SUPERVISIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS DE ZONAS COMUNES, SUBESTACIÓN E INTERNO, DEL PROYECTO "BALCONES DEL CAMPIN II"

AUTOR: YURIDIA ENCISO PINEDA

CÓDIGO: 20131072222

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS, TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

BOGOTÁ D.C

2018

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

SUPERVISIÓN Y ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ELÉCTRICOS DE ZONAS COMUNES, SUBESTACIÓN E INTERNO, DEL PROYECTO "BALCONES DEL CAMPIN II"

AUTOR: YURIDIA ENCISO PINEDA

CÓDIGO: 20131072222

PASANTÍA ACADÉMICA DESARROLLADA EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG S.A.S., PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD

DIRECTOR: CARLOS ALBERTO AVENDAÑO AVENDAÑO

INGENIERO ELÉCTRICO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS, TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

BOGOTÁ D.C

2018

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Agradecimientos

A mi familia por su apoyo en todo el recorrido de mi carrera para poder llegar a la elaboración de la pasantía que me permitirá obtener el título anhelado.

A los profesores que me han acompañado durante el lapso de la carrera de tecnología en electricidad, porque con su tiempo y acompañamiento me han ayudado a lograr este punto final de la carrera.

A mi Tutor de Proyecto el profesor e ing. Carlos Alberto Avendaño por su acompañamiento, tiempo y dedicación para el desarrollo de este proyecto.

Al ing. Fredy barrera por permitirme contribuir con mis conocimientos en el desarrollo de los planos eléctricos del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II en donde él es el principal diseñador, y por su acompañamiento durante el desarrollo del proyecto.

A la empresa CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG S.A.S. por brindarme la oportunidad de contribuir en el desarrollo de su proyecto BALCONES DEL CAMPIN II.

Contenido

Introducción……..15

Resumen……16

Objetivos…….....17

Glosario……18

Definiciones y siglas……..18

Capítulo 1…….....23

1.1 CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG SAS……...23

1.2 Proyecto Balcones Del Campin II……23

1.3 Normatividad Aplicable…….....25

1.3.1 Diseño De Las Instalaciones Eléctricas……..25

1.3.1.1 Diseño Detallado……26

1.3.1.2 Diseño Simplificado……27

1.3.2 Simbología Reglamentada……28

1.3.3 Circuitos Ramales……...29

1.3.4 Acometida Eléctrica……29

1.3.5 Conductores Eléctricos…….....30

1.3.5.1 Calibre De Los Conductores……..…..31

1.3.5.2 Código De Colores Para Los Conductores Eléctricos……..31

1.3.5.3 Capacidad De Corriente Por Los Conductores Eléctricos……...32

1.3.5.4 Máximo Número De Conductores Admisibles Por Tubería Conduit PVC.33

1.3.5.5 Caída De Tensión En Los Conductores Eléctricos……..…34

1.3.6 Sistema Puesta A Tierra (SPT)……35

1.3.7 Ubicación De Las Cargas Eléctricas……...36

1.3.7.1 Salidas De Tomacorriente En Unidades De Vivienda……..36

1.3.7.1.1 Tomacorrientes Para Artefactos En Mostradores……37

1.3.7.2 Cuartos De Baño……37

1.3.7.3 Zona De Lavandería Y Planchado……...38

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.7.4 Recibidores Y Zonas Similares……38
1.3.7.5 Carga De Los Tomacorrientes……..38
1.3.7.6 Salidas Para Alumbrado……38
1.3.7.7 Calculo De Los Niveles De Iluminación……..……40
1.3.7.7.1 Datos De Entrada……40
1.3.7.7.2 Cálculos……45
1.3.7.7.3 Emplazamiento De Las Luminarias……46
1.3.7.7.4 Comprobación De Los Resultados……..47
1.3.8 Instalación De Tomacorrientes, Interruptores Y Salidas De Alumbrado...48
1.3.9 Carga Permitida……..49
1.3.10 Distribución De Los Circuitos Ramales……..49
1.3.11 Calculo De Los Circuitos Alimentadores……49
1.3.11.1 Tensiones……49
1.3.11.2 Calculo De Los Circuitos Ramales……..49
1.3.11.3 Circuitos Ramales Necesarios……..50
1.3.12 Tipos De Proyectos Ante El Operador De Red (CODENSA)……..51
1.3.12.1 Documentación Requerida Para Los Diferentes Tipos De Proyectos……52
1.3.12.2 Documentación Técnica……52
1.3.13 Presentación De Diseños CODENSA……53
1.3.14 Rotulo Para Plano Serie 3……58
1.3.14.1 Sección A. Área De Dibujo……60
1.3.14.2 Sección B. Cajetín Vertical……...60
1.3.14.3 Sección C. Cajetín horizontal……60

Capítulo 2……64

2.1 Análisis De Los Planos Existentes Del Proyecto BALCONES DEL CAMPIN II……..64

2.1.1 Tipo De Diseño Implementado En El Proyecto……64
2.1.2 Diseño De La Instalación Eléctrica Interna (Iluminación)……...64
2.1.3 Diseño De La Instalación eléctrica Interna (Tomacorrientes)……65
2.1.4 Pasos Para Corregir Las Faltas En Los Diseños Eléctricos……...67

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

2.1.4.1 Recorrido Por La Zona Interna De Cada Apartamento……67
2.1.4.2 Corrección De Las Faltas En El Plano Existente……..68
2.1.4.3 Elaboración De Los Planos En AutoCAD……...69
2.1.5 Plano Eléctrico De La Zona Común Del Segundo Piso (Corredor)……...75
2.1.6 Presentar Los Planos Ante El Ing. Para Su Debida Aprobación……77
2.1.7 Entregar Los Planos Aprobados Por El Ing. A Los Técnicos Electricistas……77
2.2 Análisis Del Diseño Eléctrico Serie 3……..78
2.2.1 Paso A Pasa Para La Verificación De La Información Relacionada En El Plano Serie 3 Del Proyecto BALCONES DEL CAMPIN II……...78
2.2.2 Correcciones Que Condensa Solicito Realizar Al Plano Serie 3……..87
2.2.3 Radicación Nuevamente Del Plano Serie 3 Ante CODENSA ……..96

Capítulo 3……97

3.1 Resultados De Obra Obtenidos……...97
3.1.1 Ductos A Ángulos De 90°……97
3.1.2 Sistema Puesta A Tierra En Los Tomacorrientes……97
3.1.3 Empalme Para La Derivación De Circuitos……..98
3.1.4 Instalación De Los Tableros De Distribución……99
3.1.5 Puesta A Tierra Para Cajas Metálicas……100
3.1.6 Puesta A Tierra Para La Subestación……101

Conclusiones y recomendaciones……103

Bibliografía……..104

Anexos……..105

ANEXO A: Cuadro De Cargas Para Cada Uno De Los Paramentos……..106

ANEXO B: Planos Eléctricos (Instalación Interna, Zona Común Y Serie 3)……..107

ANEXO C: Memoria De Cálculos Para El Plano Serie 3 (Autoría Del Ing. Fredy Barrera)……108

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

ANEXO D: Listas De Verificación……109

ANEXO E: evaluación contra rayos del proyecto Balcones Del Campin II……110

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Índice de tablas

Tabla 1. Principales símbolos eléctricos……..28

Tabla 2. Código de colores para los conductores eléctricos……31

Tabla 3. Capacidad de corriente por los conductores eléctricos……32

Tabla 4. Requisitos de los circuitos ramales……32

Tabla 5. Protección contra sobrecorriente de circuitos de baja tensión……33

Tabla 6. Numero de conductores permisibles por tubo Conduit PVC tipo A……33

Tabla 7. Longitud máxima del circuito para que la caída de voltaje sea del 3%.....34

Tabla 8. Niveles de iluminación recomendados por Engineering Society y la Sociedad Mexicana de ingeniería de Iluminación……39

Tabla 9. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades……39

Tabla 10. Niveles de iluminación recomendados……...41

Tabla 11. Tipos de lámparas más comunes……...41

Tabla 12. Alturas de suspensión……...43

Tabla 13. Índice del local……43

Tabla 14. Coeficientes de reflexión……..44

Tabla 15. Factor de utilización……..44

Tabla 16. Factor de mantenimiento……..45

Tabla 17. Tabla de equivalencias en lumen……47

Tabla 18. Altura mínima para salidas de tomacorrientes y alumbrado……...48

Tabla 19. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación……..50

Tabla 20. Tipos de proyectos……51

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 21. Documentos generales para presentación de proyectos……52

Tabla 22. Documentos específicos para presentación de proyectos……..52

Tabla 23. Documentación técnica……53

Tabla 24. Localización general de redes de M.T, B.T y A.P……55

Tabla 25. Planta general de ubicación proyectada……55

Tabla 26. Diagrama unifilar existente……..55

Tabla 27. Diagrama unifilar proyectado……..56

Tabla 28. Cortes……..56

Tabla 29. Medidores……...56

Tabla 30. Transformadores de potencial PT´S……...57

Tabla 31. Transformadores de corriente CT´S……57

Tabla 32. Llamados de atención……...57

Tabla 33. Listados de equipos……..58

Tabla 34. Cuadro de equivalencias……..58

Tabla 35. Información sub-cajetín 1……61

Tabla 36. Información sub-cajetín 2……61

Tabla 37. Información sub-cajetín 3……62

Tabla 38. Información sub-cajetín 4……62

Tabla 39. Información sub-cajetín 5……63

Tabla 40. Información sub-cajetín 6……63

Tabla 41. Información sub-cajetín 7……63

Tabla 42. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación (unidades de vivienda)...73

Tabla 43. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación (zonas comunes)……..76

Tabla 44. Verificación de los requisitos para la localización general de redes de M.T, B.T y A.P……..92

Tabla 45. Verificación de los requisitos para la planta general de ubicación proyectada……...92

Tabla 46. Verificación de los requisitos para el diagrama unifilar proyectado……..93

Tabla 47. Verificación de los requisitos para los cortes A-A´ y B-B´……..93

Tabla 48. Verificación de los requisitos para los medidores……94

Tabla 49. Verificación de los requisitos para los transformadores de potencial PT´S…94

Tabla 50. Verificación de los requisitos para los llamados de atención……94

Tabla 51. Verificación de los requisitos para los transformadores de corriente CT´S…95

Tabla 52. Verificación de los requisitos para el listado de equipos……...95

Tabla 53. Verificación de los requisitos para el cuadro de equivalencias de conductores……95

Tabla 54. Ventajas y desventajas de contar con una planeación adecuada……....102

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla de contenido de imágenes

Imagen 1. a) Logo de la empresa Constructora los Balcones Ollg SAS y b) ubicación de la empresa……23

Imagen 2. Logo proyecto Balcones del Campin II……..24

Imagen 3. Ubicación del proyecto Balcones del Campin II……..24

Imagen 4. Fachada del proyecto Balcones del Campin II……25

Imagen 5. Circuito ramal……29

Imagen 6. Acometida eléctrica……..30

Imagen 7. Tipo de conductores……30

Imagen 8. Calibre de conductores……...31

Imagen 9. Sistemas de puesta a tierra dedicada e interconectada……35

Imagen 10. Sistemas de puesta a tierra prohibidos en un mismo edifico……36

Imagen 11. Método para calcular los lúmenes……...40

Imagen 12. Sistema de alumbrado……...42

Imagen 13. Altura de suspensión……42

Imagen 14. Emplazamiento de las luminarias……46

Imagen 15. Distancia máxima entre separación de luminarias……46

Imagen 16. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado……48

Imagen 17. Forma de presentar el diseño serie 3 M.T/M.T o M.T/B.T según CODENSA……...54

Imagen 18. Rotulo para planos serie 3……58

Imagen 19. Cajetín vertical del rotulado del plano serie 3……59

Imagen 20. Cajetín horizontal del rotulado del plano serie 3……..60

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 21. Sub-cajetines 1 al 3……...61

Imagen 22. Sub-cajetines del 4 al 7……62

Imagen 23. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (iluminación)…64

Imagen 24. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (iluminación, imagen acercada)……65

Imagen 25. . Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (tomacorrientes)……..66

Imagen 26. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (tomacorrientes, imagen acercada)……...66

Imagen 27. Recorrido por cada uno de los parámetros……67

Imagen 28. Corrección de la instalación eléctrica interna de cada apartamento (iluminación)……68

Imagen 29. Corrección de la instalación eléctrica interna de cada apartamento (iluminación)……69

Imagen 30. Ubicación de tomacorrientes……70

Imagen 31. Ubicación de luminarias e interruptores……71

Imagen 32. Distribución de los ductos y conductores (piso y pared)……72

Imagen 33. Distribución de los ductos y conductores (techo)……72

Imagen 34. Cuadro de cargas apartamento 201……75

Imagen 35. Diseño eléctrico corregido en AutoCAD (iluminación interna y zona común)……76

Imagen 36. Diseño eléctrico corregido en AutoCAD (tomacorrientes interna y zona común)……77

Imagen 37. Localización general de redes de M.T, B.T. y A.P……..78

Imagen 38. Localización de redes de media tensión……79

Imagen 39. Planta subestación……80

Imagen 40. Diagrama unifilar proyectado parte 1……81

Imagen 41. Diagrama unifilar proyectado parte 2……82

Imagen 42. Corte A-A´ de la subestación……82

Imagen 43. Corte B-B´ de la subestación……83

Imagen 44. Medidores……83

Imagen 45. Características de los medidores……84

Imagen 46. Transformador de potencial……84

Imagen 47. Transformador de corriente……85

Imagen 48. Llamados de atención……85

Imagen 49. Listado de equipos……86

Imagen 50. Cuadro de equivalencia de conductores……86

Imagen 51. Corrección #1 ubicación de equipo para macromedida……87

Imagen 52. Solución a la observación #1……87

Imagen 53. Corrección #2 distancia mínima de la caja de inspección……88

Imagen 54. Solución a la observación #2……88

Imagen 55. Corrección #3 corte B-B´……89

Imagen 56. Solución a la observación #3……89

Imagen 57. Corrección #4 numeración de equipos……90

Imagen 58. Solución a la observación #4……90

Imagen 59. Corrección #5 ubicación del equipo de la macromedida……91

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 60. Solución al observación #5……..91

Imagen 61. Ductos ángulos de 90°……97

Imagen 62. Sistema puesta a tierra en los tomacorrientes……..98

Imagen 63. Empalme para la derivación de los circuitos……..98

Imagen 64. Tablero de distribución……..99

Imagen 65. Puesta a tierra para las cajas metálicas……100

Imagen 66. Puesta a tierra subestación……

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Introducción

La elaboración de los diseños eléctricos son una parte fundamental que exigen las normas NTC 2050 RETIE y CODENSA para llevar a cabo el desarrollo de una instalación eléctrica, la parte de la construcción de la misma es importante tenerla muy bien presente antes de comenzar su elaboración. Pues, de no ser así el riesgo de cometer errores es inminente. Es por ello que se debe contar con una planeación completa de la instalación, en donde los técnicos electricistas a la hora de comenzar la obra de la misma no tengan inconvenientes que lleven a la demora y gastos adicionales del proyecto.

Para el caso de este proyecto se pretende analizar y corregir los planos eléctricos exigentes de: la instalación eléctrica interna *(segundo piso),* zonas comunes *(segundo piso)* y subestación *(sótano)* del proyecto **BALCONES DEL CAMPIN II.** Es un proyecto residencial el cual cuenta con 48 apartamentos, sótano, semisótano, terraza, etc.

Para el desarrollo del proyecto es necesario realizar un recorrido por cada sitio de interés a analizar, con el fin de corregir los problemas presentados por los técnicos electricistas por la falta de un diseño eléctrico completo de la instalación eléctrica.

Es importante que los futuros egresados de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas tengan conocimiento de la correcta elaboración de los diseños eléctricos no solo de la parte residencial o baja tensión, sino de cualquier diseño eléctrico. Porque son estos diseños los encargados de que los proyectos sean realizados dentro de los parámetros permitidos sin demoras adicionales.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Resumen

El siguiente documento hace referencia a la experiencia de realizar una pasantía en el marco de la investigación y ejecución de diversas tareas que conforman la tecnología en electricidad. El informe de pasantía hace relación con respecto a la indagación respecto a normatividad vigente, hallazgos de inconformidades presentadas respecto a las normas relacionadas, implementación de procesos y procedimientos que han sido llevados en el transcurso de la pasantía, conclusiones y recomendaciones en base de lo encontrado en la ejecución del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II dirigido por la empresa CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG SAS. Dicha pasantía es desarrollada por la empresa en convenio con la Universidad Distrital F. J. de C. específicamente con el proyecto de tecnología en electricidad, señalando que el objetivo principal para el desarrollo de la pasantía es:

- Realizar una propuesta de diseño e implementación del plano eléctrico de la instalación interna y zona común del segundo piso, de igual manera en la subestación del proyecto “Balcones del campin II” (residencial) basándose en normativa vigente colombiana.

Para dar solución a nuestro objetivo dicho trabajo se divide en 3 capítulos los cuales son basados en la experiencia de la pasante en el trascurso del desarrollo de la investigación. En donde el primer capítulo se centra en el marco de referencias donde se relaciona la normatividad aplicada conforme al tipo de diseño eléctrico. El segundo capítulo se centra en el desarrollo de cada una de las inconformidades halladas en los planos eléctricos analizados y el tercer capítulo se centra en los resultados obtenidos en el terreno donde fueron ejecutados dichos planos ajustados según las normas establecidas. Adicional a ello, se encuentra una parte de anexo en donde se relacionan los planos finales *(instalación interna, zona común y serie*), los cuadros de carga, memorias de cálculo y listas de verificación según la norma.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Objetivos

General

Realizar una propuesta de diseño e implementación del plano eléctrico de la instalación interna y zona común del segundo piso, de igual manera en la subestación del proyecto “Balcones del campin II” (residencial) basándose en normativa vigente colombiana.

Específicos

- Presentar una propuesta del porque es necesario contar con una previa planeación a la hora de realizar una instalación eléctrica interna, en zonas comunes y subestación, de un proyecto residencial.

- Realizar un recorrido por el área en donde se está ejecutando la instalación eléctrica interna de los apartamentos, (segundo piso) realizando las correcciones pertinentes.

- Elaborar el plano eléctrico de la instalación interna y zona común de los apartamentos (Segundo piso) con las debidas correcciones en AutoCAD.

- Presentar el plano eléctrico del interior y zona común de los apartamentos debidamente corregido y elaborado ante la empresa.

- Realizar un recorrido por el área en donde se está ejecutando la instalación eléctrica de la subestación (sótano) realizando las correcciones pertinentes.

- Elaborar el plano eléctrico de la subestación (sótano) con las debidas correcciones en AutoCAD.

- Presentar el plano eléctrico de la subestación debidamente corregido y elaborado ante la empresa.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Glosario

DEFINICIONES Y SIGLAS

Definiciones

- ACOMETIDA ELÉCTRICA*

Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

- ANÁLISIS DE RIESGOS*

Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

- CAPACIDAD DE CORRIENTE*

Corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

- CAPACIDAD O POTENCIA INSTALADA*

También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

- CARGA CONTINUA*

Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

- CARGA ELÉCTRICA*

La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

- CIRCUITO ELÉCTRICO*

Lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

- CIRCUITO RAMAL*

Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

- CONDUCTOR A TIERRA*

También llamado conductor del electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra.

- CONDUCTOR NEUTRO*

Conductor activo conectado intencionalmente al punto neutro de un transformador o instalación y que contribuye a cerrar un circuito de corriente.

- CONDUCTOR ACTIVO*

Aquella parte destinada, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal.

- CONDUIT*

Tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

- CORRIENTE ELÉCTRICA*

Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

- EDIFICIO ALTO*

Es aquel que supera los 28 metros de altura, medidos desde el nivel donde puede acceder un vehículo de bomberos, según el Código de Sismo Resistencia.

- FASE*

Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que va a estar energizado durante el servicio normal.

- ILUMINANCIA*

Es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

- INTERRUPTOR AUTOMÁTICO*

Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada.

- INSTALACIÓN ELÉCTRICA*

Conjunto de aparatos eléctricos, conductores y circuitos asociados, previstos para un fin particular: Generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica.

- NTC 2050*

Partiendo de la misma NTC 2050 el objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.

- OPERADOR DE RED*

Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

- PLANO ELÉCTRICO*

Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

- RAYO*

La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

- RETIE*

El RETIE tiene como objetivo establecer las medidas necesarias para garantizar la seguridad de las personas, vida animal y vegetal de igual manera la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la electricidad.

- SÍMBOLO*

Imagen o signo que describe una unidad, magnitud o situación determinada y que se utiliza como forma convencional de entendimiento colectivo.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)*

Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

- SOBRECORRIENTE*

Corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

- SOBRETENSIÓN*

Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

- SUBESTACIÓN*

Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

- TABLERO*

Encerramiento metálico o no metálico donde se alojan elementos tales como aparatos de corte, control, medición, dispositivos de protección, barrajes, para efectos de este reglamento es equivalente a panel, armario o cuadro.

Siglas

A.P: Red de alumbrado público

B.T: Red de baja tensión

C.T: Transformador de corriente

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas

M.T: Red de media tensión

N.T.C: Norma Técnica Colombiana

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Publico

PO: Provisional de Obra

P.T: Transformador de potencial

S0: Diseño Serie 0

S1: Diseño Serie 1

S3: Diseño Serie 3

S4: Diseño Serie 4

S5: Diseño Serie 5

S6: Diseño Serie 6

S.P.T: sistema de puesta a Tierra

T.D: Tablero de Distribución

T.G.A: Tablero General de Acometida

**: Las definiciones mostradas son obtenidas del RETIE en su artículo 3: definiciones y la norma NTC 2050 en su sección de definiciones*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Capítulo 1

1.1 CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG S.A.S.

La empresa CONSTRUCTORA LOS BALCONES OLLG S.A.S. se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá. Donde su domicilio es diagonal 61 d bis 24 27. Como se observa en la imagen 1.
La forma jurídica de Constructora Los Balcones Ollg S.A.S es Sociedad por acciones simplificada y su principal actividad es **"*Construcción de edificios residenciales*"**.

Imagen 1. a) Logo de la empresa Constructora Los Balcones Ollg S.A.S y **b)** ubicación de la empresa en la ciudad de Bogotá



a) **b)**

Fuente: *a) (S.A.S, Constructora los Balcones OLLG, 2000) y b) Google Maps*

1.2 PROYECTO BALCONES DEL CAMPIN II

El proyecto balcones del campin II se encuentra ubicado cerca de galerías, coliseo el campin y grandes avenidas como la carrera 30, la carrera 24, calle 63, bancos, Colsubsidio calle 63, lo cual es un sector estratégico de la ciudad.

Es un proyecto residencial, el cual cuenta con 48 apartamentos que van desde los 31.69 m^2 a los 118.45 m^2 los cuales a su vez cuentan con sótano, semisótano, terraza, entre otros lugares. En la imagen 2 se visualiza el logo de dicho proyecto y en la imagen 3 la ubicación exacta del mismo.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 2. Logo proyecto BALCONES DEL CAMPIN II

Fuente: *(Constructora Los Balcones, 2018)*

Imagen 3. Ubicación del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II



Fuente: *(Constructora Los Balcones, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 4. Fachada del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II



Fuente: *(Constructora Los Balcones, 2018)*

En la *imagen 4*. Podemos observar la magnitud del proyecto que se está llevando a cabo, lo cual es indispensable que para su desarrollo total se cuente con una planeación pertinente de cada una de las áreas correspondientes, para el desarrollo de la pasantía nos centraremos en el área eléctrica específicamente en los planos eléctricos existentes de la instalación eléctrica interna, zonas comunes *(segundo piso)* y subestación *(sótano)*.

1.3 NORMATIVIDAD APLICABLE

1.3.1 Diseño de las instalaciones eléctricas

El RETIE (2013) en su artículo 10: *Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas* dice:

> *"Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación".*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

A continuación se hace referencia a cada uno de los diseños citados en el presente reglamento.

Nota: los siguientes ítems son tomados del RETIE (2013) artículo 10: Requerimientos de las instalaciones eléctricas, (págs. 49-50).

1.3.1.1 Diseño Detallado

El diseño detallado debe ser ejecutado por ingenieros especializados con el tipo de obra a elaborar y la competencia concedida por su matrícula profesional conforme a las leyes 51 de 1986 y 842 de 2003. La magnitud del proyecto depende de la profundización de cada uno de los siguientes ítems (*obtenidos del RETIE 2013*).

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 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
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, capítulo 9 o equivalente.
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
n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, 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.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

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.

1.3.1.2. Diseño Simplificado.

Este diseño lo puede realizar un ingeniero o tecnólogo dependiendo del alcance de su matrícula profesional.

El diseño simplificado se aplica para los siguientes casos:

a) Instalaciones eléctricas de vivienda unifamiliar o bifamiliares y pequeños comercios o pequeñas industrias de capacidad instalable mayor de 7 kVA y menor o igual de 15 kVA, tensión no mayor a 240 V, no tengan ambientes o equipos especiales y no hagan parte de edificaciones multifamiliares o construcciones consecutivas objeto de una misma licencia o permiso de construcción que tengan más de cuatro cuentas del servicio de energía y se especifique lo siguiente:

- Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- Diseño del sistema de puesta a tierra.
- Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.
- Cálculos de canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canaletas, electroductos).
- Cálculos de regulación.
- Elaboración de diagramas unifilares.
- Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- Establecer las distancias de seguridad requeridas.

b) Ramales de redes aéreas rurales de hasta 50 kVA y 13,2 kV, por ser de menor complejidad. El diseño simplificado debe basarse en especificaciones predefinidas por el operador de red y cumplir lo siguiente:

- Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- Diseño de puesta a tierra.
- Protecciones contra sobrecorriente y sobretensión.
- Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- Especificar las distancias mínimas de seguridad requeridas.
- Definir tensión mecánica máxima de conductores y templetes.

