



**Apoyo en el Diseño de instalaciones Eléctricas en la Empresa Cocelec S.A.S.**

Wilmar Oswaldo González Rodríguez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Electricista

Asesor

Jaime Alejandro Valencia Velásquez Doctor (PhD) en Ingeniería.

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Eléctrica  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2022

Cita	González Rodríguez [1]
<b>Referencia</b>	[1] W. O. González Rodríguez, “Apoyo en el diseño de redes eléctricas en la empresa Cocelec S.A.S.”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de documentación de la facultad Ingeniería CENDOI

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Noé Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

A mi madre, mis hermanos y mi hermana por su apoyo incondicional.

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Antioquia por todos los aprendizajes adquiridos tanto en lo profesional como en el ser.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. OBJETIVOS.....	10
A. Objetivo general.....	10
B. Objetivos específicos.....	10
III. MARCO TEÓRICO .....	11
V. RESULTADOS .....	17
VI. ANÁLISIS .....	45
VII. CONCLUSIONES .....	48
REFERENCIAS .....	49

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Primera localización del proyecto de redes, vista superior.</i>	19
<i>Figura 2. Segunda localización del proyecto de redes, vista superior.</i>	20
<i>Figura 3. Detalle de la localización del transformador del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar el edificio.</i>	21
<i>Figura 4. Diagrama de ubicación del proyecto residencial Rio.</i>	22
<i>Figura 5. Cuadro de cargas del proyecto de redes externas.</i>	23
<i>Figura 6. Diagrama unifilar.</i>	24
<i>Figura 7. Cuadro de convenciones.</i>	25
<i>Figura 8. Vistas complementarias de los tableros.</i>	26
<i>Figura 9. Vista lateral del cuarto eléctrico.</i>	27
<i>Figura 10. Vista superior cuarto técnico.</i>	28
<i>Figura 11. Notas del proyecto de redes.</i>	29
<i>Figura 12. Rotulo del proyecto en planos.</i>	30
<i>Figura 13. Localización de luminarias y nivel de iluminancia en el parqueadero en programa Dialux 4.13.</i>	31
<i>Figura 14. Localización de luminarias en parqueadero en programa AutoCAD.</i>	31
<i>Figura 15. Localización de luminaria de emergencia y nivel de iluminancia en punto fijo en el programa Dialux.</i>	32
<i>Figura 16. Localización de luminaria de emergencia en el programa AutoCAD.</i>	32
<i>Figura 17. Cuadro de cargas de la iluminación de las zonas comunes.</i>	33
<i>Figura 18. Cuadro de convenciones.</i>	34
<i>Figura 19. Tipos de apartamentos.</i>	35
<i>Figura 20. Salidas eléctricas y configuración de los circuitos para los apartamentos de un piso.</i>	36
<i>Figura 21. Salidas eléctricas y configuración de los circuitos para los apartamentos del Tipo G.</i>	37
<i>Figura 22. Cuadros de cargas para los apartamentos tipo A y F.</i>	38
<i>Figura 23. Procedimiento para la decisión de protección.</i>	39
<i>Figura 24. Valores típicos de riesgo Tolerable.</i>	40
<i>Figura 25. Cálculo de riesgo, introducción de parámetros.</i>	40
<i>Figura 26. Resultados del análisis del riesgo.</i>	41
<i>Figura 27. Diseño de apantallamiento en 3D.</i>	41
<i>Figura 28. Zoom del diseño de apantallamiento.</i>	43
<i>Figura 29. Anillo de puesta a tierra.</i>	44

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>EPM</b>	Empresas Públicas de Medellín.
<b>RETIE</b>	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
<b>NTC</b>	Norma técnica colombiana.
<b>RETILAP</b>	Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
<b>SPE</b>	Sistema de Protección Externa.
<b>DPS</b>	Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones.

## RESUMEN

Se realizó la práctica empresarial en la empresa Cocelec S.A.S, en el proyecto que se va a exponer se mencionaran las actividades concernientes con el diseño de instalaciones eléctricas en el edificio residencial Río, ubicado en el sector Chingú del municipio de Envigado, Antioquia.

El proyecto residencial Río cuenta con diversas cargas distribuidas en los apartamentos y en las zonas comunes, en noviembre del año 2021 se comenzó con el diseño de las distintas redes eléctricas de los espacios del edificio, la empresa Cocelec S.A.S es la empresa encargada de realizar los diseños y a futuro también realizará la construcción de las redes eléctricas internas y externas ya que en este momento el proyecto está en preventa y físicamente solo tiene el apartamento modelo.

Entre las actividades realizadas en la práctica empresarial, se documentan el apoyo en el diseño de la iluminación de las zonas comunes, del apantallamiento que va a proteger toda la edificación de posibles descargas atmosféricas, de las redes internas de los apartamentos y de la red externa que va a alimentar el edificio.

Las actividades se realizaron con la ayuda de distintos programas informáticos y los resultados fueron verificados con las distintas normas que rigen el sector eléctrico como el RETIE, RETILAP, NTC 2050 entre otras, en muchos casos se llegó a los resultados esperados y en otros se hicieron ajustes y cambios para cumplir con la normativa y de esta forma corroborar el conocimiento teórico.

***Palabras clave* —diseño, instalaciones eléctricas, redes eléctricas, apantallamiento, iluminación.**

### ABSTRACT

The business practice was carried out in the company Cocelec S.A.S, in the project that is going to be exposed, the activities related to the design of electrical installations in the Río residential building, located in the Chinguí sector of the municipality of Envigado, Antioquia, will be mentioned.

The Río residential project has various loads distributed in the apartments and in the common areas, in November 2021 the design of the different electrical networks of the building spaces began, the company Cocelec S.A.S is the company in charge of carrying out the designs and in the future it will also carry out the construction of the internal and external electrical networks since at this moment the project is in pre-sale and physically it only has the model apartment.

Among the activities carried out in business practice, support is documented in the design of lighting in common areas, shielding that will protect the entire building from possible atmospheric discharges, the internal networks of the apartments and the external network that will power the building.

The activities were carried out with the help of different computer programs and the results were verified with the different regulations that govern the electricity sector such as RETIE, RETILAP, NTC 2050, among others, in many cases the expected results were reached and in others they were done. adjustments and changes to comply with regulations and thus corroborate theoretical knowledge.

***Keywords —design, electrical installations, electrical networks, shielding, lighting.***



---

## I. INTRODUCCIÓN

En este informe se muestran las actividades a realizar en el diseño eléctrico para poder complementar al área técnica con la construcción de las redes eléctricas, en este documento se reúnen dichas actividades para de esta forma mostrar las evidencias del trabajo realizado en la empresa Cocalec S.A.S, la cual cuenta con diversos servicios relacionados con la ingeniería eléctrica, tanto en diseño, como de construcción de redes eléctricas aéreas y subterráneas, subestaciones, sistemas de puesta a tierra, apantallamientos, iluminación e instalaciones de usuario final, lo anterior enfocado en instalaciones de edificios residenciales.

Para dar cumplimiento a los servicios prestados por la empresa se propuso desde la práctica profesional, el apoyo en los diseños de instalaciones eléctricas, a partir de los conocimientos adquiridos durante el pregrado. Apoyar las labores de diseño de redes y de iluminación utilizando programas como AutoCAD, Dialux 4.13, Dialux Evo, entre otros. Por medio de la comprobación por parte del grupo de trabajo se iba avanzando y cambiando de actividad cuando se alcanzaban los resultados esperados.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

Apoyar la ejecución de los diseños de instalaciones eléctricas a la empresa Cocelec S.A.S, en el proyecto residencial Río, para a partir del diseño dar cumplimiento con los requerimientos del cliente y las normas vigentes que rigen estos proyectos eléctricos en Colombia.

### *B. Objetivos específicos*

Realizar un estudio de las diferentes normas que rigen los proyectos eléctricos en el país, indagando en diferentes bases de datos digitales, para realizar el respectivo diseño de las redes eléctricas, redes externas, diseño de apantallamiento y de iluminación de las zonas comunes del proyecto residencial Río.

Comprobar por medio de los distintos programas como el Dialux los niveles óptimos de iluminación de las instalaciones de zonas comunes del proyecto residencial Río.

Comprobar por medio del programa Excel el cumplimiento en la regulación de voltaje para los diferentes circuitos y alimentadores.

Comprobar por medio del programa AutoCAD el cumplimiento de la protección del proyecto residencial Río contra descargas atmosféricas.

### III. MARCO TEÓRICO

Todas las instalaciones eléctricas en Colombia deben cumplir con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, que es un documento técnico- legal expedido por el Ministerio de Minas y Energía. Su versión más reciente fue publicada el 30 de agosto de 2013. En este se puede encontrar los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar, construir, mantener y modificar una instalación eléctrica [1]. Este documento es de vital importancia para este proyecto, ya que todos los diseños, construcciones y elementos de las instalaciones eléctricas deben cumplir el reglamento y deben ser certificados por un inspector RETIE.

Para realizar el diseño de iluminación se trabajó con el RETILAP cuyo objeto fundamental del reglamento es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación [1]. Por medio del seguimiento de las instrucciones de este documento se logrará cumplir con los niveles de iluminación cuando al proyecto se le realice la interventoría.

En este mismo sentido, para este trabajo se utilizó el código eléctrico colombiano NTC 2050, documento expedido por ICONTEC que es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor, su fecha de publicación es del 25 de noviembre de 1998. 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 [3]. Este documento fue imprescindible ya que su contenido está ligado a la eficiencia energética y sirve de guía para que los diseños de instalaciones eléctricas sean funcionales, en sus apéndices se encuentran tablas con información técnica que son de gran ayuda para dimensionar correctamente diversos elementos de las instalaciones eléctricas como lo son las protecciones y los conductores, los cuales quedan consignados en los respectivos cuadros de cargas.

Para realizar el Proyecto de redes se tiene que tener un punto de conexión para las instalaciones eléctricas nuevas en Antioquia, fue necesario realizar el trámite ante el operador de

la red, en este caso Empresas Públicas de Medellín (EPM), llamado solicitud de punto de conexión conocido también como factibilidad del servicio de energía. Este es un trámite que se realiza al solicitar la conexión del proyecto a la red existente de EPM.

El punto de conexión se pide llamando a la línea de atención al cliente de EPM y es necesario tener la siguiente información del proyecto:

- Numero de Cedula o NIT del propietario del proyecto.
- Nombre completo o razón social del propietario del proyecto.
- Municipio.
- Dirección del sitio o contrato de servicios públicos de una instalación vecina al proyecto.
- Capacidad a instalar en kVA.
- Calibre de la acometida.
- Tipo de conexión, trifásica o monofásica.
- Tipo de uso de la instalación, provisional, industrial o residencial.
- Número de instalaciones futuras.

Para diseñar las redes eléctricas externas del edificio se siguió la norma de EPM, RA8-001, “Presentación de proyectos eléctricos particulares para la conexión al sistema de EPM”, donde se indica que el plano debe contener la siguiente información para ser aprobado:

- Localización.
- Ubicación geográfica.
- Cuadro de cargas.
- Convenciones.
- Diagrama Unifilar.
- Vistas complementarias.
- Notas.
- Espacio para sellos.
- Rotulo.

Las redes externas de las bodegas se componen de los transformadores, sus acometidas y los gabinetes de medida y protecciones. Para el diseño de estos se utilizaron las normas técnicas de EPM, RA2-026,” Montaje de transformador trifásico en poste”, RA8-006, “Fusibles y barras

secundarias para transformadores trifásicos 13200-208 y/120 V” y la norma RA8-012, “Tableros y celdas de medida” [4].

Para presentar el proyecto ante EPM, se requiere ingresar los siguientes documentos en el sitio web de EPM:

- Cuenta de servicios públicos de un vecino.
- Licencia de construcción.
- Punto de conexión.
- Formato de solicitud de proyectos digitales, se debe descargar de la página web de EPM.
- Cupón de pagos y comprobante, este se tramita mediante la línea de atención al cliente de EPM.
- Plano del proyecto en formato DWF.

Luego de verificar que la documentación esta correcta un asesor de EPM revisa el proyecto y lo devuelve con las correcciones que hay que realizar, una vez realizadas todas las correcciones se devuelve el proyecto con el sello de aprobación.

Para realizar el diseño de la protección contra descargas atmosféricas de una edificación se deben tener en cuenta los diferentes factores que inciden en un diseño de este tipo como son: la ubicación del edificio, el nivel cerámico de la zona, las dimensiones del edificio, la densidad de descargas atmosféricas a tierra etc. En Colombia se debe cumplir con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, que es un documento técnico- legal expedido por el Ministerio de Minas y Energía, para esta actividad en específico con el artículo 16 en este se puede encontrar los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar, construir y mantener un sistema de protección contra rayos y sobretensiones transitorias. También se tuvo en cuenta en este mismo sentido para esta actividad el código eléctrico colombiano, las NTC 4552-1, NTC 4552-2 y la NTC 4552-3. Ya que su contenido está ligado a la protección contra descargas atmosféricas y sirve de guía para que los diseños de los sistemas de apantallamiento [5]. Siempre que se estén realizando estas actividades es muy frecuente consultar estas normas.

