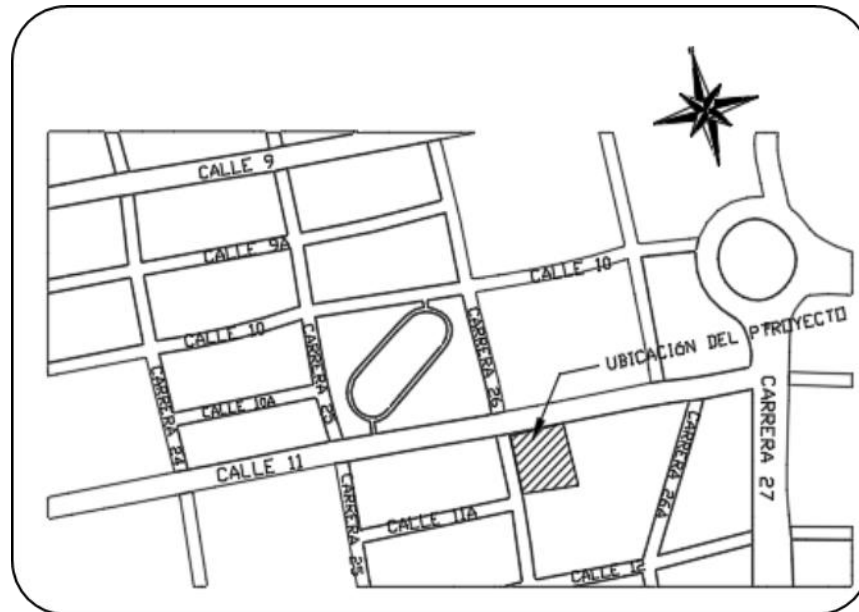
- III. El resultado obtenido de todas las configuraciones en el software Illustrator, se ilustra en la siguiente imagen:



El último paso para realizar en el software Illustrator es exportar la imagen como documento DWG con el fin de poder modificar el mapa en **AutoCAD**.

4. Finalmente, se ejecuta en AutoCAD el documento guardado anteriormente en donde se agregarán los nombres de las calles, el lugar exacto donde se va a ejecutar la instalación, escala,

rotulado y el bloque del norte geográfico. A continuación, se ilustra como se debe presentar el plano de ubicación para una instalación eléctrica de uso final tipo residencial.



plano de ubicación

• Diagrama unifilar

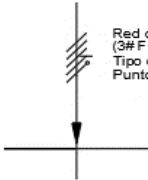

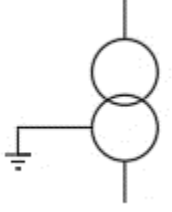

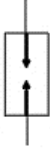
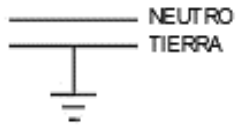
El diagrama unifilar es la representación gráfica de la instalación eléctrica desde el punto de conexión a la red hasta los circuitos derivados. Al momento de realizar un diagrama unifilar se debe tener conocimiento de la carga total de la instalación, el nivel de tensión de conexión, la implementación de un transformador y/o planta de emergencia, si se requiere, entre otros. Es importante tener en cuenta que los elementos empleados en el diagrama unifilar deben brindar datos relevantes y nominales. Cuando sea conveniente, se recomienda convertir todos los circuitos derivados en un símbolo y posteriormente en una vista de detalle se realiza la ilustración de estos.


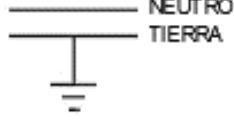

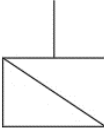
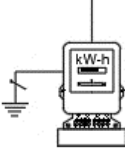
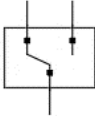
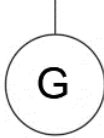
Existen diferentes tipos de diagramas unilares debido a que las instalaciones residenciales no son similares, cada una tiene su diseño particular.

Para elaborar el diagrama unifilar se proponen los siguientes pasos:

1. [Elaboración de bloques y atributos](#)
2. [Ubicación de los bloques.](#)

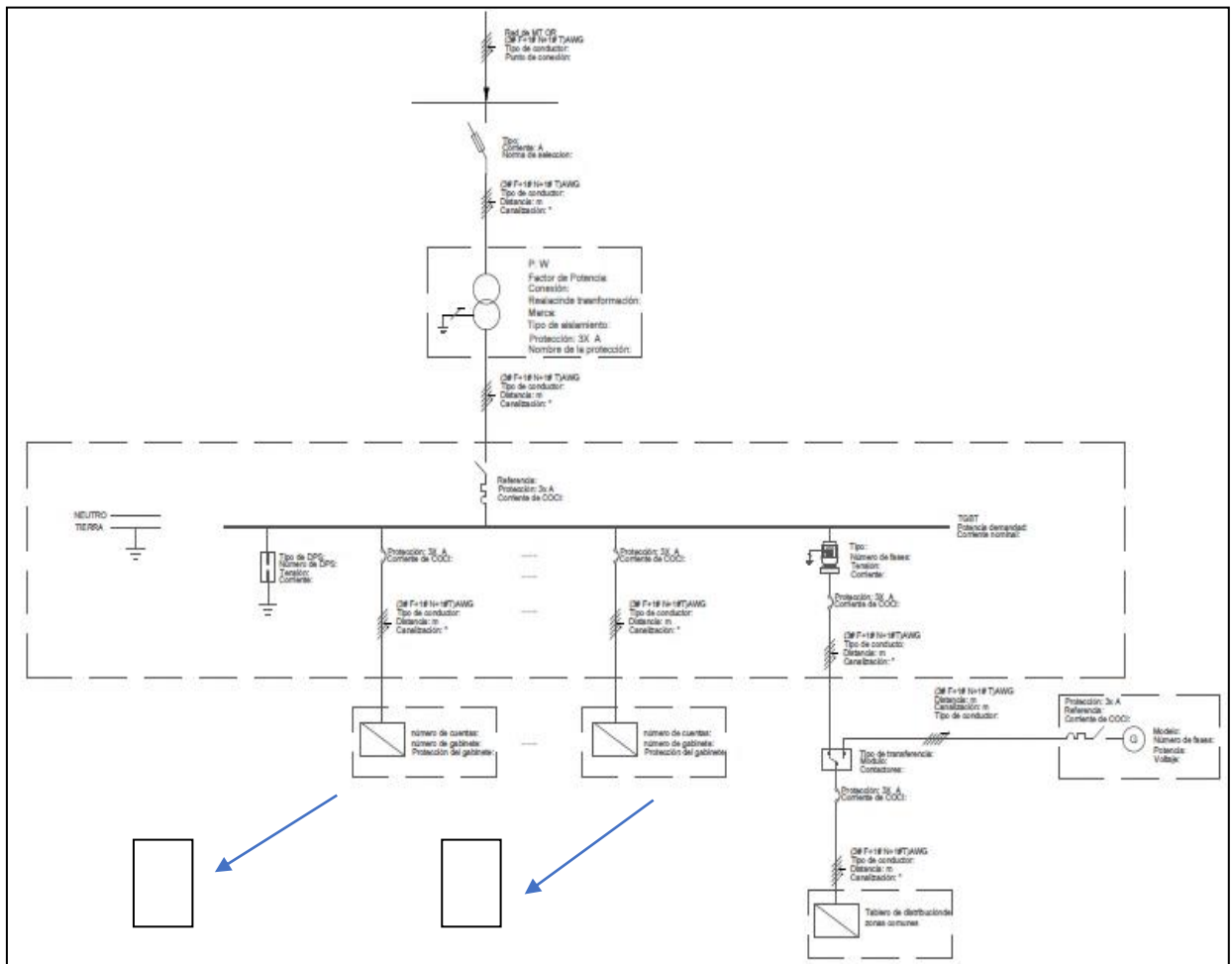
1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques y atributos se presenta al inicio de este manual. A continuación, se ilustran los principales bloques empleados en un diagrama unifilar tipo residencial con la mínima información requerida por los diferentes OR.

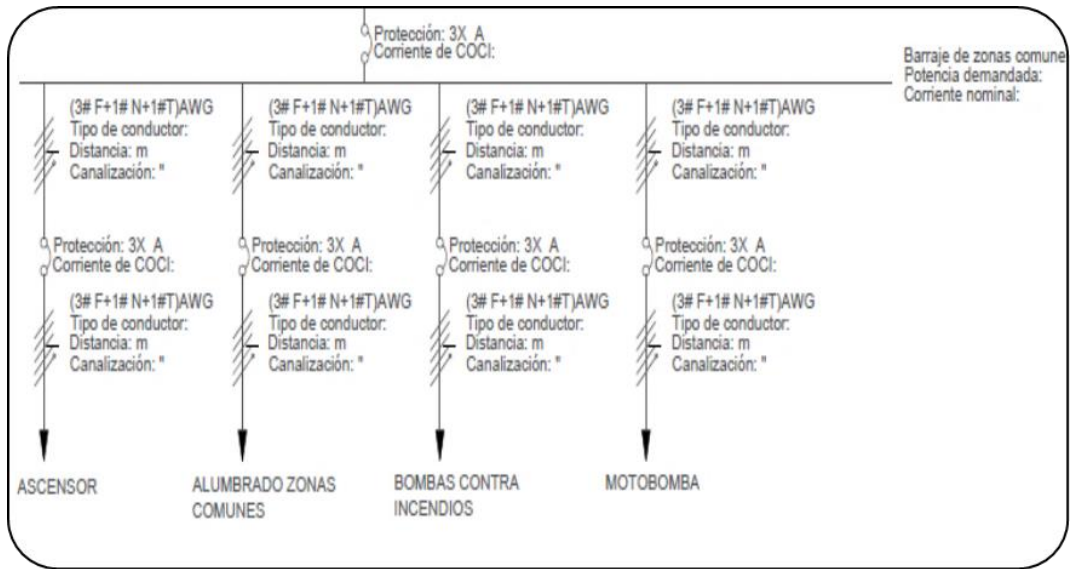
Nombre	Símbolo
Alimentación de la instalación (arranque).	 <p>Red de MT OR (3# F+1# N+1# T)AWG Tipo de conductor: Punto de conexión:</p>
Seccionador.	 <p>Tipo: Corriente: A Norma de selección:</p>
Transformador.	 <p>P: W Factor de Potencia: Conexión: Relación de transformación: Marca: Tipo de aislamiento: Protección: 3X A Nombre de la protección:</p>
Interruptor termomagnético (Caja moldeada).	 <p>Referencia: Protección: 3x A Corriente de COCI:</p>
DPS.	 <p>Tipo de DPS: Número de DPS: Tensión: Corriente:</p>
Barraje de neutro y tierra.	 <p>NEUTRO TIERRA</p>

<p>DPS.</p>	 <p>Tipo de DPS: Números de DPS: Tensión: Corriente:</p>
<p>Barraje de neutro y tierra.</p>	 <p>NEUTRO TIERRA</p>
<p>Interruptor termomagnético (enchufable).</p>	 <p>Protección: 3X A Corriente de COCI:</p>
<p>Gabinete de medidores.</p>	 <p>número de cuentas: número de gabinete: Protección del gabinete:</p>
<p>Medidor de energía.</p>	 <p>Tipo: Número de fases: Tensión: Corriente:</p>
<p>Transferencia.</p>	 <p>Tipo de transferencia: Modulo: Contactores:</p>
<p>Generador.</p>	 <p>Modelo: Voltaje: Potencia:</p>