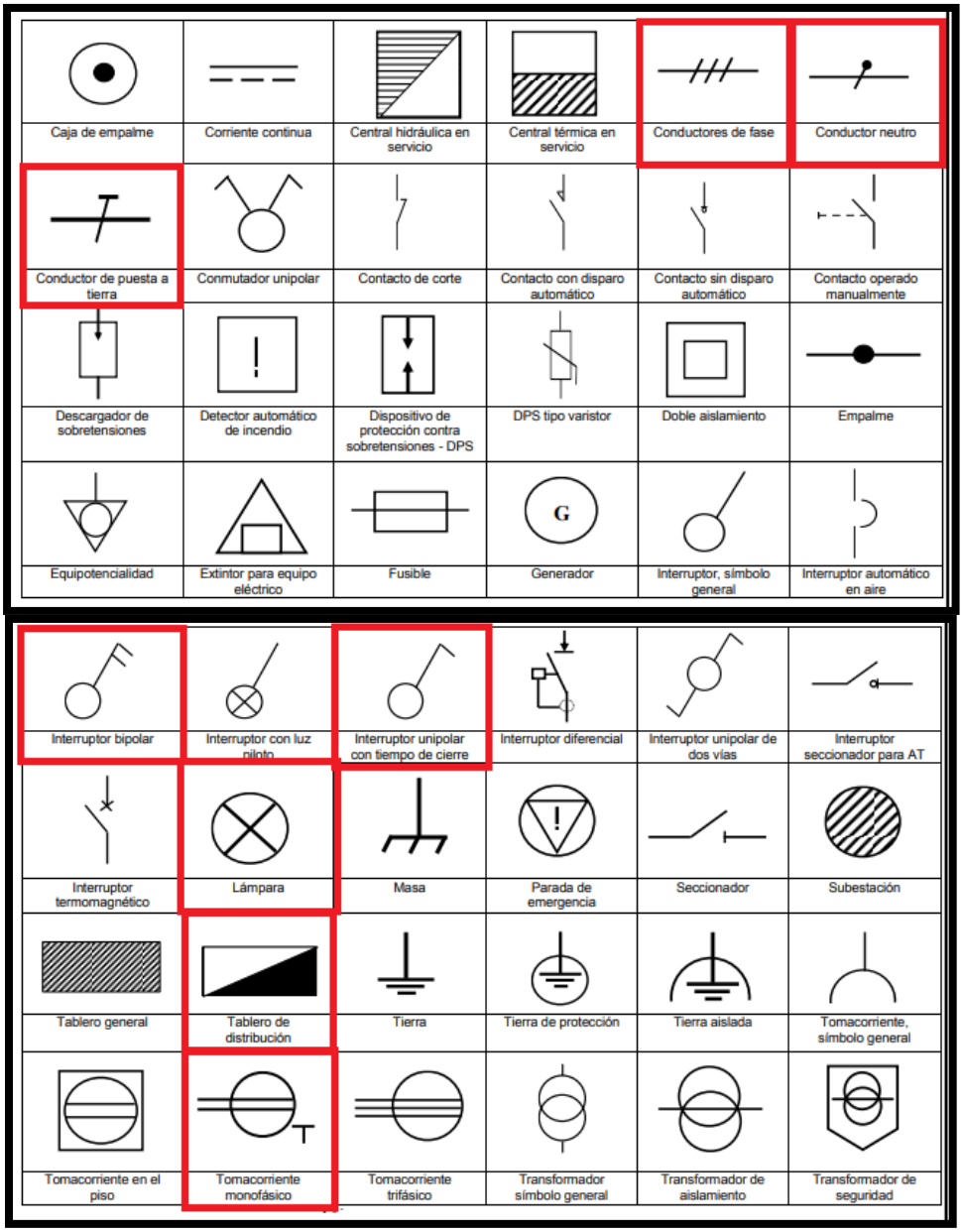
El diseño simplificado debe ser suscrito por el profesional competente responsable de la construcción de la instalación eléctrica o quien la supervise, con su nombre, apellidos, número de cédula de ciudadanía y número de la matrícula profesional de conformidad

con la ley que regula el ejercicio de la profesión. Dicho diseño debe ser entregado al propietario de la instalación.

1.3.2 Simbología Reglamentada

EL RETIE establece que para mayor relación con la seguridad eléctrica, es obligatorio la aplicación de los símbolos gráficos apreciados en la tabla 1, tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315.

Tabla 1. Principales símbolos eléctricos



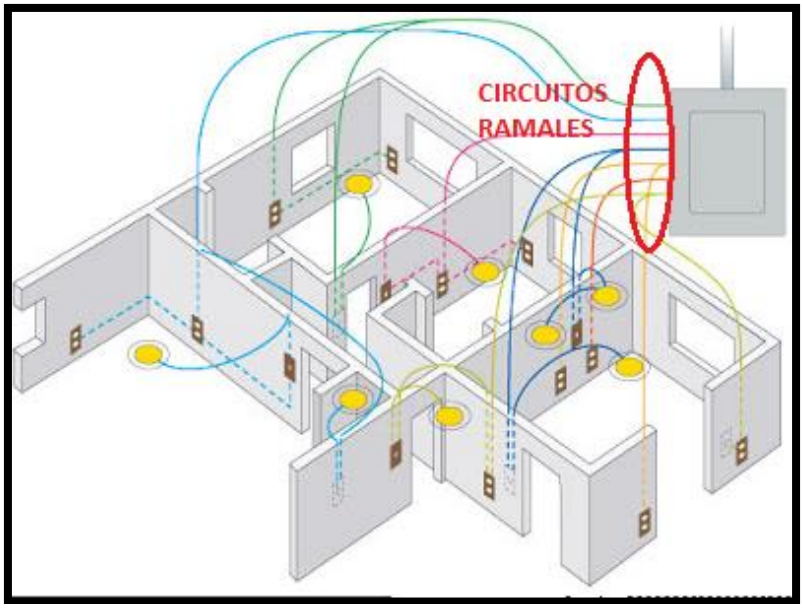
Fuente: *RETIE 2013 Tabla 6.1*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.3. Circuitos Ramales

Los circuitos ramales son el enlace entre los equipos de servicio y las cargas, transportan la energía eléctrica desde el tablero de distribución hasta los puntos de utilización. Se clasifican según la capacidad del dispositivo de sobre-corriente los cuales se clasifican en 15, 20, 30, 40 y 50 A.
Un circuito ramal según la norma NTC 2050 se define como: “conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas”.

Imagen 5. Circuito ramal



Fuente: *(Faradayos, tecnología eléctrica)*

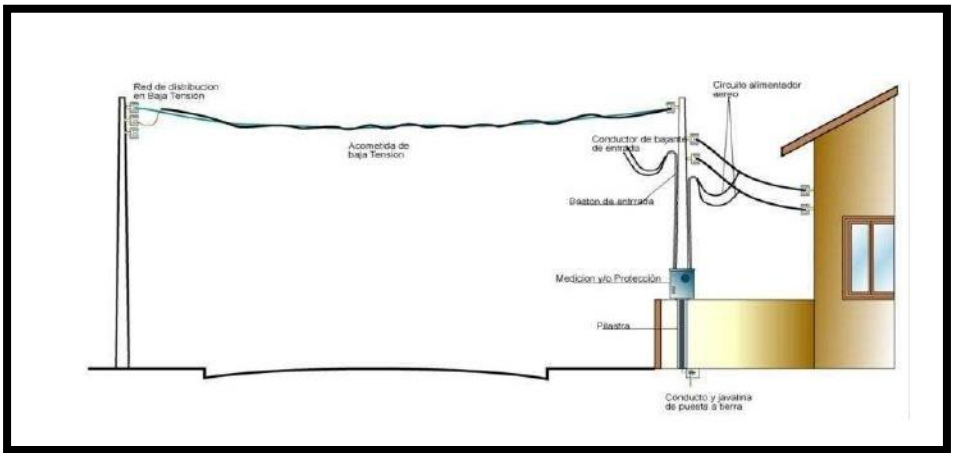
1.3.4. Acometida Eléctrica

Definición dada por CODENSA likinormas: Generalidades 7.2. Acometidas eléctricas**:**

> *“Parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes de distribución, hasta las instalaciones del usuario, y estará conformada por los siguientes componentes: punto de alimentación, conductores, ductos, tablero general de acometidas, interruptor general, armario de medidores o caja para equipo de medición”.*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 6. Acometida Eléctrica



Fuente: *(Slideshare, partes de una instalación eléctrica)*

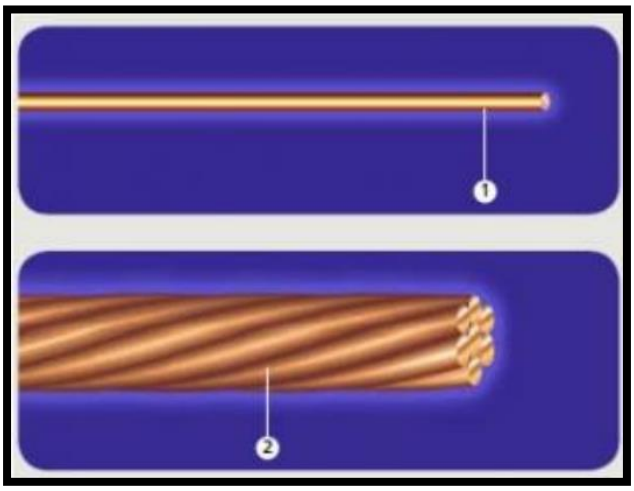
1.3.5. Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos son hilos metálicos los cuales se utilizan para transportar la corriente eléctrica. Según la NTC 2050 en la sección 110-5 dichos conductores deben ser de cobre.

Los conductores eléctricos pueden ser de dos tipos:

- **Alambre:** están formados por un solo hilo de cobre o de aluminio, y cuyo diámetro depende del calibre del conductor
- **Cable:** están formados por varios hilos de alambre entre lazados

Imagen 7. Tipo De Conductores 1) Alambre - 2) Cable.



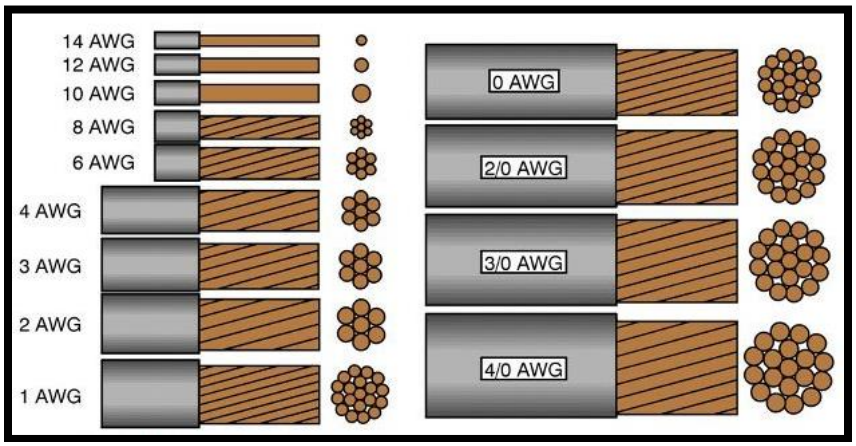
Fuente: *(INPACO, conductores eléctricos)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.5.1 Calibre De Los Conductores

La NTC 2050 en la sección 110-6 dice: "*Los calibres de los conductores se expresan en milímetros cuadrados (mm2), seguidos por su equivalente entre paréntesis en AWG (American Wire Gage) o en mils de circunferencia (kcmil)".*

Imagen 8. Calibre De Conductores



Fuente: *(Faradayos, tecnología eléctrica)*

1.3.5.2. Código De Colores Para Los Conductores Eléctricos

Con el objetivo de evitar accidentes por falta de interpretación de nivel de tensión o tipo de nivel utilizado el RETIE 2013 establece un código de colores para los conductores aislados de potencia. El cual se observa a continuación:

Tabla 2. Código De Colores Para Conductores Eléctricos

SISTEMA	MONOFÁSICO		TRIFÁSICO				
			(Y) ESTRELLA		(Δ-) DELTA	(Δ) DELTA	
Tensión (V)	120	120/240	208/120	480/277	240/208/120	240	480
Fases	1	2	3	3	3	3	3
Neutro	1	1	1	1	1	N/A	N/A
Fases	Negro	Negro	Amarillo	Amarillo	Negro	Negro	Amarillo
		Rojo	Azul	Naranja	Naranja	Azul	Naranja
			Rojo	Café	Azul	Rojo	Café
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	Gris	Blanco	N/A	N/A
Tierra de Protección	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
Tierra Aislada	Verde amarillo	Verde amarillo	Verde amarillo	N/A	Verde amarillo	N/A	N/A

Fuente*: (RETIE, 2013 tabla 13)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.5.3 Capacidad De Corriente De Los Conductores Eléctricos

Es la corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso sin superar su temperatura nominal de servicio.

Tabla 3. Capacidad De Corriente Por Los Conductores Eléctricos

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	**60°C**	**75°C**	**90°C**	**60°C**	
Tipo de aislante:	**TW**	**RHW, THW, THWN**	**THHN, XHHW-2, THWN-2**	**SPT**	
Medida / calibre del cable	**Amperaje soportado**			**Medida / calibre del cable**	**Amperaje soportado**
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Fuente: *(Faradayos, tecnología eléctrica)*

Tabla 4. Requisitos De Los Circuitos Ramales

Corriente nominal del circuito	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Conductores (Calibre mínimo)*:					
Alambres del circuito	2,08(14)	3,3(12)	5,25(10)	8,36(8)	13,29(6)
Salidas derivadas	2,08(14)	2,08(14)	2,08(14)	3,3(12)	3,3(12)
Alambres y cordones de artefactos	Véase Artículo 240-4				
Protección contra sobrecorriente	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Dispositivos de salida:					
Portabombillas permitidos	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Servicio pesado	Servido pesado	Servicio pesado
Capacidad nominal del tomacorriente **	15 A max.	15 o 20 A	30 A	40 o 50 A	50 A
Carga máxima	**15 A**	**20 A**	**30 A**	**40 A**	**50 A**
Carga permisible	Véase Artículo 210-23.a)	Véase Artículo 210-23.a)	Véase Artículo 210-23.b)	Véase Artículo 210-23.c)	Véase Artículo 210-23.c)

Fuente: *(NTC 2050 tabla 210-24)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 5. Protección contra sobrecorriente de circuitos de baja tensión

Sección transversal del cable		Capacidad de corriente	Tipo de cable
mm^2	AWG		
0,82	18	6	Sólo trenzado
1,31	16	8	Sólo trenzado
2.08	14	15	Trenzado o sólido
3,30	12	20	Trenzado o sólido
5,25	10	30	Trenzado o sólido

Fuente: *(NTC 2050 tabla 551-10.e)*

1.3.5.4 Máxima número De Conductores Admisible En Tubería Conduit Pvc Tipo A

En la tabla 6 se puede observar el número máximo de conductores tipos TW, THW, y THHN/THWN que se pueden instalar en ductos de PVC rígido tipo A.

Tabla 6. Número de conductores permisibles por ducto

NÚMERO DE ALAMBRES EN CONDUIT					NÚMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO				
AWG	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	½	½	½	½	¾	¾	¾	1	1
12	½	½	½	¾	¾	1	1	1	1 1/4
10	½	½	¾	¾	1	1	1	1 1/4	1 1/4
8	½	¾	1	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
6	½	1	1	1 1/4	1 ½	1½	2	2	2
4	½	1 1/4	1 1/4	1 ½	2	2	2	2	2 ½
3	¾	1 1/4	1 1/4	1½	2	2	2	2 ½	2 ½
2	¾	1 1/4	1 1/4	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	2 ½
1	¾	1 ½	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	3	3
1/0	1	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	3	3	3
2/0	1	2	2	2 ½	2 ½	3	3	3	3 ½
3/0	1	2	2	2 ½	3	3	3	3 ½	3 ½
4/0	1 1/4	2	2	2 ½	3	3	31/2	3 ½	4

Fuente: *(Instalaciones eléctricas en viviendas, Universidad nacional experimental de Tachira)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

> *"Las tuberías a utilizar serán de los diámetros especificados en planos. Un tramo de tubería entre salida y salida, salida y accesorio ó accesorio y accesorio, no contendrá más curvas que el equivalente a cuatro ángulos rectos (360 grados) para distancias hasta de 15 mts. y un ángulo recto (90 grados) para distancias hasta de 45 mts. Para distancias intermedias aproximadamente se estima que con 180º máximo cada 30 mt. y con 270º máximo cada 22.5 mt. Estas curvas podrán ser hechas en la obra siempre y cuando el diámetro interior del tubo no sea apreciablemente reducido. Las curvas que se ejecuten en la obra, serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva corresponda mínimo a 6 veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando".* (ESPECIFICACIONES Y CRITERIOS GENERALES DE REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA literal 3.1)

1.3.5.5 Caída de tensión en los conductores eléctricos

La caída de tensión es definida como la diferencia de potencial que existe entre los dos extremos de una línea eléctrica. La caída de tensión en un conductor existe en función de su longitud y de la resistencia del mismo, pues a mayor distancia de la fuente de tensión y mayor resistencia del conductor la caída de voltaje será mayor.

Tabla 7. Longitud máxima del circuito para que la caída de voltaje sea del 3%

Longitud maxima del circuito						
	8m	16m	30m	45m	60m	
Cobre	14	12	8	6	6	15 AMP
Cobre	12	10	8	6	4	20 AMP
Cobre	10	8	6	4	3	30 AMP
Cobre	3 **	3 **	1	2/0	3/0	100 AMP
Aluminio	2	2	2/0	4/0	300 MCM	100 AMP
Cobre	3/0	3/0	3/0	250 MCM	350 MCM	200 AMP
Aluminio	4/0	4/0	300 MCM	400 MCM	600 MCM	200 AMP

Fuente: *(Faradayos tecnología eléctrica)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Sección 210-19, Inciso a), Nota 4 de la NTC 2050:

> *"Los conductores de circuitos ramales como están definidos en la Sección 100, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3 % en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere al 5 %, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento. Para la caída de tensión en los conductores del alimentador, véase el Artículo 215-2".*

1.3.6 Sistema Puesta A Tierra

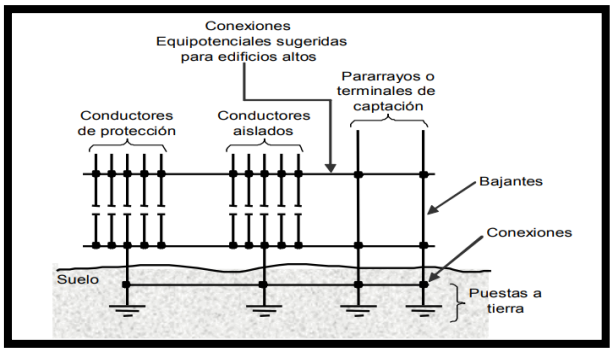
Según el artículo 15 del RETIE 2013:

> *"Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla".*

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

- **a.** Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- **b.** Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- **c.** Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- **d.** Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- **e.** Transmitir señales de RF en onda media y larga.
- **f.** Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Imagen 9. Sistemas Con Puestas A Tierra Dedicadas E Interconectadas

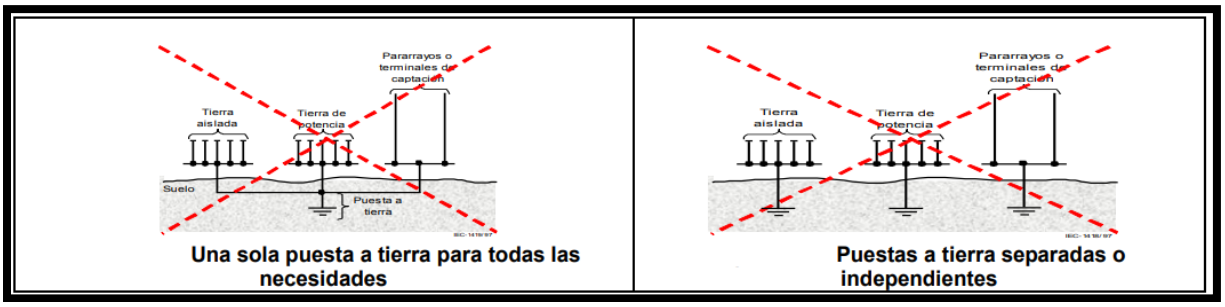


Fuente: *(RETIE 2013 figura 15.1)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Para un mismo edifico es completamente prohibido los sistemas de puesta a tierra que se muestran a continuación en la *imagen 10.*

Imagen 10. Sistemas De Puesta A Tierra Prohibidos En Un Mismo Edifico



Fuente: *RETIE 2013 figura 15.2 y 15.3*

> *"En una caja o armario de medidores, se llamará "sistema de electrodo de conexión a tierra", al conjunto de los siguientes elementos: El conductor desnudo o con aislamiento de color verde o verde amarillo, (o en su defecto con marcación en las partes visibles con pintura, con cinta o con rótulos adhesivos de color verde para la conexión a tierra), el barraje a tierra y el electrodo de puesta a tierra, los cuales se muestran en la Norma AE281."*
>
> *El conductor de tierra normalmente no deberá transportar corriente. Es conocido también con el nombre de polo a tierra. Sirve para aterrizar las partes metálicas de equipos eléctricos, tales como motores, estufas, electrodomésticos, lavadoras, lavaplatos, ductérías metálicas y pantallas metálicas de cables.* (Norma CODENSA AE280 Sistema de puesta a tierra, likinormas)

1.3.7 Ubicación De Las Cargas Eléctricas

1.3.7.1 Salidas de tomacorriente en unidades de vivienda

La NTC 2050 en la sección 210-52 establece que:

> *"En comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente, incluyendo cualquier pared de 0,6 m*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

o más de ancho y el espacio de pared ocupado por paneles fijos en los muros exteriores, pero excluyendo los paneles corredizos en los muros exteriores. En la medida de los 1,80 m se debe incluir el espacio de paredes que permita las divisiones fijas de las habitaciones, tales como mostradores auto estables de tipo barra o barandillas".

Nota: la siguiente infamación es tomada de la NTC 2050 sección 210-52 *(literales 1.3.7.1.1 – 1.3.7.5)*

1.3.7.1.1 Tomacorrientes para artefactos en mostradores

En las cocinas y comedores auxiliares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas con tomacorriente en los mostradores, con las siguientes condiciones 1) a 5):

1) **Espacio de pared del mostrador.** Se debe instalar una salida de tomacorriente en cada espacio de pared de 0,3 m de ancho o más. Las salidas de tomacorriente se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 0,6 m de una salida de tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente.

2) **Mostradores en el centro de la cocina (islas).** Se debe instalar por lo menos un tomacorriente en cada mostrador instalado de modo aislado en el centro de la cocina cuya parte más larga tenga 0,6 m o más y la más corta 0,3 m o más

3) **Mostradores unidos a la pared por un lado (penínsulas).** En cada mostrador unido a la pared por un lado, cuya parte más larga tenga 0,6 m o más y la más corta 0,3 m o más, se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente. Un espacio de este tipo se mide desde el borde de unión.

4) **Espacios independientes.** Para aplicar los anteriores requisitos 1), 2) y 3), se deben considerar espacios independientes los mostradores separados por estufas, refrigeradores o lavaplatos.

5) **Ubicación de las salidas de tomacorriente.** Las salidas deben estar ubicadas a no más de 0,5 m por encima del mostrador. Las salidas no se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores. Las salidas que no queden fácilmente accesibles por artefactos fijos o que ocupen su espacio definido, no se deben considerar como parte de los tomacorrientes requeridos.

1.3.7.2 Cuartos de baño

En los cuartos de baño de las unidades de vivienda, se debe instalar por lo menos un tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamanos, estén o no en un cuarto de baño. Las salidas de tomacorriente en los cuartos de baño deben estar alimentadas por lo menos por un circuito ramal de 20 A.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.7.3 Zonas de lavandería y planchado

En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo un tomacorriente para lavadora y plancha.

1.3.7.4 Recibidores y zonas similares

En las unidades de vivienda, los recibidores, vestíbulos, corredores, zaguanes y zonas similares, de 3 m de largo o más deben tener por lo menos un tomacorriente. Para efectos de este Artículo, la longitud del recibidor se mide como la longitud a lo largo del centro del mismo sin pasar por ninguna puerta.

1.3.7.5 Carga de los tomacorrientes

> *"En todo tipo de lugares, la carga mínima para cada salida de tomacorriente de uso general y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser menor a las siguientes (las cargas utilizadas se basan en la tensión nominal de los circuitos ramales):*
>
> *1) Salida para un artefacto específico u otra carga, excepto para motores. Amperios nominales del artefacto o carga conectada.*
> *2) Salida para motor (ver Artículos 430-22 y 8430-32 y Sección 440).*
> *3) Una salida para elementos de alumbrado empotrados debe tener la máxima capacidad nominal en VA para la que esté calculado dicho elemento o elementos.*
> *4) Salida para portalámparas de servicio pesado....600 VA.*
> *5) Rieles de alumbrado (ver Artículo 410-102).*
> ***6) Avisos eléctricos e Iluminación de contorno....1.200VA para cada circuito ramal exigido, como se especifica en el Artículo 600-5.a). 7) Otras salidas *.... 180 VA por salida. En las salidas de tomacorriente, cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a menos de 180 VA**". (NTC 2050 Sección 220-3 c).)*

Nota: la siguiente infamación es tomada de la NTC 2050 sección 210-70 *(literales 1.3.7.6 a y b)*

1.3.7.6 Salidas para alumbrado

a) **Unidad o unidades de vivienda.** En cada cuarto habitable se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, así como en los cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos y garajes independientes con instalación eléctrica, y en el exterior de las entradas o salidas al exterior. No se considera entrada o salida exterior la puerta para vehículos de un garaje, a menos que este se tenga como acceso obligatorio al interior de la vivienda.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

b) Habitaciones de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles o locales similares, debe haber al menos una salida para alumbrado con interruptor de pared o tomacorriente controlada por interruptor.

Tabla 8. Niveles de iluminación recomendados por Iluminating Engineering Society y la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación

Local	Nivel de iluminación (Luxes)	
	I.E.S (Preferible)	S.M.I.I (Mínimo)
Locales Interiores:		
a) Equipo de acondicionamiento de aire	100	60
b) Auxiliares, cuartos de baterías, bombas y compresores	200	100
c) Cuarto de equipo telefónico y carrier	300	200
d) Cuartos de control:		
- Cara vertical de tableros. Sencillo o la sección		
· Tipo (a): Grandes cuartos de control centralizados desde 168 cm (66 pg) sobre el piso.	500	300
· Tipo (b): Cuartos de control ordinarios, hasta 168 cm (66 pg) sobre el piso.	300	200
- Cara de la sección de duplex opuesta al operador	300	200
- Area interior del tablero duplex (pasillo)	100	60
- Lado posterior de todos los tableros, (vertical)	100	60
- Alumbrado de emergencia, todas las áreas	30	20
- Escritorios o tableros tipo escritorio (nivel horizontal)	500	300
- Iluminación general restante	300	200
e) Oficina	300	200
f) Bodega	200	100
g) Vestíbulo	200	150
h) Comedor	300	200
i) Sanitarios	100	60

Fuente: *(Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC 2050 y RETIE)*

Tabla 9. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR_L.	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200

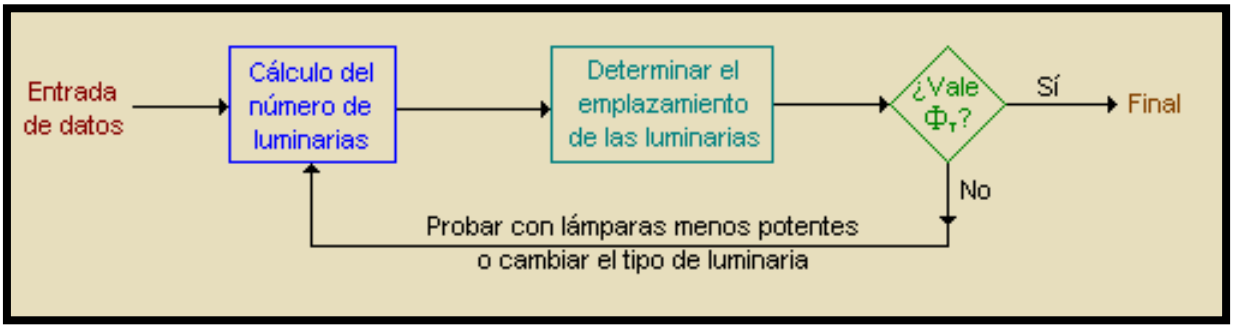
Fuente: *(RETILAP, tabla 410.1)*

A continuación se muestra una serie de pasos para calcular los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado en interiores.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.7.7 Calculo de los niveles de iluminación

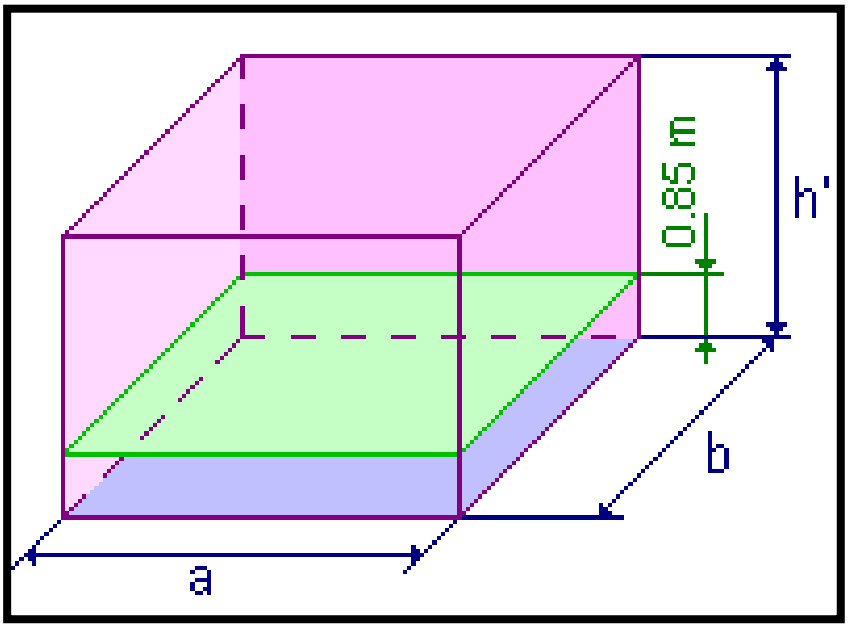
Imagen 11. Método para calcular los lúmenes



***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

1.3.7.7.1 Datos de entrada

- ✓ Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.