El Sistema de Protección Externa (SPE) se compone por las siguientes partes fundamentales:

**Sistema de Captación:** Es el encargado de interceptar los rayos que vayan a impactar directamente la estructura. Su ubicación y altura se determinarán utilizando uno o más de los métodos citados en la NTC 4552 -3.

**Sistema de conductores bajantes:** Son los encargados de conducir de manera adecuada y segura la corriente de rayo al sistema de puesta a tierra.

**Sistema de puesta a tierra:** Encargado de dispersar y disipar adecuadamente en el terreno la corriente de rayo [6].

---

## IV. METODOLOGÍA

Las siguientes actividades se desarrollaron para dar cumplimiento a los objetivos propuestos y fueron realizadas bajo la supervisión y el apoyo del personal calificado de la empresa Cocelec S.A.S.

**Actividad 1:** Estudio de las normas técnicas que aplican al diseño, construcción y mantenimiento de redes eléctricas de media tensión y apantallamientos. Para el caso de media tensión las cuales se encuentran al exterior del proyecto residencial Río se estudiaron las normas técnicas de EPM, RA2-026 para el montaje de los transformadores, la norma RA8-006 para la acometida entre el transformador y los gabinetes de medida y la norma RA8-012 para el diseño de los gabinetes de medida y protecciones; también se tuvo en cuenta la norma RA8-001 como guía para presentar el diseño de redes ante EPM. Para el apantallamiento se estudió la norma NTC 4552 en sus numerales 1, 2 y 3, de la cual se tomaron: los conceptos para realizar el estudio de nivel de riesgo, el método de la esfera rodante para la ubicación de puntas y también la guía para la instalación de los demás elementos del apantallamiento, como lo son los bajantes y electrodos de puesta a tierra.

**Actividad 2:** Diseño de las redes eléctricas externas para alimentar la edificación. El diseño de las instalaciones se realizó utilizando el software AutoCAD, en el cual se dibujaron todos los elementos que hacen parte del proyecto de redes. Los cálculos necesarios se hicieron utilizando hojas de cálculo en Excel.

**Actividad 3:** Diseño de la iluminación de las zonas comunes. El diseño de las se realizó utilizando el software Dialux 4.13, en el cual se comprobó que las diferentes zonas cumplieran con los niveles de iluminancia.

**Actividad 4:** Diseño de las redes eléctricas internas para alimentar la edificación. El diseño de las instalaciones se realizó utilizando el software AutoCAD, en el cual se dibujaron todos los elementos que hacen parte de los circuitos de los apartamentos. Los cálculos necesarios se hicieron utilizando hojas de cálculo en Excel.

**Actividad 5:** Diseño del apantallamiento para proteger la edificación contra descargas atmosféricas. Se utilizó el software AutoCAD para realizar los respectivos dibujos y se utilizó el software Excel para hacer la evaluación del riesgo.



## V. RESULTADOS

### **1. Diseño de las redes eléctricas externas del proyecto residencial Rio.**

En esta actividad se realizó el diseño y construcción de las redes eléctricas para alimentar el edificio residencial Rio. El diseño se basó en dimensionar el transformador según las necesidades de los clientes; la acometida del transformador hasta el tablero general como también los alimentadores y protecciones de los distintos tableros.

#### **1.1 Localización**

En la *Figura 1* se muestran las redes eléctricas existentes en el sitio de la construcción y se dibujan las instalaciones inicialmente proyectadas para este proyecto.



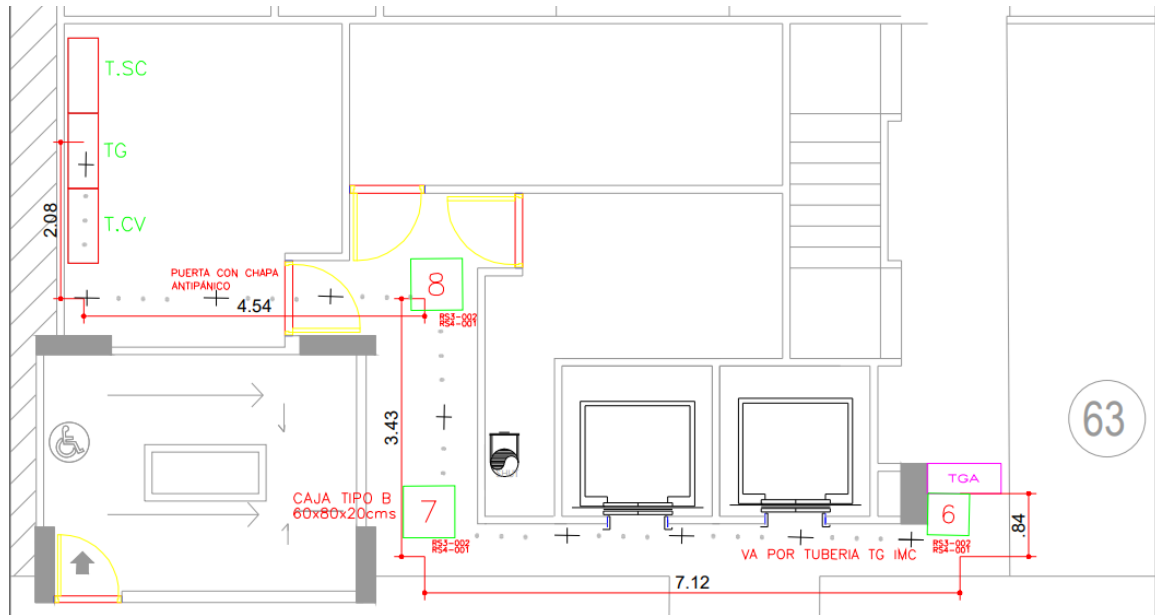


Figura 1. Primera localización del proyecto de redes, vista superior.

Teniendo el punto de conexión para el proyecto era necesario instalar un poste nuevo y extender la línea primaria para llegar al transformador de allí se tiraba el barraje secundario hasta el TGA el cual estaba ubicado en la mitad del segundo piso según disposición del constructor. Al hacer los cálculos se observó que la regulación de tensión estaba dando muy alta para el circuito del Transformador al TGA por la distancia que tenía ese circuito, por lo que se habló con los constructores para reubicar el cuarto eléctrico.

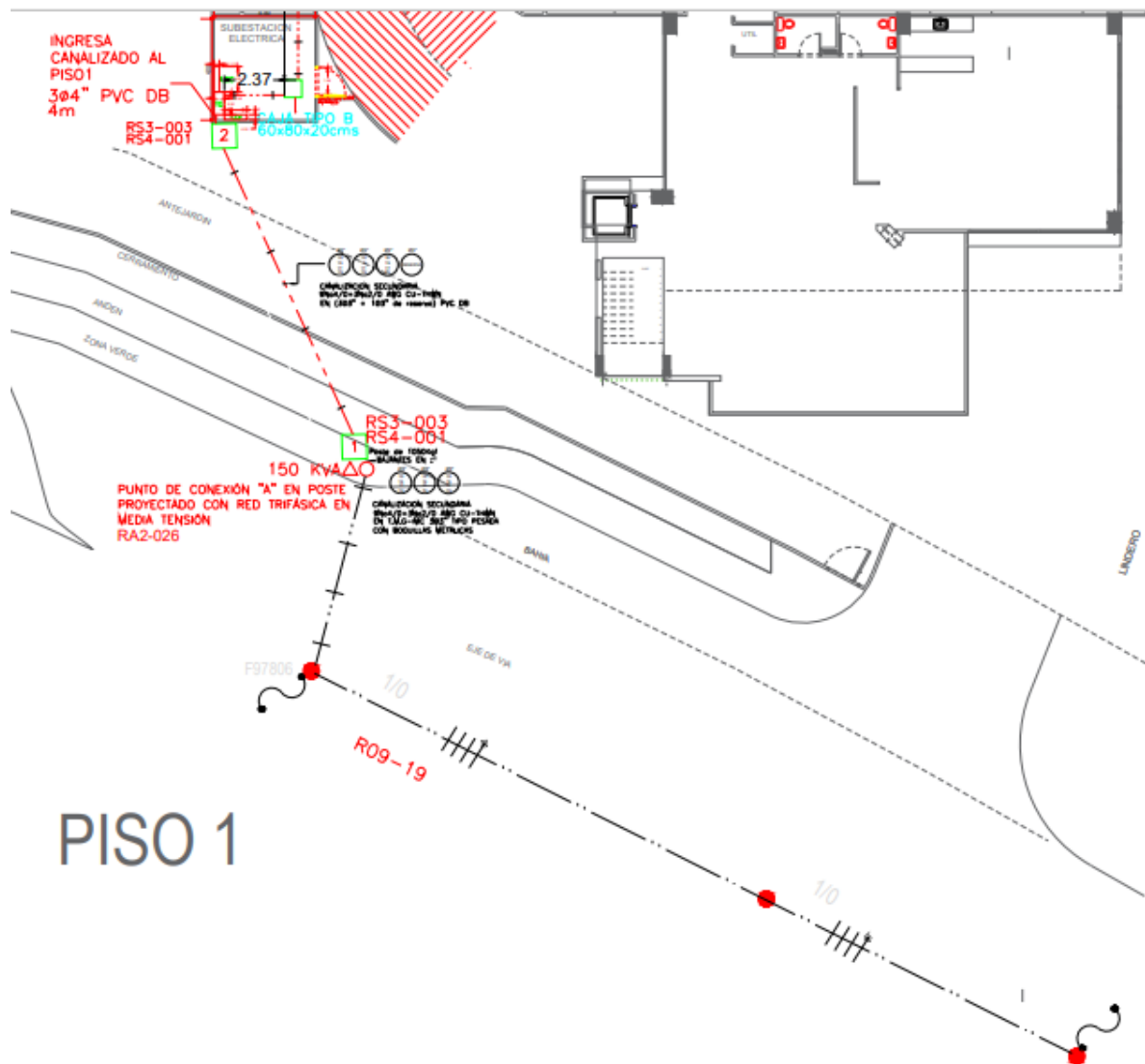


Figura 2. Segunda localización del proyecto de redes, vista superior.

En la *Figura 2* se observa que tanto el poste que se tendrá a futuro cambio de posición como también el cuarto eléctrico pasando de estar en la mitad del segundo piso a estar en el extremo frontal del primer piso muy cerca de la ubicación del transformador, ya con estos cambios la regulación dio satisfactoriamente.

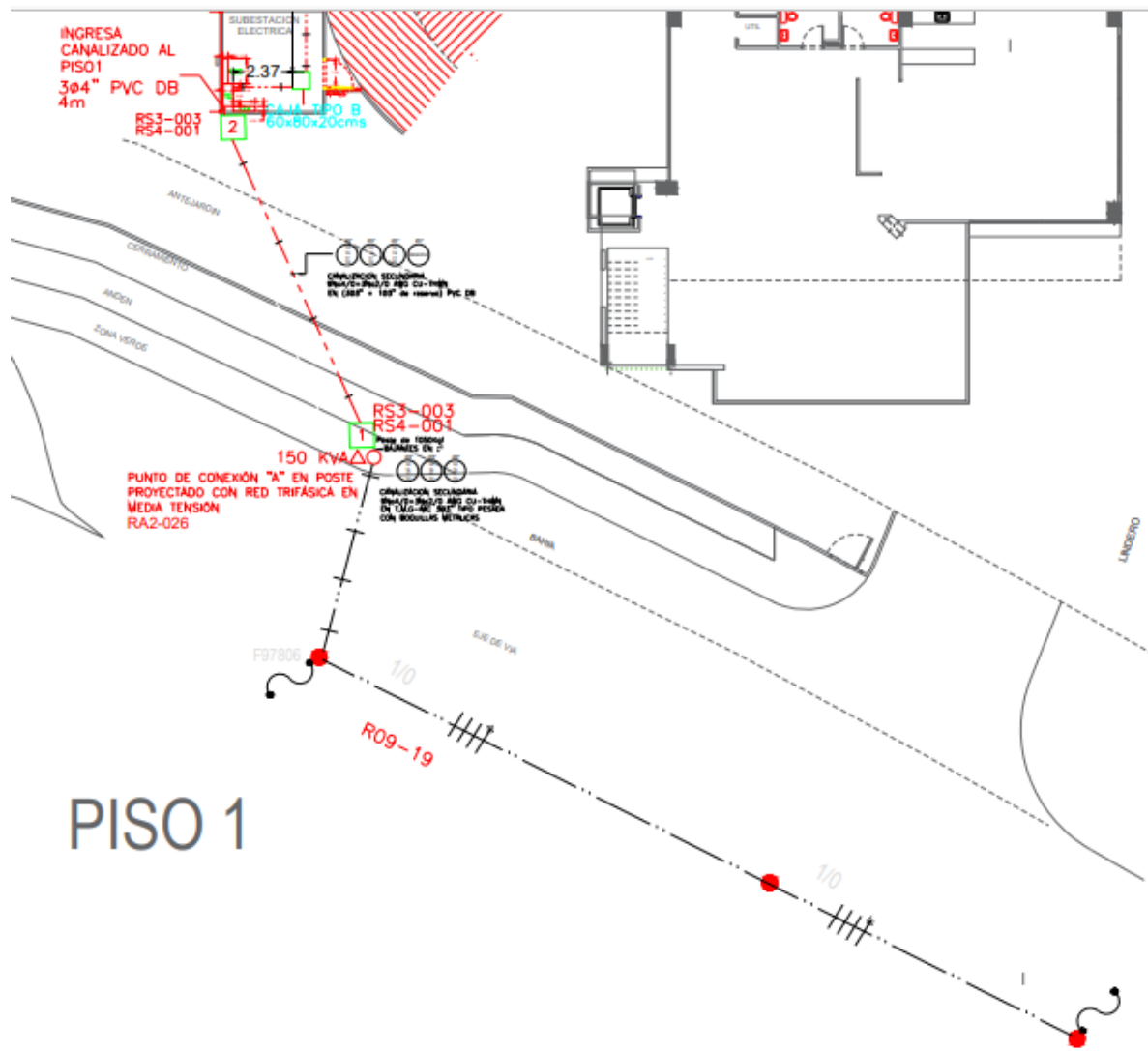


Figura 3. Detalle de la localización del transformador del proyecto de redes, mostrando las instalaciones eléctricas para alimentar el edificio.