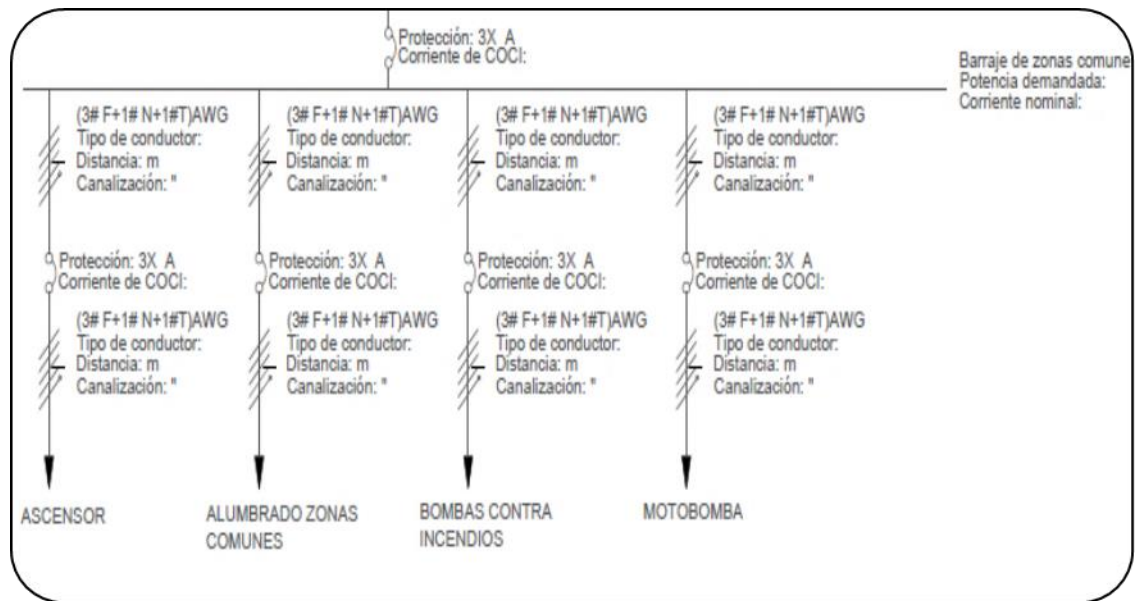
- Para la ubicación de los diferentes bloques, se recomienda iniciar desde la alimentación de la instalación también llamado arranque. En el siguiente plano se presenta un diagrama unifilar tipo residencial con un arranque en media tensión, un transformador, un generador que respalda las zonas comunes, entre otros.

Para realizar una adecuada ilustración, se recomienda agrupar los circuitos derivados en un símbolo y posteriormente ilustrarlos en una vista de detalle cómo se ilustra a continuación.





Detalle de gabinete de medidores



Detalle del gabinete de zonas comunes

- **Planos de planta del apartamento**
 - ✓ **Plano de ubicación de salidas para alumbrado del apartamento tipo del edificio**

Los diseños para instalaciones residenciales no requieren calculos particulares de iluminacion(ESSA,2004) sin embargo, el retie especifica que el diseñador debe escoger el lugar mas apropiado para ubicar las luminarias, de tal forma que garantice una iluminacion segura y eficiente al usuario.

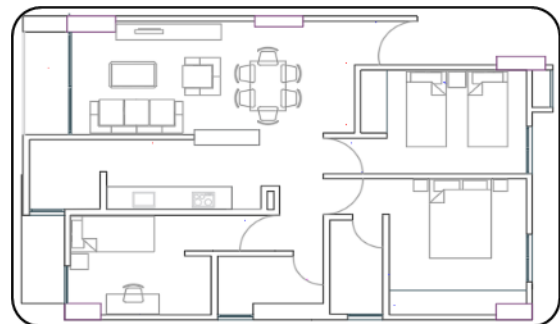
Las normas que se recomiendan para la creación de este tipo de plano son las siguientes: *NTC 2050 sección 380, Norma técnica ESSA capitulo 3, RETIE articulo 17, RETILAP capitulo 2.*

Nota: Para elaborar el plano de alumbrado de la vivienda tipo se utilizó un plano arquitectónico de uso académico proporcionado en la asignatura de instalaciones eléctricas.

Paso a paso para la elaboración de este plano:

- 1) Limpiar el plano arquitectónico.
- 2) Elaboración de bloques.
- 3) Ubicación de los bloques.
- 4) Asignación del número de circuito en cada salida.
- 5) Elaboración del trazado del circuito alimentador.
- 6) Indicación de mando para cada interruptor.
- 7) Especificación de la cantidad y tipo de conductores en cada tramo del circuito alimentador.
- 8) Especificar el número y diámetro del ducto en cada tramo.

1. El primer paso para la elaboración del presente plano es la limpieza (ocultar capas) de la información que se pueda considerar como interferencia. Para realizar este paso se recomienda el comando “capa” y seguido dar clic en la casilla “activar y desactivar una capa” de la capa a ocultar.



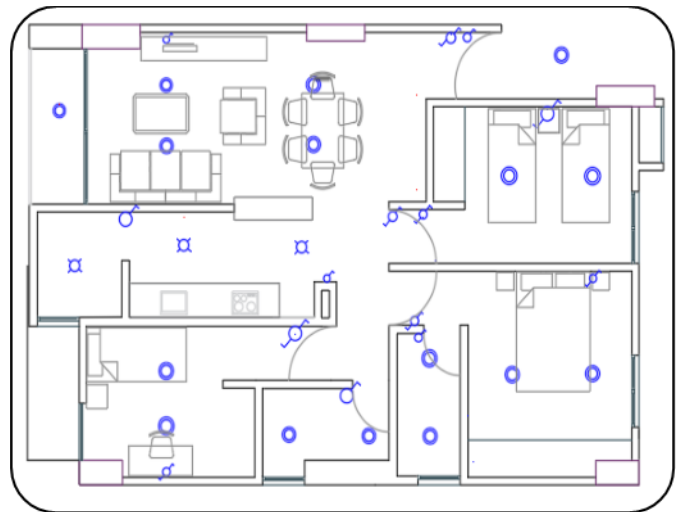
plano arquitectónico del apartamento tipo

Adaptado de material académico de instalaciones eléctricas

2. Para elaborar los bloques de luminarias, interruptores y conductores se recomienda seguir las instrucciones mencionadas al inicio de este manual. A continuación, se presentan los bloques empleados en este tipo de plano:

Nombre	Símbolo
Tablero de distribución	
Luminaria A	
Luminaria B	
Interruptor sencillo	
Interruptor conmutable	
Conductor neutro	
Conductor fase	
Conductor retorno	
Conductor viajero	
Canalización por techo	

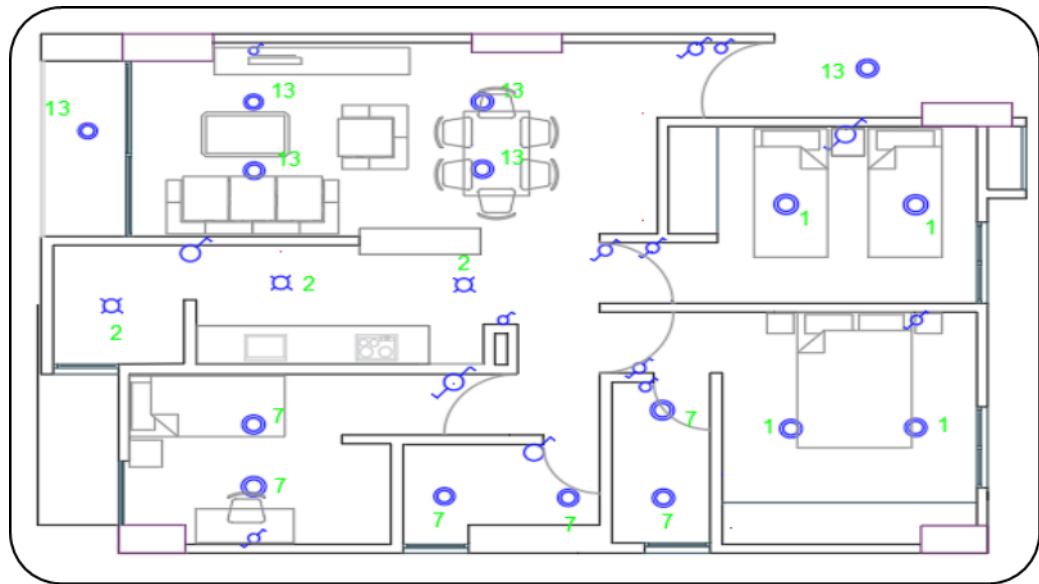
3. Para seleccionar la ubicación de los diferentes bloques en el plano arquitectónico se deben tener en cuenta factores como la zona a iluminar, el confort del usuario, entre otros. Un ejemplo de ubicación de bloques de luminarias e interruptores se ilustran a continuación.



Distribución de luminarias e interruptores

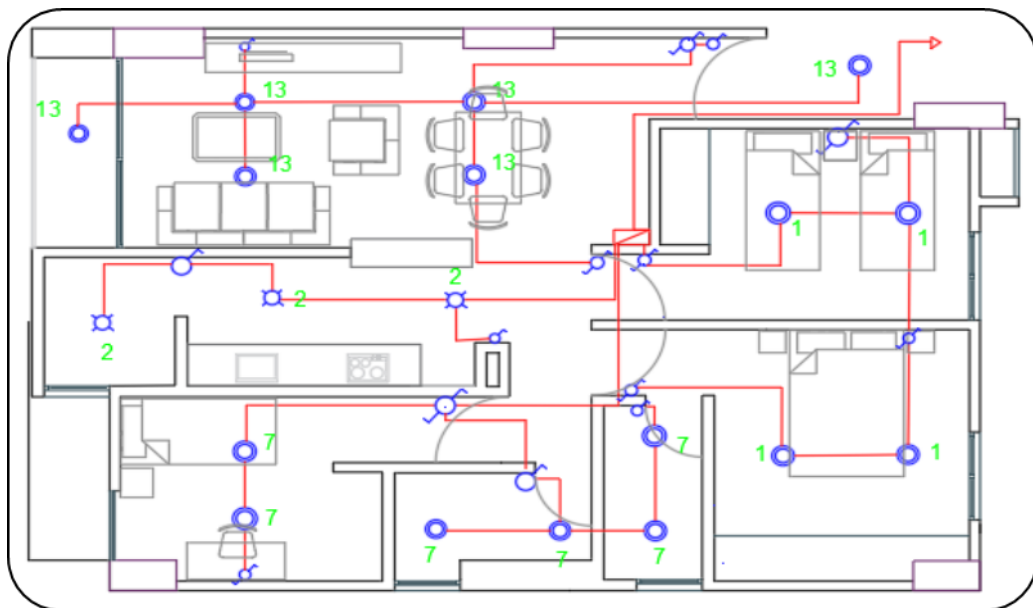
4. La asignación del número de circuito se

debe realizar a cada a cada luminaria. Para ello se emplea el comando “Textom”.