***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

- ✓ Determinar el nivel de iluminancia media (Em). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 10. Niveles de iluminación recomendados

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

- ✓ Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.

Tabla 11. Tipos de lámparas más comunes

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	▸ Incandescente ▸ Fluorescente ▸ Halógenas de baja potencia ▸ Fluorescentes compactas
Oficinas	▸ Alumbrado general: fluorescentes ▸ Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

- ✓ Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

Imagen 12. Sistema de alumbrado

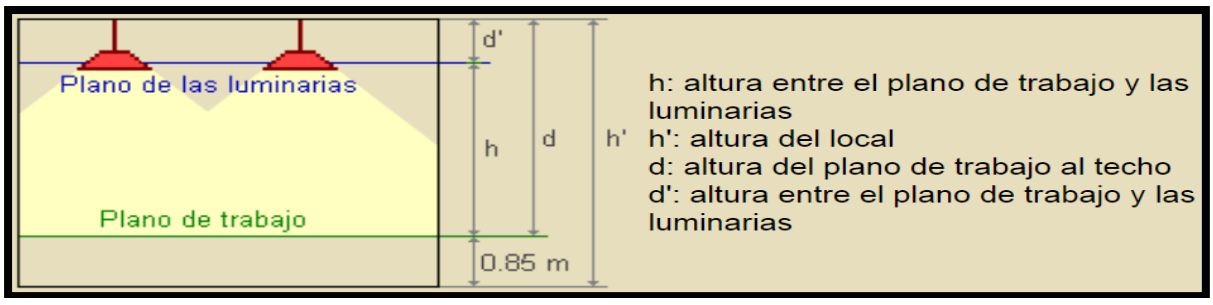


***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

> *"La **iluminación directa** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas".* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)
>
> *"En la **iluminación semidirecta** la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas".* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

- ✓ Determinar la **altura de suspensión** de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Imagen 13. Altura de suspensión



***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

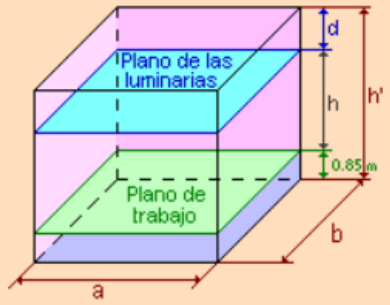
Tabla 12. Altura de suspensión

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

- ✓ Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

Tabla 13. Índice del local (k)

	Sistema de iluminación	**Índice del local**
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- ✓ Determinar los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la *tabla 14.*

Tabla 14. Coeficientes de reflexión

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

- ✓ Determinar el **factor de utilización** (η,CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes.

Tabla 15. Factor de utilización

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.59	.56	.52 = η		.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

- ✓ Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Tabla 16. Factor de mantenimiento

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

1.3.7.7.2 Cálculos

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- ✓ Φ_T es el flujo luminoso total
- ✓ E es la iluminancia media deseada
- ✓ S es la superficie del plano de trabajo
- ✓ η es el factor de utilización
- ✓ f_m es el factor de mantenimiento

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

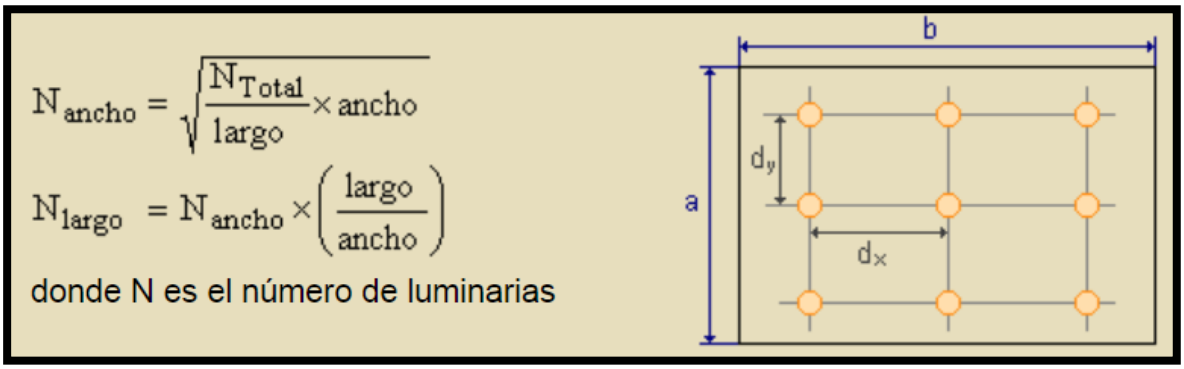
Donde:

- ✓ N es el número de luminarias
- ✓ Φ_T es el flujo luminoso total
- ✓ Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara
- ✓ n es el número de lámparas por luminaria

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.7.7.3 Emplazamiento de las luminarias

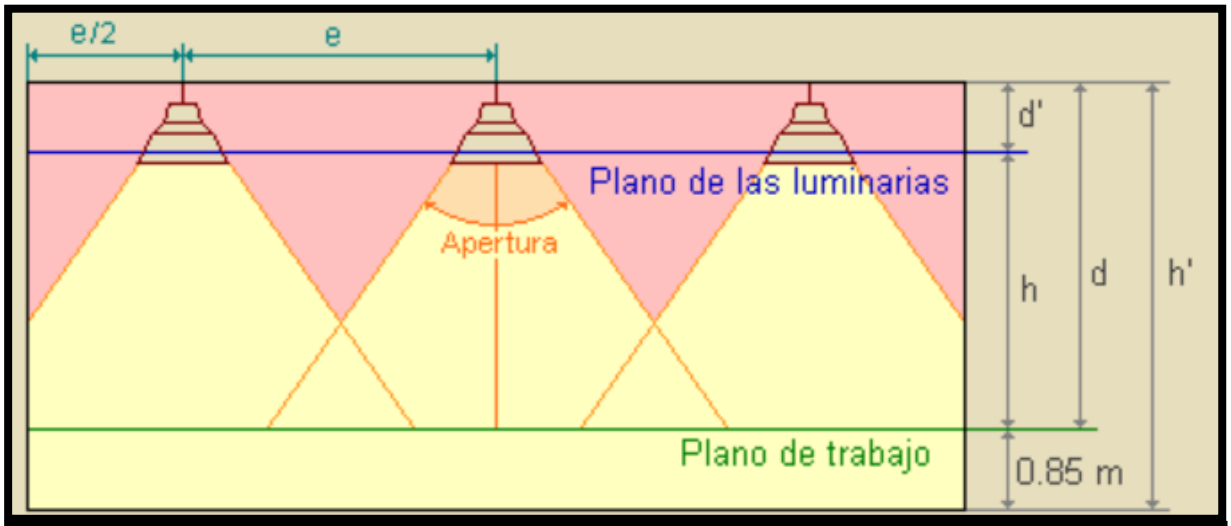
Imagen 14. Emplazamiento de las luminarias



***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Imagen 15. Distancia máxima de separación entre las luminarias



Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	e ⩽ 1.2 h
extensiva	6 - 10 m	e ⩽ 1.5 h
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	⩽ 4 m	e ⩽ 1.6 h
distancia pared-luminaria: e/2		

***Fuente**:* (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.7.7.4 Comprobación de los resultados

Por último, queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{tablas}$$ (Fernandez, Javier Garcia, s.f.)

Tabla 17. Tabla de equivalencias en Lumen

BOMBILLA LED	LUMEN EQUIVALENTE	INCANDESCENTES, HALÓGENAS Y PAR
1W	70-100LM	10W
1 X 3W	180-250M	15W
3 X 1W	200-280LM	25W
4W	300-360LM	35W
5W	380-450LM	35-45W
6W	450-520LM	40W
7W	500-620LM	45W-60W
9W	700-850LM	50W-80W
10W	800-980LM	60W-70W
12W	900-1000LM	80-100W
14W	1000-1200LM	110W
15W	1100-1300LM	60W-120W
18W	1250-1500LM	140W
24W	1800-2100LM	165W
30W	2300-2750LM	200W
40W	3000-3600LM	120W-270W
45W	3500-4200LM	150W-300W
50W	4500-5000LM	250W
70W	6300-7000LM	400W
80W	6400-7200LM	500W

Fuente: (Robert Rosner , 2018)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 16. Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de ocupación	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos De 3.001 a 120 000	100 35

Fuente: *(NTC 2059, tabla 220-11)*

1.3.8 Instalación de tomacorrientes, interruptores y salidas de alumbrado

Las salidas de tomacorrientes, interruptores y alumbrado se deben instalar como se indica a continuación, tomando como referencia la superficie del piso y la base del dispositivo a instalar.

Tabla 18. Alturas mínimas para salidas de tomacorrientes y alumbrado.

SALIDA.	UBICACIÓN	ALTURA MÍNIMA (m).		
		CUARTOS DE BAÑO	COCINA-PATIO.	OTRAS ÁREAS
Tomacorriente normal.	Horizontal	1,2	1,1	0,25
Interruptor.	Vertical	1,2	1,1	0,75
Interruptor y toma.	Vertical	1,2	1,1	1,1
Luz de aplique.	-	1,9	2,0	2,0
Timbre.	vertical	-	-	1,1

Fuente *(CET, 2015)*

> *"Los interruptores se deben instalar siempre al conductor de fase, nunca al neutro. En la conexión del portalámparas, el neutro se debe instalar en la rosca. Los interruptores conmutables se deben instalar mediante el sistema de control de fase. Para el encendido y apagado del interruptor se debe tener en cuenta lo siguiente:*
>
> *Para interruptor sencillo el encendido será arriba y el apagado abajo; Para interruptor doble, triple o de interruptor y toma el encendido será hacia la izquierda y el apagado a la derecha".* (CET, 2015)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.9 Carga Permitida

Nota: la siguiente información es obtenida de la NTC 2050 en su sección 2130-23

Según la NTC 2050 sección 210-23 "*en ningún caso la carga debe exceder a la corriente nominal del circuito ramal. Está permitido que un circuito ramal individual alimente cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal*".

Circuitos ramales de 15 y 20 A. Se debe permitir que un circuito ramal de 15 o 20 A suministre corriente a unidades de alumbrado, a otros equipos de utilización o a una combinación de ambos. La corriente nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar el 80 % de la corriente nominal del circuito ramal. La capacidad total del equipo de utilización fijo en su lugar no debe superar el 50 % de la capacidad de corriente del circuito ramal no fijo en sitio, o a ambos a la vez.

Excepción. Los circuitos ramales para artefactos pequeños y el circuito ramal para lavadora de las unidades de vivienda.

1.3.10 Distribución De Los Circuitos Ramales

El número mínimo de circuitos ramales se debe establecer a partir de la carga total calculada y la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga conectada.

Debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado.

1.3.11 Cálculos De Los Circuitos Alimentadores

Nota: la información especificada a continuación es obtenida de la NTC 2050, sección 220 *(literales 1.3.11.1 -1.3.11.3)*

1.3.11.1 Tensiones. Si no se especifican otras tensiones para el cálculo de cargas del alimentador y los circuitos ramales, se deben aplicar las tensiones nominales de 120,120/240,208Y/120,220Y/ 127, 240, 347,440Y/254,480Y/277, 480,600Y/347 y 600 V. Los valores de tensión de 220Y/127 V y 440Y/254 V son valores existentes en algunos sistemas, pero se recomienda que no se utilicen en la construcción futura de instalaciones nuevas.

1.3.11.2 Cálculo de los circuitos ramales. Las cargas de los circuitos ramales se deben calcular como se indica en los siguientes apartados a) a d).

a) **Cargas continuas y no continuas.** La capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. El calibre mínimo de los conductores del circuito ramal, sin aplicar ningún factor de

ajuste o corrección, debe tener una capacidad de corriente igual o mayor que la de la carga no continua más el 125 % de la carga continua.

b) Cargas de alumbrado para ocupaciones listadas. La carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, no debe ser menor a la especificada en la Tabla 19 para las ocupaciones relacionadas. La superficie del suelo de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la edificación, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del suelo no debe incluir los porches abiertos, los garajes ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

Tabla 19. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m^2)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38**
Barberías y salones de belleza	32
Igleslas	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina **	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **

Fuente: *NTC 2050 sección 220 tabla 220-3 b)*

1.3.11.3 Circuitos Ramales necesarios. Se deben instalar circuitos ramales para alumbrado y artefactos, incluidos artefactos a motor, para las cargas calculadas según el Artículo **1.3.10.1.** Además se deben instalar circuitos ramales para las cargas no específicas que no estén cubiertas por el **1.3.10.1**, si así lo exige este Código; para pequeños artefactos tal como se especifica en el siguiente apartado b) y para lavadoras, tal como se especifica en el siguiente apartado c).

a) Número de circuitos ramales. El número mínimo de circuitos ramales se debe establecer a partir de la carga total calculada y la capacidad nominal de los

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga conectada.

b) Circuitos Ramales para pequeños artefactos en unidades de vivienda. Además del número de circuitos ramales determinado según la parte a) anterior, debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en Artículo 1.3.7.1. para pequeños artefactos.

c) Circuitos para lavandería y planchado en unidades de vivienda. Además del número de circuitos ramales determinado según las partes anteriores a) y b), debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado exigidas por el Artículo 1.3.7.3 Este circuito no debe tener otras salidas.

d) Equilibrio de cargas entre ramas. Cuando se calcule la carga sobre la base de VA por metro cuadrado, la instalación hasta el panel o paneles de distribución de los circuitos ramales (inclusive) debe estar prevista para alimentar cargas no menores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos ramales con varias salidas que arranquen del mismo tablero. Sólo se deben instalar circuitos y dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos ramales para alimentar la carga conectada.

1.3.12 Tipos de proyectos ante el Operador de Red

En la *tabla 20.* Se mencionan los tipos de proyectos que deben solicitar la energización por parte de CODENSA, los cuales deben cumplir con una serie de requisitos para su proceso de radicación. Tales requisitos pueden variar dependiendo del tipo de proyecto a radicar**.**

Tabla 20. Tipos de proyectos

Serie 0	Urbanismo
Serie 1	Redes
Serie 2	Lotes con Servicio
Serie 3	Subestación
Serie 4	Baja Tensión
Serie 5	Transformador en Poste
Serie 6	Alumbrado Público

Fuente: (*Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.12.1 Documentación requerida para los diferentes tipos de proyectos.

Tabla 21. Documentos generales para presentación de proyectos

N°	DOCUMENTOS GENERALES	DISEÑO
		PO S1 S3 S4 S5 S6
1	Formulario de solicitud de revision de diseño con cláusula Habeas Data	
2	Plano y licencia de urbanismo.	
3	Licencia de construcción.	
4	Plano arquitectónico aprobado por Curaduría o entidad competente.	
5	Certificado de tradición y libertad.	
6	Estudio Fotométrico y planos aprobados. Carta de aprobación de estudios y planos fotométricos Declaración de Cumplimiento del RETILAP, artículo 820.4.1 del RETILAP	

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 22. Documentos específicos para presentación de proyectos

DOCUMENTOS ESPECÍFICOS		DISEÑO
		PO S1 S3 S4 S5 S6
Diseños con antenas de comunicaciones	Si se requiere la instalación de antenas de comunicaciones, se debe aportar el *permiso para la ubicación e instalación de equipos de comunicaciones con Planeación y con La Aeronáutica Civil.*En caso de existir alguna excepción, se debe anexar **comunicación oficial** justificando la excepción.	
Licencia Ambiental	Aplica para diseños del sector minero o diseños de impacto ambiental.	
Revalidación o modificación de diseños	Realizar la solicitud a través del formulario de solicitud de revisión de diseño con cláusula Habeas Data	
Permisos de servidumbres	Aplica solamente para redes proyectadas que pasen por áreas de servidumbre.	

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

1.3.12.2 Documentación técnica

De acuerdo con el RETIE, la Norma técnica Colombiana NTC 2050, las resoluciones de la CREG y las normas del operador de red, se deben considerar los aspectos relevantes al diseño de instalaciones eléctricas lo relaciona en la *tabla 23*.

Tabla 23. Documentación técnica

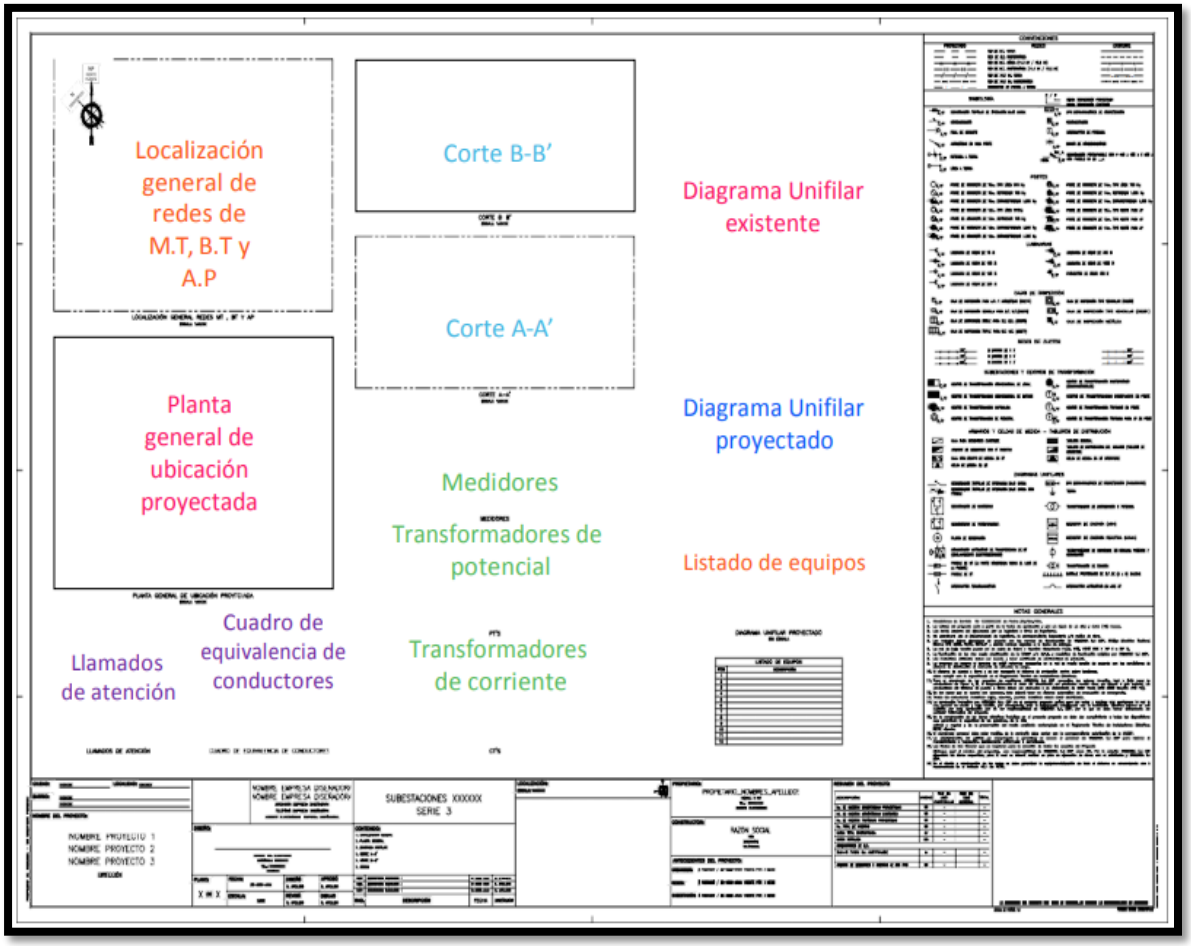
N°	DOCUMENTOS GENERALES	DISEÑO					
		PO	S1	S3	S4	S5	S6
1	Presentación del diseño	■	■	■	■	■	■
2	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	■	■	■	■	■	■
3	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico			■		■	
4	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos	■	■	■	■	■	■
5	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos	■	■	■	■	■	■
6	Análisis del nivel de tensión requerido	■	■	■	■	■	■
7	Cálculo de campos electromagnéticos			■			
8	Cálculos de Transformadores*	■	■	■		■	
9	Cálculo del Sistema de Puesta a Tierra			■	■	■	
10	Dimensionamiento de conductores a utilizar en M.T y B.T	■	■	■	■	■	■
11	Selección de protecciones MT y BT	■	■	■	■	■	■
12	Cálculo económico de los conductores		■	■	■	■	■
13	Cálculos de canalizaciones		■	■	■	■	■
14	Cálculo de pérdidas de energía	■	■	■	■	■	■
15	Cálculo de regulación	■	■	■	■	■	■
16	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos (Cuando aplique)	■	■	■	■	■	■
17	Coordinación de Protecciones de Fase y Tierra bajo los parámetros de la Norma IEEE Std 242 de 2001 o IEC 60909 de 2001	■	■	■		■	
18	Clasificación de áreas (Sector Industrial)			■	■	■	
19	Cálculo y especificación técnica de los Barrajes (Sección mm2)			■	■	■	
20	Cálculo y especificación técnica de los equipos de medida	■	■	■	■	■	
21	Cálculo y especificación técnica de las Bombas contraincendios (Cuando aplique)			■	■	■	
22	Cálculo y especificación técnica de los Sistemas de emergencia (Cuando aplique)			■	■	■	
23	Cálculo y especificación técnica de las Electrobarras (Cuando aplique)			■	■	■	

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

1.3.13 Presentación De Diseños CODENSA

Imagen 17. Forma de presentar el Diseño serie 3 M.T/M.T o M.T/B.T según CODENSA



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

En la *imagen 17* podemos observar el formato con la información relacionada según CODENSA con la que se debe presentar el diseño eléctrico serie 3 (subestación). Para el desarrollo de la pasantía se analiza detenidamente el plano serie 3 existente del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II, esto con el fin de verificar si cumple o no con lo establecido en la norma.