En la *Figura 3* se muestra la proyección del transformador para alimentar el edificio, la acometida en cables de cobre en  $9 \times N^{\circ} 4/0$  AWG THWN para las fases y  $3 \times N^{\circ} 2/0$  AWG THWN para el neutro, estos calibres se toman de los barrajes definidos en la norma RA8-006, van canalizados en 3 ductos de 3".

En todos los casos, los ductos expuestos utilizados, para llevar la acometida en los postes, son metálicos galvanizados IMC y los ductos enterrados son de PVC tipo DB.

## 1.2 Ubicación geográfica

El operador de red EPM exige en la norma RA8-001 realizar un diagrama de ubicación geográfica donde se indiquen puntos de referencia y demás información que sirva como mapa para que cualquier funcionario de EPM pueda encontrar el sitio del proyecto.

En este caso se realizó el diagrama de ubicación como se muestra en la figura.



## UBICACIÓN GEOGRÁFICA EN ZONA URBANA

*Figura 4. Diagrama de ubicación del proyecto residencial Rio.*

En la *Figura 4* se muestra el proyecto residencial Rio, con las principales calles y carreras más cercanas al edificio.

## 1.3 Cuadro de cargas

En la *Figura 5* se presenta el cuadro de cargas detallando las cargas eléctricas generales para el proyecto, donde se muestra el número de instalaciones y su potencia, el transformador y su potencia, la potencia total del proyecto (sumas de potencias), el porcentaje de carga del transformador y el porcentaje de regulación de voltaje por cada instalación.

## CUADRO DE CARGAS. ESC:(SIN)

CUADRO DE CARGA SRIO							ESTRATO :	4
TFR	KVA	No. INST.	KVA/INST.	Fc	KVA/TOTAL	% CARGA	% REGULACIÓN	
1	150	70	APTOS	0.71	1	49,70	91.24%	2,74
		1	SERV. COM.	95.95	0.7	67,16		1.83
		11	CARGADORES VEHICULOS	4.75	0,38	20,00		1.80
								136.86

\_X

Figura 5. Cuadro de cargas del proyecto de redes externas.

En este caso por tratarse de un edificio residencial, donde el transformador alimenta a 70 apartamentos es necesario utilizar un factor de coincidencia para calcular la potencia total. El factor de coincidencia se eligió de 71% debido a que es posible que en la mayoría de los apartamentos no se conecten las cargas durante las 24 horas del día de forma simultánea, este valor de porcentaje fue sacado de la tabla 1 de la norma RA8-009 de EPM.

Para los servicios comunes se asignaron 67kVA de potencia demandada para cada una, según requerimientos del cliente, con un factor de coincidencia de 0.7. Los cargadores vehiculares se trabajaron sus cálculos con un factor de coincidencia del 38%, se tienen en total 137 kVA, por lo que se asigna un transformador con una capacidad de 150kVA, que es el máximo permitido para montar en poste. El transformador no queda sobrecargado ya que maneja un 91 % de su capacidad y se calculó su regulación de voltaje. El transformador utilizado es trifásico y refrigerado con aceite.

### 1.4 Diagrama unifilar

Se realiza el diagrama unifilar para el proyecto, donde se indican las características principales de todos los elementos necesarios para la instalación como son: transformador, cortacircuitos primarios, dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), cables, ductos, tableros, barrajes y protecciones.





tablero general de alimentadores, donde el resto de las conexiones se hacen por medio de barrajes dimensionados según la norma RA8-012.

### 1.5 Convenciones

La *Figura 7* muestra el cuadro de convenciones que se incluye en el plano donde se describen las convenciones utilizadas, las cuales corresponden a las normalizadas en el Anexo A de la norma RA8-001 de EPM.

CONVENCIONES	EXISTENTE	PROYECTADA
CABLE SECUNDARIO SUBTERRANEO o POR TUBERÍA		
CABLE CUBIERTO PRIMARIO		
CABLE PRIMARIO SUBTERRANEO, AISL. AL 133% XLPE 3N*1/0 + 1N*2 DESNUDO AWG-Cu, PVC 2Ø4" (1 DE RES)		
POSTE DE CONCRETO 12m.		
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO		
MEDIDOR E. ACTIVA ELECTRÓNICO, BIFÁSICO TIPO PARRILLA 15(60)A, (2x120/208)V, 2F,3H CL 1 MÍN. ACTIVA		
MEDIDOR E. ACTIVA Y REACTIVA ELECTRÓNICO, BIFÁSICO TIPO PARRILLA 15(100)A, (2x120/208)V, 2F,3H CL 1 MÍN. ACTIVA Y REACTIVA		
MEDIDOR ENERGÍA ELECTRÓNICO MULTIENERGÍA 3x120/208V 5(100)A, 3F4H CL 1 ACTIVA/ CL 2 REACTIVA CON PERFIL DE CARGA SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y MEDIDA DE ENERGÍA EN CUATRO CUADRANTES		
GABINETE DE PROTECCIÓN Y MEDIDA		
CAJA DE DISTRIBUCIÓN SELADA Y MARCADA		
DPS LÍNEA MEDIA TENSIÓN		
PUESTA A TIERRA		
AISLADERO MEDIA TENSIÓN		
INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN		

*Figura 7. Cuadro de convenciones.*

### 1.6 Vistas complementarias

En este proyecto se muestran la vista frontal de los tableros de medida por piso y protecciones, detalle del recorrido del alimentador y el detalle de la canalización en zona verde.

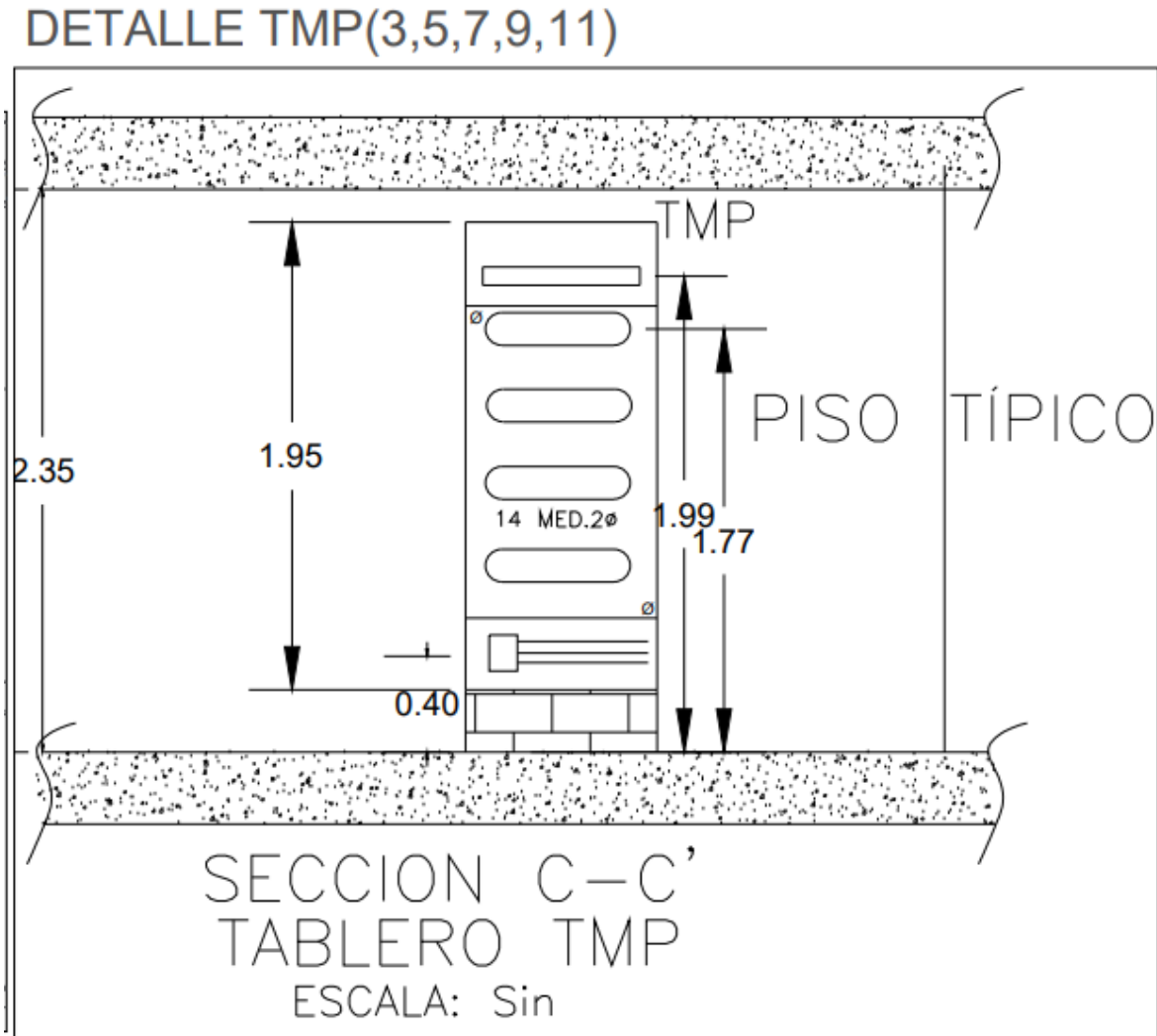


Figura 8. Vistas complementarias de los tableros.

En la *Figura 8* se observa una sola vista para el tablero de medida por piso ubicados en los pisos 3, 5, 7 9 y 11. Todos los tableros se proyectan para instalar en un pedestal, tienen un espacio para la protección principal, los tableros deben estar mínimo a 0.4m del suelo. Además, se tienen las vistas lateral y superior del TGA.

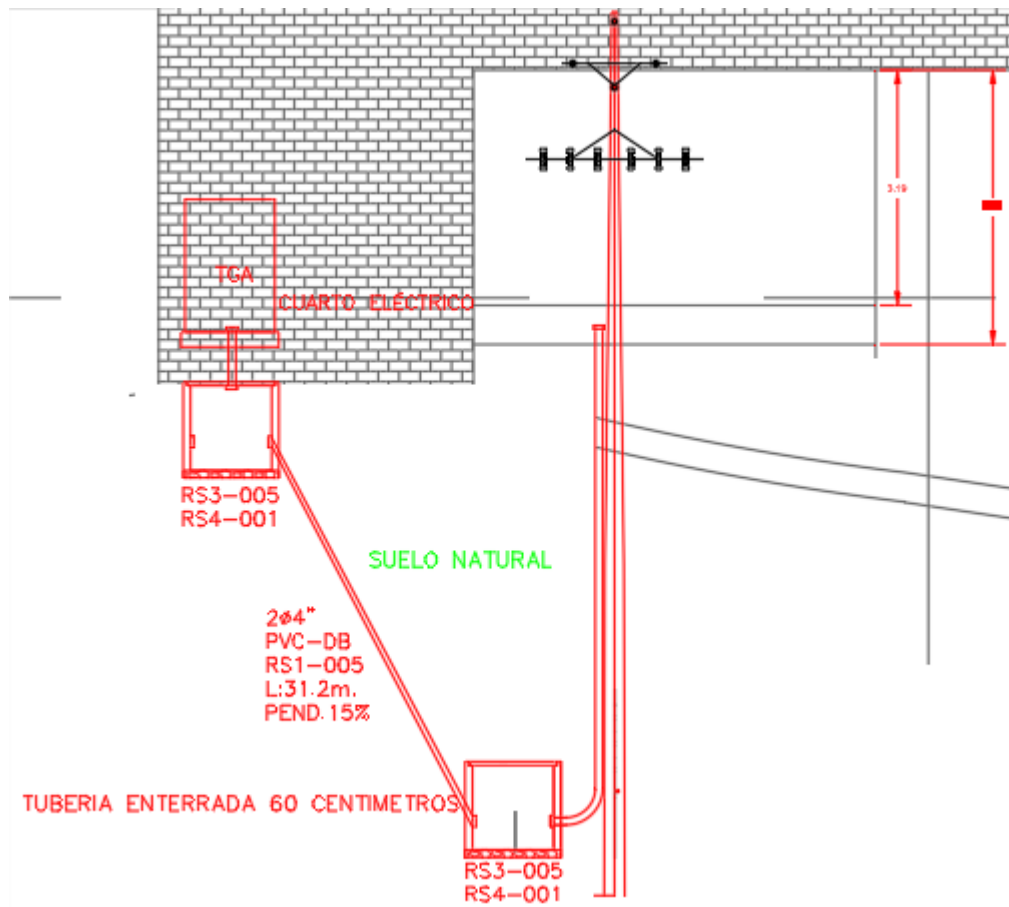


Figura 9. Vista lateral del cuarto eléctrico.