asignación del número de circuito para luminarias

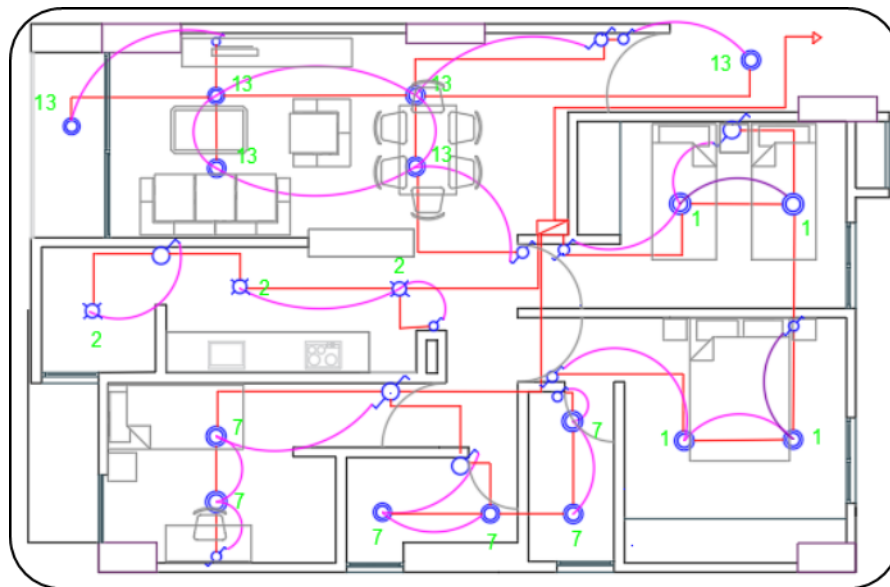
5. Este paso consiste en unir el tablero de distribución con cada luminaria e interruptor por medio de una línea la cual representa la canalización. Esta representación se realiza con trazos rectos y cambios de dirección con ángulos de 90°. La representación de la alimentación eléctrica se realiza con el comando “Linea”.



6. El control de

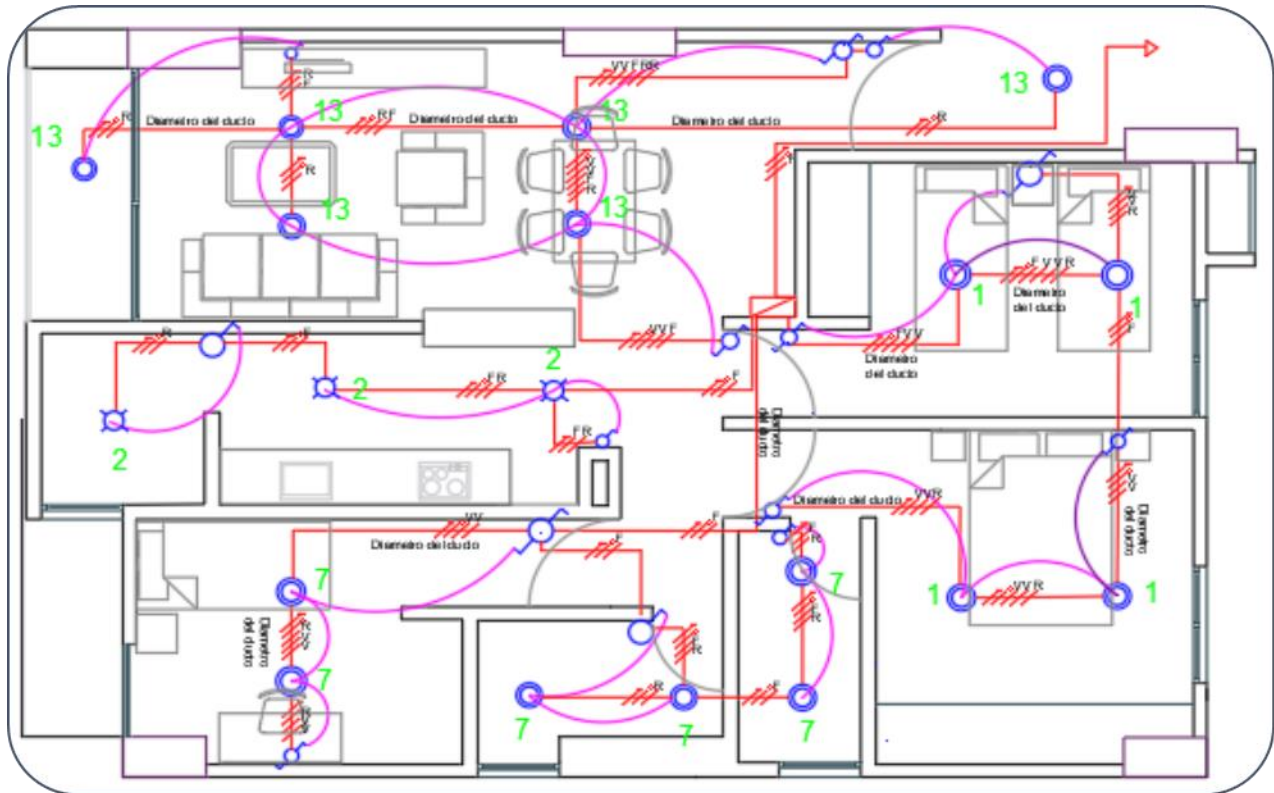
circuito alimentador para luminarias e interruptores

indicador de mando se realiza con el comando “Arco”. Este mando indica la operación del interruptor hacia la respectiva luminaria.



indicador de mando de los interruptores

7. La ubicación de los conductores se debe realizar en todos los tramos de la alimentación eléctrica. En él se debe ilustrar la cantidad y tipo de conductor que circulan por el tramo, se recomienda crear un bloque por cada tipo de conductor (fase, neutro, tierra, retorno, viajera).



plano de alumbrado del apartamento tipo









8. La especificación de los ductos se debe realizar en todo el trazado de los circuitos alimentadores. Este se realiza con el comando “Textom” como se muestra en la imagen anterior.

✓ Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes de la vivienda tipo.

La elaboración del plano de ubicación de salidas de tomacorrientes de una vivienda tipo, está regido por las siguientes normas y reglamento, los cuales permiten tener un diseño distribuido de los elementos que dispone este plano en el área a trabajar.

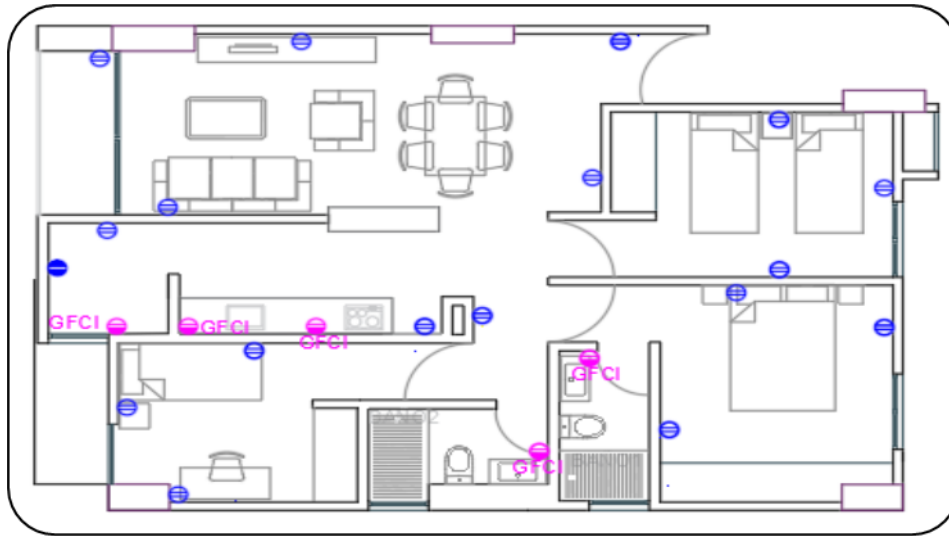
Nota: Para elaborar el plano de tomacorriente de la vivienda tipo se utilizó un plano arquitectónico de uso académico proporcionado en la asignatura de instalaciones eléctricas.

- NTC 2050, sección 210.

Nombre	Símbolo
Tablero de distribución	
Tomacorriente monofásico	
Tomacorriente trifásico	
Tomacorriente con protección GFCI	
Conductor tierra	
Conductor fase	
Conductor neutro	
Canalización por piso	

- Para ubicar los diferentes tomacorrientes se deben tener en cuenta las especificaciones establecidas en la norma NTC 2050 sección 210 parte c, en la norma técnica de la ESSA capítulo 3 y en la norma CENS capítulo 8.

Entre las especificaciones más importantes para la realización de este plano está el uso adecuado de tomacorrientes, por ejemplo, el de tipo GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter, interruptor de falla a tierra) se deben usar en áreas como la cocina, baños y lugares expuestos a la humedad), además se deben respetar la distancia máxima permitida entre un tomacorriente y otro.



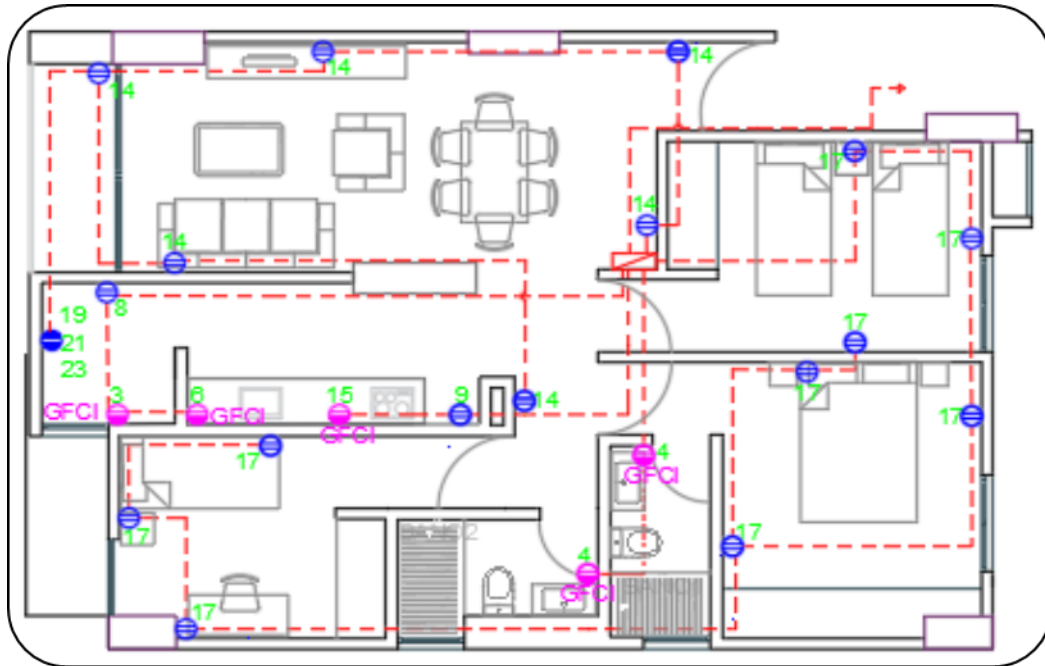
Distribución de tomacorrientes

- La asignación del número de circuito se realiza con el comando "textom" en cada uno de los tomacorrientes.