Para comprender el formato citamos ***(de la guía para la elaboración de diseños eléctrico de CODENSA)*** cada una de las partes que lo conforman en donde se explica específicamente con lo que debe contar cada una de ellas, como se muestra a continuación:

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 24. Localización general de redes de M.T, B.T Y A.P

DISEÑO S/E - SERIE 3	
ITEM	DESCRIPCIÓN
Localización General de Redes de M.T, B.T y A.P	Redes de M.T, B.T y A.P existentes (si aplica) y proyectadas desde el punto de conexión incluyendo identificación de equipos (transformadores, reconectadores, seccionamientos, etc.) y puntos físicos de postes, cámaras y subestaciones. Canalización de redes M.T, B.T y A.P existentes y proyectadas desde el punto de conexión, indicando disponibilidad de ductos. Ubicación de subestación proyectada acorde al plano aprobado por curaduría. Indicar calles, carreras y puntos cardinales. Indicar claramente el punto de conexión asignado.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 25. Planta general de ubicación proyectada

Planta General de Ubicación Proyectada	Debe indicar claramente en cada uno de los pisos: Distribución de equipos considerando sus cotas, distancias de seguridad, distancias de trabajo y apertura de puertas. Ruta de las redes de M.T y B.T (Cárcamos, ductos y cámaras de inspección). Iluminación. Sistema de puesta a tierra sobre el entorno con características (Electrodos, Fosos de Inspección, dimensiones, conductor, escala legible) según memorias de cálculo. Acceso vehicular. Fosos de aceite, brocal, barrera removible, escalerilla, pasamuros, dampers y puerta cortafuego. Cortes de subestación, armarios y grupos de medida. Llamados de atención.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 26. Diagrama unifilar existente

Diagrama Unifilar Existente	Esquema de interconexión de las redes existentes en el predio (SI APLICA)

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 27. Diagrama unifilar proyectado

Diagrama Unifilar Proyectado	Esquema de interconexión de las redes proyectadas, debe incluir: Punto de conexión. Trasformador con sus características (Tipo, potencia, Vp/Vs, In M.T , In B.T, Icc M.T, Icc B.T, Impedancia, tipo de conexión). Calibre de conductor (Al o Cu). Ducto, cárcamo o electro barra. Longitud de los conductores. Características de los barrajes (Dimensiones F, N T; In, Icc). Protecciones (Fusibles e interruptores) donde se indique su capacidad nominal y corriente de corto. Equipotencialización de equipos TGA, Armarios, Transferencias, Celdas, Bombas, grupos de medida; indicando cargas demandas e instaladas. Numeración de cuentas en los armarios de medidores. Llamados de atención.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 28. Cortes

Cortes	Se deben incluir tantos cortes (horizontales y verticales) sean necesarios para visualizar en detalle: Distancias de seguridad y de trabajo. Dimensiones de la subestación. Dimensiones de los equipos. Dimensiones de cárcamos. Ruta de conductores. Iluminación. Distancias de operación. Ubicación de dampers, rieles, bocal, barrera removible, escalerilla, pasa muros de M.T y B.T. Apertura de puertas. Ubicación de equipos. Entrada de acometida y salida de parciales en armarios de medidores. Llamados de atención. Detalle del punto de conexión a red aérea (si aplica) Detalle de conexión entre transformador TGA y/o armarios Detalle de acometida y parciales en armarios de medidores

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 29. Medidores

Medidores	Se debe indicar las características de los grupos de medida a instalar, tales como: Tensión. Corriente básica. Corriente Máxima. Clase. Límite de carga. Esquema e conexión normalizado.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 30. Transformadores de potencial PT´S

Transformadores de potencial PT´S	Cuando se requiera la utilización de grupos de medida de M.T se de indicar las características de los transformadores de potencial como: Tensión de servicio Tensión nominal Frecuencia Clase Instalación Número de núcleos Carga Tensión de ensayo a 60 Hz Tensión de ensayo al impulso Tensión primaria Tensión secundaria

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 31. Transformadores de corriente CT´S

Transformadores de corriente CT´S	Cuando se requiera la utilización transformadores de corriente se debe indicar sus características: Tensión de servicio. Tensión nominal. Frecuencia. Clase. Instalación. Número de núcleos. Carga. Tensión de ensayo a 60 Hz. Tensión de ensayo al impulso. Corriente primaria en el CT. Corriente secundaria. Corriente térmica. Corriente dinámica. Factor de seguridad. *Tener en cuenta la resolución CREG 038/2014

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 32. “Llamados de atención

Llamados de Atención	Realizar aclaraciones que el ingeniero diseñador considere necesarias para la interpretación del plano.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 33. Listado de equipos

Listado de Equipos	Listado de equipos utilizados en el diseño indicando norma técnica cómo: Equipo de medida Celdas Transformador Armarios TGA Transferencias

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

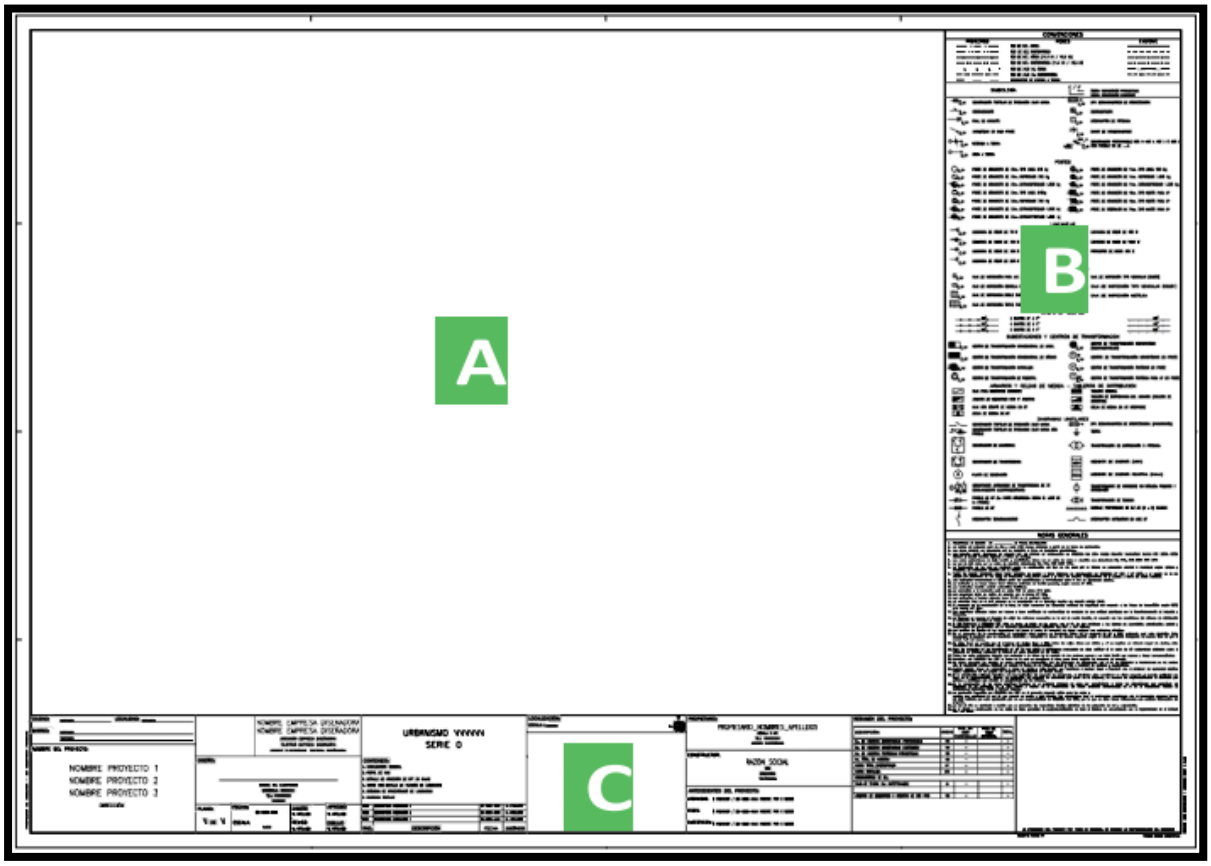
Tabla 34. Cuadro de Equivalencia de Conductores

Cuadro de Equivalencia de Conductores	Cuadro de equivalencias de conductores entre Al – Cu utilizados en el diseño.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

1.3.14. Rotulo para planos serie 3

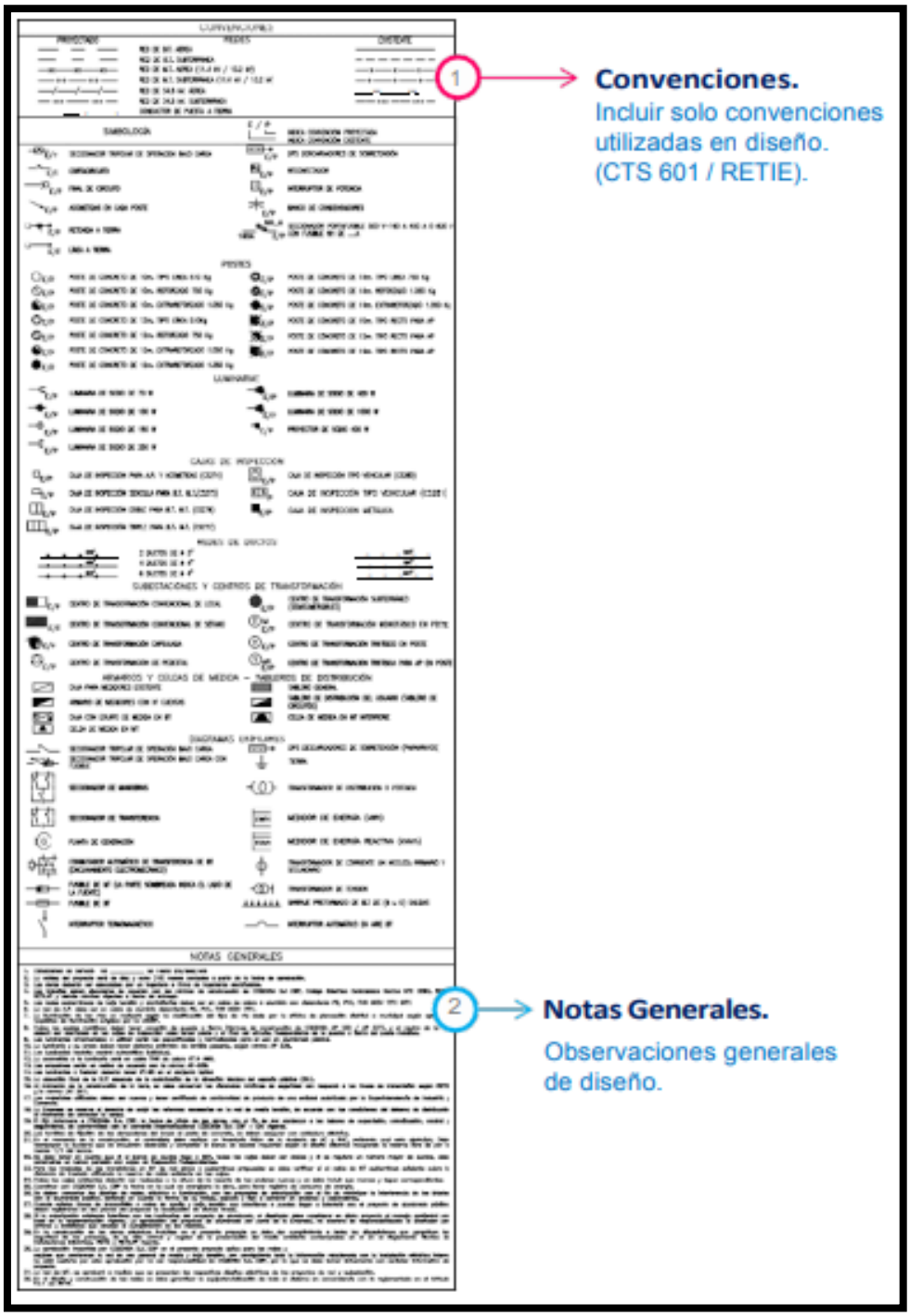
Imagen 18. Rotulo para planos serie 3



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 19. Cajetín vertical del rotulado del plano serie 3



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Nota: la siguiente información es obtenida del manual para la presentación de proyectos de CODENSA

1.3.14.1 Sección A: Área de dibujo

En el área A correspondiente a la sección de dibujo del plano, se debe ubicar todo el contenido gráfico del diseño. Se deben seleccionar las escalas, el tamaño de papel, tipos de texto, capas y demás componentes de dibujo de acuerdo a lo explicado en los siguientes numerales. Considerar tantos planos como sean necesarios para la presentación de toda la propuesta técnica.

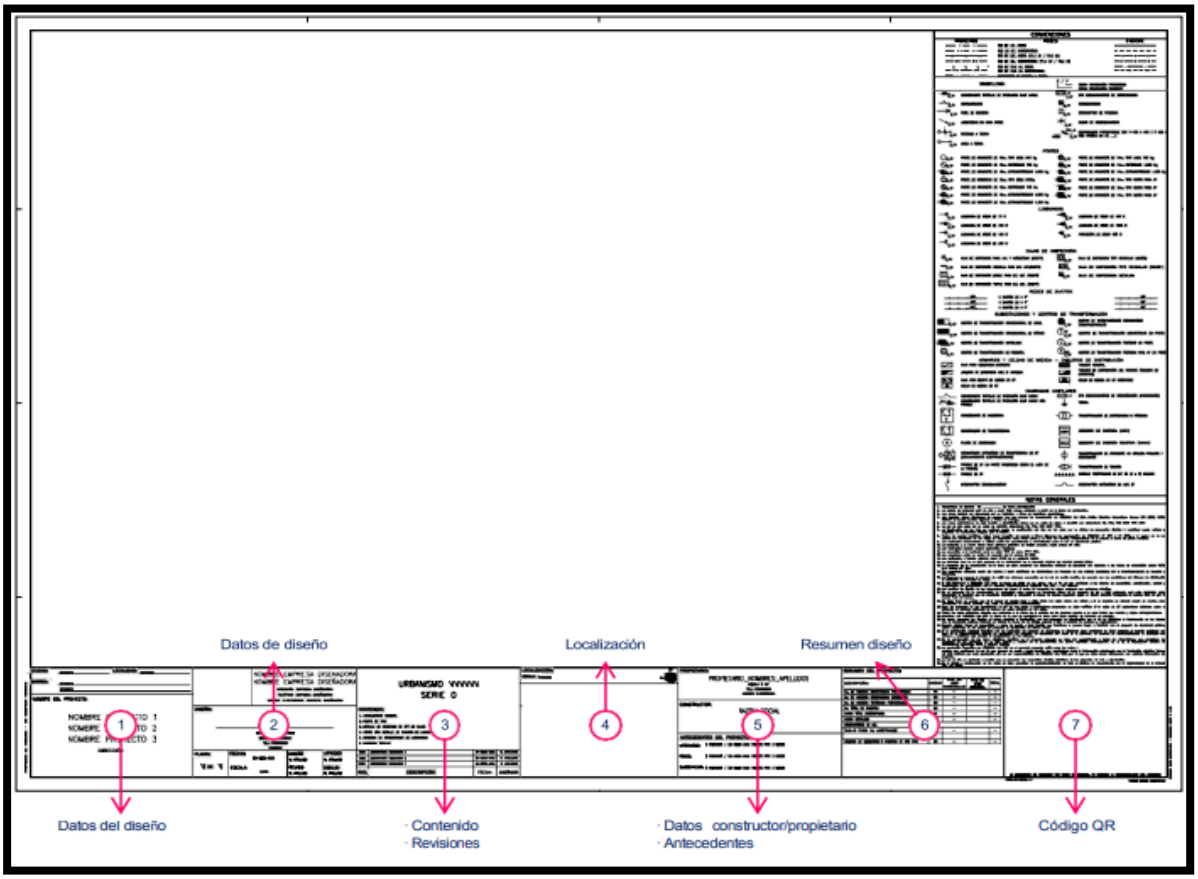
1.3.14.2 Sección B: Cajetín vertical

Es el espacio ubicado en la parte derecha del plano, en donde se debe incluir toda la información de convenciones y notas según se observa en la *imagen 19*.

1.3.14.3 Sección C: Cajetín horizontal

Es el recuadro ubicado en la parte inferior del plano, en donde se debe incluir toda la información relacionada con el diseño como se observa en la imagen 19:

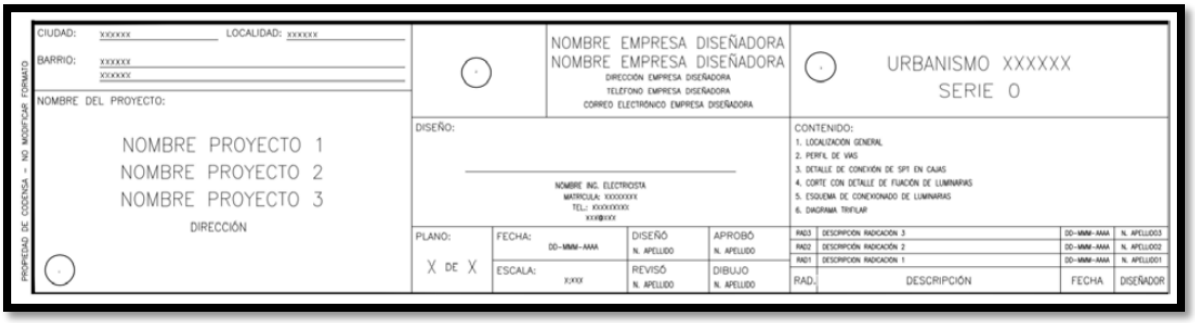
Imagen 20. Cajetín horizontal del rotulado del plano serie 3



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 21. Sub-cajetines 1 al 3



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 35. Informacion sub-cajetin 1

		DESCRIPCIÓN
1	Datos del Diseño	Nombre del diseño Dirección
		Ciudad
		Localidad

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 36. Informacion sub-cajetin 2

2	Logo	Logotipo vigente de la empresa diseñadora
	Empresa Diseñadora	Razón social
		Dirección
		Teléfono
		Correo electrónico
	Diseñador	Firma
		Nombre
		No. Matricula Profesional
		Teléfono
		Correo electrónico
	Plano	Número de plano
	Fecha	Fecha de radicación
	Escala	Escala utilizada en el diseño
	Diseñó	Nombre de quien realizó la ingeniería en el siguiente formato: N.APELLIDO. Ejemplo: Juan Perez-J.PEREZ
	Dibujó	Nombre del dibujante del diseño en el formato N.APELLIDO.
	Revisó	Responsable de la revisión del diseño en el formato N.APELLIDO.
	Aprobó	Responsable de aprobación para radicación ante Codensa

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

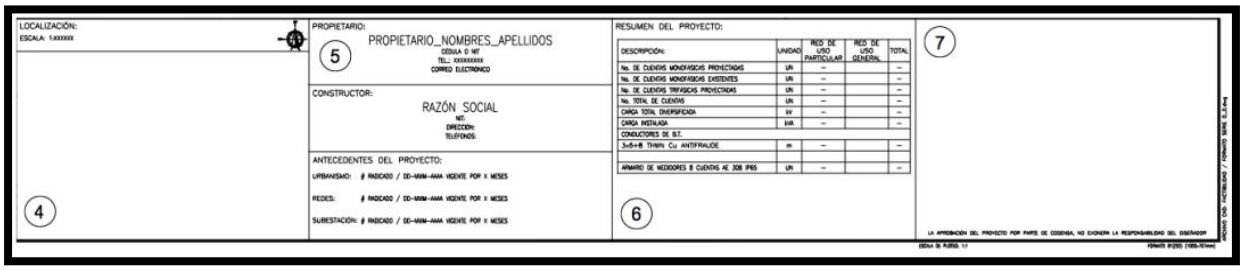
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 37. Informacion sub-cajetin 3

3	Tipo de Diseño	Se ingresa uno de los siguientes tipos de diseño: Urbanismo - S0 Redes de M.T - Serie 1 Subestación - Serie 3 Redes de B.T - Serie 4 Transformador en Poste - Serie 5 A.P - Serie 6 Provisional de obra
	Contenido	Descripción de contenido del plano según el tipo de diseño descrito en el Capítulo 4.
	Radicación	Ingresar descripción, fecha e ingeniero responsable de diseño en formato (N.APELLIDO) para la radicación actual y previa del diseño.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Imagen 22. Sub-cajetines 4 al 7



Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 38. Informacion sub-cajetin 4

4	Localización Geográfica	Ubicación geográfica, dirección, norte geográfico
	Escala	Escala para ubicación geográfica 1:10000
	Plano de localización	Debe ser legible y permitir el acceso a verificación de la obra. Se debe incluir siempre el Norte geográfico como referencia de ubicación en la esquina superior derecha del recuadro.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 39. Informacion sub-cajetin 5

5	Propietario/Representante legal	Nombre/Razón social
		Cédula/NIT
		Teléfono contacto
		Correo electrónico
	Constructora	Razón social
		NIT
		Dirección
		Teléfono
		Correo electrónico
	Antecedentes del diseño	Diseños que preceden el diseño actual con número de radicado, fecha de radicación y periodo de vigencia. Describir la información de la siguiente manera: T_PROY : #RAD-DD/MM/AAAA VIGENTE POR X MESES. Donde: T-PROY: Tipo de diseño (Urbanismo, Redes M.T, etc.) #RAD: Número de radicado DD/MM/AAAA: Fecha de radicación

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 40. Informacion sub-cajetin 6

6	Resumen del Diseño	Cuadro resumen del diseño: Red de uso General y Red de Uso Particular.

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Tabla 41. Informacion sub-cajetin 7

7	Sello de Aprobación	Espacio exclusivo para sello de aprobación CODENSA S.A. ESP.
	QR de Aprobación	Espacio ubicado para el QR en caso de aprobación por medio de firmas digitales

Fuente: *(Manual para la presentación de proyectos CODENSA)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Capítulo 2

2.1. ANÁLISIS DE LOS PLANOS EXISTENTES DEL PROYECTO BALCONES DEL CAMPIN II

2.1.1 Tipo de diseño implementado en el proyecto "Balcones del campin II"

Sabiendo la diferencia entre los dos tipos de diseños citados en el RETIE ítem **1.3.1.1** se puede apreciar que el diseño implementado en el proyecto "Balcones del Campin II" es el ***diseño detallado***, puesto que, la carga instalada es mayor a los 15 kVA. Para el desarrollo de la pasantía se analizan algunos ítems sobre el diseño detallado resaltados anteriormente, con el fin de dar a conocer los diferentes inconvenientes hallados en el ámbito laboral debido a que dichos ítems no fueron desarrollados en su totalidad.

Los ítems a analizar son:

- ✓ Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- ✓ Análisis y cuadros de cargas

2.1.2 Diseño De La Instalación Eléctrica Interna (Iluminación)

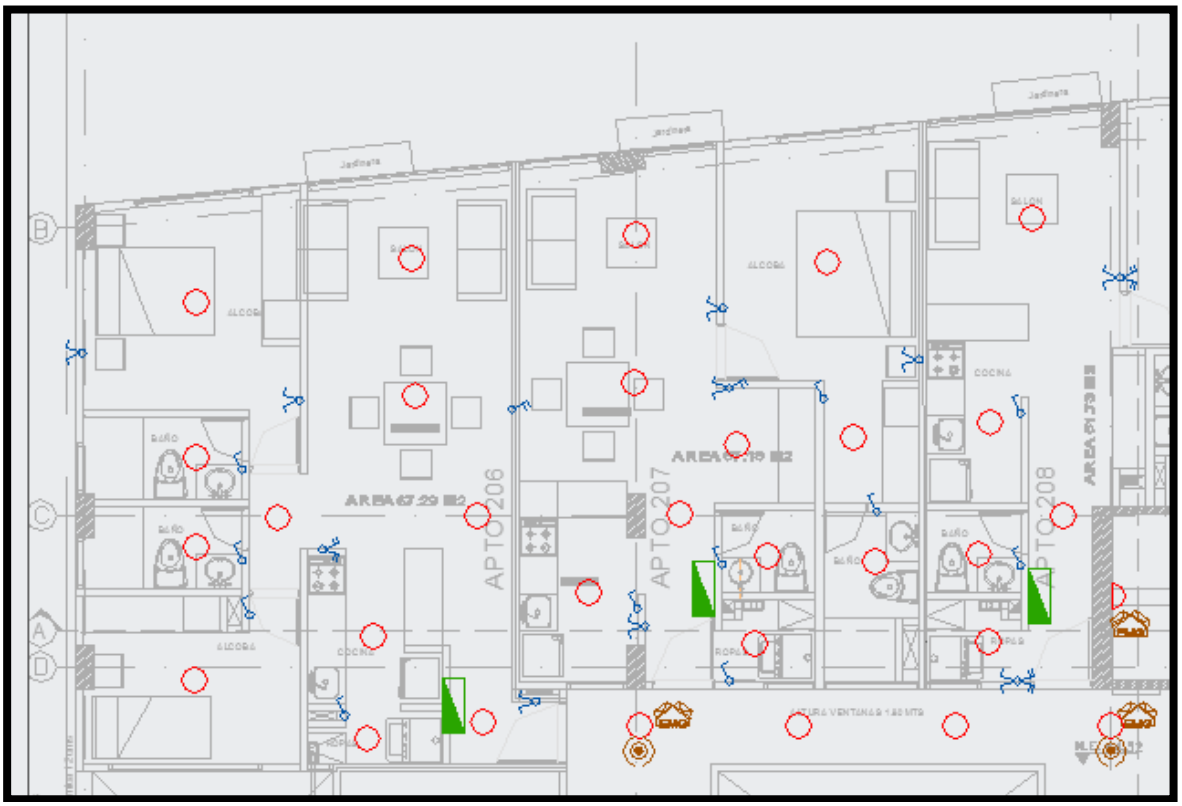
Imagen 23. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (iluminación)



Fuente: (Ing. Fredy Barrera, 2018)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 24. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (iluminación, imagen ampliada)



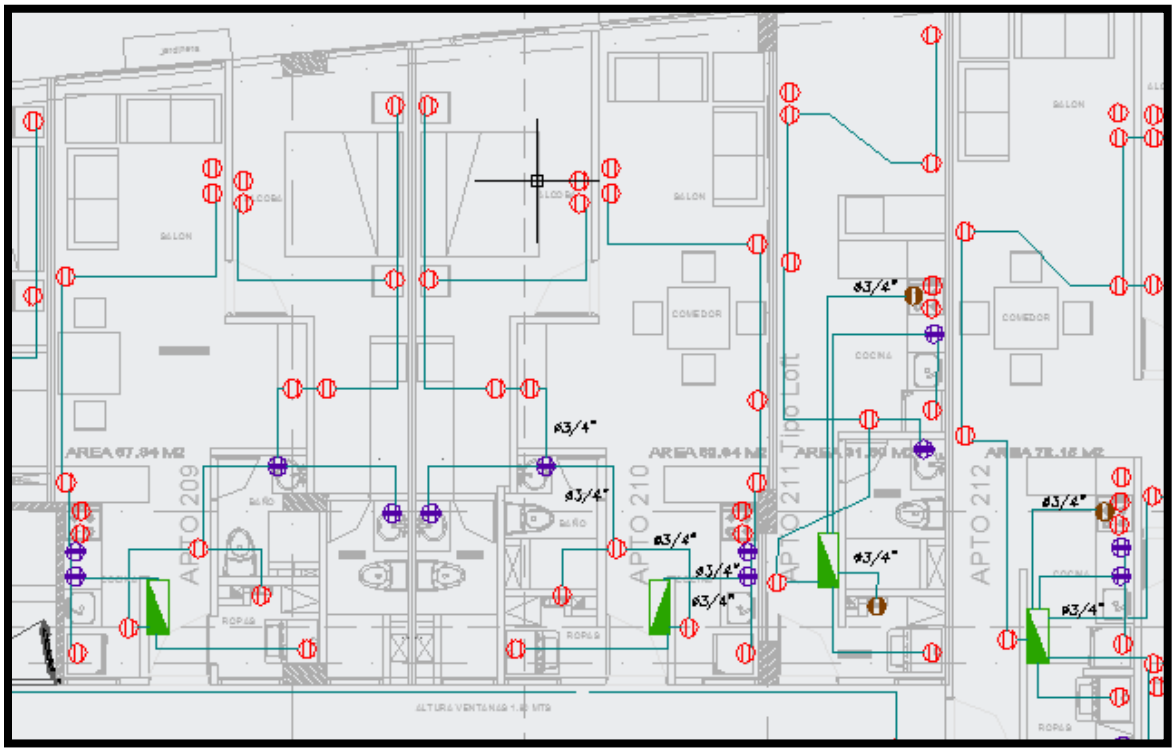
Fuente: (Ing. Fredy Barrera, 2018)

Si se analiza detenidamente el diseño eléctrico (iluminación) de las *imágenes 23 y 24,* es posible observar que se encuentra incompleto, pues solo cuenta con las luminarias e interruptores, hace falta indicar los ductos y cableado que alimenta la instalación desde el tablero de distribución, la numeración de cada circuito para conocer los elementos que lo conforman, estos componentes que hacen falta en el plano son indispensables para dar paso de una manera correcta a la construcción de la instalación eléctrica (iluminación). Ver la *tabla 6*.

2.1.3 Diseño De La Instalación Eléctrica Interna (tomacorrientes)

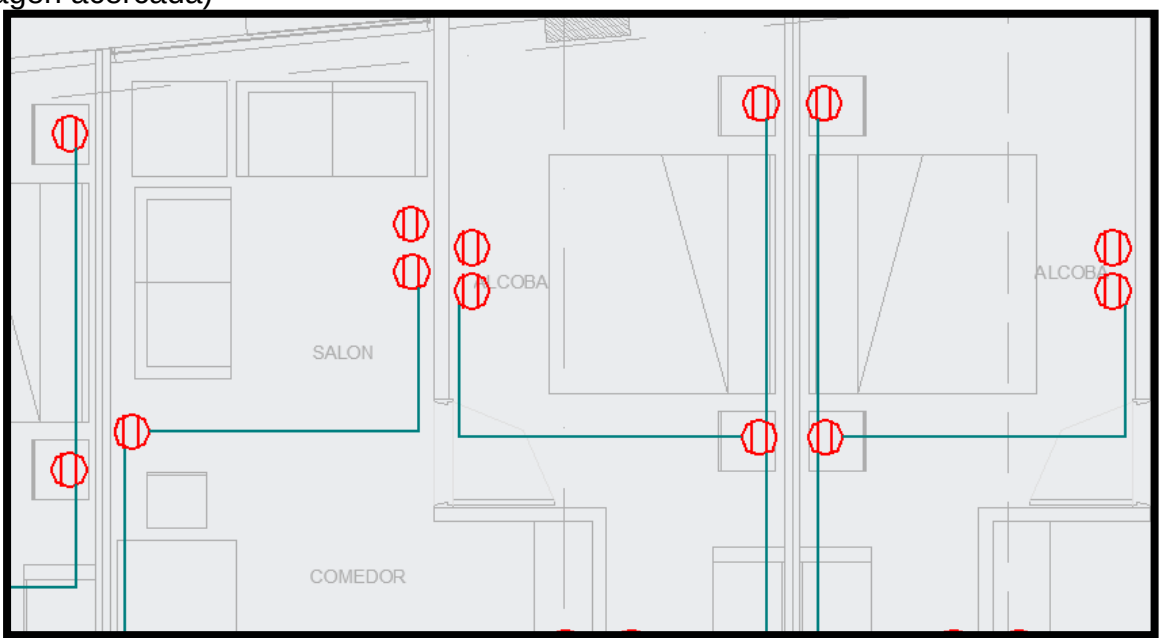
Al analizar el plano eléctrico de tomacorrientes *imagen 25* se evidencia que no está indicado el número de cables que van por los ductos, esto hace que a simple vista no se pueda trabajar de una manera adecuada para la construcción de dicha instalación. Pues, tampoco indica el diámetro del ducto lo que hace que al momento de cablear los diferentes circuitos se evade lo estipulado en la normatividad vigente que rige esta clase de diseños eléctricos. Para tener un poco más claro la falta a la que se hace referencia nos dirigimos a la *tabla 6*.