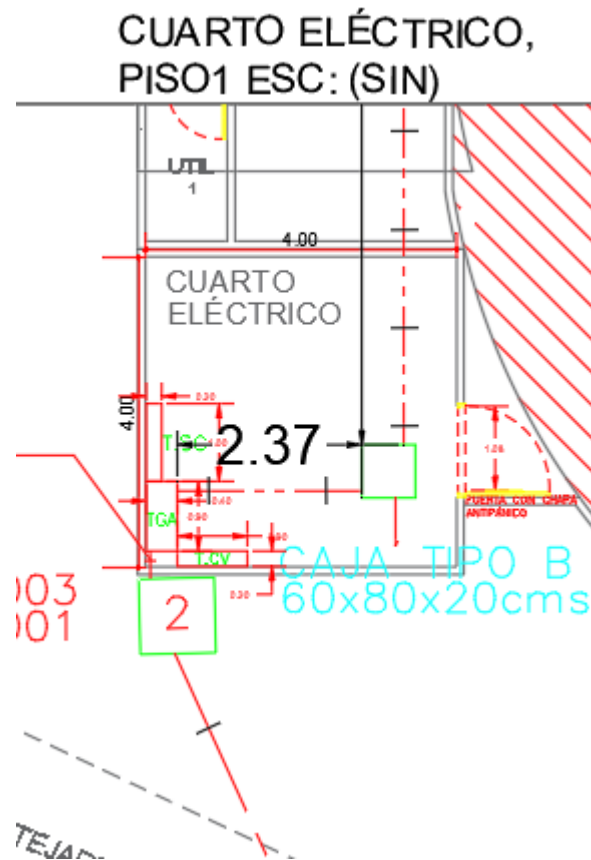


Figura 10. Vista superior cuarto técnico.

En las vistas horizontal y superior del cuarto eléctrico en la *Figura 9* y *Figura 10*, se muestran el montaje del nuevo poste en donde ira el transformador, los ductos para llevar la acometida, la vista lateral de los tableros como son el TGA y la vista superior del TGA, TCV y TSC, entre otros.

### 1.7 Notas

En la *Figura 11* se observan las notas incluidas en el proyecto de redes, las cuales son tomadas del anexo B de la norma RA8-001 y modificada de acuerdo a las características del proyecto.


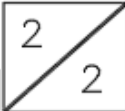
## NOTAS

- 1- ESTE PROYECTO COMPRENDE MONTAJE DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE 150MVA EN SUBESTACIÓN EXTERIOR PARA ALIMENTAR EL PROYECTO RIO EL CUAL CONTIENE 70 APARTAMENTOS, 11 CARGADORES VEHICULARES Y SERVICIOS COMUNES.
- 2- SI AL MOMENTO DE LA REVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SE REQUIEREN PERMISOS POR PARTE DE TERCEROS, ESTOS SERÁN TRAMITADOS POR EL INTERESADO Y DEBEN SER ANEXADOS AL PROYECTO.
- 3- LAS REDES DE ENERGÍA ANTES DE MEDIDA DEBERÁN CRUZAR POR ZONAS DE LIBRE CIRCULACIÓN COMÚN, EN NINGÚN CASO POR EL SUBSUELO O ADOSADOS A LOSAS DE ZONAS PRIMADAS.
- 4- TODO TUBO EXPUESTO, O QUE ESTÉ DETRÁS DE CIELOS FALSOS O BUTRONES, ANTES DE EQUIPOS DE MEDIDA DEBERÁ SER METÁLICO GALVANIZADO. TIPO PESADO.
- 5- ESTE PROYECTO SE REvisa HASTA LAS PROTECCIONES UBICADAS INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.
- 6- SE ANEXA COPIA DE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN RESOLUCIÓN N°: 052881210526 DEL 7 DE DICIEMBRE DEL 2021 CURADURÍA URBANA PRIMERA DE ENVIADO.
- 7- EL TRANSFORMADOR, DEBE ESTAR UBICADO EN UN SITIO DE FÁCIL ACCESO PARA SU INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y RETIRO.
- 8- EL CONSUMO DE ENERGÍA DEL ALUMBRADO INTERNO DEBERA QUEDAR REGISTRADO EN EL MEDIDOR DE SERVICIOS COMUNES.
- 9- LA REVISIÓN DE ESTE PROYECTO POR PARTE DE EPM NO GARANTIZA SU CUMPLIMIENTO CON EL RETIE. EL DISEÑADOR Y EL CONSTRUCTOR DEBERÁN VERIFICARLO.
- 10- NORMAS COMPLEMENTARIAS: RA2-017, RA3-010, RA3-001/002/004/006/012 /014/017/030/031/035, RS0-002, RS1-004, RS3-003, RS4-001. SI AL EJECUTAR LA CONSTRUCCIÓN SE REQUIERE ALGUNA NORMA ADICIONAL VIGENTE AL MOMENTO DEL VISTO BUENO DE ESTE DISEÑO. EL CUMPLIMIENTO DE ESTA SERÁ REQUISITO PARA LEGALIZAR EL SERVICIO.
- 11- EL TRANSFORMADOR Y LAS REDES DE USO GENERAL PROYECTADA HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN ASIGNADO AL PROYECTO, SERÁN PROPIEDAD DE EPM MEDIANTE LA FIGURA DE COMPRA DE BIEN FUTURO.
- 12- COMO REQUISITO PARA LA PRESENTACION DE LA SOLICITUD DE INTERVENTORA DE ESTE PROYECTO, SE DEBERA TENER FORMALIZADO EL CONTRATO DE COMPRA DE BIEN FUTURO ANTE LA UNIDAD DE TRANSACCIONES T&D ENERGÍA.
- 13- SE ANEXA PUNTO DE CONEXIÓN OTORGADO CON RADICADO No. PED-1879524-GOC5 DEL 24-11-2021 PEDIDO N° 22153002.
- 14- LA RED PRIMARIA AÉREA EXISTENTE ES PROPIEDAD DE EPM.
- 15- EL BUTRÓN POR EL QUE SUBEN LA ALIMENTACIÓN A CADA UNO DE LOS GABINETES DE MEDIDA UBICADOS EN LOS NIVELES ES DEDICADO Y EXCLUSIVO PARA ESTOS. POR ELLO NO PUEDE ALOJAR NINGÚN OTRO TIPO DE RED O ELEMENTOS DIFERENTES A LOS PROYECTADOS EN ESTE PLANO.
- 16- LOS ALIMENTADORES DE LOS GABINETES DE MEDIDA DESCENTRALIZADA DEBERÁN IR EN TUBERÍA TMO-IMC.
- 17- SOLO SE PERMITE EL CRUCE DE CANALIZACIONES EN CELDAS DE PARQUEO SI LOS DUCTOS SE INSTALAN EN ZONAS DE LIBRE CIRCULACIÓN COMÚN (SUBSUELOS O LA FRANJA DE TECHO, (por encima de los 2.2m medidos desde el N.P.A) POR DONDE CRUCEN DUCTOS SE REGISTREN LEGALMENTE COMO ZONA COMÚN, DE LO CUAL QUEDARA CONSTANCIA EN EL REGLAMENTO DE PROPIEDAD HORIZONTAL). EN NINGÚN CASO SE PERMITE INSTALACIÓN DE CAJAS DE INSPECCIÓN DENTRO DE LAS CELDAS DE PARQUEO (EN PISO O TECHO).
- 18- EL DISEÑADOR Y CONSTRUCTOR DE ESTE PROYECTO DE REDES SON RESPONSABLES DE VALIDAR LA NECESIDAD QUE EL AISLAMIENTO Y/O CHAQUETA DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS A UTILIZAR REQUERIRAN POSER CARACTERÍSTICAS DE BAJA EMISIÓN DE HUMOS, RETARDANTE A LA LLAMA O RESISTENCIA AL FUEGO Y LIBRE O CERO HALÓGENOS ACORDE CON LO DISPUESTO EN EL ARTICULO 20.2 DEL RETIE, ADEMÁS DE LO ESTIPULADO EN EL TÍTULO J DEL CÓDIGO SISMO RESISTENTE (NSR10) Y LA REGLAMENTACIÓN DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE BOMBEROS DE COLOMBIA. EL INSPECTOR RETIE QUE CERTIFIQUE LA INSTALACIÓN DEBERÁ VERIFICAR SI SE CUMPLE LO ANTES MENCIONADO.
- 19- PARA DAR CUMPLIMIENTO AL CÓDIGO DE MEDIDA, AL MOMENTO DE LA REVISIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN POR PARTE DE EPM, EL INGENIERO RESPONSABLE DEBE PRESENTAR UN INFORME CON EL CÁLCULO DEL BURDEN REAL Y EL ERROR PORCENTUAL TOTAL DEL VOLTAJE (SI APLICA) DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.
- 20- SE DEBEN INSTALAR FUSIBLES \_\_\_\_\_ DEFINIDOS POR EPM, PREVIA SOLICITUD DE REVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.
- 21- EPM HA DEFINIDO BASADO EN LA RESOLUCIÓN CREG 070 DE 1998, QUE LAS REDES DE USO GENERAL REQUERIDAS PARA CONECTAR EL PROYECTO DEL ASUNTO SERÁN PROPIEDAD DE OPERADOR DE RED.
- 22- EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES DE USO GENERAL HASTA EL PUNTO DE CONEXIÓN O DERIVACIÓN MARCADO COMO "A" ES RESPONSABILIDAD DE EPM. ESTA SE EJECUTARÁ PREVIA SOLICITUD DE REVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO. LOS TRABAJOS SE REALIZARAN SIEMPRE Y CUANDO SEAN DE CARÁCTER DEFINITIVO Y SE TENGA DEFINIDA LA UBICACIÓN EXACTA DE LO(S) POSTE(S) A INSTALAR Y DE ACUERDO CON LOS ESTUDIOS DE TOPOGRAFÍA SI FUERE NECESARIO.
- 23- PARA LA CONEXIÓN AL SERVICIO DE ENERGÍA DE LOS MEDIDORES EMPLEADOS PARA CARGADORES DE VEHÍCULOS, SERÁ NECESARIO TRAMITAR LA SOLICITUD A TRAVÉS DE LA PAGINA <https://www.epm.com.co/site/clientes-y-usuarios/tramites-tramites-cliente>. por medio de la opción "movilidad eléctrica" como "solicitud de carga interna" para total de cargadores.

Figura 11. Notas del proyecto de redes.

### 1.8 Rotulo

En la *Figura 12* se muestra el rotulo del proyecto el cual contiene toda la información exigida en la norma RA8-001.

PROYECTO : RIO	
CL 39D SUR CRA 24 EE-141 INTERIOR 125 MUNICIPIO ENVIGADO	
<b>Cocelec S.A.S.</b>	Nit. 901.270.785-9
CL 19B N° 80-84 Medellín Tel.:2381406	email. cocelec1992@gmail.com
PROPIETARIO : PROMOTORA DE PROYECTOS RIO S.A.S	NIT: 901.425.102-6
DIRECCIÓN :	TEL:
CONSECUTIVO DE IDENTIFICACIÓN: 1-2022	
CONTIENE: DRT	
DISEÑO: ALBERTO CASTRO ECHEVERRI	
DIBUJO: WILMAR GONZÁLEZ RODRÍGUEZ	MAT. 05205 - 21949
SN: X	ESCALA: SIN
	FECHA: ENERO/2022
	
	

*Figura 12. Rotulo del proyecto en planos.*

## 2. Diseño de iluminación de las zonas comunes del proyecto residencial Rio.

En esta actividad se realizó el diseño de los niveles óptimos de iluminación tanto de iluminación general como iluminación de emergencia, lo anterior en zonas comunes. El diseño se basó en ir agregando cierta cantidad de luminarias en el espacio a iluminar, dichas luminarias cumplen con determinadas características como son: la potencia, el nivel de luxes que entrega, el tamaño, el precio, la forma estética, la fácil adquisición y conocimiento para trabajarlas por parte de los técnicos de la empresa, etc.