Asignación del número para tomacorrientes

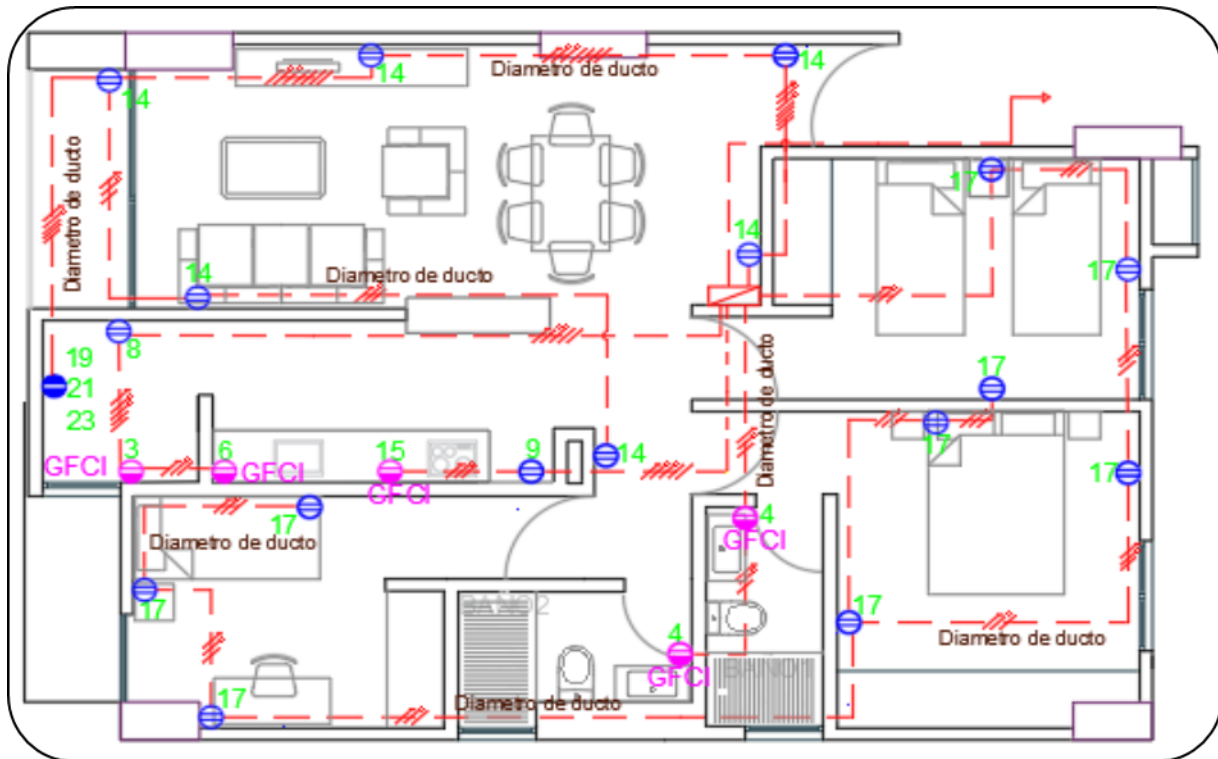
- Este paso consiste en unir el tablero de distribución con cada tomacorriente por medio de una línea, la cual representa la canalización. La representación de la alimentación eléctrica se realiza con el comando "Linea". La línea continua indica que en obra la canalización se hace por el piso.



circuito alimentador para tomacorrientes

6. En este paso se especifica la cantidad y los tipos de conductores que circulan por los diferentes tramos de los circuitos alimentadores. para ello se recomienda elaborar un bloque por cada tipo de conductor.

La especificación de la cantidad y del tamaño de los ductos se realiza en todos los tramos de los circuitos alimentadores. Este se realiza con el comando "Textom" como se muestra en la imagen anterior.



plano final de salidas de tomacorrientes

• Plano de localización de equipos eléctricos

En este tipo de plano se ilustra los diferentes equipos eléctricos que se requieren para el buen funcionamiento de una instalación eléctrica de uso final tipo residencial. Los equipos eléctricos son: transformador, celda de remonte, celda de seccionamiento, tablero general de baja tensión, gabinete de medidores, entre otros. Este plano se debe realizar a la misma escala que el plano arquitectónico con el fin de garantizar las distancias de seguridad y operaciones de mantenimiento exigidas para cada equipo. Cabe resaltar que las dimensiones de cada equipo son brindadas por el fabricante.

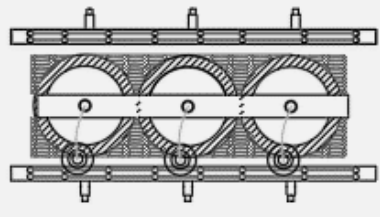
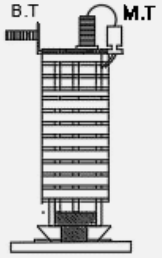
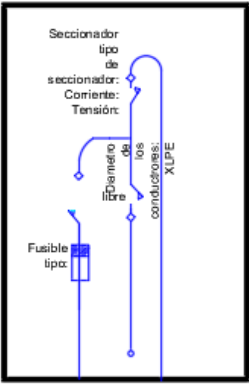
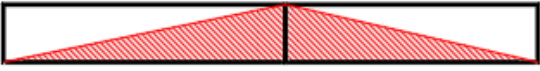
Para una adecuada ilustración se recomienda:

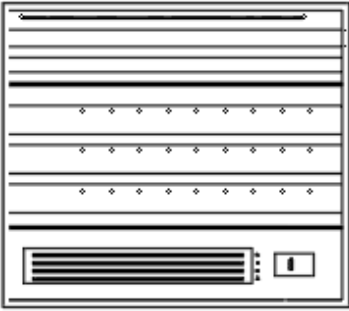
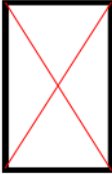

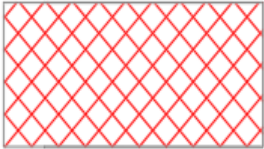






- Realizar una vista lateral con el fin de ilustrar la interconexión entre los diferentes equipos eléctricos.
- Dar a conocer datos técnicos y dimensiones para cada equipo eléctrico.
- Consultar el RETIE, la NTC 2050, CODENSA CTS 500, CENS capítulo 4 y epm RA8-014.

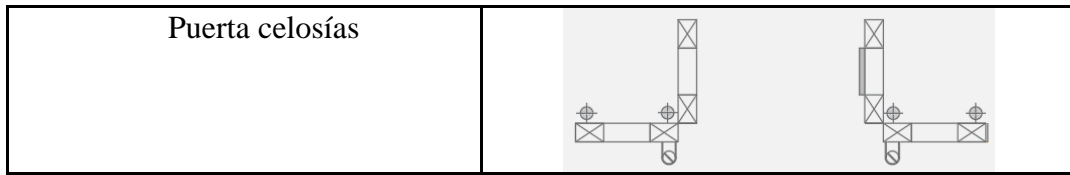
En el presente plano se plantea un paso a paso que ilustra y se menciona algunas consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de elaborar este tipo de plano.

- 1) Elaboración de bloques
- 2) Ubicación de los bloques

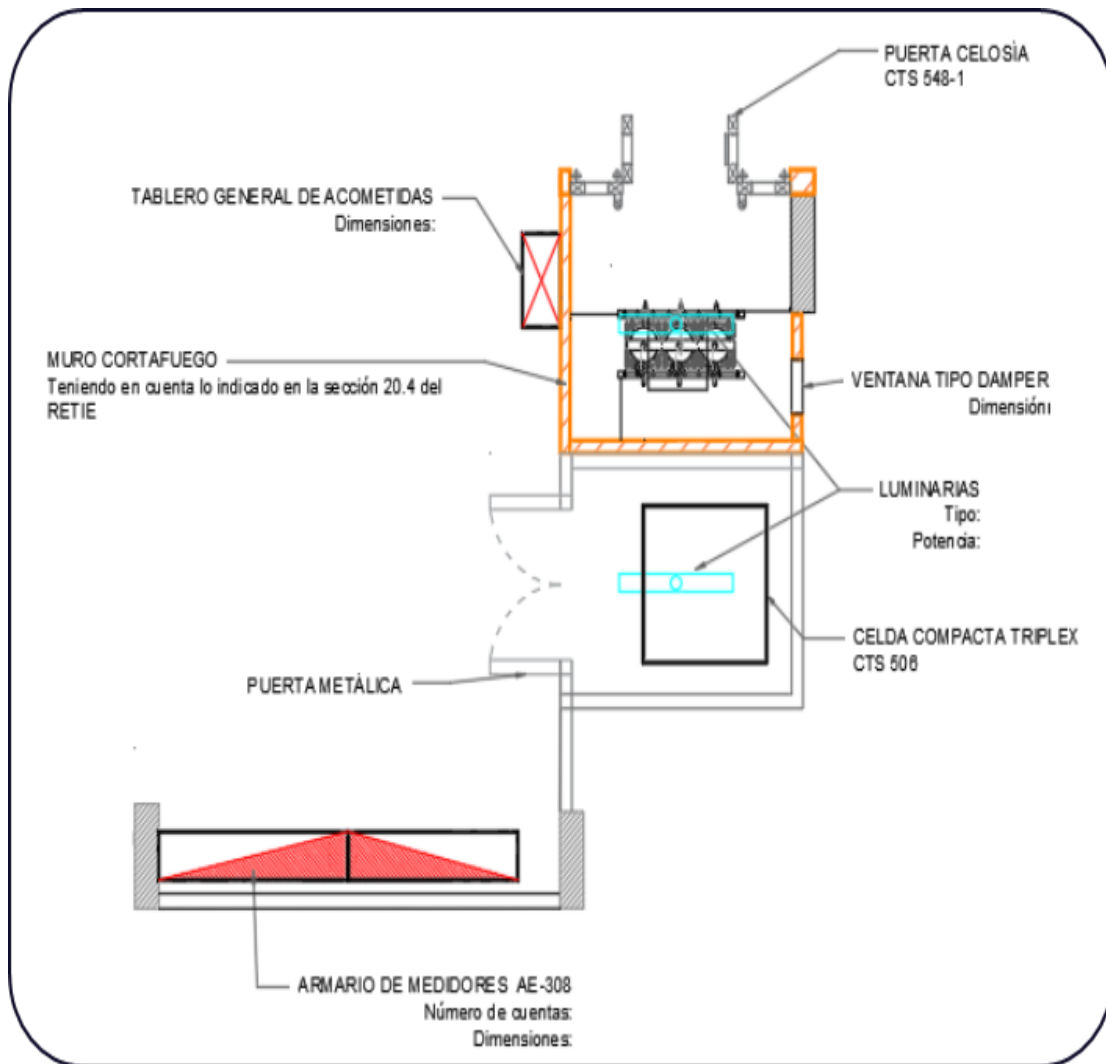
1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques se presenta al inicio de este manual. A continuación, se ilustran los bloques empleados en este tipo de plano.

NOMBRE	Símbolo
Transformador (vista planta)	
Transformador (vista lateral)	
Celda triplex (vista lateral)	
Gabinete de medidores (vista planta).	