Imagen 25. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (tomacorrientes)



Fuente: (Ing. Fredy Barrera, 2018)

Imagen 26. Diseño de la instalación eléctrica interna del segundo piso (tomacorrientes, imagen acercada)



Fuente: (Ing. Fredy Barrera, 2018)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Es allí, en donde aparecen inconvenientes para llevar a cabo la instalación eléctrica puesto que, si no se cuenta con un personal de técnicos electricistas expertos en la construcción de dicha instalación, los resultados al final no serán los esperados, y aunque se contará con el personal capacitado para dicha labor, es un trabajo que no le corresponde a los técnicos.
Para que cualquier proyecto eléctrico sea desarrollado dentro de los parámetros establecidos se debe contar con una planeación detallada en donde cometer errores que lleven a la demora del mismo, no sea una opción.

2.1.4 Pasos para corregir dichas faltas en los diseños eléctricos

- Realizar un recorrido por la zona interna de cada apartamento
- Corrección de las faltas en el plano existente
- Elaborar dicho plano en AutoCAD con los errores corregidos
- Presentar el plano ante el Ing. para su debida aprobación
- Entregar el plano debidamente corregido a los técnicos para que puedan seguir la construcción de la instalación interna de una manera correcta.

2.1.4.1 Recorrido por la zona interna de cada apartamento

Como se observa en la *imagen 26***,** para dar paso a la verificación de los planos eléctricos de iluminación y tomacorrientes se inicia realizando un recorrido por el edifico en construcción específicamente en el segundo piso en el interior de cada uno de los apartamentos, con el fin de corroborar la información plasmada en dichos plano ya existentes y obtener la restante para la elaboración completa de los mismos.

Imagen 27. Recorrido por cada uno de los apartamentos



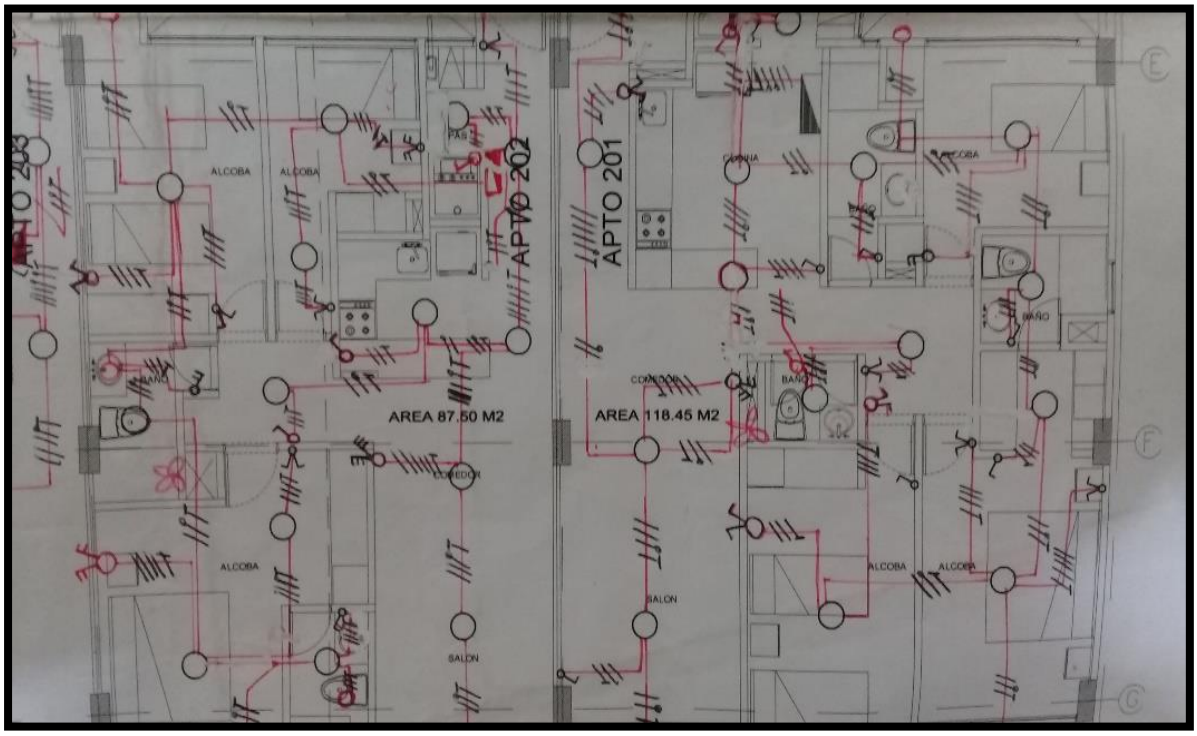
Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

2.1.4.2 Corrección de las faltas en el plano existente

En el terreno los planos eléctricos de iluminación y tomacorrientes existentes no se estaban teniendo en cuenta del todo para la construcción de dicha instalación, sino que se estaba llevando a cabo la construcción de la misma bajo los conocimientos de los técnicos electricistas; ya que como se mencionó anteriormente los planos no estaban desarrollados en su totalidad. Bajo estas condiciones se realiza primeramente en borrador los diseños eléctricos que se desean por parte de la constructora sin salir de lo estipulado por la norma, como se observan en las imágenes *28 y 29.*

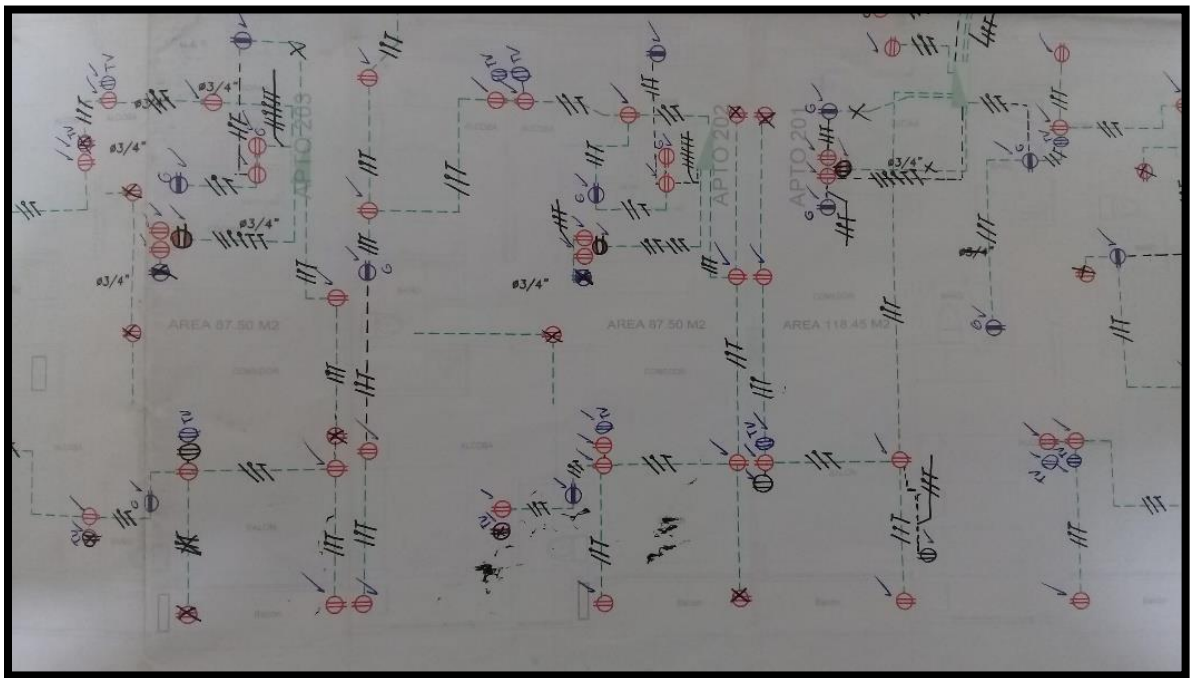
Imagen 28. Correcciones de la instalación eléctrica interna de cada apartamento (iluminación)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 29. Correcciones de la instalación eléctrica interna de cada apartamento (tomacorrientes)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

2.1.4.3 Elaboración de los planos corregidos en AutoCAD

Al contar con un plano eléctrico ya más completo elaborado primeramente en borrador se procede a diseñarlo más detalladamente y bajo la normatividad establecida en el software AUTOCAD.
Para lograr el correcto diseño de la instalación eléctrica se aplica una serie de pasos todos desarrollados bajo la ***normatividad aplicable citada anteriormente***, estos pasos son los siguientes:

1) Ubicación de los tomacorrientes ***(ver literal 1.3.7.1.1)***
2) Ubicación de los interruptores e iluminarias ***(ver literal1.3.7.6)***
3) Distribución de los ductos ***(ver literal 1.3.5)***
4) Distribución de los conductores ***(ver literal 1.3.5)***
5) Calculo de los circuitos ramales ***(ver literal 1.3.10)***
6) Cuadro de carga ***(a partir de los literales anteriores)***

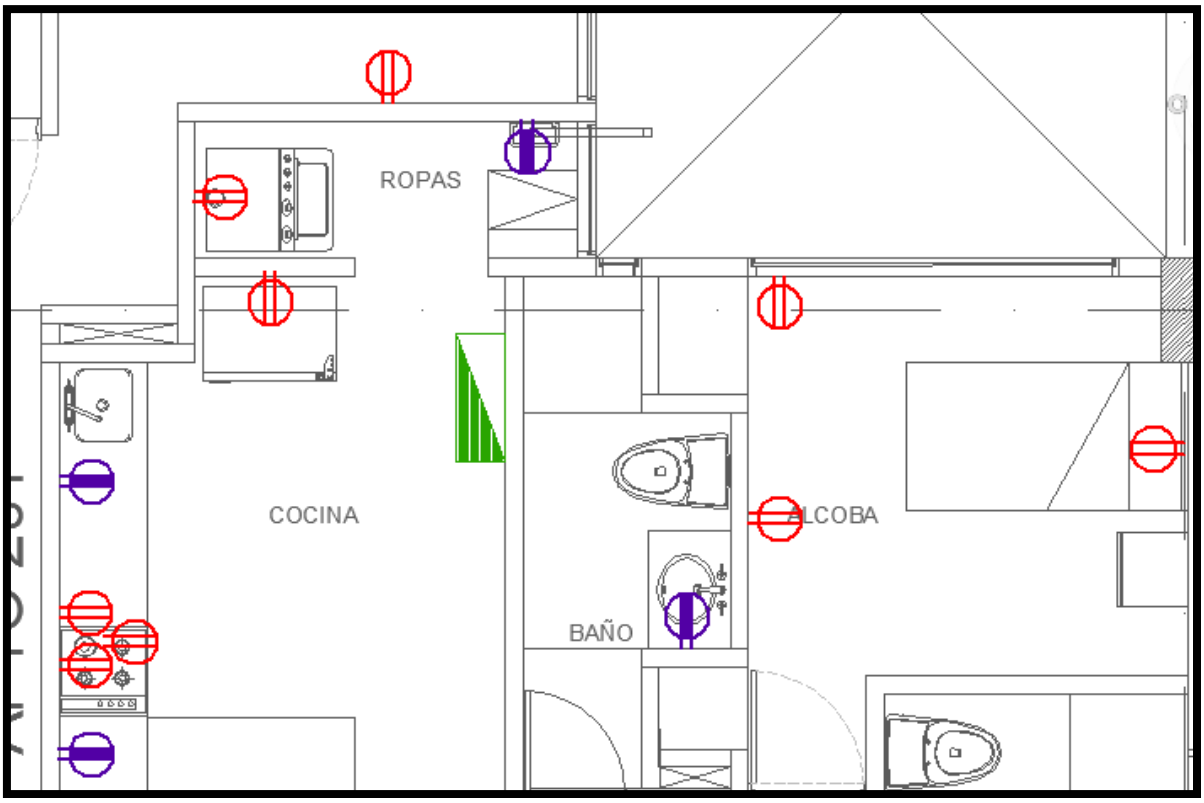
Paso 1). Ubicación de los tomacorrientes

Para la ubicación de los tomacorrientes nos vamos al ítem **1.3.7.1** en donde la norma establece las condiciones y lugares en donde van ubicados de tal manera que ningún punto, a lo largo de la pared, esté a más de 1.8m de cualquier tomacorriente en tal

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

espacio de pared, entendiendo por espacio de pared a toda línea de pared continua, de 0.6m o más de largo.

Imagen 30. Ubicación de tomacorrientes



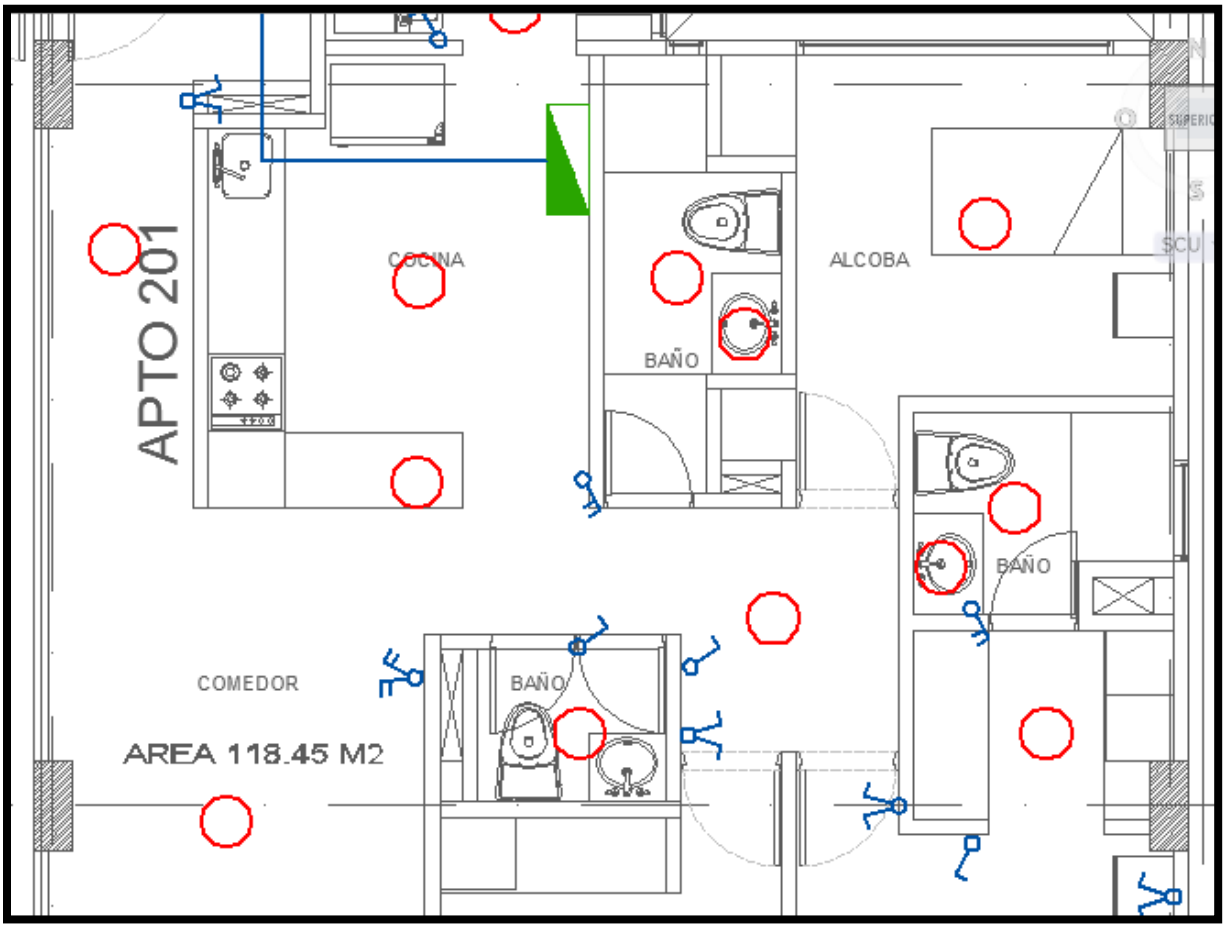
Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Paso 2). Ubicación de los interruptores e iluminarias

Teniendo en cuenta la *tabla 8* para los niveles de iluminación (lx) según la zona del apartamento, lo estipulado en el ítem *1.3.7.6* según la NTC 2050 y las ecuaciones citadas en el ítem *1.3.7.7* se diseña el plano eléctrico de la instalación eléctrica interna (iluminación).

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 31. Ubicación de luminarias e interruptores



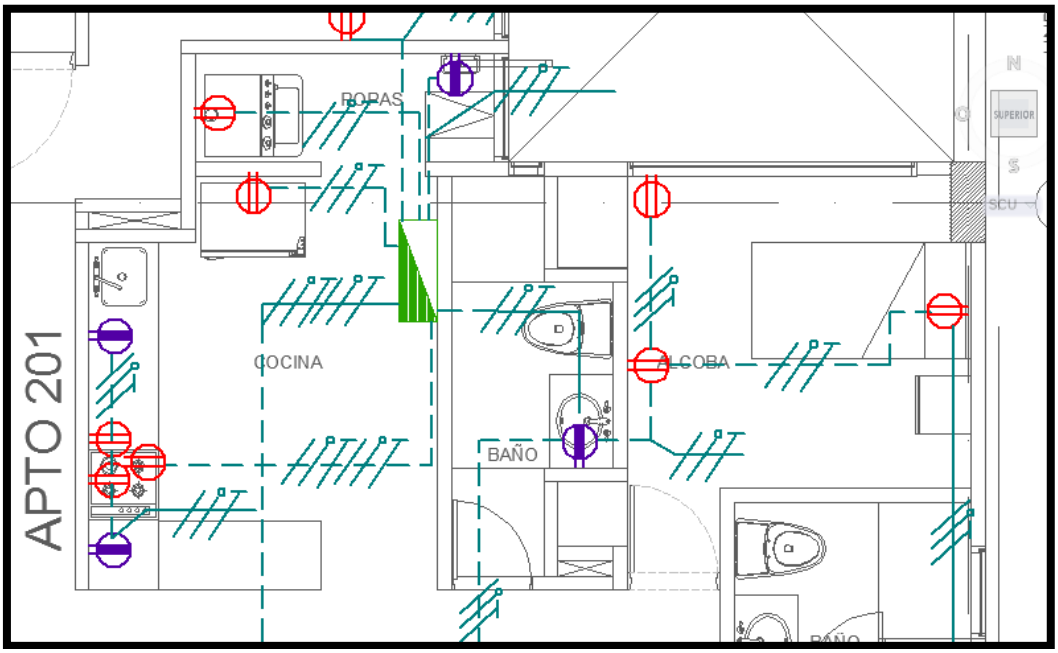
Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Paso 3). Distribución De Los Ductos

La distribución de los ductos se realiza bajo los criterios de la norma la cual indica que dichos ductos deben formar ángulos de 90° y realizar la menor cantidad de ellos durante su trayecto. De igual manera se indica la diferencia entre los ductos que van por techo (línea continua) como los que van por paredes o piso (línea punteada), como se observan en la *imágenes 30 y 31.*

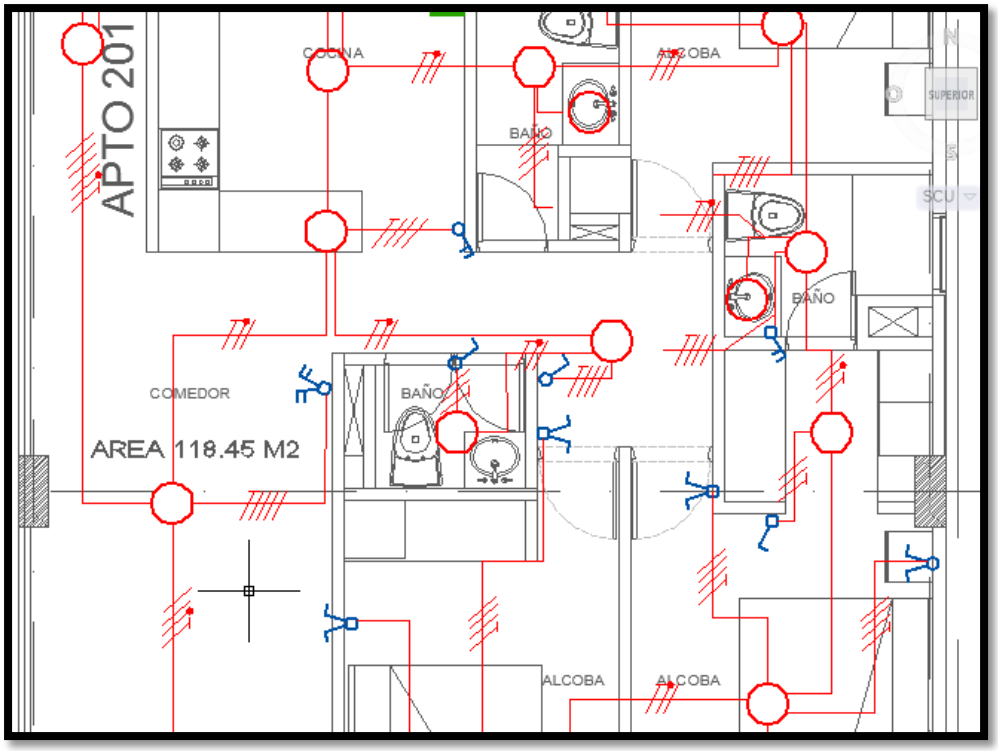
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 32. Distribución de los ductos y conductores (piso y paredes)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Imagen 33. Distribución de los ductos y conductores (techo)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 4). Distribución De Los Conductores

La *imágenes 30 y 31* muestra cómo queda la distribución de los diferentes conductores en el apartamento. Se seleccionó un calibre 12 AWG para los conductores, ya que la norma establece claramente que para circuitos ramales de 20 A se debe seleccionar el conductor anteriormente nombrado. Esto lo podemos evidenciar en las *tablas 3, 4, 5 y 7* las cuales nos muestran el calibre del conductor respecto a la corriente máxima que pueden transportar sin obtener caídas de tensión en el punto final del circuito.

Paso 5). Calculo de los circuitos ramales

Hoy en día existe gran variedad de luminarias, la Constructora Los Balcones opto por elegir luminarias led de 18 W la cual según la *tabla 8,* alrededor de 1250 lúmenes según la *tabla 17*. Para el cálculo de las salidas de tomacorrientes se aplica el artículo 220-3 C-7 de la norma NTC 2050 en donde establece que: "*Cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a no menos de 180 VA"* que es igual a 1.5 A a 120 V.

Para circuitos de alumbrado general se utilizan protecciones de 15 A y 20 A.

- ✓ **Circuito De Alumbrado General**

La norma NTC 2050 en la sección 220-3 b establece que: "

> *"La carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, no debe ser menor a la especificada en la Tabla 220-3.b) para las ocupaciones relacionadas. La superficie del suelo de cada planta se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la edificación, unidad de vivienda u otras áreas involucradas."*

Tabla 42. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación

Tipo de ocupación	Carga unitaria (VA/m^2)
Cuarteles y auditorios	10
Bancos	38**
Barberías y salones de belleza	32
Igleslas	10
Clubes	22
Juzgados	22
Unidades de vivienda *	32
Garajes públicos (propiamente dichos)	5
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina **	22
Edificios industriales y comerciales	22
Casas de huéspedes	16
Edificios de oficinas	38 **

Fuente: *(NTC 2050, Tabla 220-3 b.)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

De la tabla 220-3 b) de la norma NTC 2050, se obtiene el valor de carga unitaria para unidades de vivienda el cual es de $32VA\ /m^2$

Para el apartamento 201 el área total es de $118.45\ m^2$. En este caso la carga mínima para el circuito de alumbrado del apartamento es de:

$$carga\ minima_{201} = 118.45\ m^2 * 32VA\ /m^2$$
$$\boldsymbol{carga\ minima_{201} = 3790.4\ VA}$$

- ✓ **Circuitos De Baño**

En el literal *1.3.7.2 "Cuartos de baño"* se cita lo estipulado por la norma NTC 2050 en su sección 220-52 en donde indica que en cada cuarto de baño de una vivienda debe haber por lo menos un tomacorriente y dicha salida debe estar alimentada por lo menos por un circuito ramal de 20 A.

- ✓ **Circuito De Pequeños Artefactos**

El artículo 220-4, señala que debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en artículo 210-52 *(literal 1.3.7.1).*

- ✓ **Circuito De Lavadora**

El artículo 220-4 *(ítem 1.3.7.4)* señala que debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado, exigidas por el artículo 210-52 f. Este circuito no debe tener otras salidas.

Paso 6) Cuadro de cargas

Teniendo en cuenta a normatividad citada en el capítulo 1.3, y desarrollados los pasos anteriores se procede a diseñar un resumen de los planos eléctricos (cuadro de cargas) con el fin de obtener de una manera más clara y precisa los resultados de los datos de cada uno de los apartamentos como se indica en la *tabla 34.*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 34. Cuadro De Cargas Para El Apartamento 201

	TABLERO APTO 201																			
	Circuito	Luminarias				Tomacorrientes		Tomas Especiales				Potencia Total [W]	Tension [V]	Corriente [A]	Diametro del ducto	Calibre Conductor AWG	Potencia por Fase W			Corriente de Proteccion [A]	Proteccion (Breaker)
		6 [W]	9 [W]	12 [W]	18 [W]	Normal 180 [W]	GFCI 1000 [W]	estufa 1000 W	horno 1815 W	Calentador 1200 W	extractor 15W						Fase 1	Fase 2	Fase 3		
	1	2	2	2	4						2	156	120	1,3	depende del número de hilos	12		156		1,625	1x20
	2		1	4	5						1	162	120	1,35		12	162			1,6875	1x20
	3							1				1000	120	8,333		12	1000			10,41667	1x20
	4					3	1					1540	120	12,83		12		1540		16,04167	1x20
	5					4						720	120	6		12	720			7,5	1x20
	6					10						1800	120	15		12		1800		18,75	1x20
	7					2						360	120	3		12	360			3,75	1x20
	8						1					1000	120	8,333		12	1000			10,41667	1x20
	9									1		1200	120	10		12	1200			12,5	1x20
	10					4						720	120	6		12		720		7,5	1x20
TOTAL		2	3	6	9	23	2	1	0	1	3	8658					4442	4216			
																		8658			

Diametro del ducto según el numero de hilos	
1/2"	3/4"
de 1 a 3 conductores	de 4 a 6 conductores

Desbalance entre Fases <15(%)
FASE 1-2
5,09

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Nota: De igual manera se desarrollaron los cuadros de cargas para los demás apartamentos ver ANEXO A

2.1.5 Plano Eléctrico de La Zona Común Del Segundo Piso (corredor)

Para el análisis del plano en esta zona se siguió el mismo procedimiento que para los anteriores diseños.