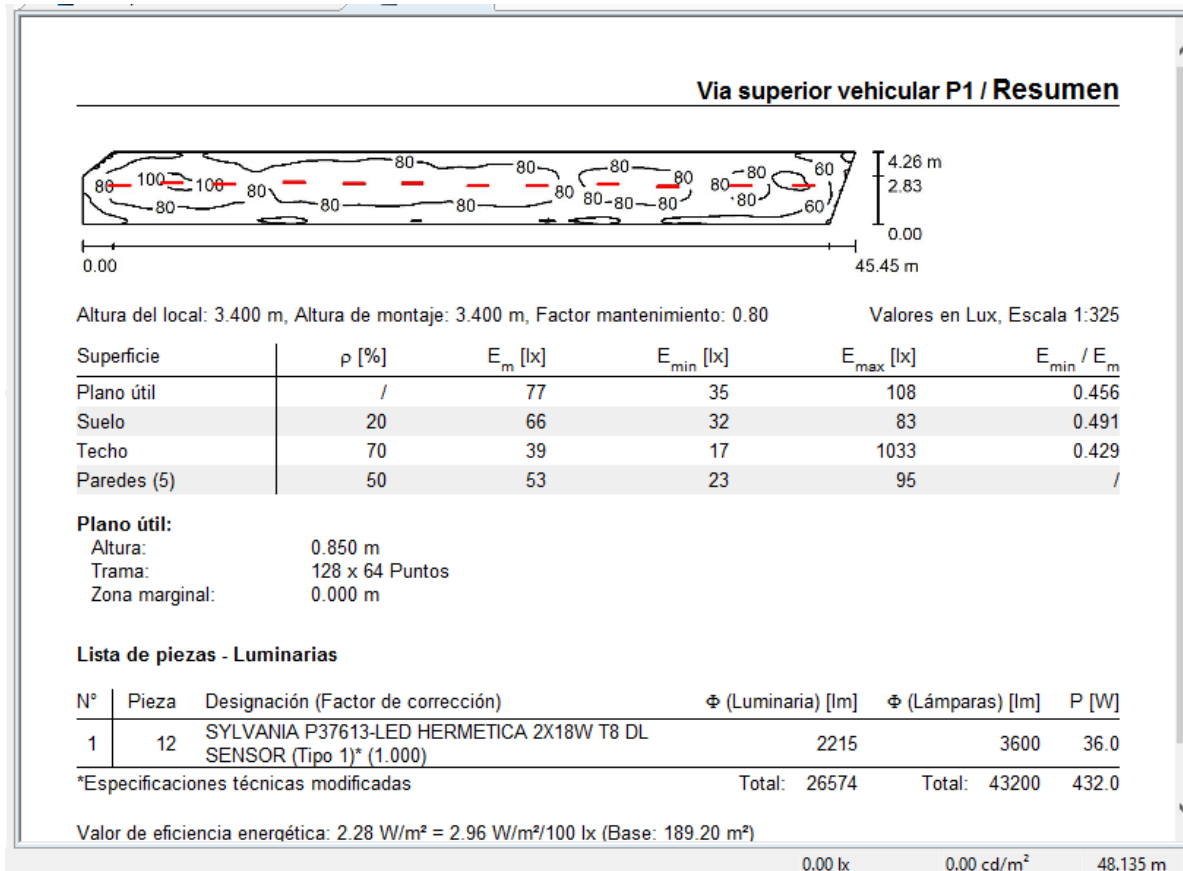


Figura 13. Localización de luminarias y nivel de iluminancia en el parqueadero en programa Dialux 4.13.

En la Figura 13 se muestra la distribución de las luminarias con el respectivo cuadro de resultados en donde se puede observar el tipo, cantidad de luminarias utilizadas y el nivel de iluminación que para el caso de un parqueadero el  $E_m$  en este caso dio 77 Luxes.



Figura 14. Localización de luminarias en parqueadero en programa AutoCAD.

En la Figura 14 se muestra la distribución de las luminarias ya dispuesto en el archivo de AutoCAD en base a la distribución obtenida en el archivo de Dialux 4.13.

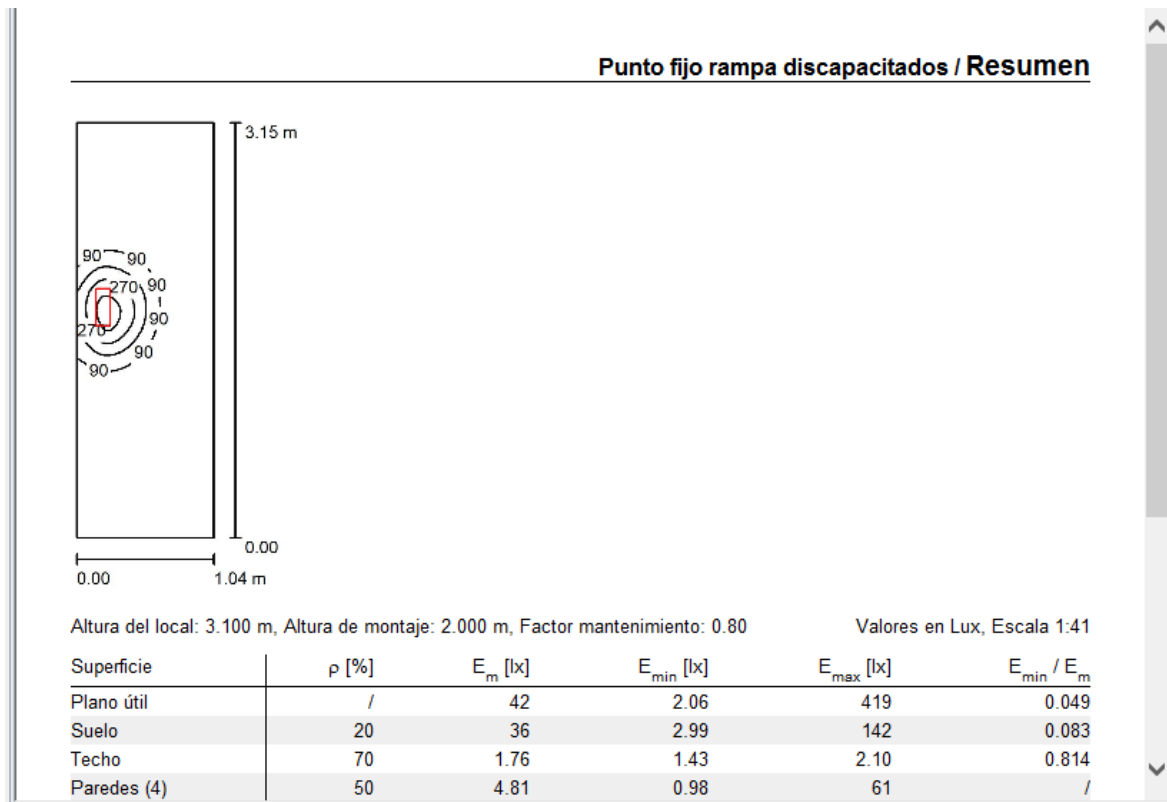


Figura 15. Localización de luminaria de emergencia y nivel de iluminancia en punto fijo en el programa Dialux.

En la Figura 15 se muestra la luminaria de emergencia en el punto fijo de una rampa de discapacitados según Retilap Emin debe ser de 1 Lux en este caso dio 2.06 Luxes por lo tanto cumple con el nivel de iluminación.

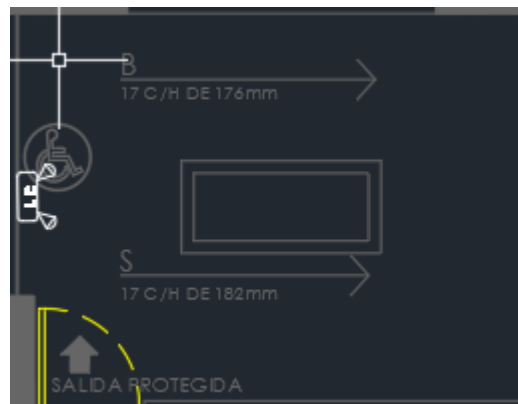


Figura 16. Localización de luminaria de emergencia en el programa AutoCAD.



En la *Figura 16* se muestra la ubicación de la luminaria de emergencia ya dispuesta en el archivo de AutoCAD en base a la distribución obtenida en el archivo de Dialux.

Los anteriores fueron 2 ejemplos, el primero de iluminación de áreas comunes con iluminación convencional y el segundo es la iluminación de áreas comunes con iluminación de emergencia. Las otras áreas de las zonas comunes no se muestran ya que es repetir este mismo proceso.

### 2.1. Cuadro de cargas de zonas comunes.

En la *Figura 17* se presenta el cuadro de cargas detallando las cargas de iluminación de zonas comunes del proyecto, los conductores y las protecciones para cada uno de los circuitos.

CUADRO DE CARGAS TILZC1												
TABLERO PRINCIPAL 42 CIRCUITOS-3 FASES-5 HILOS-120-208V-CON PUERTA Y TOTALIZADOR DE 60A												
CIRCUITO	LAMPARAS	TOMAS	POTENCIA	Tensión	Corriente	Distancia	% de regula/CALIBRE	Fases	% POT	PROTECC	DESCRIPCIÓN	
1	13		156	120	1.3	32.12	0.41947835 N 12	A	1.58247109	1X20A	Iluminación circulación apartamentos de piso 3	
2	39		468	120	3.9	40.68	1.59380876 N 12	B	4.74741327	1X20A	Iluminación circulación apartamentos de piso 4 al 6	
3	39		468	120	3.9	59.1	2.31548913 N 12	C	4.74741327	1X20A	Iluminación circulación apartamentos de piso 10 al 12	
4	70		140	120	1.16666667	60	0.70321593 N 12	A	4.74741327	1X20A	Iluminación de emergencia zonas comunes desde el piso 3 al piso 12	
5	10		90	120	0.75	60	0.45206738 N 12	B	0.91296409	1X20A	Cuarto de aseo apartamentos del 3 al 12	
6	21		315	120	2.625	43.3	1.14184686 N 12	C	3.19537432	1X20A	Circuito zona recreativa piso 3	
7	12		432	120	3.6	49.97	1.80718456 N 12	A	4.38222763	1X20A	Iluminación de acceso vehicular y parqueaderos en piso 1	
8	11		153	120	1.2	45.79	0.55200441 N 12	B	1.55208895	1X20A	Circuito de iluminación Lobby y porteria	
9	16		171	120	1.125	55.08	0.6219317 N 12	C	1.73463177	1X20A	Iluminación zonas de juego piso 1 y andén	
10	12		240	120	2	53.01	1.06507075 N 12	A	2.43457091	1X20A	Iluminación de rampa de discapacitados, escalas de acceso, piso 1, piso 2 y piso 3	
11	26		924	120	7.7	40	3.09415008 N 12	B	9.37309799	1X20A	Iluminación parqueadero piso 1 y cuartos utiles	
14	30		608	120	5.025	20.21	1.02021813 N 12	C	6.1168594	1X20A	Iluminación parqueaderos piso 2 y cuartos utiles	
15	31		852	120	7.1	31.6	2.2538075 N 12	A	8.64272672	1X20A	Iluminación parqueaderos piso2 y cuartos utiles	
16	19		273	120	2.275	39.2	0.89589709 N 12	B	2.76932441	1X20A	Iluminación pasillos piso 2 y cuartos utiles	
22		1	1000	120	8.33333333	25.37	2.12387953 N 12	C	10.1440454	1X20A	Circuito de microondas de cocina piso 2	
23	20		480	120	4	89	2.37084227 N 12	A	4.86914181	1X20A	Iluminación rampa izquierda discapacitados desde el piso 3 hasta el piso 12	
24	20		480	120	4	58.85	2.3648147 N 12	B	4.86914181	1X20A	Iluminación rampa derecha discapacitados desde el piso 3 hasta el piso 12	
25	54		108	120	0.9	22.05	0.19936172 N 12	C	1.09556591	1X20A	Iluminación de emergencia de las zonas de acceso, piso 1, piso 2 y escalas del piso 3	
26	22		463	120	3.85833333	54.39	2.10818861 N 12	A	4.696689304	1X20A	Iluminación del área deportiva en el piso 2	
29	13		159	120	1.325	32.06	0.422674658 N 12	B	1.61293023	1X20A	Iluminación de cuartos utiles y pasillo piso 1	
31	2	3	758	120	6.31666667	18.12	1.14988341 N 12	A	7.68918645	1X20A	Tomas nevera piso 2 e iluminación	
32	39		468	120	3.9	47.25	1.85121593 N 12	B	4.74741327	1X20A	Iluminación circulación apartamentos de piso 7 al 9	
33	19		657	120	5.475	46.22	2.54217078 N 12	C	6.66468786	1X20A	Iluminación parqueadero piso 1 y cuartos utiles	
34	2	2	408	120	3.4	37.38	1.27675864 N 12	A	4.13877054	1X20A	Tomas e iluminación baño zona común piso1	
35	3	2	432	120	3.6	20.2	0.73054089 N 12	B	4.38222763	1X20A	Tomas y lamparas de baños del piso2	
TOTAL	538		4	9858								

Figura 17. Cuadro de cargas de la iluminación de las zonas comunes.

En este caso por tratarse de un edificio residencial las luminarias de las zonas comunes se distribuyen principalmente los parqueaderos, corredores y escalas, por las cargas que tienen los circuitos quedaron utilizando cable calibre # 12 y protección de 20A.

### 2.2 Convenciones

La *Figura 18* se muestra el cuadro que se incluye en el plano donde se describen las convenciones utilizadas para los distintos tipos de luminarias.