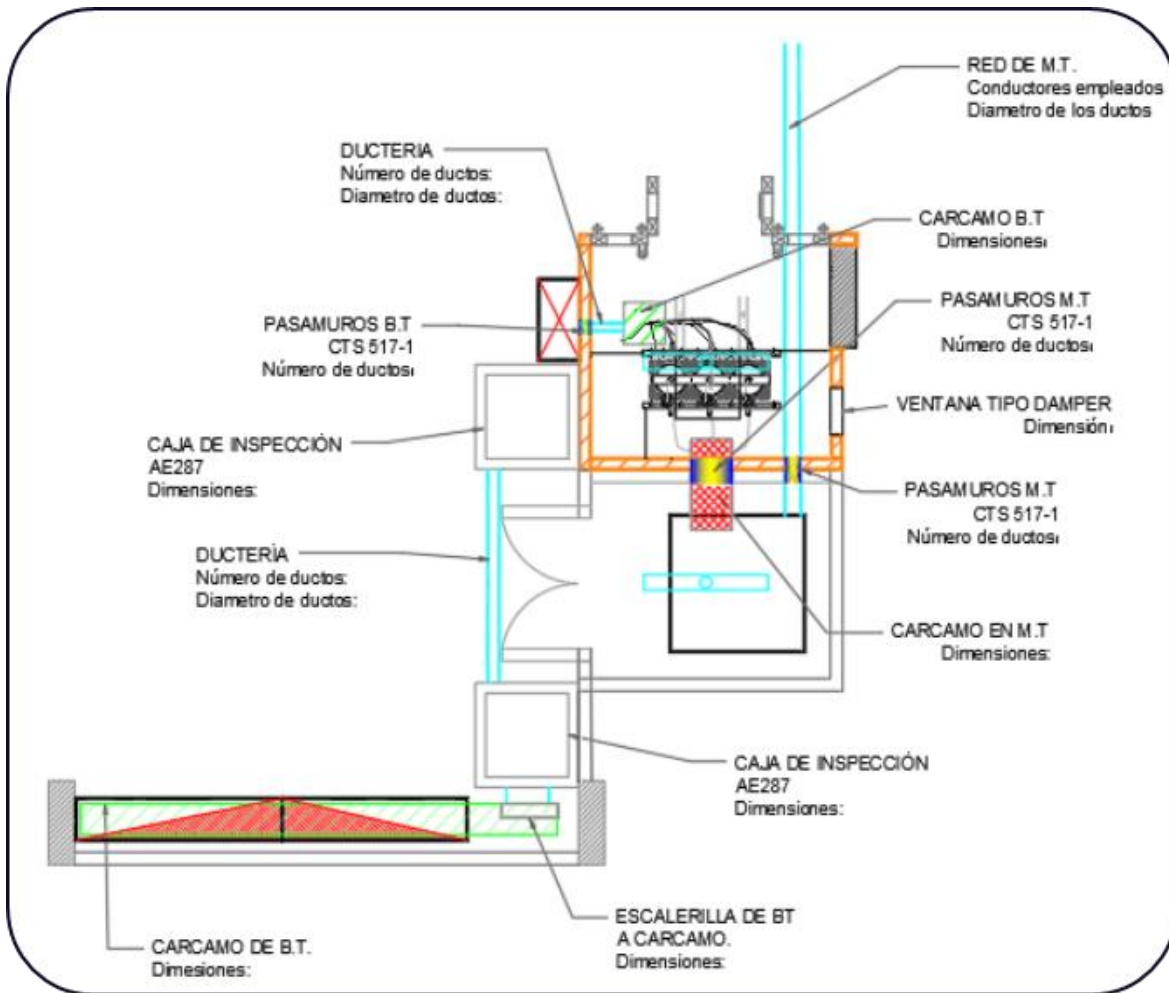
<p>Gabinete de medidores (vista frontal).</p>	
<p>Tablero general de acometida (vista planta)</p>	
<p>Escalerilla</p>	
<p>Cárcamo M.T.</p>	
<p>Cárcamo B.T</p>	
<p>Cajas de inspección</p>	
<p>Pasa muros</p>	
<p>Luminaria</p>	
<p>Ductos</p>	
<p>Puerta metálica</p>	



2. La ubicación de los bloques que representan los diferentes equipos electricos y elementos para el transporte de conductores se realiza teniendo en cuenta las distancias de seguridad y de operación como se ilustra a continuación.



Ubicación de equipos eléctricos



Ubicación de elementos para el transporte de conductores

Las distancias mínimas que se deben respetar al momento de ubicar el transformador en un cuarto eléctrico se ilustran a continuación.



En cuanto a la longitud mínima por norma para la puerta del cuarto eléctrico es de 1m, pero se recomienda **dimensionarla del mismo largo del transformador más 20 cm adicionales.**

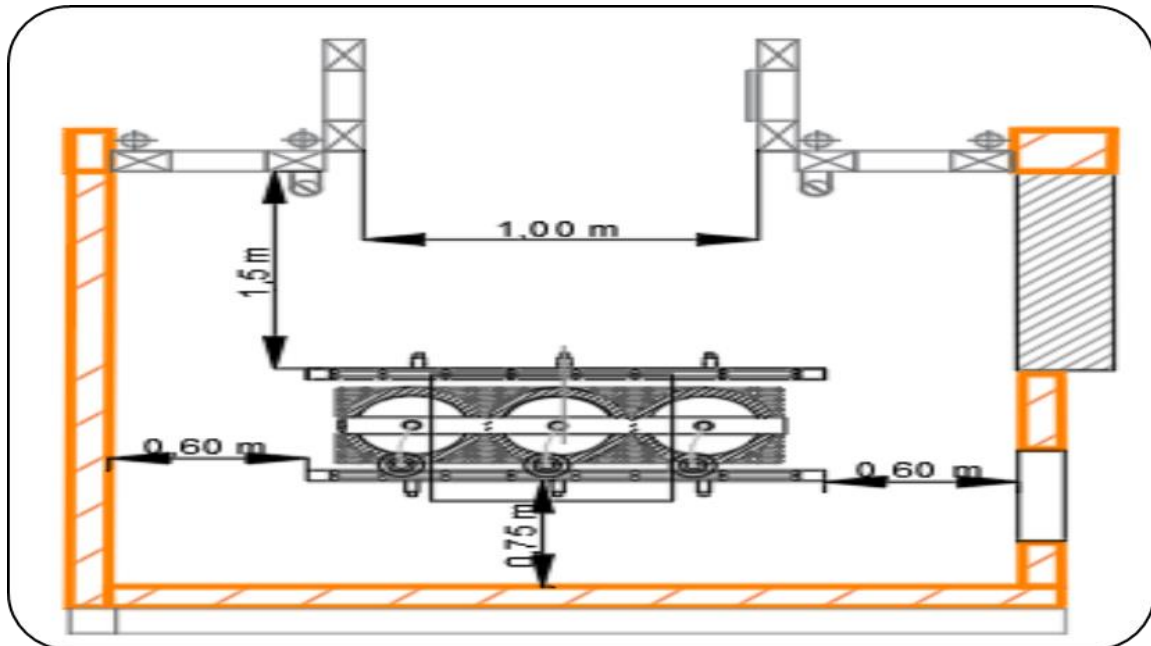
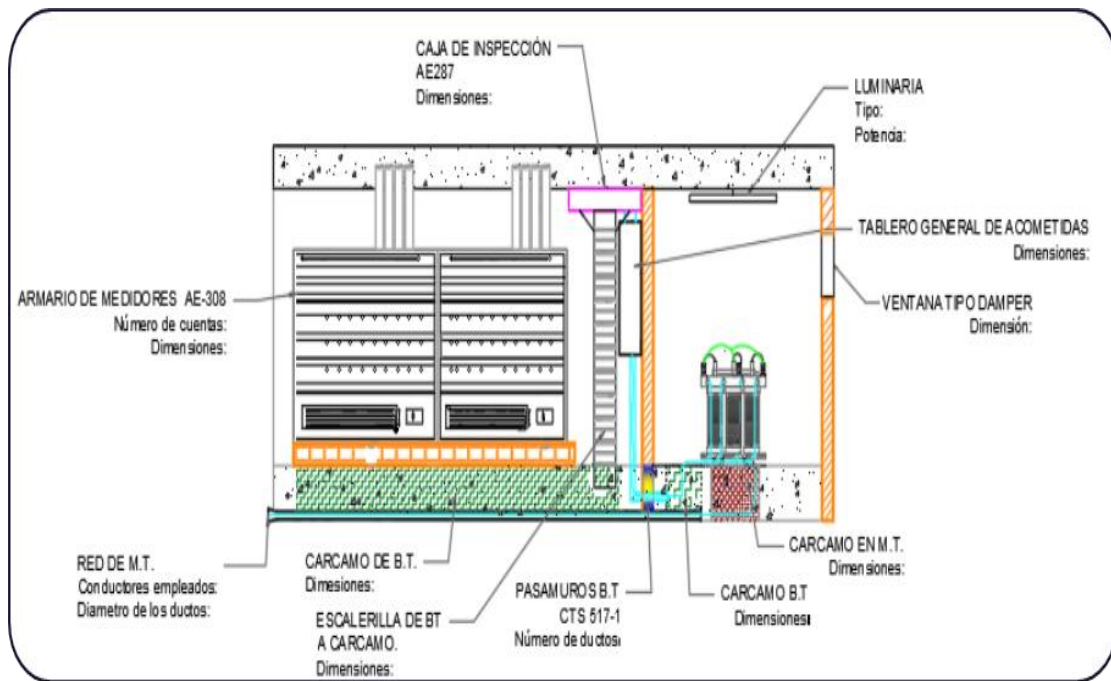


Ilustración de las distancias mínimas de seguridad para un transformador en un cuarto eléctrico

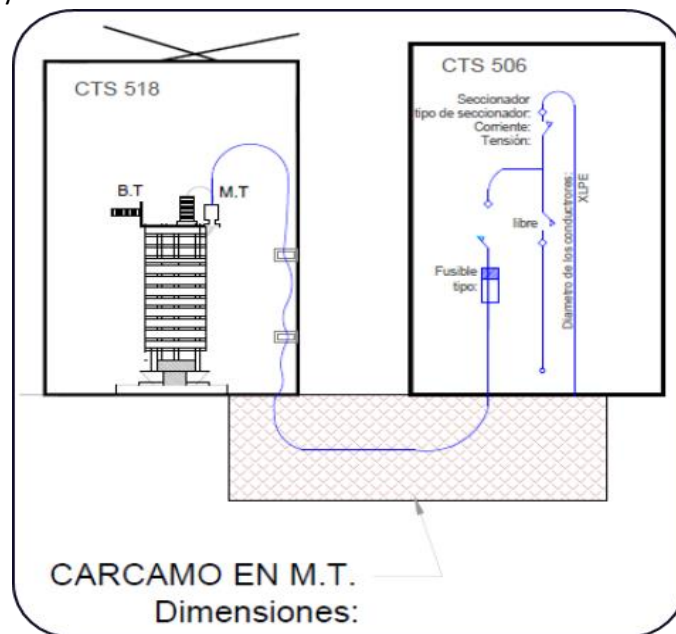
Para brindar una adecuada ilustración, se recomienda realizar vistas laterales con fin de dar a conocer cómo se interconectan los diferentes equipos electricos. En las siguientes dos graficas se muestra lo mencionado anteriormente.

1. En la primer grafica se ilustra la interconexión entre el transformador, el tablero general de acometida y armario de medidores, para ello se emplean ductos, cárcamos, escalerilla, cajas de inspección, entre otros.