1) Ubicación de los tomacorrientes
2) Ubicación de los sensores y luminarias
3) Distribución de los ductos
4) Distribución de los conductores
5) Calculo de los circuitos ramales

Para ello tenemos en cuenta lo que dice a norma NTC 2050 en la sección 220 Tabla 220-3.b).

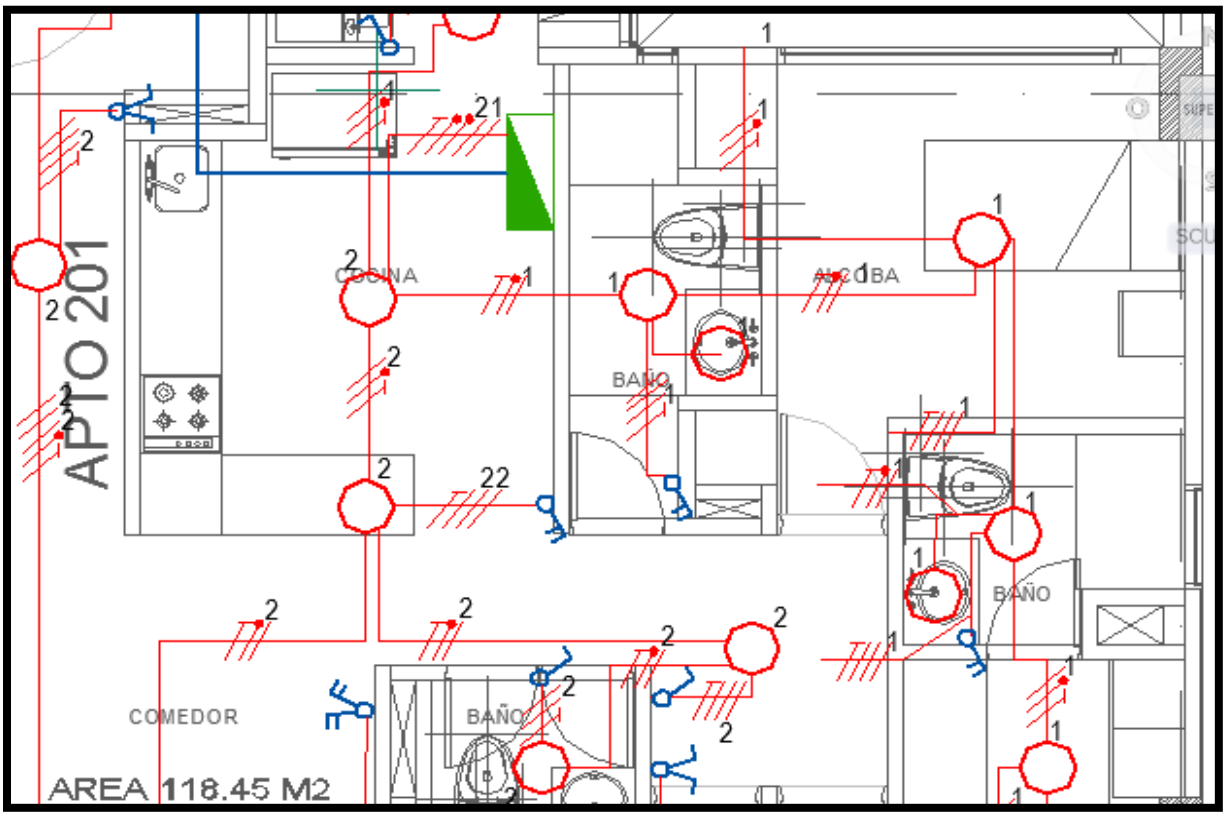
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 43. Cargas de alumbrado general por tipo de ocupación

Restaurantes	22
Colegios	32
Tiendas	32
Depósitos	2.5
En cualquiera de los lugares anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares: Lugares de reunión y auditorios	10
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	5
Lugares de almacenaje	2.5

Fuente: *(NTC 2050, Tabla 220-3 b.)*

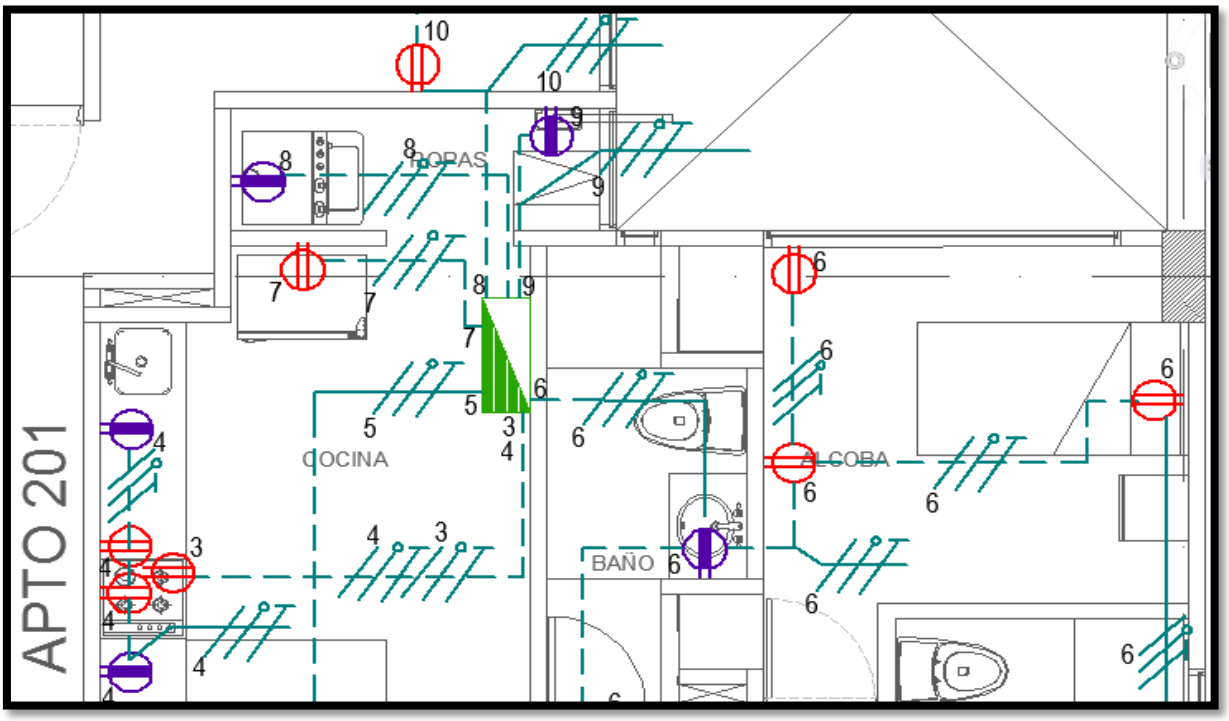
Imagen 35. Diseño eléctrico corregido en AutoCAD (iluminación interna y zona común)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 36. Diseño eléctrico corregido en AutoCAD (tomacorrientes interna y zona común)



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

2.1.6 Presentar el plano ante el Ing. para su debida aprobación

Luego de realizadas las correcciones y adiciones correspondientes al plano de la instalación eléctrica interna (iluminación) de los apartamentos, se le presenta al ing. Fredy barrera para su revisión y aprobación.

2.1.7 Entregar el plano aprobado por el ing. a los técnicos electricistas

Después de haber presentado el plano al ingeniero y él lo haya aprobado, se les entrega a los técnicos electricistas para que sigan realizando la construcción de la instalación interna (iluminación) de una manera correcta ya que ahora cuentan con la herramienta necesaria para ello.

Nota: Los planos finales son anexados a este documento. Ver ANEXO B

2.2 Análisis Del Diseño Eléctrico Serie 3 (Subestación)

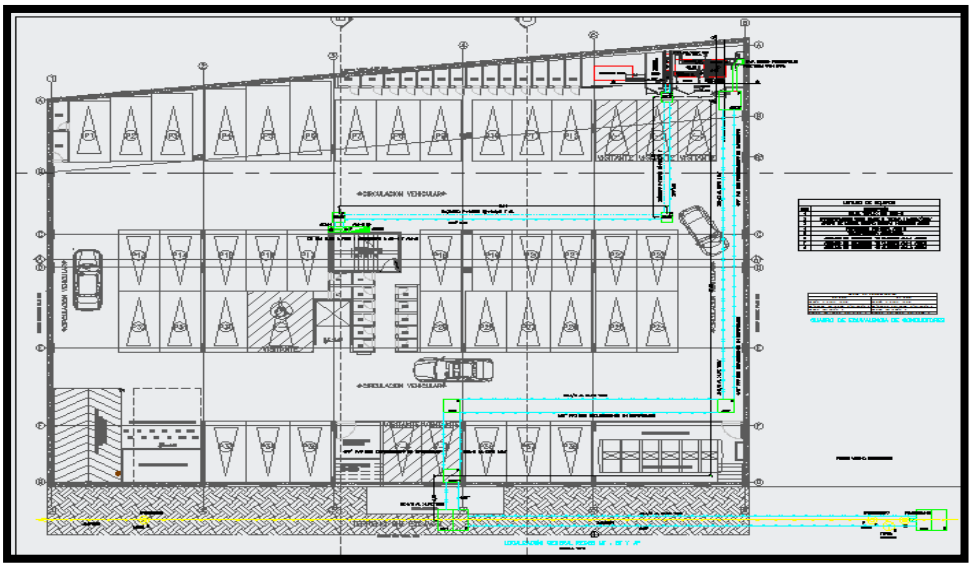
Como ya tenemos el plano serie 3 del proyecto **BALCONES DEL CAMPIN II** vamos a realizar un análisis del mismo con el fin de verificar si cumple con lo que establece la norma. Para ello, nos basamos en la información detallada anteriormente sobre la elaboración del plano eléctrico serie 3 según CODENSA.

2.2.1 Paso a paso para la verificación de la información relacionada en el plano serie 3 del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II.

1. Localización general de redes de M.T, B.T, Y A.P
2. Planta general de ubicación proyectada
3. Diagrama unifilar proyectado
4. Corte B-B´
5. Corte A-A´
6. Medidores
7. Transformadores de potencial PT´S
8. Transformadores de corriente TC´S
9. Llamados de atención
10. Listado de equipos
11. Cuadro de equivalencia de conductores

Paso 1) Localización general de redes de M.T, B.T, Y A.P

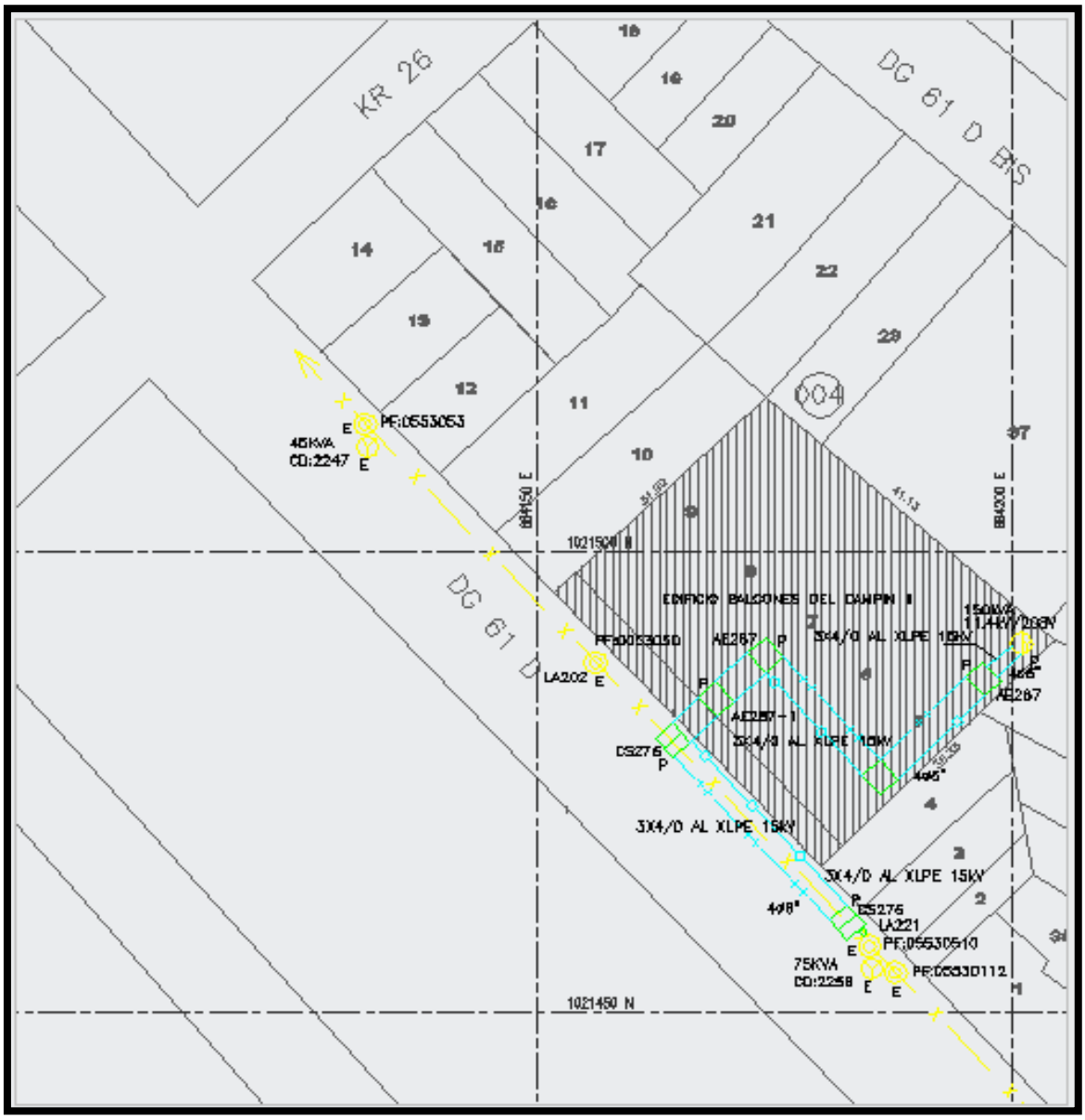
Imagen 37. Localización general de redes de M.T, B.T y A.P



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 38. Localización de redes de M.T.



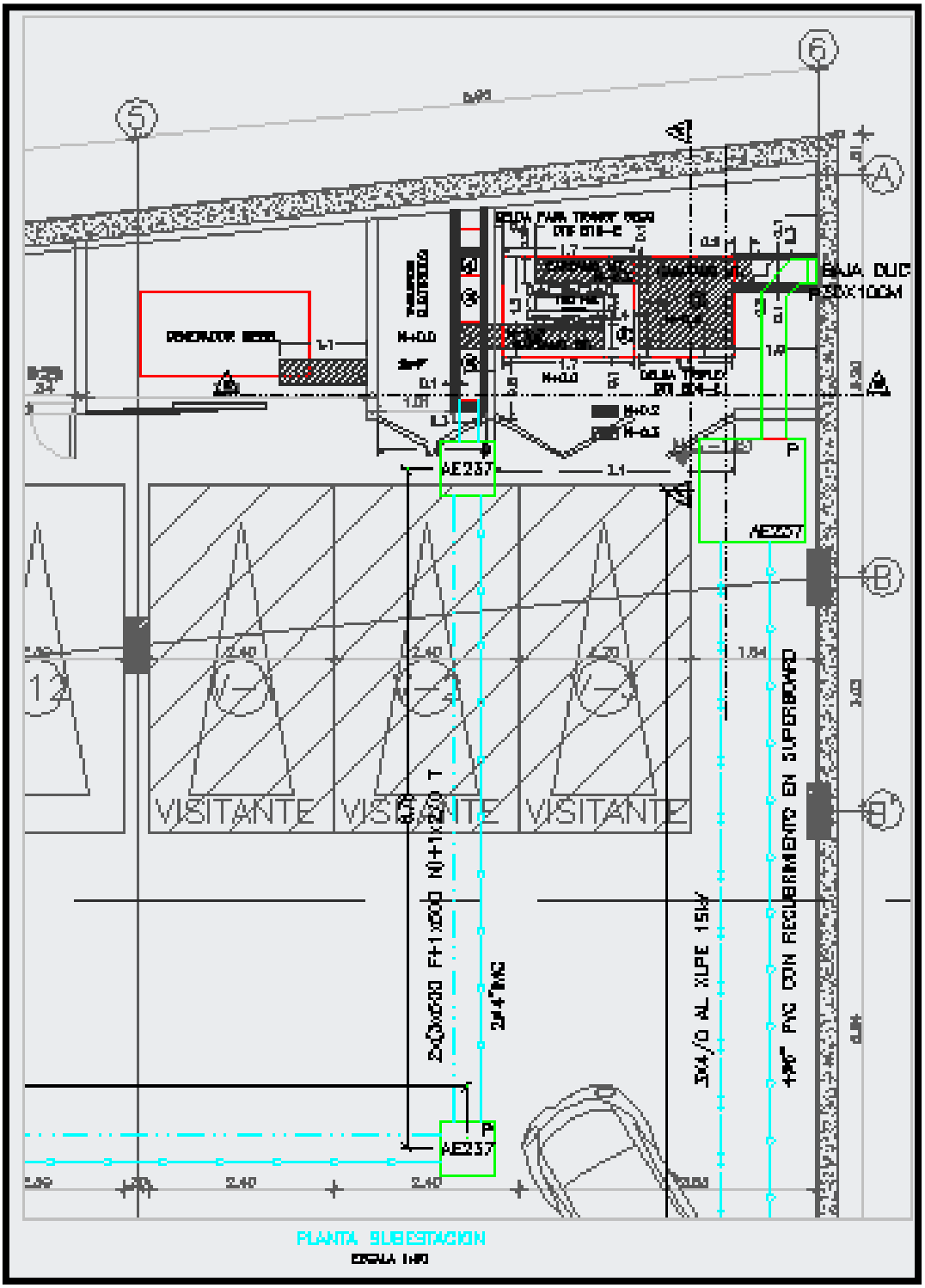
Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Como se observa en las *imágenes 37 y 38.* El plano serie 3 para el proyecto BALCONES DEL CAMPIN elaborado por el ing. cumple con los requisitos que establece la norma para el ítem que especifica la *Localización general de redes de M.T, B.T, Y A.P.*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 2) Planta general de ubicación proyectada

Imagen 39. Planta subestación

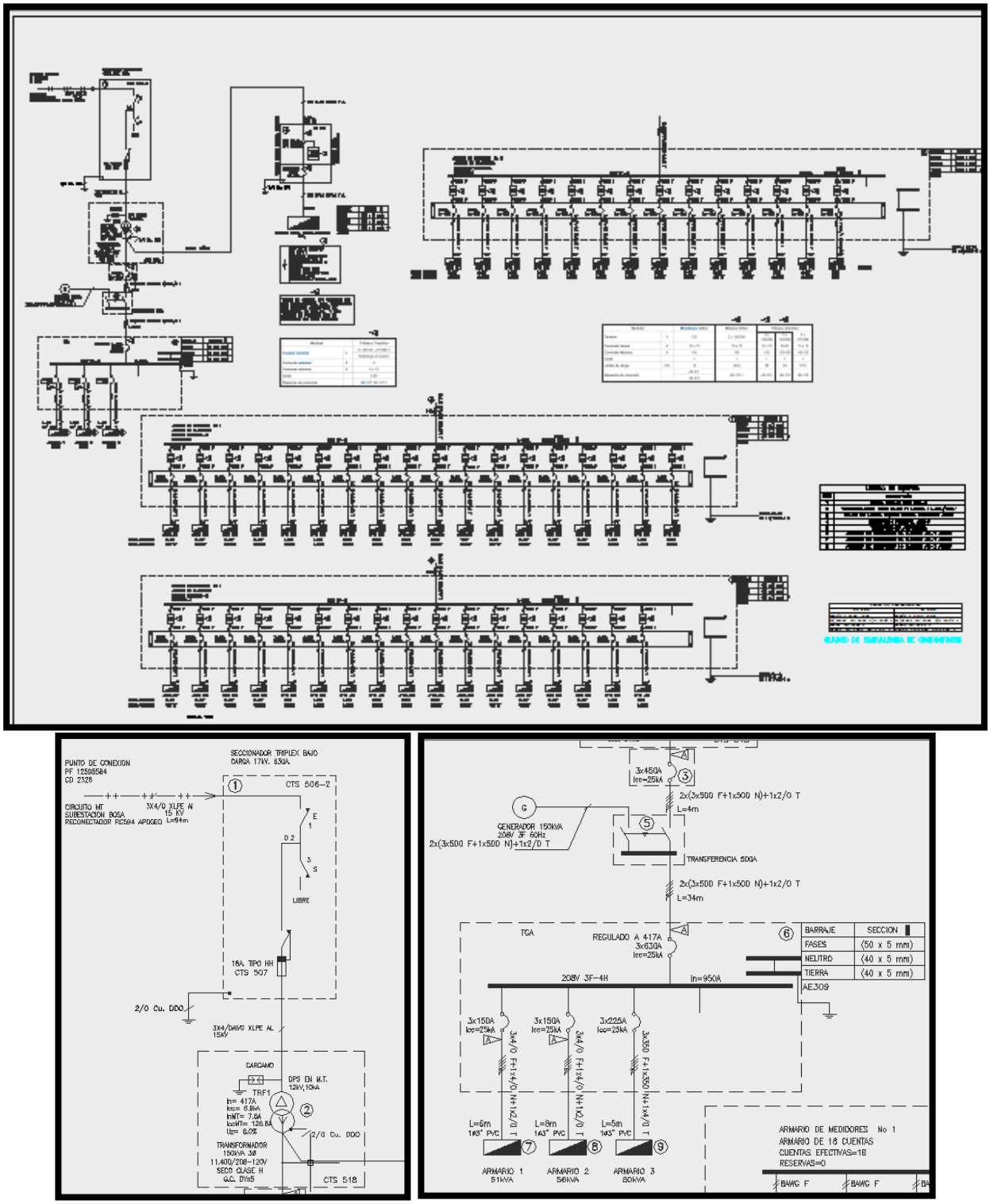


Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 3) Diagrama unifilar proyectado

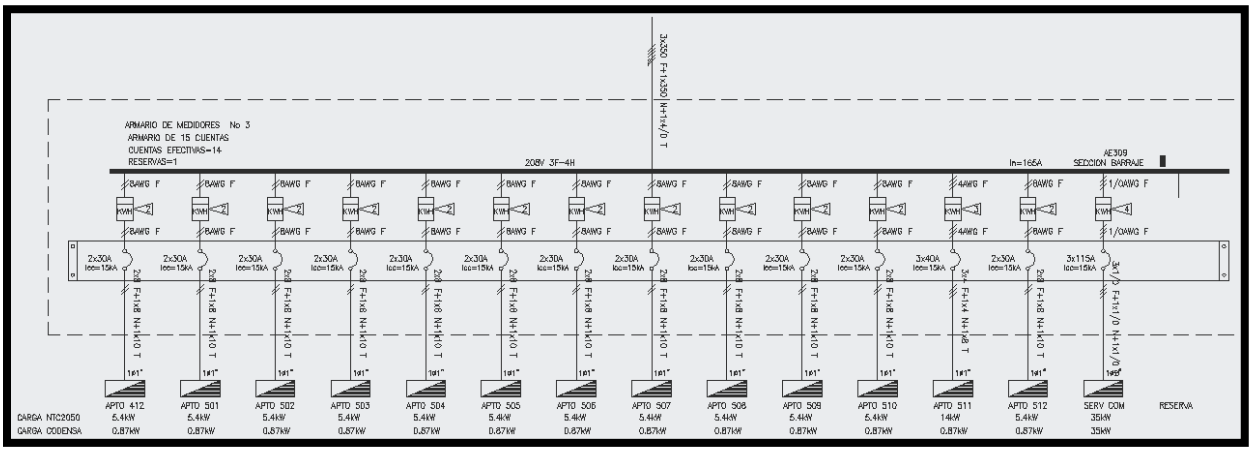
Imagen 40. Diagrama unifilar proyectado parte 1



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

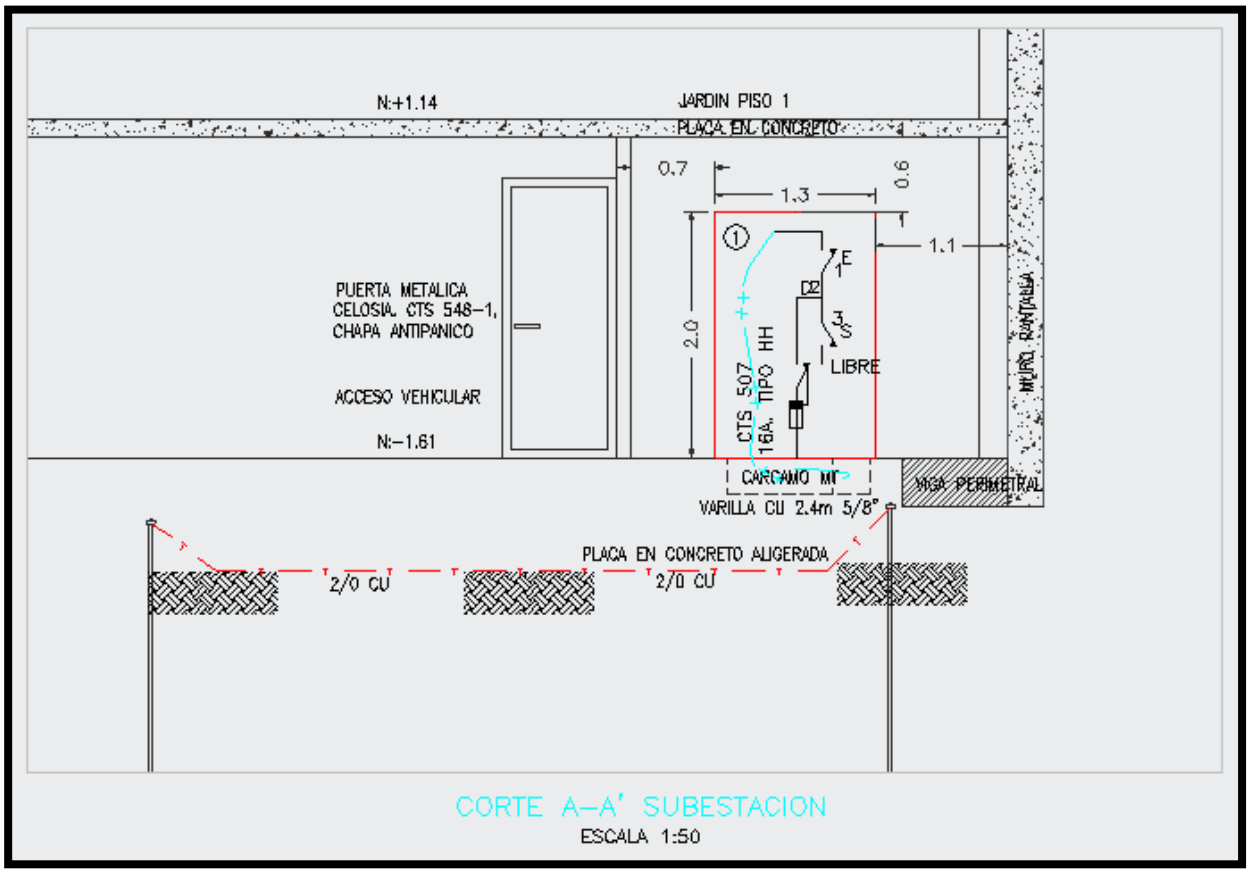
Imagen 41. Diagrama unifilar proyectado parte 2