CONVENCIONES	
TOMA DOBLE 110 volt.	
TOMA TRIFILAR	
TOMA SUICHE 110 volt.	
TOMA GFCI	
TOMA PROTEGIDO POR GFCI	
INTERRUPTOR UNIPOLAR	
INTERRUPTOR DOBLE	
INTERRUPTOR TRIPLE	
INTERRUPTOR CONMUTABLE	
INTERRUPTOR CONMUTABLE DOBLE	
INTERRUPTOR CONMUTABLE TRIPLE	
TOMA TELEVISIÓN	
TOMA DE TELEFONO	
TABLERO DE BREAKERS	
CAJA DE COMUNIC. 40X40X(6mín)cm	
CABLEADO	
TUBERÍA CIELO	
TUBERÍA PISO/PARED	

CONVENCIONES	
TOMA-SUICHE PROTEGIDO POR GFCI	
CAMPANILLA	
BOTÓN TIMBRE	
PANEL LED RD 24W DL UNV SYLVANIA	
PLAFÓN DE MURO PARA BOMBILLA LED TOLEDO 9W SYLVANIA	
PLAFÓN EN TECHO PARA BOMBILLA LED TOLEDO 9W SYLVANIA	
SENDERITA GL15603 DISTECSA 9W	
SENSOR DE PRESENCIA DE TECHO LEVITON ODCOS-I	
LÁMPARA TORTUGA LED SYLVANIA 12W	
LED HERMETICA 2X18W T8 SYLVANIA	
LED HERMETICA SYLVANIA 2X18W T8 DL SENSOR	
LÁMPARA DE EMERGENCIA LED R3 2x1W SYLVANIA	
REFLECTOR LED EN POSTE DISTECSA ACUA 70W	
PANEL LED RD 12W DL UNV SYLVANIA	

Figura 18. Cuadro de convenciones.

### 3. Diseño de las salidas y circuitos de los diferentes tipos de apartamentos en AutoCAD.

En esta actividad se realizó el diseño de la ubicación de las salidas y conformación de los circuitos de los diferentes tipos de apartamentos en el software AutoCAD, en donde se tuvo en cuenta las necesidades para abastecer las cargas de los diferentes espacios de los apartamentos, cumplir con las normas y una buena ubicación espacial. La realización de los circuitos se basó en no superar en los circuitos de luminarias y toma corrientes los 1500W o un máximo de 8 toma corrientes por circuito, lo anterior por recomendación de diseño del asesor de la empresa para cumplir con la regulación y por uniformidad para tratar de trabajar con circuitos que tuvieran cable calibre número 12 y protección de 20 A, para electrodomésticos con gran consumo se optó por hacer un circuito exclusivo para dicho electrodoméstico.

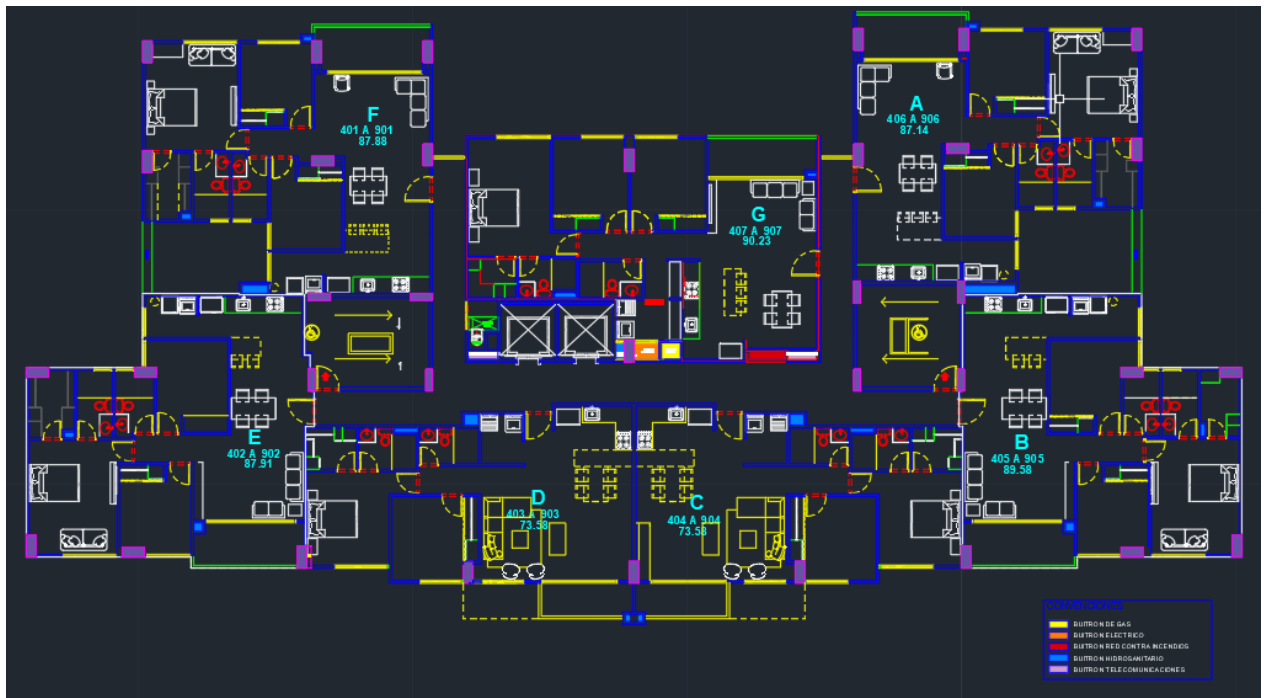
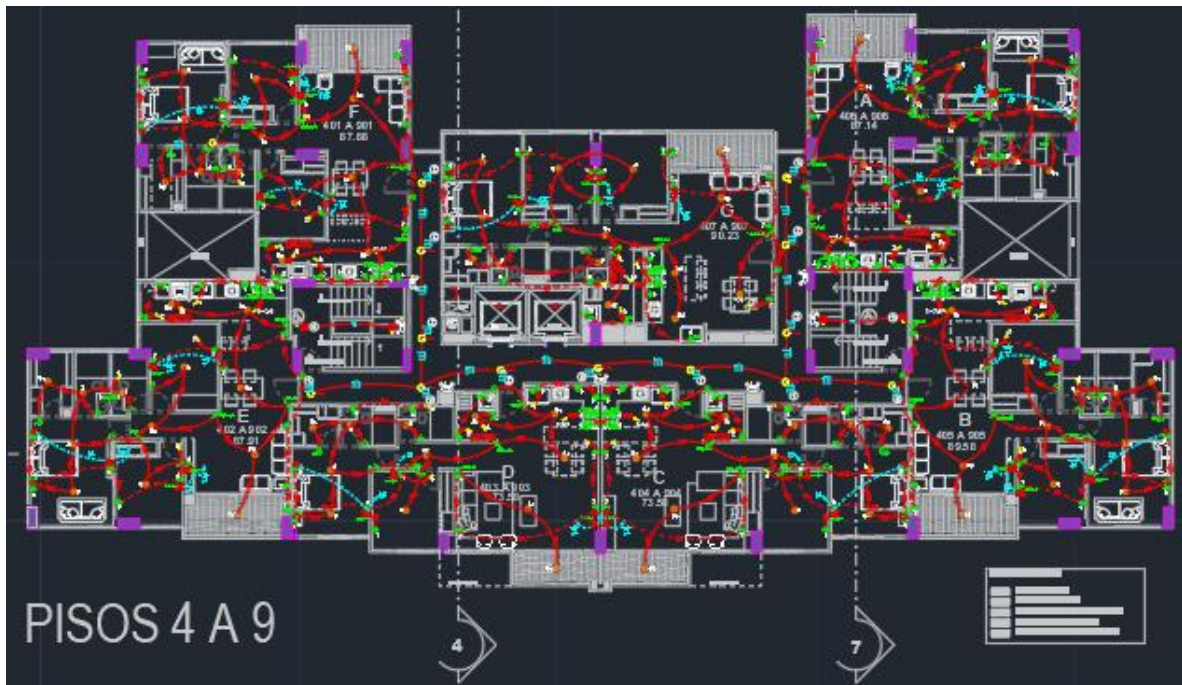


Figura 19. Tipos de apartamentos.

En la *Figura 19* se muestran los diferentes tipos de apartamentos del proyecto en donde A y F son iguales, B y E son iguales, C y D son iguales y por último se tiene el apartamento tipo G, en resumen, se tienen 4 tipos de apartamentos en el proyecto, los cuales van desde el piso 3 hasta el piso 12.



*Figura 20. Salidas eléctricas y configuración de los circuitos para los apartamentos de un piso.*

En la *Figura 20* se muestra la distribución de las salidas eléctricas y configuración de los circuitos en el programa AutoCAD, para los apartamentos de todo un piso, en esta figura se pueden ver los distintos tipos de apartamentos.

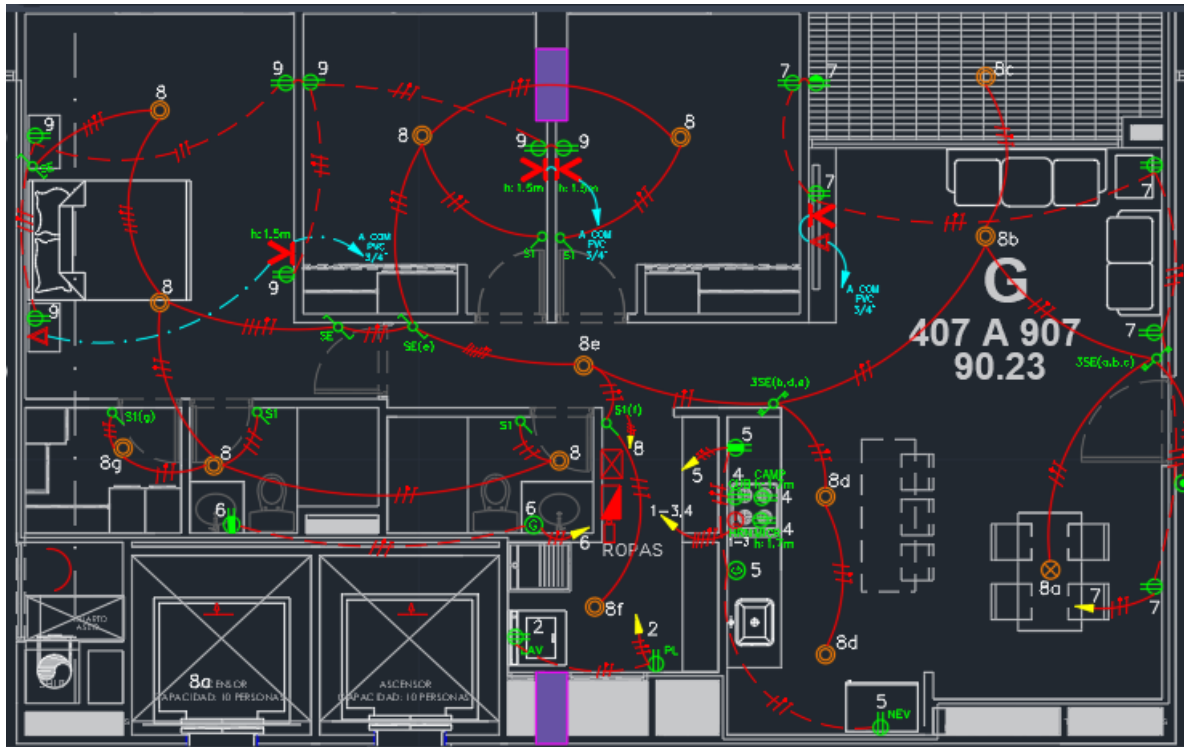


Figura 21. Salidas eléctricas y configuración de los circuitos para los apartamentos del Tipo G.

En la Figura 21 se hace zoom y se muestra la distribución de las salidas eléctricas y configuración de los circuitos en el programa AutoCAD, para los apartamentos del tipo G de un piso cualquiera.

### 3.1 Cuadro de cargas, con los calibres de los conductores y con las protecciones.

En esta actividad se realizaron los cuadros de cargas para los distintos tipos de apartamentos, primero se hizo una estimación de la potencia que se iba a instalar para cada circuito y luego se procedía a calcular su respectiva corriente multiplicada por un factor de ajuste de 1.25 o del 125% tanto para cada circuito ramal como para la corriente para calcular los cables de la acometida del apartamento, para el cálculo de la potencia diversificada se toman los 3 primeros kVA al 100% y los restantes son la potencia total menos la potencia del horno multiplicada por un factor de demanda del 35%.

CUADRO DE CARGAS APARTAMENTO A y F									
TABLERO PRINCIPAL 12 CXTOS - 2FASES - 4 HILOS - 120/208 V									
CXTO	LAMPARAS		TOMAS		POTENCIA (VA)	CORRIENTE E*1,25 (A)	CALIBRE (AWG)	PROTECC. (A)	DESCRIPCIÓN DE LA CARGA
	120 V	208 V	120 V	208 V					
1 Y 3				1	3.300	20	N°10	2x40A	Horno
2			2		1.750	18	N°12	1x20A	Tomas zonas de ropas
4			3		530	6	N°12	1x20A	Topmas equipos de cocina
5			3		1.500	16	N°12	1x20A	Toma nevera y 2 de uso general
6			2		360	4	N°12	1x20A	Tomas baño
7			7		1.260	13	N°12	1x20A	Tomas de uso general
8	14				256	3	N°12	1x20A	Iluminación
9			6		1.080	11	N°12	1x20A	Tomas de uso general
10 AL 12									Reservas
TOTAL	14		23	1	10.036		2N°8	2x40A	Acometida en cobre
<b>Primeros 3000 VA al 100% =</b>				3.000	VA				
<b>Cargas restantes al 35% =</b>				2.358	VA				
<b>Total Potencia diversificada APTO =</b>				5.358	VA				
<b>Corriente Total*1,25</b>				32	A				

Figura 22. Cuadros de cargas para los apartamentos tipo A y F.