Vista lateral de cuarto eléctrico ilustrando la interconexión entre el transformador el tablero general de acometida y el armario de medidores

- I. En la siguiente grafica se ilustra la interconexión por medio de un cárcamo entre el transformador y el tren de celdas.



Conexión entre la celda y transformador

• Plano del sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra brinda seguridad a las personas y es parte esencial de las instalaciones eléctricas, debido a que no permite que los humanos entren en contacto con tensiones de paso cuando ocurre una falla en el interior o exterior de la edificación, pues dirige cualquier corriente de falla o descarga atmosférica a tierra. Por tanto, es requisito que toda instalación eléctrica tipo residencial contenga un sistema de puesta a tierra.

Funciones de un sistema de puesta a tierra.






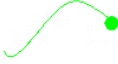
- Garantizar las condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir como referencia común al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Los requisitos generales que se deben tener en cuenta para elaborar un sistema de puesta a tierra se establecen en la sección 250 de la NTC 2050, en el artículo 15 del RETIE y en LAR 400 de CODENSA. Si la instalación a realizar contiene o necesita una subestación, se deben tener en cuenta los lineamientos de las normas NTC 6307 (sistema de puesta a tierra) la cual brinda una orientación de las condiciones de diseño y de las buenas prácticas de seguridad para la conexión del sistema de puesta a tierra. En caso de que la instalación sea tipo unifamiliar, el sistema de puesta a tierra solo se compone de un electrodo, el cual se instala cerca al medidor de energía.

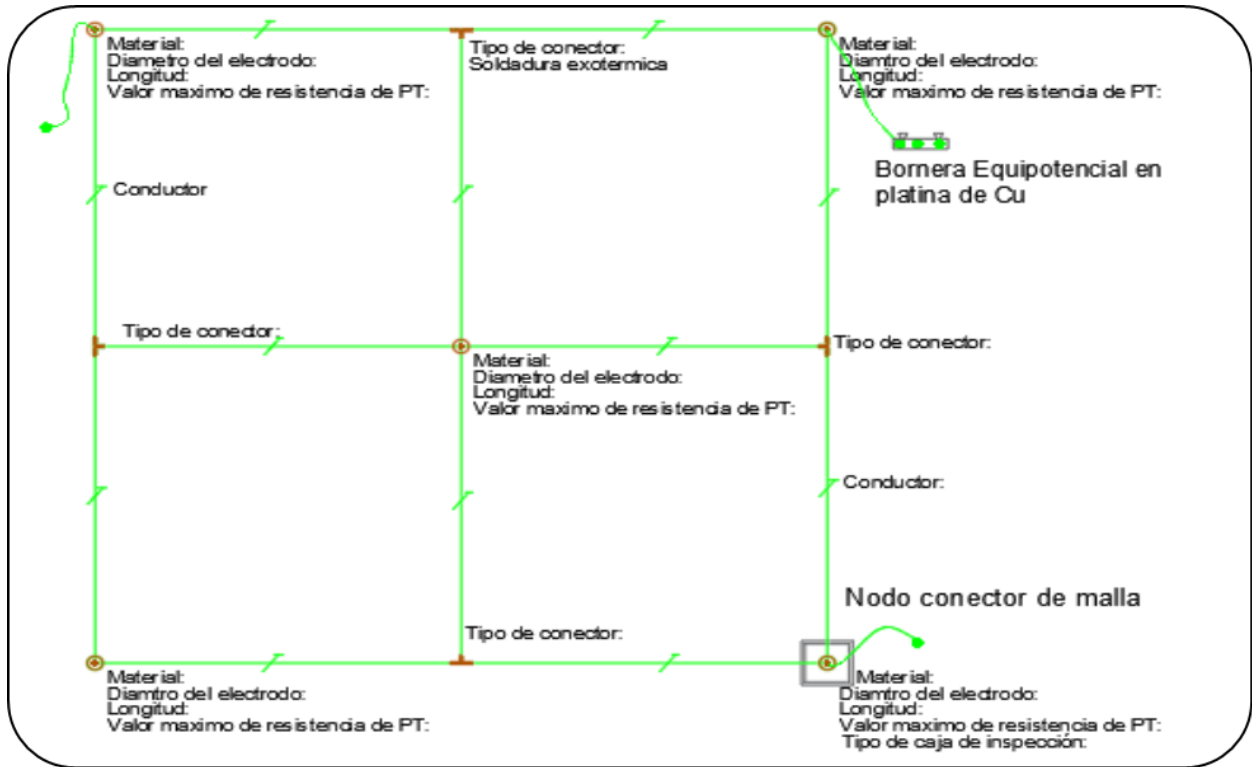
Los pasos a tener en cuenta al momento de diseñar un sistema de puesta a tierra son los siguientes:

- 1) **Elaboración de bloques requeridos.**
- 2) **Ubicación y unión de los bloques conforme lo requiera el diseño**
- 3) **Elaboración de vista de detalle.**

1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques se presenta al inicio de este manual. Los principales bloques empleados en el plano de puesta a tierra son:

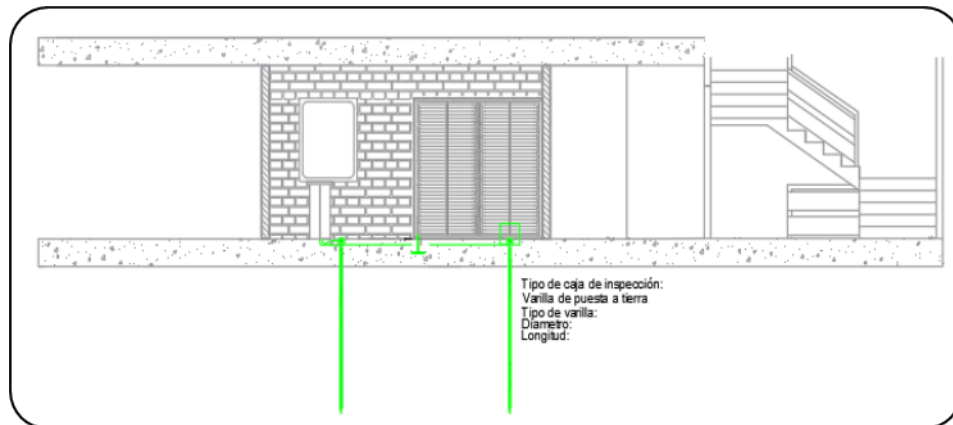
Nombre	Símbolo
Electrodo	
Conector	
Conductor tierra	
Caja de inspección	
Bornera equipotencial	
Nodo conector de malla	

2. La geometría de la puesta a tierra es variante, pues depende de factores como la resistividad del terreno, área designada para su construcción entre otros, en este caso se ilustra un sistema de puesta a tierra enmallado, conformado por 5 electrodos y una caja inspeccionable.



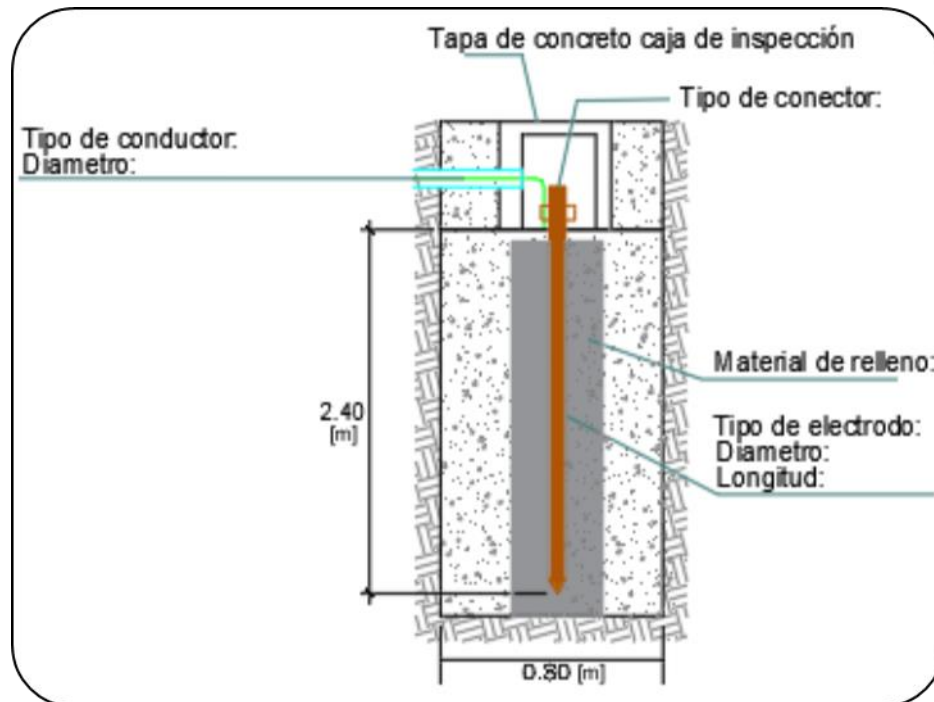
Plano del sistema de puesta a tierra

3. Es recomendable realizar una vista lateral del sistema de puesta que especifique en que zona del terreno se va a construir. a tierra y una vista de detalle del electrodo como se ilustran a continuación:



Vista lateral del sistema de puesta a tierra

También es recomendable anexar una vista en detalle del electrodo de puesta a tierra, donde se especifique como mínimo lo que aparece a continuación.



Detalles del electrodo

• **Plano del sistema integral de protección contra rayos (SIPRA)**






Este plano se realiza con el fin de ilustrar el cumplimiento del método implementado. En instalaciones eléctricas de uso final tipo residencial el método más usado es el de la esfera rodante. Por tanto, se deben ilustrar los diferentes componentes del sistema como lo son: puntas captadoras, bajantes, anillo inferior, anillo superior, anillo equipotencial (si se requiere) electrodos de puesta a tierra, entre otros.




Para consultar acerca del plano del sistema integral de protección contra rayos se recomienda: NTC 2050 sección 250, RETIE artículo 15, CODENSA, LAR 400, NTC 6307.