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Paso 4) Cortes A-A´

Imagen 42. Corte A-A´ de la subestación

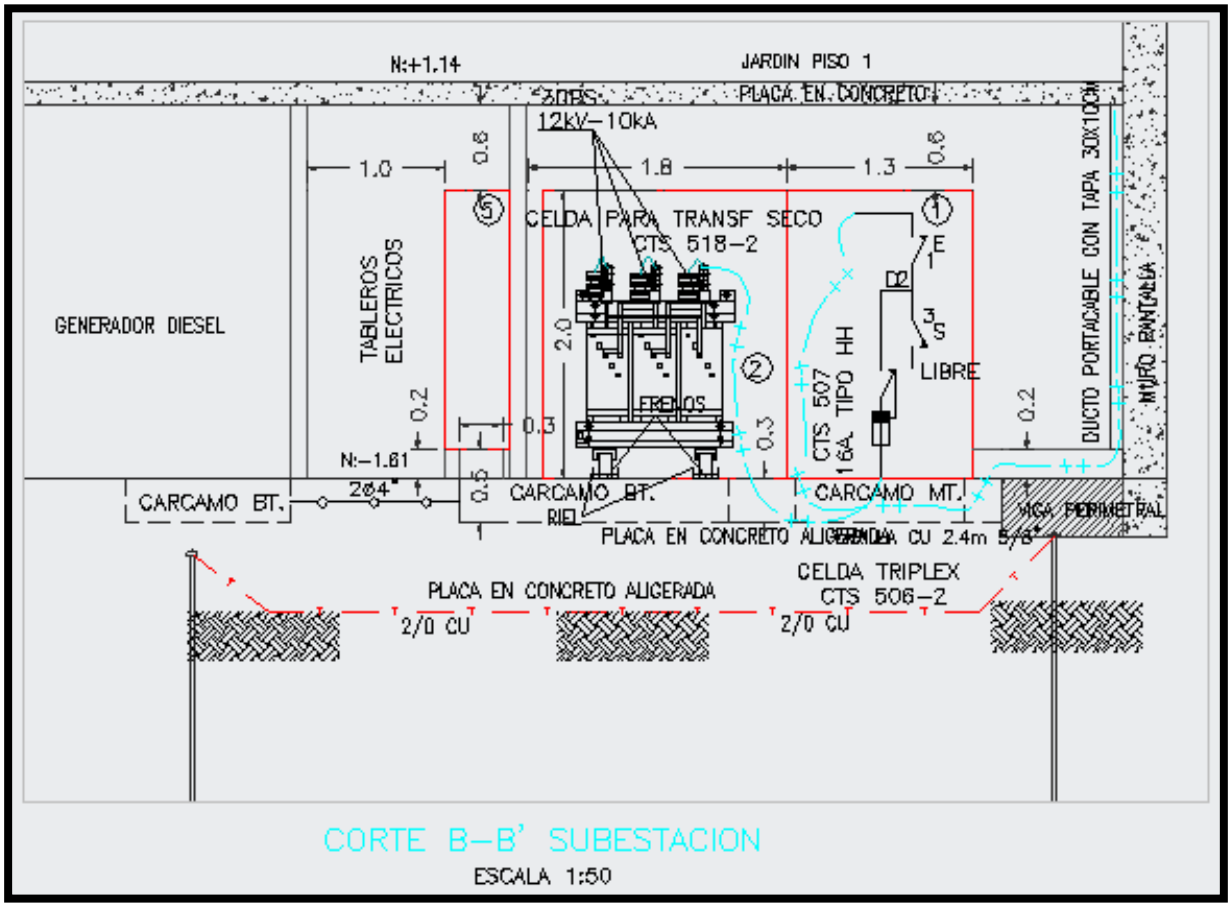


Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 5) Cortes B-B´

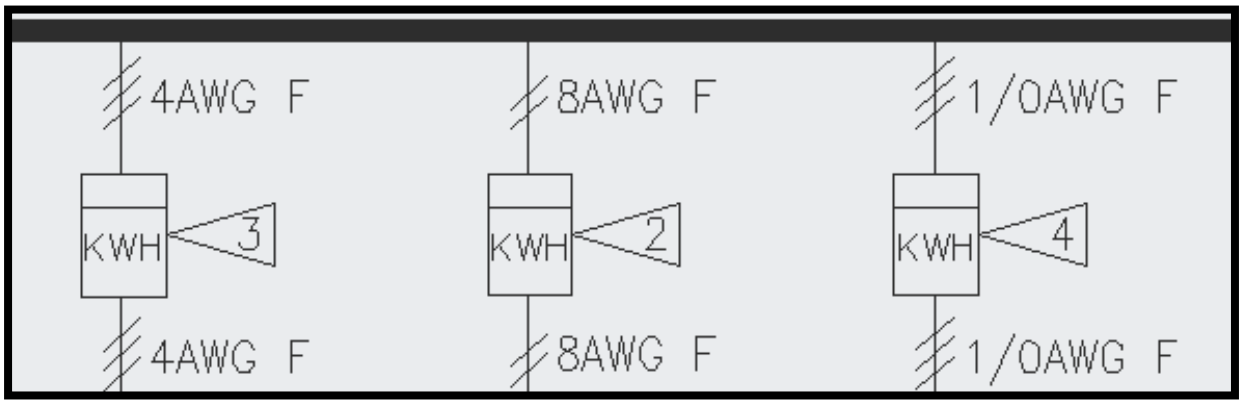
Imagen 43. Corte B-B´ de la subestación



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Paso 6) Medidores

Imagen 44. Medidores



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

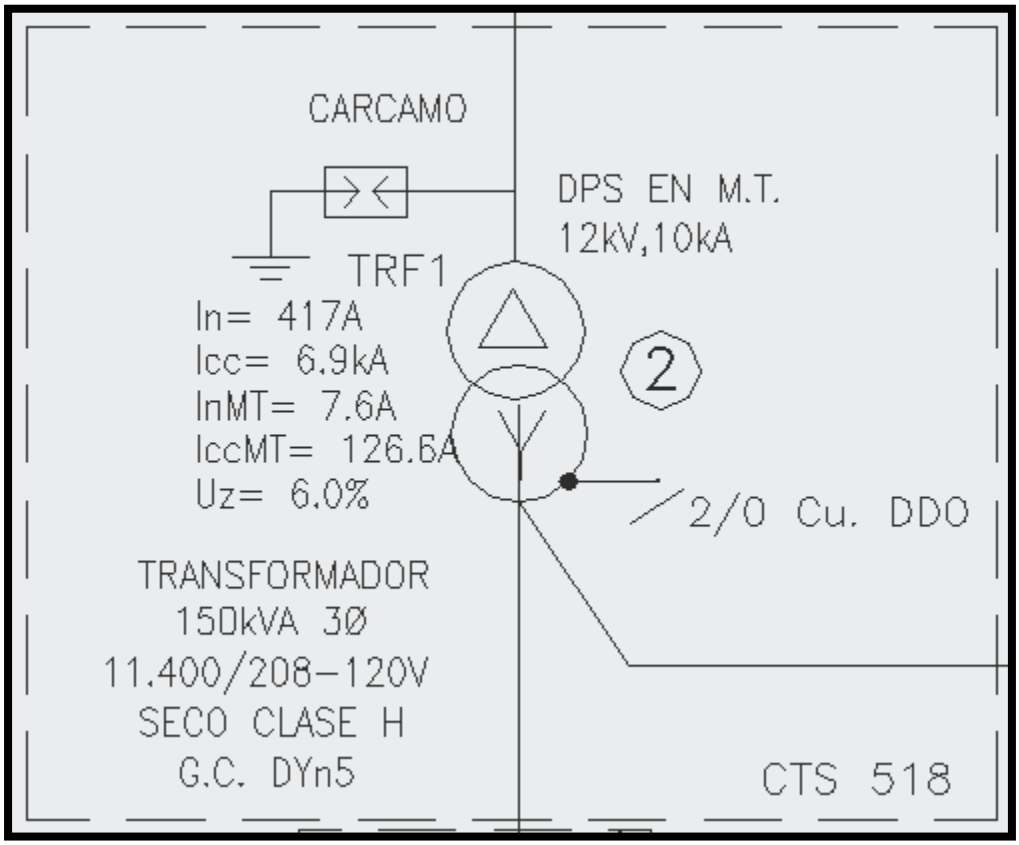
Imagen 45. Características de los medidores

Medidor		Monofásico bifilar	Bifásico trifilar	Trifásico tetrafilar		
			<2	<3	<4	
Tensión	V	120	2 x 120/208	3 x 120/208	3 x 120/208	3 x 277/480
Corriente básica	A	10 o 15	10 o 15	10 o 15	50-40	10 o 15
Corriente Máxima	A	100	100	100	150-160	100-120
Clase		1	1	1	1	1
Límite de carga	kW	12	20.8	36	54	57.6
Esquema de conexión		AE 411 AE 412	AE 413-1	AE 414	AE 414	AE 415

Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Paso 7) Transformadores de potencial PT´S

Imagen 46. Transformador de potencial

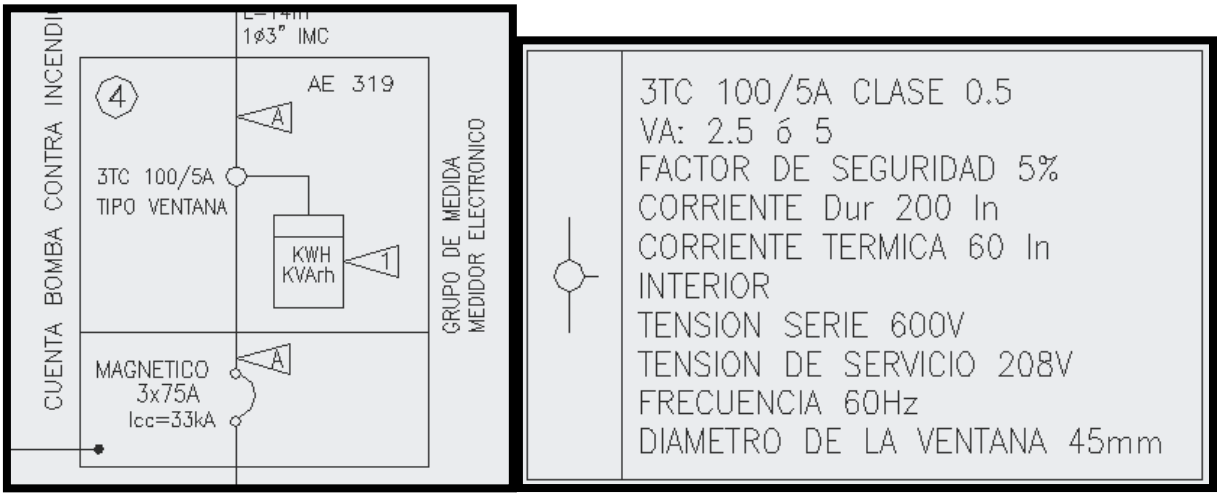


Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 8) Transformadores de corriente CT´S

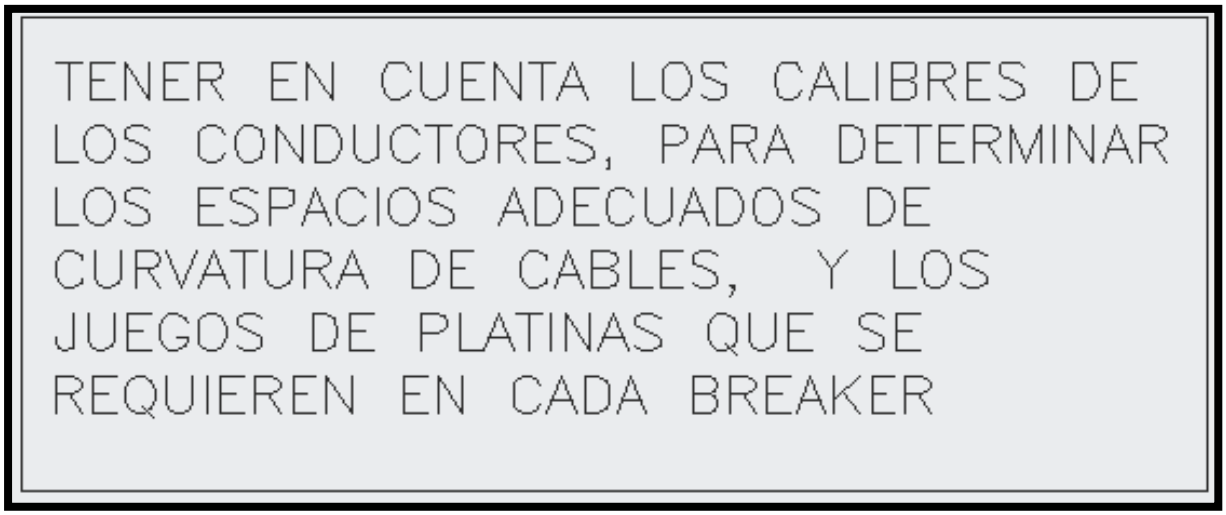
Imagen 47. Transformador de corriente



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Paso 9) Llamados de atención

Imagen 48. Llamados de atención



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Paso 10) Listado de equipos

Imagen 49. Listado de equipos

LISTADO DE EQUIPOS	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	CELDA TRIPLEX CTS 506-2
2	TRANSFORMADOR SECO CLASE H 150kVA 11.400V/208V
3	GRUPO DE MEDIDA EQUIPO CONTRA INCENDIOS AE319
4	PROTECCION PRINCIPAL AE310
5	TRANSFERENCIA AUTOMATICA
6	ARMARIO DE MEDIDORES 18 CUENTAS AM-1 AE308
7	ARMARIO DE MEDIDORES 18 CUENTAS AM-1 AE308
8	ARMARIO DE MEDIDORES 15 CUENTAS AM-2 AE308

Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Paso 11) Cuadro de equivalencia de conductores

Imagen 50. Cuadro de equivalencia de conductores

TABLA DE EQUIVALENCIAS	
CU AWG	AL AWG
3x2/0 F XLPE 15KV	3x4/0 F XLPE 15KV
2x(3x350 F+1x350 N)+1x2/0 T	2x(3x500 F+1x500 N)+1x2/0 T
3x250 F+1x2/0 T	3x350 F+1x3/0 T
3x3/0 F+1x3/0 N+1x1/0 T	3x4/0 F+1x4/0 N+1x2/0 T

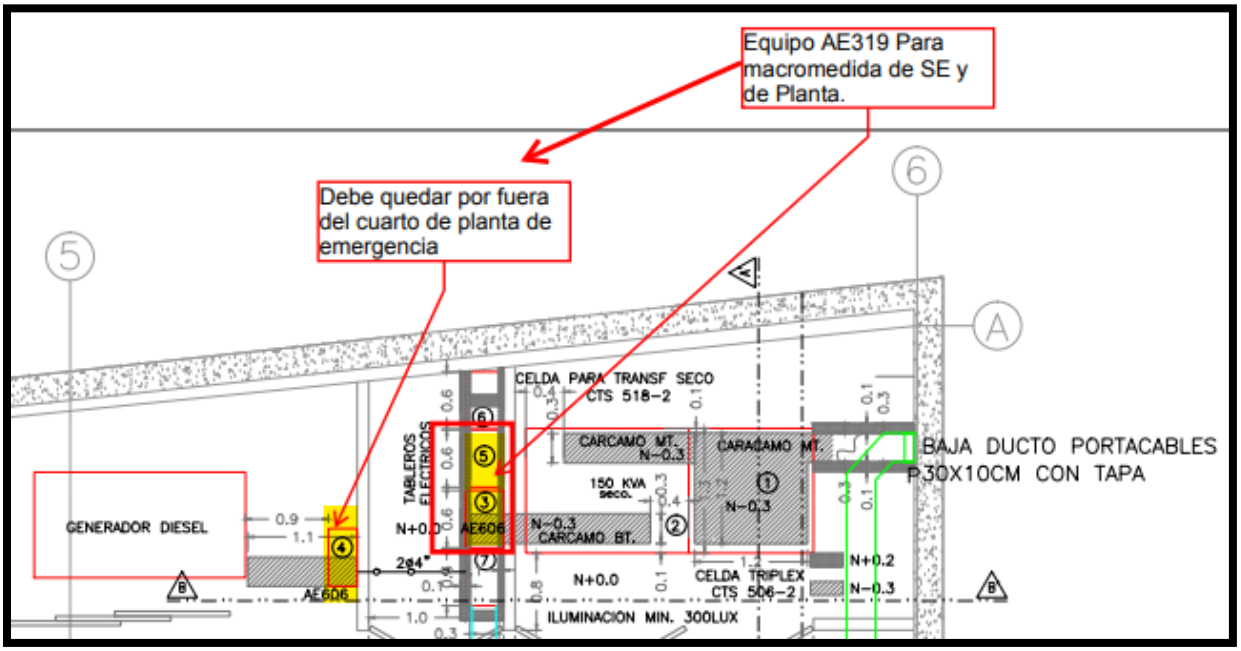
Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Como se pudo evidenciar el plano serie 3, de manera general, del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II cumple con los requisitos establecidos por CODENSA para su revisión ante dicho operador de red. Sin embargo hay que ser muy cuidadosos con cada detalle que se pide allí, ya que a la hora de que el operador de red lo revise no podría pasar como sucedió con dicho plano.

A continuación se muestran las correcciones que según CODENSA se tenían que hacer para que el plano sea aprobado.

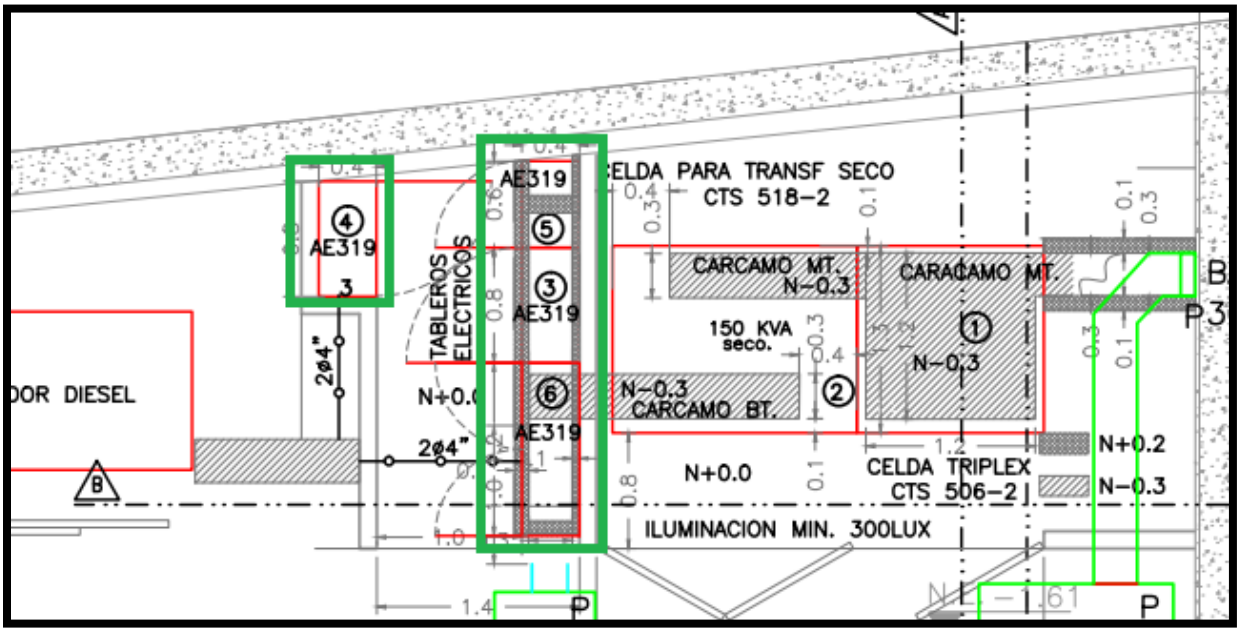
2.2.2 CORRECCIONES QUE CODENSA SOLICITÓ REALIZAR AL PLANO SERIE 3

Imagen 51. Corrección #1 ubicación del equipo para macromedida



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

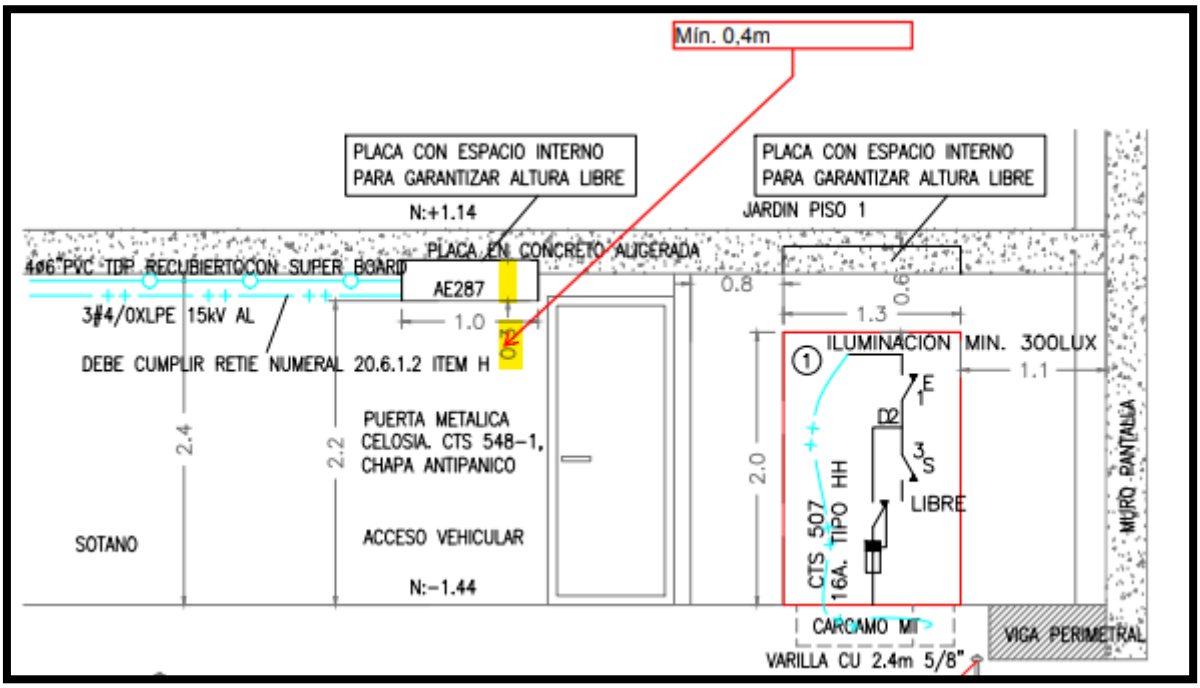
Imagen 52. Solución a la observación #1



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

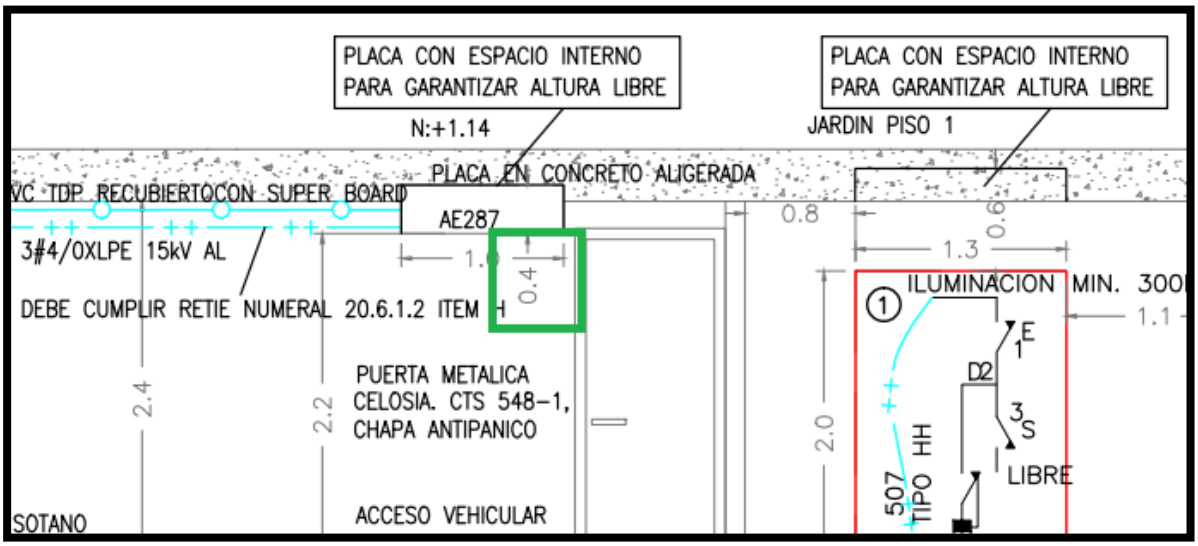
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 53. Corrección # 2. Distancia mínima de la caja de inspección