En la *Figura 22* se presenta el cuadro de cargas detallando las cargas de los apartamentos tipo A y F, los conductores y las protecciones para cada uno de los circuitos.

#### 4. Apantallamiento

En esta actividad se realizó el análisis de riesgo para el edificio Rio siguiendo en procedimiento descrito en la NTC 4552 y llevándolo a realización en el programa Excel, en donde se tuvo en cuenta los distintos parámetros a ser introducidos en la tabla dinámica suministrada por la empresa. La búsqueda de datos se realizó en internet en páginas como la del IDEAM, las dimensiones del proyecto se sacaron de los planos arquitectónicos más recientes.

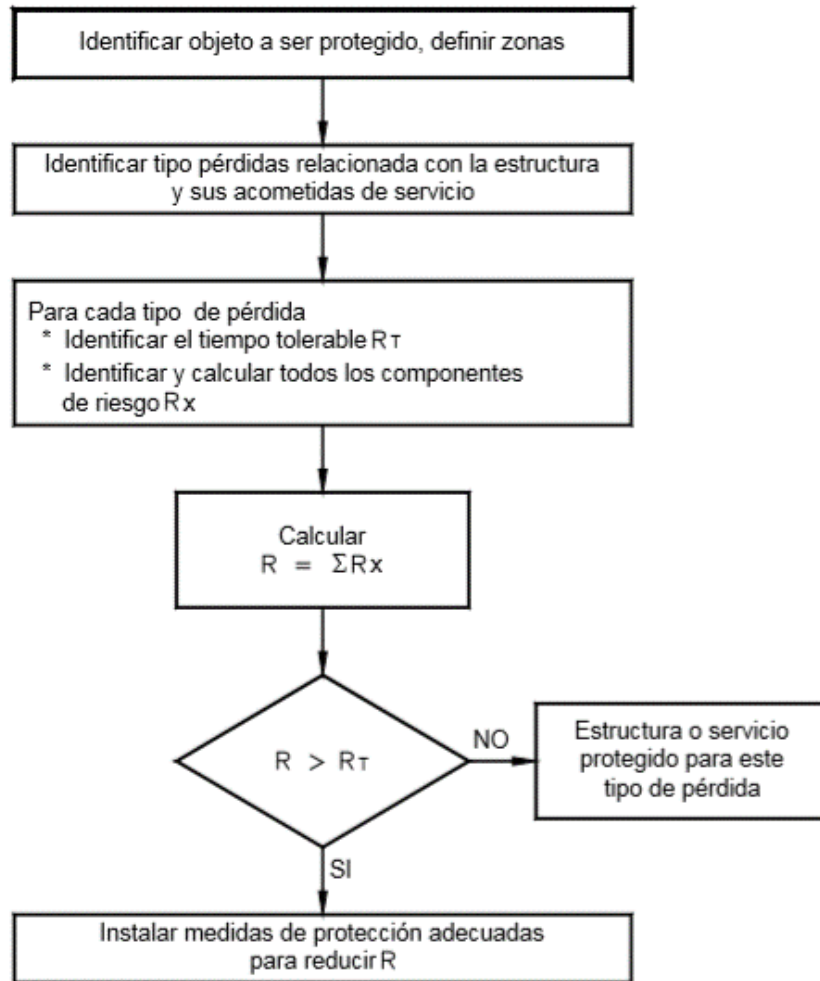


Figura 23. Procedimiento para la decisión de protección.

En la *Figura 23* se muestran la secuencia que se debe seguir para tomar la decisión de hacer o no el sistema de protección contra descargas atmosféricas de una edificación.



**Tabla 7. Valores Típicos de riesgo tolerable**

Tipo de pérdida	R <sub>T</sub> (y <sup>-1</sup> )
Pérdida de vidas o lesiones permanentes	10 <sup>-5</sup>
Pérdida de servicio público	10 <sup>-3</sup>
Pérdida de patrimonio Cultural	10 <sup>-3</sup>

*Figura 24. Valores típicos de riesgo Tolerable.*

En la *Figura 24* aparecen los valores de riesgo tolerables para diferentes tipos de posibles pérdidas.

Características generales de la estructura		Características generales de la acometida		Dato digitado	Valores muy importantes
Ubicación	Envigado	Lc	60	Dato calculado	Sin Medidas de protección el valor es 1.
Ambiente de ubicación	Urbano	Hc	0	Nota	Con medidas de protección el valor depende del nivel de riesgo
NC	140	Ha	12		
DDT	3,787988545	Hb	0		
Altura [m]	51,47	Uw	600		
Largo [m]	18	P [ohm.m]	80		
Ancho [m]	40,2				
Área de la estructura [m <sup>2</sup> ]	723,6	r <sub>ec</sub> = 44,66835922	Se tomó una I <sub>max</sub> =10 kA		
Ad [m <sup>2</sup> ]	93600,35895				

De trafó baja por bajante e ingresa subterránea  
Poste de 12 metros  
Ingresa subterránea a TMB  
THWN  
Box Cox

Procedimiento  
1. Hacer análisis sin medidas de protección.  
2. Si en 1 da que es necesario apantallar empezar con nivel 1. Si en 1 da que no es necesario apantallar, no se apantalla.  
3. Si en 2 da que no es necesario apantallar con nivel 1 seguir con nivel 2 y si da que no es necesario apantallar seguir con nivel 3 y así sucesivamente hasta nivel 4.  
4. Si con nivel 4 da que no es necesario apantallar, se debe apantallar con nivel 4, ya que en 1 dio que se debe apantallar.

*Figura 25. Cálculo de riesgo, introducción de parámetros.*

En la *Figura 25* se observa la introducción de los parámetros correspondientes a la obra y ubicación de la misma, la acometida que va desde el transformador hasta el tablero general es subterránea por lo cual no hay necesidad de protegerla.



Evaluación de la necesidad de apantallamiento						
Tipo de riesgo	Riesgo calculado		Riesgo tolerable (RT)	Es necesario apantallar?		
	Aéreo	Subterráneo		Aéreo	Subterráneo	
Riesgo de pérdida de vida humana (R1)	9,08099E-08	9,08302E-08	0,00001	No	No	9,90919E-06 9,90917E-06
Riesgo de pérdida del servicio público (R2)	0,002112597	0,002111891	0,001	Si	Si	-0,001112597 -0,001111891
Riesgo de pérdida de patrimonio cultural (R3)	1,78074E-07	1,77697E-07	0,001	No	No	0,000999822 0,000999822
Riesgo de pérdida de valor económico (R4)	0,001056307	0,001055955	0,001	Si	Si	-5,63074E-05 -5,59545E-05
Esfera rodante						
NPR	Radio esfera [m]	NPR seleccionado	Conclusión			
1	35	x	Basados en los niveles de riesgo calculados de acuerdo al NPR es necesario apantallar.			
2	40					
3	50					
4	55					

Figura 26. Resultados del análisis del riesgo.

En la Figura 26 se observan los resultados arrojados por medio de la tabla dinámica, el resultado es que el edificio si necesita apantallamiento ya que dio un nivel de riesgo 2 (R2) por lo que el radio de las esferas rodantes a utilizar será de 40 metros.

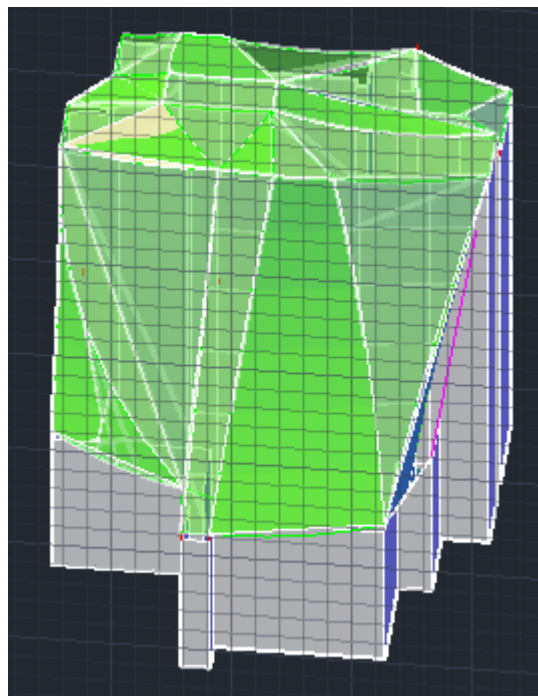
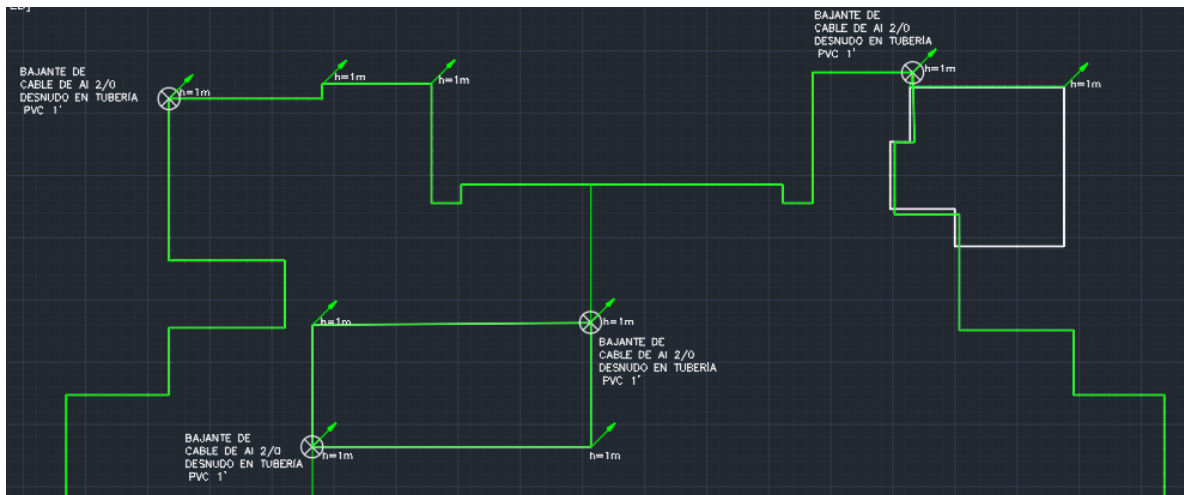
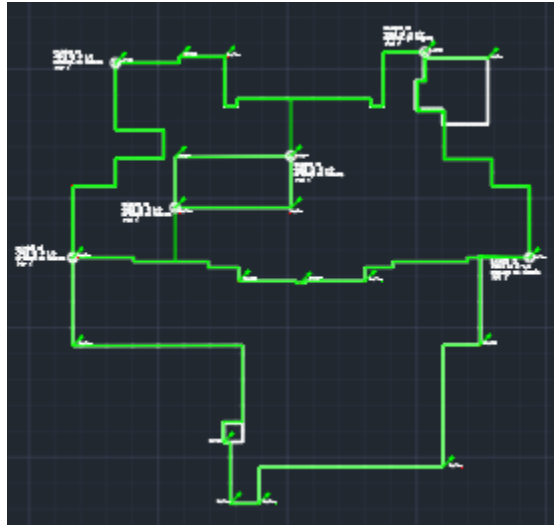


Figura 27. Diseño de apantallamiento en 3D.

En la *Figura 27* se muestra el diseño del apantallamiento en tres dimensiones, donde se observa la ubicación de las puntas captadoras y en color verde, unas mallas que son dibujadas de acuerdo al método de la esfera rodante y que garantiza que, en ningún punto, la esfera toca la estructura. De esta forma el diseño cumple con lo establecido por la norma.