Los pasos que se proponen para realizar el plano del sistema integral de protección contra rayos son:

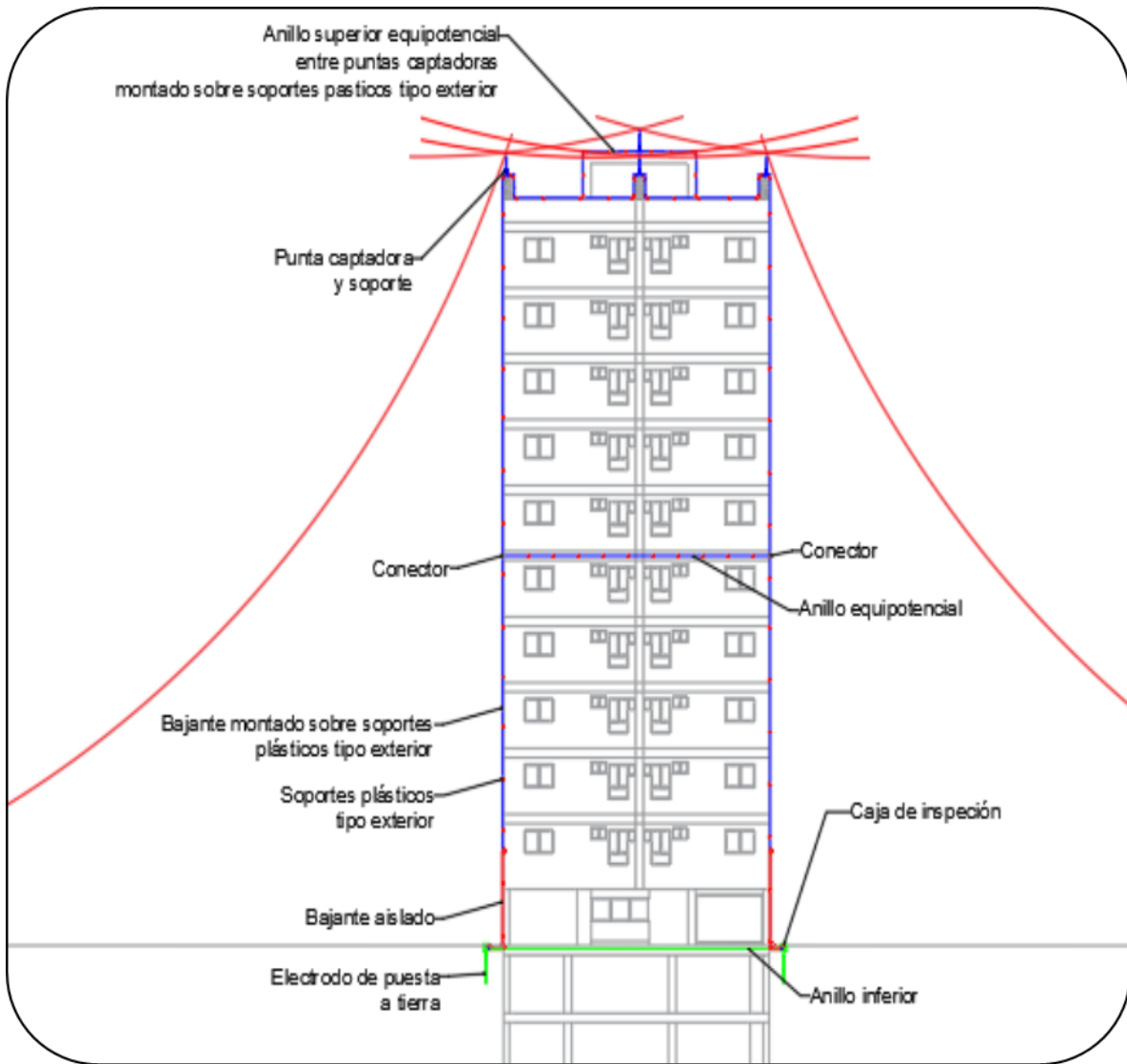
1. **Elaboración de bloques**
2. **Ubicación de los bloques.**

1. La explicación de cómo elaborar los diferentes bloques se presenta al inicio de este manual. Los bloques empleados en el plano del sistema de protección contra rayos son:

Punta captadora y soporte	
Punta captadora y soporte (vista planta)	
Soporte plástico tipo exterior	
Electrodo de puesta a tierra y caja de inspección	
Electrodo de puesta a tierra y caja de inspección (vista planta)	

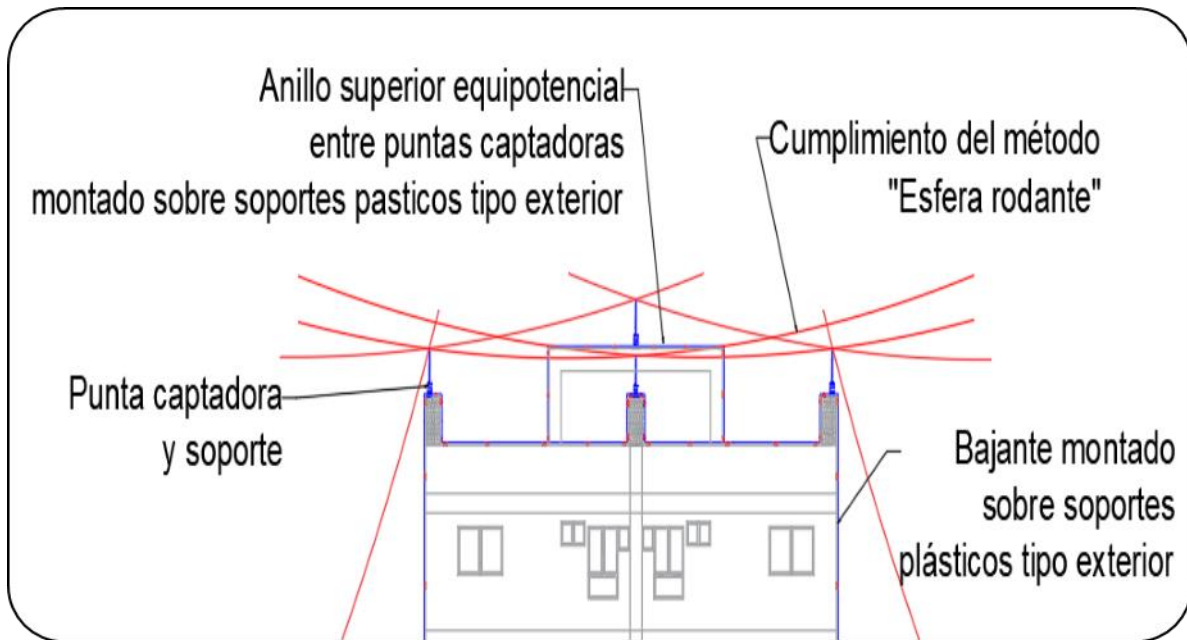
Conector	
Bajante aislado	
Bajante (vista planta)	

- 2 Al momento de ubicar los diferentes bloques se debe tener en cuenta el cumplimiento del método empleado. A continuación, se plantea un ejemplo implementando el método de la esfera rodante.



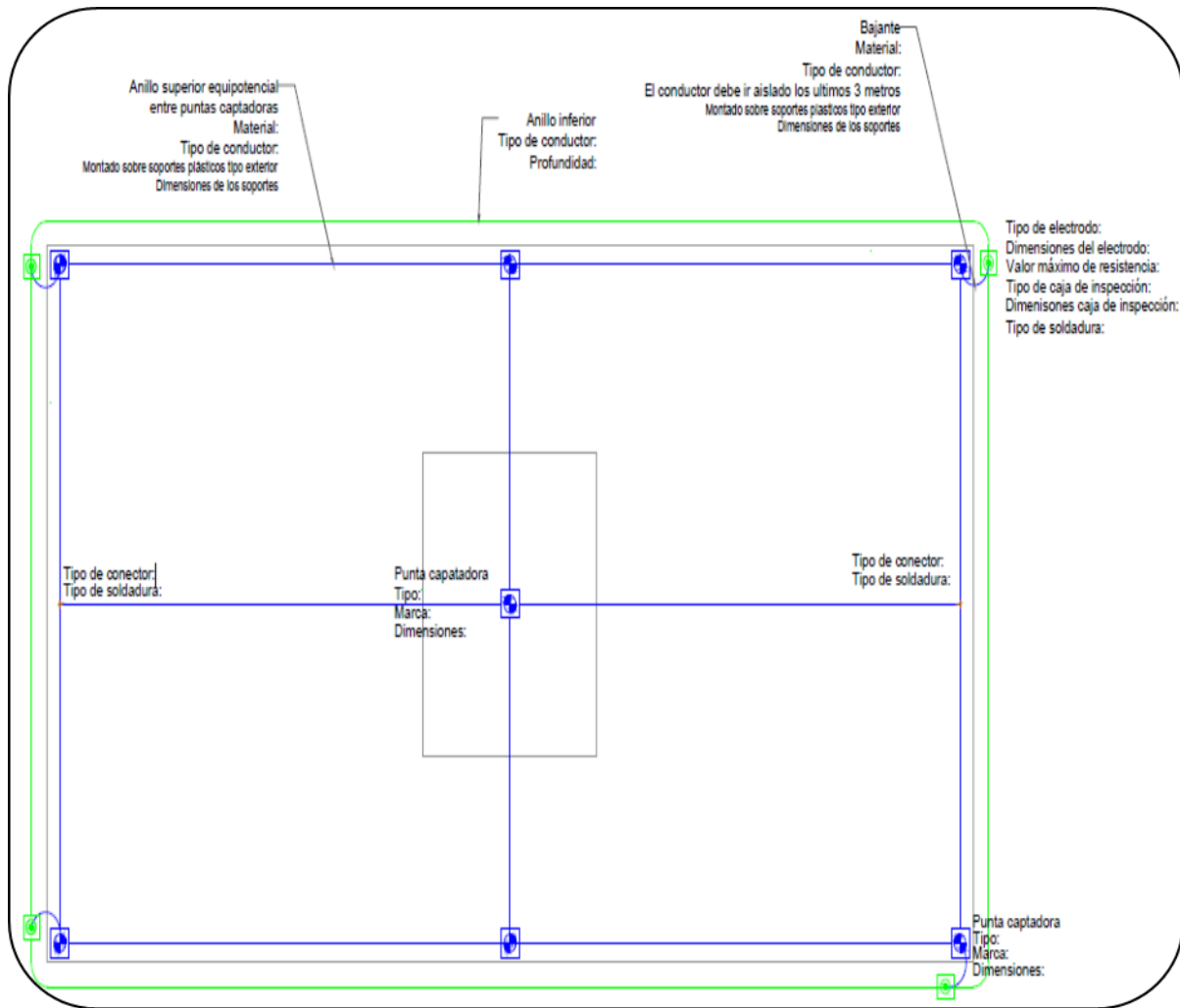
Vista frontal ilustrando el cumplimiento del método “esfera rodante”

Para ilustrar el cumplimiento del método de la esfera rodante se recomienda hacer una vista de detalle enfocando la parte alta de la instalación como se ilustra a continuación:



Cumplimiento del método en la parte superior de la edificación

En este plano se debe realizar una vista de planta con el fin de ilustrar la ubicación exacta de: las puntas captadoras, los electrodos de puesta a tierra del sistema (SIPRA), bajantes, interconexión entre las diferentes puntas captadoras, y el anillo superior interconexión entre el anillo superior y los electrodos de puesta a tierra mediante los bajantes; cabe resaltar que se deben plasmar los diferentes datos técnicos y necesarios de cada uno de los elementos empleados. A continuación, se ilustra un ejemplo de lo mencionado anteriormente.



Vista de planta ilustrando la ubicación exacta e intersección entre los diferentes elementos del sipra

NOTA:

Para la elaboración de planos eléctricos se debe considerar los siguientes aspectos generales:

- *Rótulos*
- *Escalas*
- *Formato y plegado*

En el trabajo de grado titulado ***Especificaciones Técnicas para el Desarrollo de Planos en Instalaciones Eléctricas*** (Guiorgui Dayan Bravo Bueno), capítulo 2. Se describe la forma adecuada la implementación de dichos aspectos. Este documento se encuentra disponible de forma virtual en la base de datos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander.

- **Recomendación**

Para realizar cada uno de los planos se deben tener en cuenta las exigencias de diseño establecidas por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, las normas de los operadores de red la zona donde se efectuó el proyecto, también el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público; quienes tienen como finalidad salvaguardar la vida de los seres humanos y garantizar que las instalaciones de diseñen con los requerimientos mínimos.