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

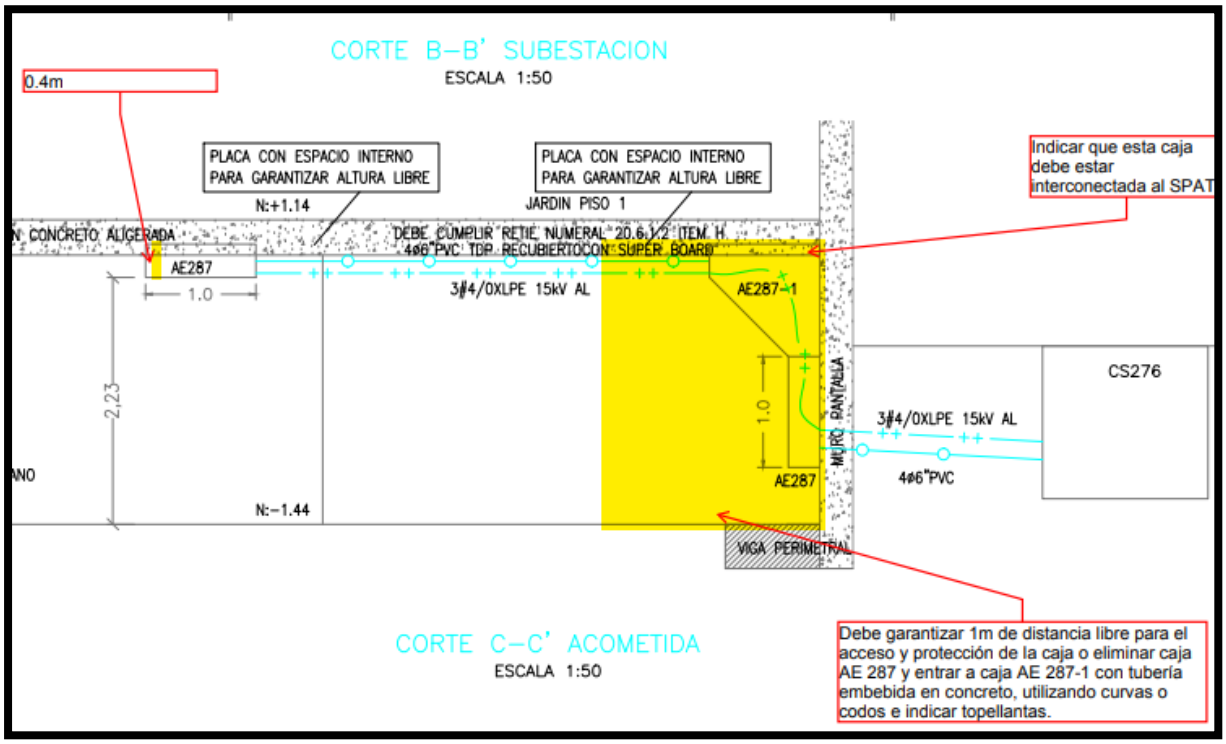
Imagen 54. Solución a la observación #2



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

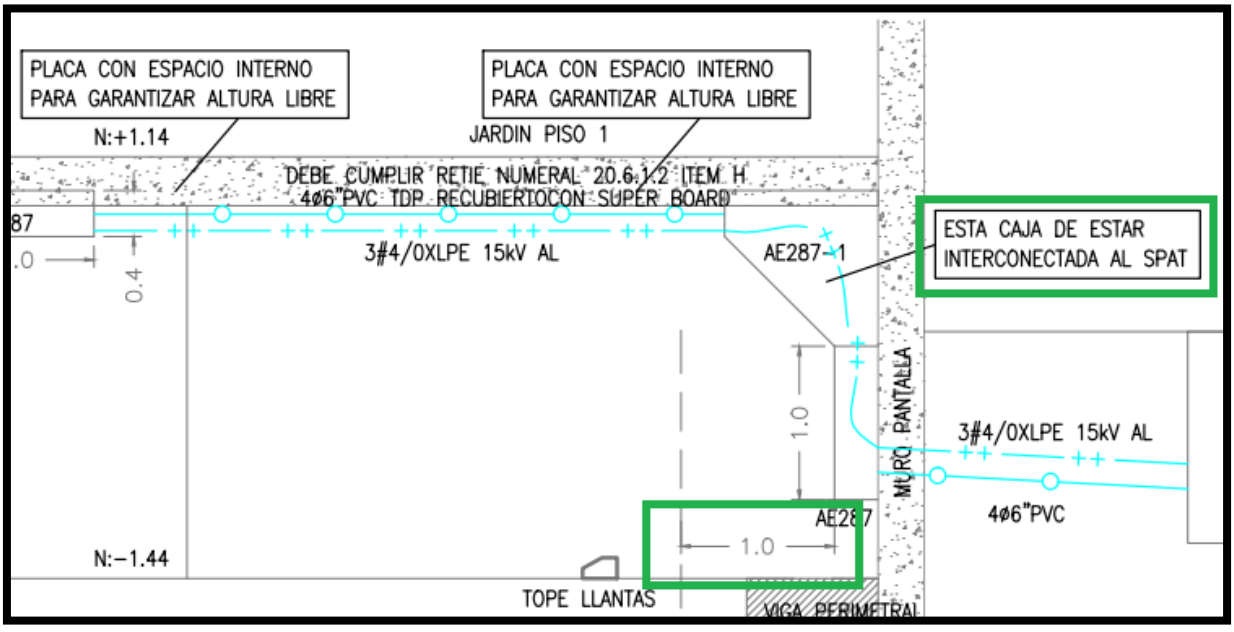
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 55. Corrección # 3. Corte B-B´



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

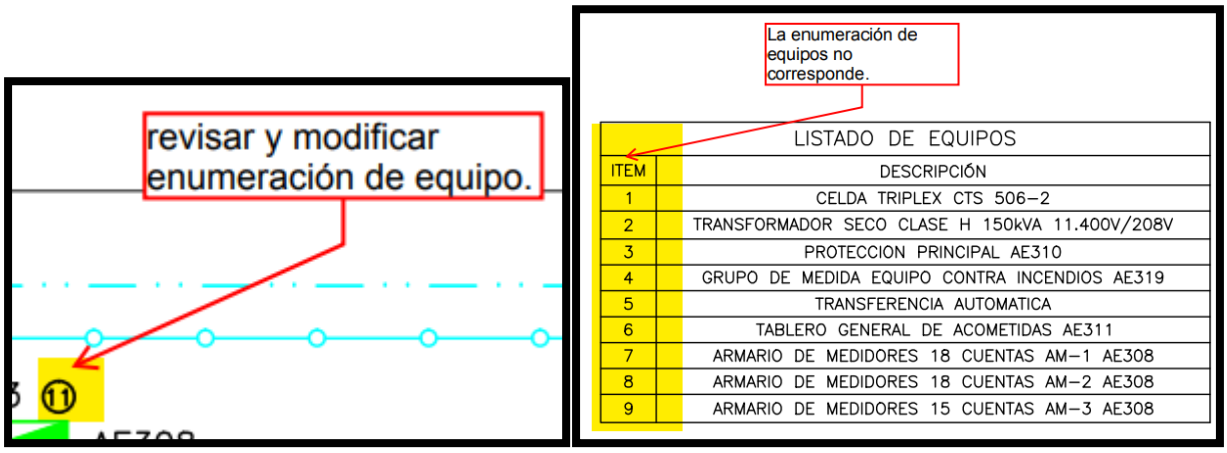
Imagen 56. Solución a la observación #3



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

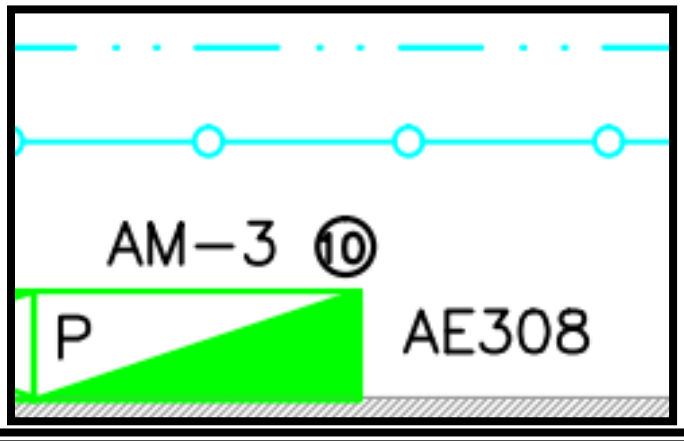
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 57. Corrección #4. Numeración de equipos



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Imagen 58. Solución a la observación #4

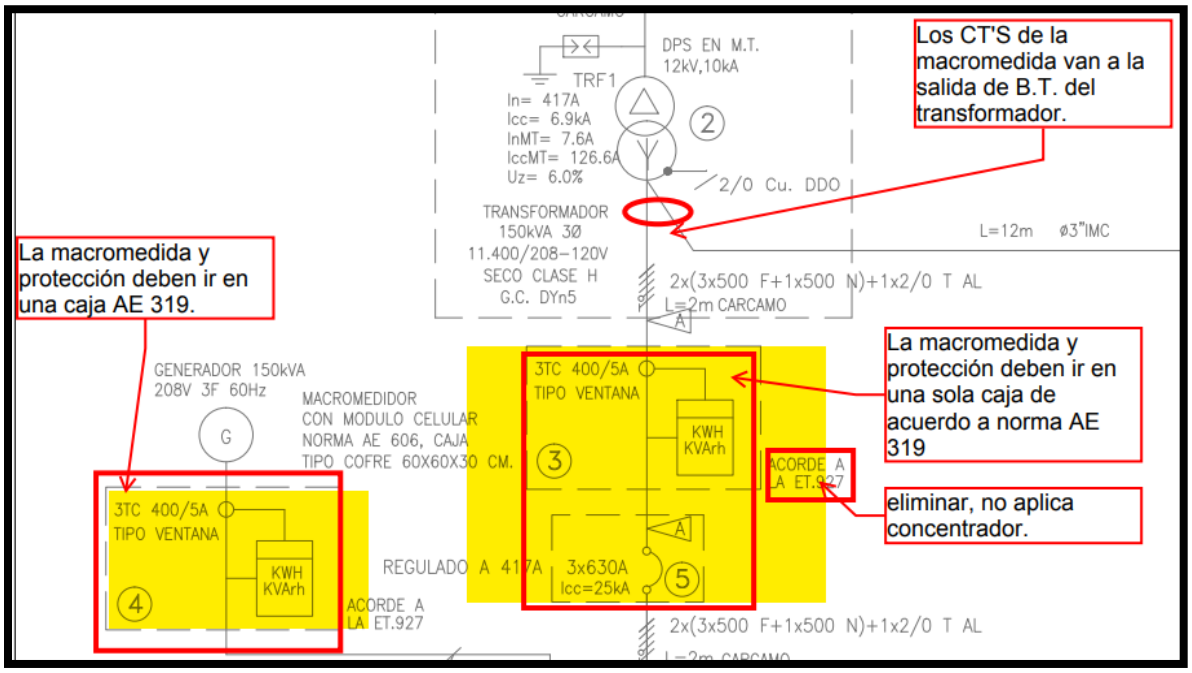


LISTADO DE EQUIPOS	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	CELDA TRIPLEX CTS 506-2
2	TRANSFORMADOR SECO CLASE H 150kVA 11.400V/208V
3	MACROMEDIDOR RED NORMAL AE319
4	MACROMEDIDOR RED PLANTA AE319
5	GRUPO DE MEDIDA EQUIPO CONTRA INCENDIOS AE319
6	TRANSFERENCIA AUTOMATICA
7	TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS AE311
8	ARMARIO DE MEDIDORES 18 CUENTAS AM-1 AE308
9	ARMARIO DE MEDIDORES 18 CUENTAS AM-2 AE308
10	ARMARIO DE MEDIDORES 15 CUENTAS AM-3 AE308

Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

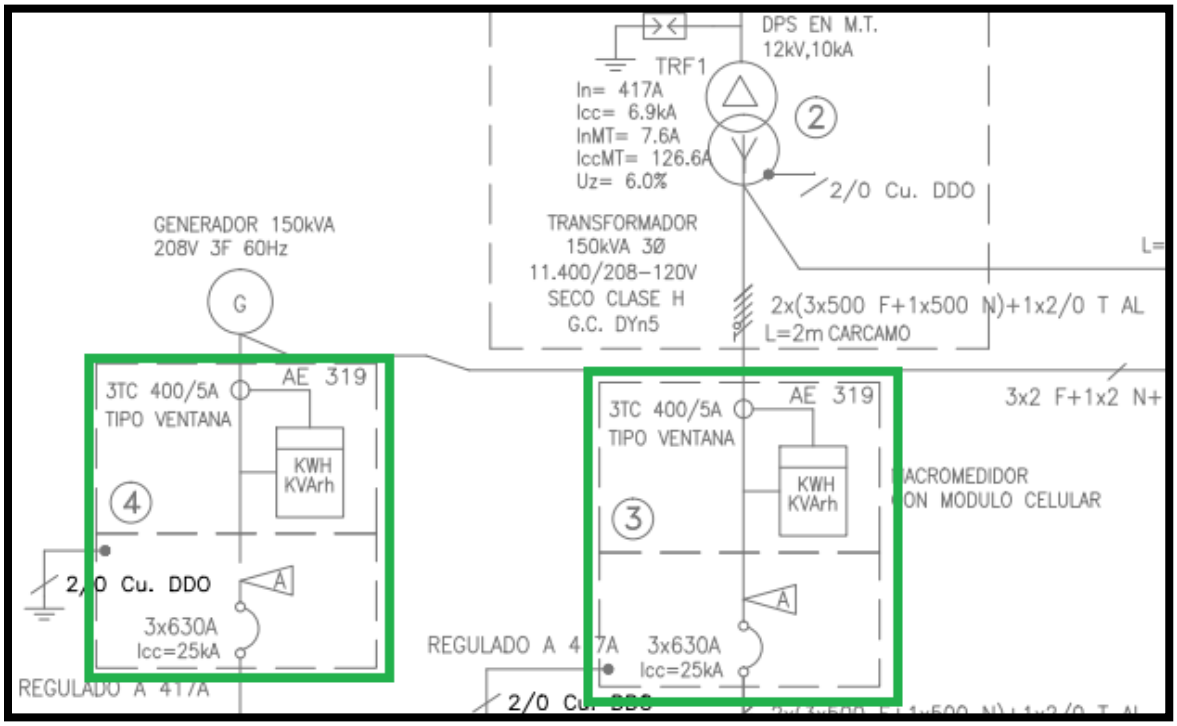
Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 59. Corrección #5. Ubicación del equipo de macromedida



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Imagen 60. Solución a la observación #5.



Fuente: *(Ing. Fredy Barrera, 2018)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

A continuación, de una manera más específica y concisa se verifica requisito por requisito en el plano serie 3 del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II para ver si cumple o no con lo establecido por CODENSA.

Tabla 44. Verificación de los requisitos para la localización general de redes de M.T, B.T y A.P

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	requisito	cumple	
		si	no
Localización General de Redes de M.T, B.T y A.P	Redes de M.T, B.T y A.P existentes (si aplica) y proyectadas desde el punto de conexión incluyendo identificación de equipos y puntos físicos de postes, cámaras y subestaciones.	✓	
	Canalización de redes M.T, B.T y A.P existentes y proyectadas desde el punto de conexión, indicando disponibilidad de ductos.	✓	
	Ubicación de subestación proyectada acorde al plano aprobado por curaduría.	✓	
	Indicar calles, carreras y puntos cardinales.	✓	
	Indicar claramente el punto de conexión asignado.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 45. Verificación de los requisitos para la planta general de ubicación proyectada

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	**CUMPLE**	
		SI	**NO**
Planta General de Ubicación Proyectada	Distribución de equipos considerando sus cotas, distancias de seguridad, distancias de trabajo y apertura de puertas.	✓	
	Ruta de las redes de M.T y B.T (Cárcamos, ductos y cámaras de inspección). Iluminación.	✓	
	Sistema de puesta a tierra sobre el entorno con características (Electrodos, Fosos de Inspección, dimensiones, conductor, escala legible) según memorias de cálculo.	✓	
	Acceso vehicular	✓	
	Cortes de subestación, armarios y grupos de medida.	✓	
	Llamados de atención.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 46. Verificación de los requisitos para el diagrama unifilar proyectado

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	**CUMPLE**	
		SI	**NO**
Diagrama Unifilar Proyectado	Punto de conexión.	✓	
	Trasformador con sus características (Tipo, potencia, Vp/Vs, In M.T , In B.T, Icc M.T, Icc B.T, Impedancia, tipo de conexión).	✓	
	Calibre de conductor (Al o Cu).	✓	
	Ducto, cárcamo o electro barra.	✓	
	Longitud de los conductores.	✓	
	Características de los barrajes (Dimensiones F, N T; In, Icc).	✓	
	Protecciones (Fusibles e interruptores) donde se indique su capacidad nominal y corriente de corto.	✓	
	Equipotencialización de equipos	✓	
	TGA, Armarios, Transferencias, Celdas, Bombas, grupos de medida; indicando cargas demandas e instaladas.	✓	
	Numeración de cuentas en los armarios de medidores.	✓	
	Llamados de atención.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 47. Verificación de los requisitos para los cortes A-A´ y B-B´

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	**CUMPLE**	
		SI	**NO**
Cortes	Distancias de seguridad y de trabajo.	✓	
	Dimensiones de la subestación.	✓	
	Dimensiones de los equipos.	✓	
	Dimensiones de cárcamos.	✓	
	Ruta de conductores.	✓	
	Iluminación.	✓	
	Distancias de operación.	✓	
	Ubicación de dampers, rieles, bocal, barrera removible, escalerilla, pasa muros de M.T y B.T	✓	
	Apertura de puertas.	✓	
	Ubicación de equipos.	✓	
	Entrada de acometida y salida de parciales en armarios de medidores.	✓	
	Llamados de atención.	✓	
	Detalle del punto de conexión a red aérea (si aplica)	✓	
	Detalle de conexión entre transformador TGA y/o armarios	✓	
	Detalle de acometida y parciales en armarios de medidores	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 48. Verificación de los requisitos para los medidores

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
Medidores	Tensión	✓	
	Corriente básica.	✓	
	Corriente Máxima.	✓	
	Clase.	✓	
	Límite de carga	✓	
	Esquema e conexión normalizado.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 49. Verificación de los requisitos para el trasformador de potencial

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
Transformadores de potencial PT´S	Tensión de servicio	✓	
	Tensión nominal	✓	
	Frecuencia	✓	
	Clase	✓	
	Instalación	✓	
	Número de núcleos	✓	
	Carga	✓	
	Tensión de ensayo a 60 Hz	✓	
	Tensión de ensayo al impulso	✓	
	Tensión primaria	✓	
	Tensión secundaria	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 50. Verificación de los requisitos para los llamados de atención

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
Llamados de Atención	Realizar aclaraciones que el ingeniero diseñador considere necesarias para la interpretación del plano.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Tabla 51. Verificación de los requisitos para el trasformador de corriente

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
Transformadores de corriente CT´S	Tensión de servicio	✓	
	Tensión nominal	✓	
	Frecuencia	✓	
	Clase	✓	
	Instalación	✓	
	Número de núcleos	✓	
	Carga	✓	
	Tensión de ensayo a 60 Hz	✓	
	Tensión de ensayo al impulso	✓	
	Corriente primaria en el CT.	✓	
	Corriente secundaria.	✓	
	Corriente térmica.	✓	
	Corriente dinámica.	✓	
	Factor de seguridad.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 52. Verificación de los requisitos para el listado de equipos

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
Listado de Equipos	Equipo de medida	✓	
	Celdas	✓	
	Transformador	✓	
	Armarios	✓	
	TGA	✓	
	Transferencias	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Tabla 53. Verificación de los requisitos para el cuadro de equivalencia de los conductores

VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CADA UNO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLANO SERIE 3			
Cuadro de Equivalencia de Conductores	REQUISITO	CUMPLE	
		SI	NO
	Cuadro de equivalencias de conductores entre Al – Cu utilizados en el diseño.	✓	

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Anteriormente habíamos dicho que según el RETIE el diseño implementado para el proyecto BALCONES DEL CAMPIN II es el **diseño detallado**, en el plano serie 3 podemos identificar cada uno de los ítems correspondientes a dicho diseño. Estos ítems ***(memoria de cálculos)*** son los citados y desarrollados en el ANEXO C.

2.2.3 Radicación Nuevamente Del Plano Serie 3 Ante CODENSA

Luego de la elaboración de las correcciones del plano serie 3 del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II se procede a su respectiva radicación nuevamente ante el operador de red, CODENSA.

Nota: Para el desarrollo de la pasantía no se alcanzó a esperar la respuesta definitiva de CODENSA.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Capítulo 3

3.1 Resultados de obra obtenidos

3.1.1 ductos a ángulos de 90°

Como lo dice la norma y se citó anteriormente en el literal 1.*3.5.4* para la elaboración de los planos de la instalación eléctrica interna, los ductos deben formar ángulos de 90°. La imagen muestra cómo se construyó dicha instalación interna (iluminación).

Imagen 61. Ductos a 90°



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

3.1.2 Sistema Puesta a Tierra en los tomacorrientes (SPT)

Como lo especifica la norma NTC 2050 en la sección 210-5 c *"El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito ramal se debe identificar por un color verde continuo o un color verde continuo con una o más bandas amarillas, excepto si está desnudo"* de esta manera se procede a realizar el SPT de los tomacorrientes como se muestra en la *imagen 61.*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Imagen 62. Sistema de puesta a tierra en los tomacorrientes



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

3.1.3 Empalme para la derivación de los circuitos

Según la NTC 2050 en la sección 224-*12* *"**Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados. No se deben hacer empalmes en línea o que se puedan romper por tensión"*** para el caso de las instalaciones internas de los apartamentos se utilizaron los conectores observados en la *imagen 62.*

Imagen 63. Empalme para la derivación de los circuitos



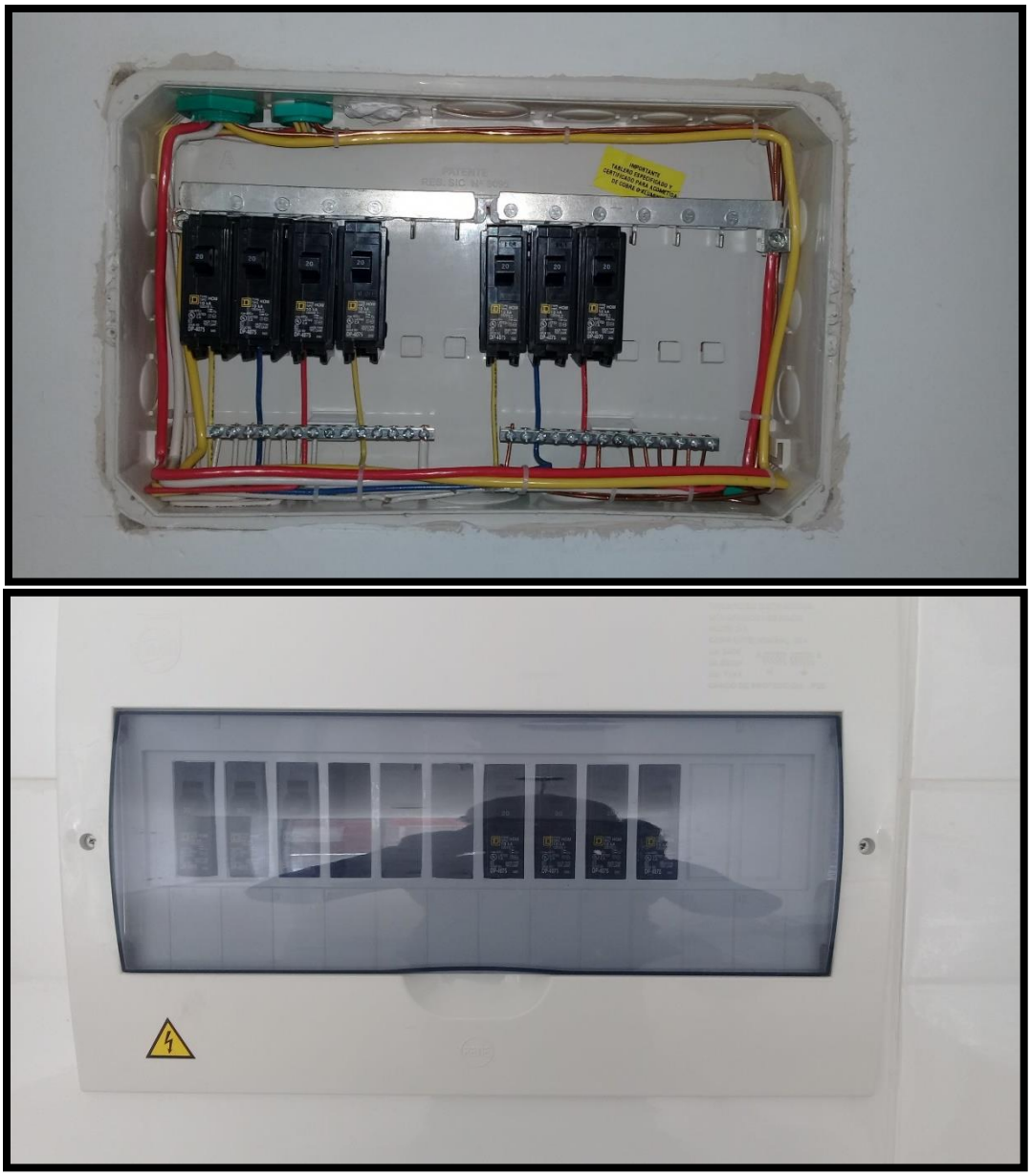
Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

3.1.4 Instalación de los tableros de distribución

Teniendo en cuenta lo estipulado en la norma NTC 2059 en la sección 384-5 "*Los cuadros de distribución que tengan partes expuestas energizadas deben estar situados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados por personal competente y sólo sean accesibles a personas calificadas"* y en general en la sección 384 B se instalan los tableros de distribución de cada uno de los apartamentos, como se observa en la *imagen 63.*

Imagen 64. Tablero de distribución



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

3.1.5 Puesta a tierra para cajas metálicas (interruptores)

Imagen 65. Puesta a tierra para cajas metálicas



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Nota: los anteriores procedimientos fueron desarrollados por la pasante, adicionalmente se realizó una serie de listas de verificación, las cuales la podemos encontrar en el ANEXO D.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

3.1.7 Sistema puesta a Tierra para la subestación

Imagen 66. Puesta a tierra de la subestación



Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

3.2 Ventajas Y Desventajas De Contar Con Una Planeación Pertinente Antes De Comenzar La Construcción De Una Instalación Eléctrica

Tabla 54. Ventajas y desventajas de contar con la planeación adecuada

Ventajas	Desventajas
Posibilidades mínimas de cometer errores que lleven a: • La demora de la construcción de la instalación eléctrica • Costos adicionales al realizar cambios en la instalación • Realizar la instalación bajo criterios indebidos	Posibilidades máximas de cometer errores que lleven a: • La demora de la construcción de la instalación eléctrica • Costos adicionales al realizar cambios en la instalación • Realizar la instalación bajo criterios indebidos

Fuente: *(Autoría de la pasante)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Conclusiones y recomendaciones

- Los contratistas eléctricos encargados del proyecto BALCONES DEL CAMPIN II deben exigir el material necesario para que las instalaciones eléctricas se construyan bajo las condiciones exigidas por las diferentes normas (RETIE, NTC 2050, CODENSA) incluyendo primordialmente la planeación correcta de las mismas.

- La experiencia de encontrar inconvenientes en el terreno es completamente necesaria e importante para el crecimiento del conocimiento que se ha ido formando a partir de la teoría. En mi caso, ha sido de gran ayuda para aterrizar conocimientos teóricos en la práctica que contribuyen al crecimiento del mismo mediante oportunidades ofrecidas por la empresa CONSTRUCTORA LO BALCONES OLLG SAS.

- El ing. Eléctrico contratado por la empresa para la elaboración del diseño eléctrico del proyecto balcones del campin ii, ha realizado un excelente trabajo de manera general, pero específicamente en los diseños eléctricos de las instalaciones internas las fallas analizadas, llevaron a que los técnicos electricistas construyeran parte de dicha instalación fuera lo establecido por la norma.

- Para cualquier proyecto en marcha lo primero con lo que hay que contar para que su construcción sea veraz y eficaz es con una planeación pertinente del mismo en todos los sectores, para el caso del sector eléctrico no se deben omitir detalles establecidos por las diferentes normas que lleven a la demora y gastos adicionales en la entrega final del proyecto.

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Bibliografía

- Ministerio de Minas y Energía/Colombia. 2013.” REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS-RETIE”. Resolución 90708 de agosto 30 del 2013: 1-208.

- ICONTEC NTC 2050. 1998.” NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC2050: CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO.”.

- Ministerio de Minas y Energía/Colombia. 2010.” REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PUBLICO-RETILAP”. Resolución 180540 de marzo 30 del 2010: 210.2.

- CODENSA, http://likinormas.micodensa.com/

- García F. Javier, Cálculo De Las Instalaciones De Alumbrado, https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html

- ILUMOR, Pasión Por La Eficiencia Energética, http://www.llumor.es/info-led/equivalencia-de-lumen-a-vatios

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

Anexos

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

ANEXO A: Cuadros De Carga De Cada Uno De Los Apartamentos

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

ANEXO B: Planos Eléctricos (Instalación Interna Y Serie 3)

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

ANEXO C: Memoria De Cálculos Para El Plano Serie 3 *(autoría del ing. Fredy Barrera)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co

ANEXO D: Listas De Verificación *(Después de realizar el análisis de los planos)*

Documento elaborado por: Yuridia Enciso Pineda-Estudiante Tecnología en electricidad
Email: yencisop@correo.udistrital.edu.co