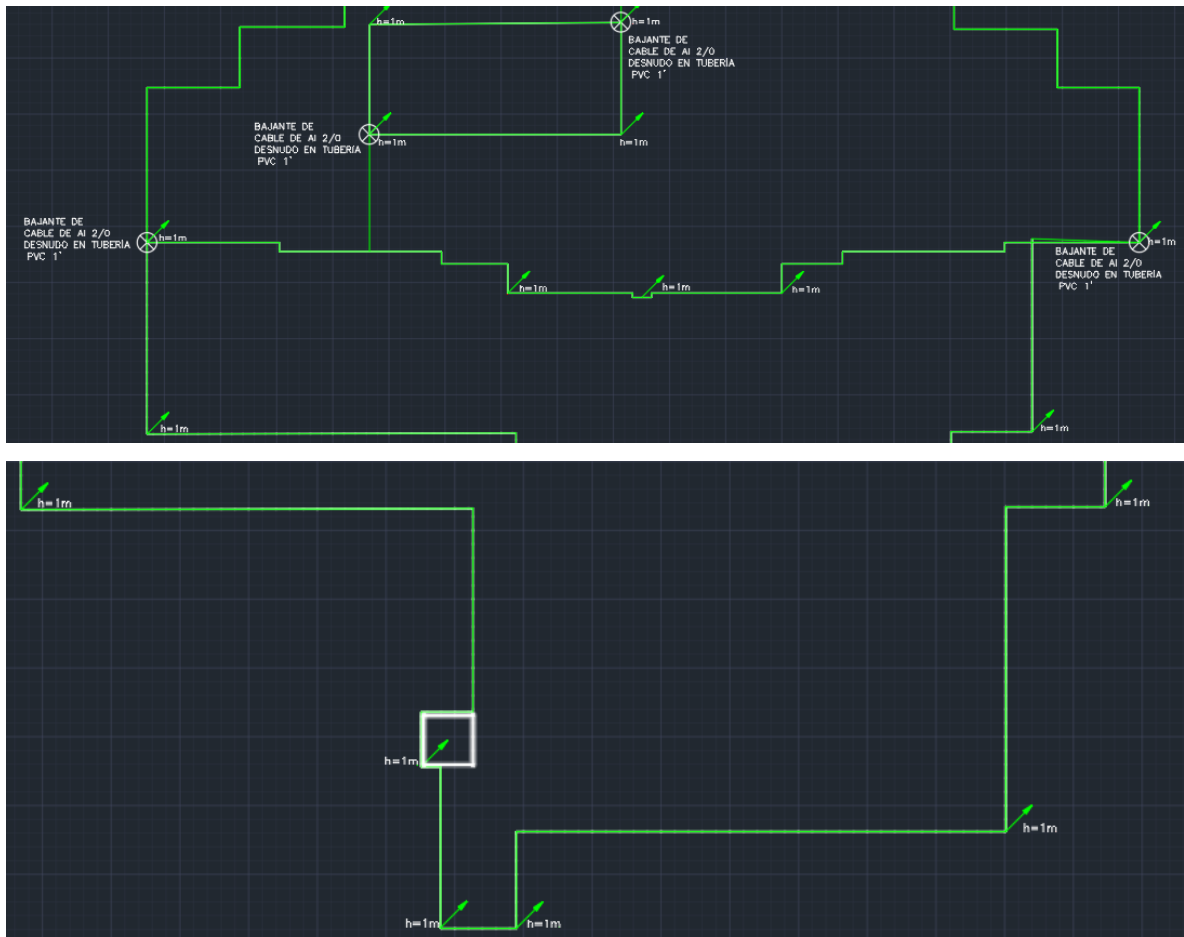
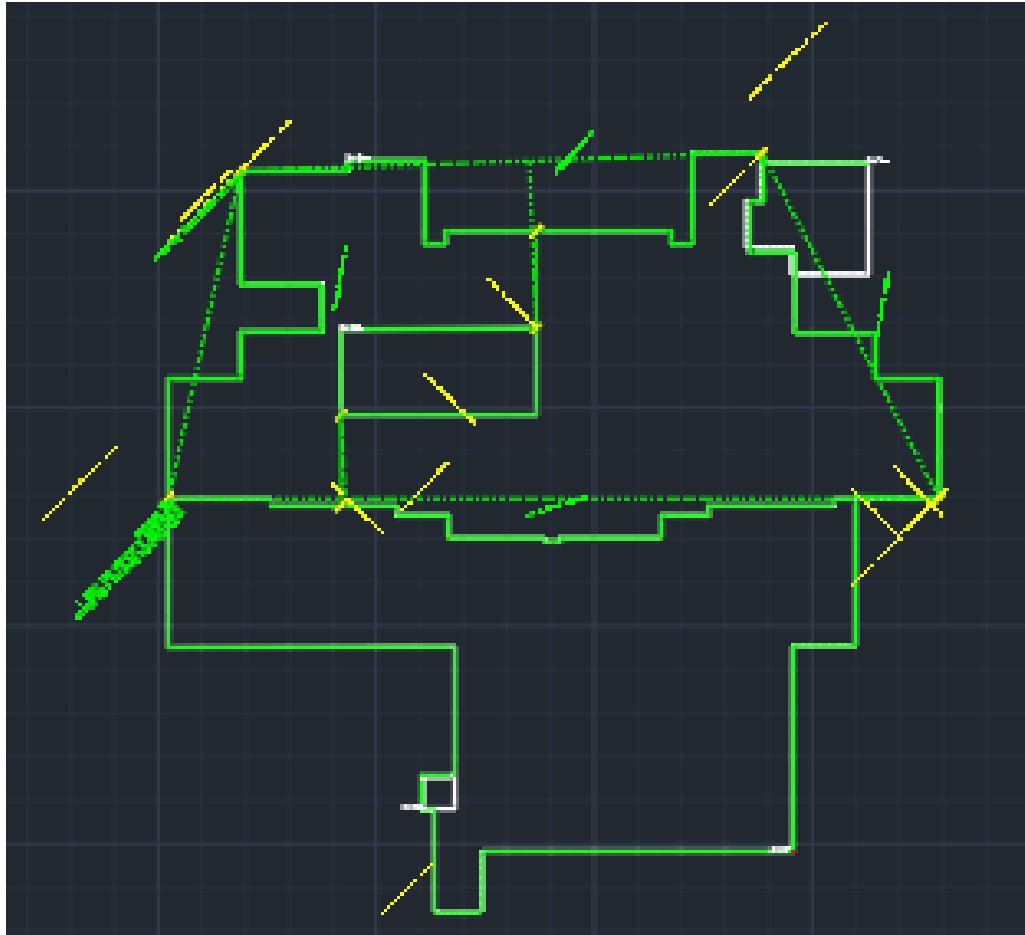


Figura 28. Zoom del diseño de apantallamiento.

En la *Figura 28* se hace zoom al diseño en dos dimensiones del apantallamiento, donde se encuentran las puntas captadoras las cuales se ubican de forma perpendicular al plano del techo y son en total 20 puntas captadoras con una longitud de 1 metro cada una.

La ubicación de los 6 bajantes y el material el cual es cable de aluminio 2/0, un anillo superior en la zona de techos en donde se encuentran los ascensores y un anillo intermedio a la altura del tercer piso donde el edificio tiene otra zona que sobresale a esa altura que es el área de las piscinas.



*Figura 29. Anillo de puesta a tierra.*

La *Figura 29* muestra la conexión entre los bajantes que en total son 6 y la puesta a tierra (líneas punteadas), Los electrodos verticales consistirán en varillas de copperweld de 5/8" x 2.4m y los electrodos horizontales en cable de cobre No. 1/0 AWG, se tienen 6 cajas de registro de dimensiones de 30x30 cms en los lugares en donde se unen los bajantes con la puesta a tierra.

## VI. ANÁLISIS

Se pudo evidenciar que, para realizar proyectos de instalaciones eléctricas, es de suma importancia conocer los procedimientos y requisitos necesarios para gestionar la aprobación de los mismos.

Para presentar un proyecto de redes es muy importante seguir todos los detalles de la norma RA8-001 de EPM ya que la idea es que el proyecto cumpla con todos los requisitos y tenga el menor número de correcciones posibles.

Es muy importante seguir los lineamientos y convenciones establecidos por las normas ya que estos planos se imprimen y el personal que está ejecutando la obra se guía de ellos y es por esto que se tiene que plasmar muy bien este lenguaje técnico.

Es muy útil colocar en las 'layouts' del proyecto los detalles más importantes y también en los que creamos que hay que hacer especial énfasis según las normas para que el personal de ejecución de la obra cumpla con ellos como por ejemplo resaltar medidas de distancias entre elementos, longitud de tableros, etc.

Al culminar la actividad de iluminación de zonas comunes se pudo optimizar la cantidad de luminarias a utilizar.

Es importante tener en cuenta los niveles de iluminación porque de estos depende el buen desempeño de las actividades de las personas que habitaran el edificio.

Se pudo evidenciar que, a la hora de realizar proyectos de iluminación son muy importantes las características técnicas de las luminarias, que estén certificadas, sus precios y fácil accesibilidad para conseguir las.

Cuando se diseñó la iluminación de las zonas comunes se observó que es necesario visualizar como se debe ejecutar la construcción de la iluminación para anticipar cualquier imprevisto y disponer los circuitos de forma económica para la empresa y lo más fácil y entendible para los técnicos.

Al culminar la actividad de instalaciones eléctricas de los apartamentos se dejan las salidas necesarias para un buen desempeño de los habitantes en las distintas zonas.

Es importante tener en cuenta que los niveles de iluminación dentro de los apartamentos no deben cumplir con cierto nivel específico, pero cada zona se debe dejar bien iluminada.

A la hora de realizar proyectos de instalaciones eléctricas son muy importantes las características técnicas de todos los equipos que estén certificados, por razones de seguridad y para cumplir con las normas.

En el diseño de la instalación eléctrica de los apartamentos se observó que es necesario visualizar que en un futuro van a crecer las cargas por eso es importante multiplicar la corriente nominal de los circuitos por un factor de ajuste y también se deja en el tablero de 'breakers' algunos circuitos libres.

Al culminar la actividad de análisis del cálculo de detalle se pudo observar que esta es una parte muy importante del diseño ya que por medio de esta se concluye que el proyecto es viable en lo concerniente a la regulación de tensión y elección de conductores y protecciones.

Hay que tener siempre presente los diferentes calibres de los conductores y protecciones que sean comerciales en nuestro país para llenar los cuadros de cargas con información precisa que le permita al constructor conseguir todos los artefactos.

Siempre hay que recibir información muy precisa del constructor de la obra ya que en el transcurso del proyecto van cambiando los equipos, como por ejemplo las bombas o el tipo de ascensor entonces toca actualizar la información para saber cuál es el transformador más indicado para el proyecto.

Cuando se realiza un proyecto de diseño de instalaciones eléctricas este es el punto de partida ya que si de pronto no se cumple con la regulación se tiene que hablar con el constructor para encontrar soluciones prácticas para resolver el problema como lo es por ejemplo poner el cuarto técnico más cerca al transformador para poder cumplir con la regulación de tensión.

Al culminar la actividad de apantallamiento se dejan instaladas 20 puntas captadoras en lugares estratégicos del edificio que permitirán su correcta protección en caso de descargas atmosféricas.

Es importante en el apantallamiento tener en cuenta los niveles de riesgos y las posibles afectaciones o pérdidas ya que de esto dependerá el radio de las esferas rodantes.

A la hora de realizar proyectos de apantallamiento son muy importantes tener datos exactos de los parámetros que inciden en la evaluación del riesgo.

Finalmente, a la hora de diseñar el apantallamiento es importante tener en cuenta que la corriente debe tener varios caminos para su recorrido hacia la tierra por lo tanto lo ideal es tener varios bajantes que van hacia la puesta a tierra y este sistema se unirá con el sistema de

apantallamiento del transformador que alimenta el edificio para que no se vayan a dar diferencias de potencial.

## VII. CONCLUSIONES

Es importante destacar que como ingenieros electricistas se debe estar en constante capacitación y formación acerca de las normas técnicas que rigen las instalaciones eléctricas, para poder diseñar y construir instalaciones eléctricas seguras y fiables.

Al culminar la práctica profesional se logró realizar los diseños de las redes externas del proyecto residencial Río, implementando las normas técnicas del operador de red, EPM.

Cuando se diseña cualquier proyecto de instalaciones eléctricas, es necesario visualizar como se debe ejecutar la construcción de dicho proyecto para anticipar cualquier imprevisto y darle solución de manera oportuna.

Es muy gratificante poder contrastar el estudio teórico o calculado con el simulado ya que de estos se consigue poder contrastar los resultados con las normas y hacer los cambios o ajustes necesarios para poder cumplir con los valores establecidos.



## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Minas y Energía. “*Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE*”. Colombia, Ago. 08, 2013. Accedido en Feb. 18, 2022. [En Línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/retie>
- [2] Ministerio de Minas y Energía. “*Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado público – RETILAP*”, Colombia, Ago. 06, 2009. Accedido en Feb. 18, 2022. [En Línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/>
- [3] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. “*Código eléctrico colombiano NTC2050*”. Colombia, Mar. Nov. 25, 1998. Accedido en Feb. 18, 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc\\_20500.pdf](https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc_20500.pdf)
- [4] Empresas Públicas de Medellín-Normalización y Especificaciones “*Tableros y celdas de medida.*” 2015. [En línea]. Disponible en: [https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores\\_y\\_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-012.pdf](https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/documentos/DOCUMENTOS-ENERGIA/NORMAS-TECNICAS-PARA-REDES-AEREAS/NORMAS-TECNICAS/RA8-012.pdf)
- [5] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. “*Protección contra descargas eléctricas atmosféricas (Rayos), Parte 1: Principios generales. Norma Técnica Colombiana NTC 4552-1*”. Colombia, Nov. 26, 2008. Accedido en Feb. 18, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.icontec.org/rules/proteccion-contradescargas-electricas-atmosfericas-rayos-parte-1-principios-generales/>
- [6] J. López Caro y L. Hernández Pastrana, “*Guía para diseñar instalaciones eléctricas domiciliarias según NTC 2050 y RETIE.*” 2012. [En línea]. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063145.pdf>