Apéndice B. Diagrama unifilar.

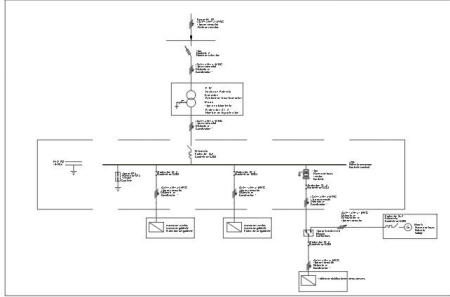
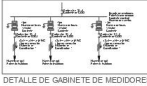



DIAGRAMA UNIFILAR TIPO RESIDENCIAL




DETALLE DE GABINETE DE MEDIDORES



DETALLE DE GABINETES DE ZONAS COMUNES

CONVENCIONES	
ALIMENTADOR DE LA INSTALACION (ARRANQUE)	
SECCIONADOR	
TRANSFORMADOR	
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (CAJA MOLDICADA)	
DPS	
BARRILE DE NEUTRO Y TIERRA	
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (ENCHUFABLE)	
GABINETE DE MEDIDORES	
MEDIDOR DE ENERGIA	
TRANSFERENCIA	
GENERADOR	

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUOLA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



DISEÑO:
ARDILA SANCHEZ ALDEMAR F.
SARMENTO CADENA DANIEL C.

PROYECTO:
MANUAL DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
USO FINAL USANDO AUTOCAD

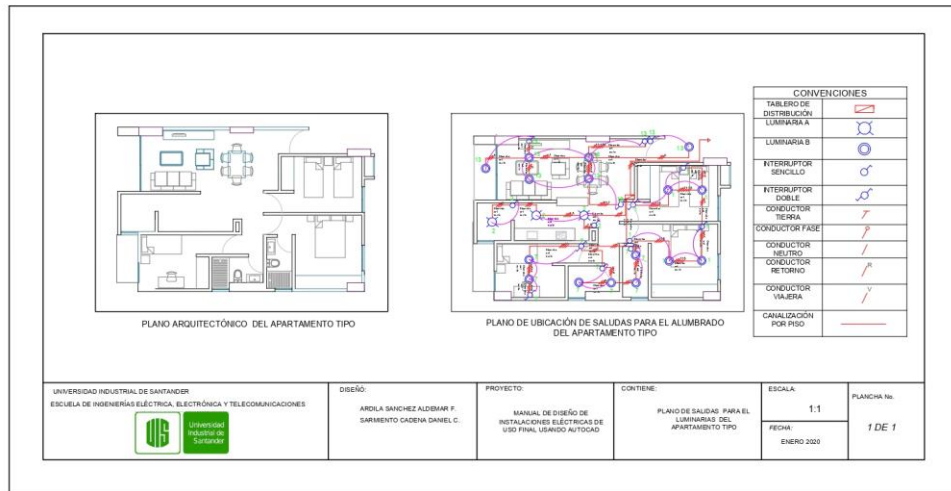
CONTIENE:
DIAGRAMA UNIFILAR TIPO
RESIDENCIAL

ESCALA:
1:1

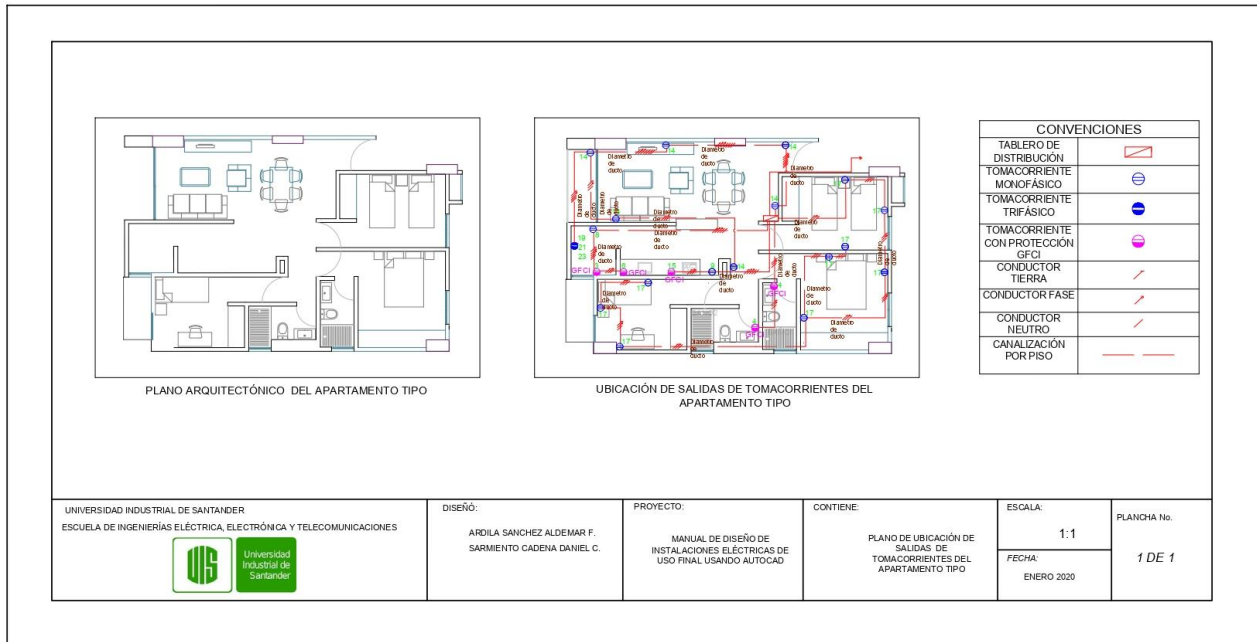
FECHA:
ENERO 2020

PLANCHAS No.
1 DE 1


Apéndice C. Plano de ubicación de salidas para alumbrado del apartamento tipo.




Apéndice D. Plano de ubicación de salidas de tomacorrientes del apartamento tipo.




Apéndice E. Plano de distribución de equipos eléctricos.



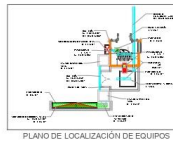
UBICACIÓN DE ELEMENTOS PARA EL TRANSPORTE DE CONDUCTORES



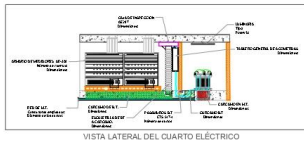
UBICACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS



CONEXIÓN DEL TREN DE CELDAS AL TRANSFORMADOR



PLANO DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS




VISTA LATERAL DEL CUARTO ELÉCTRICO

CONVENCIONES	
TRANSFORMADOR (VISTA PLANTA)	
TRANSFORMADOR (VISTA LATERAL)	
CELDA TRIPLEX (VISTA LATERAL)	
GABINETE DE MEDIDORES (VISTA PLANTA)	
GABINETE DE MEDIDORES (VISTA FRONTAL)	
TABLERO GENERAL DE ACOMETIDA (VISTA PLANTA)	
ESCALERILLA	
CARCAMO EN M.T.	

CARCAMO B.T.	
CAJA DE INSPECCIÓN (VISTA LATERAL)	
PASAMUROS	
LUMINARIAS	
DUCTO	
PUERTA METÁLICA	
PUERTA CELOSÍA	

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



DISEÑO:
ARIDLA SANCHEZ ALDEMAR F.
SARMIENTO CADENA DANIEL G.

PROYECTO:
MANUAL DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
USO FINAL USANDO AUTOCAD

CONTIENE:
PLANO DE LOCALIZACIÓN DE
EQUIPOS ELÉCTRICOS

ESCALA:
1:1

FECHA:
ENERO 2020

PLANCHA No.
1 DE 1

Apéndice F. Plano del sistema de puesta a tierra.

PLANO ARQUITECTÓNICO DEL APARTAMENTO TIPO

PLANO ARQUITECTÓNICO DEL APARTAMENTO TIPO

CONVENCIONES	
ELECTRODO (VISTA PLANTA)	
ELECTRODO (VISTA LATERAL)	
CONECTOR	
CAJA DE INSPECCIÓN	
CONDUCTOR TIERRA	
BORNIERA EQUIPOTENCIAL	
NODO CONECTOR DE MALLA	

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

DISEÑO:
ARDILA SANCHEZ ALDEMAR F.
SARMIENTO CADENA DANIEL C.

PROYECTO:
MANUAL DE DISEÑO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
USO FINAL USANDO AUTOCAD

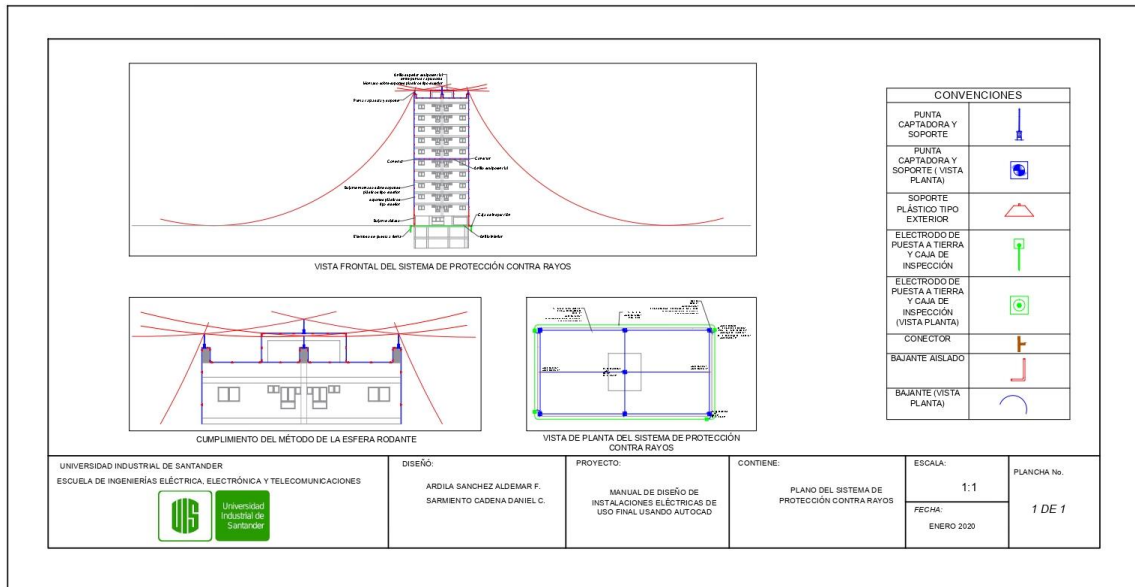
CONTIENE:
PLANO DEL SISTEMA DE
PUESTA A TIERRA

ESCALA:
1:1

FECHA:
ENERO 2020

PLANCHA No.
1 DE 1

Apéndice G. Plano del sistema de protección contra rayos.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES



DISEÑO:
 ARDILA SANCHEZ ALDEMAR F.
 SARMIENTO CADENA DANIEL C.

PROYECTO:
 MANUAL DE DISEÑO DE
 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE
 USO FINAL USANDO AUTOCAD

CONTIENE:
 PLANO DEL SISTEMA DE
 PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

ESCALA:
 1:1
 FECHA:
 ENERO 2020

PLANCHA No.
 1 DE 1