INFORME DE PASANTIA

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR “EL SAUCE”

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

EDWIN GIOVANNY VALBUENA RUBIANO

JERSSON NORBEY OBANDO GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS PROPEDÉUTICOS

BOGOTÁ D.C

2022

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"

FACULTAD TECNOLÓGICA – INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA DE TRABAJO FINAL

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR "EL SAUCE"

MODALIDAD:

PASANTÍA

Estudiantes:

Edwin Giovanny Valbuena Rubiano 20182372021

Jersson Norbey Obando González 20172372031

Docente:

Ing. Marcela Martínez Camargo

Tutor Empresa:

Ing. Ferney Yovany León

Bogotá D.C., Mayo 04 del 2022

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA POR CICLOS PROPEDÉUTICOS

BOGOTÁ D.C

2022

Nota de aceptación:

Este proyecto de grado en la modalidad de pasantía, ha sido aprobado por cumplir con los requerimientos exigidos por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, para optar al título de Ingeniero Eléctrico.

Ing. Ferney Yovany León

DIRECTOR DEL PROYECTO

Marcela Martínez Camargo

DIRECTORA DEL PROYECTO

Bogotá D.C, 04 de Mayo del 2022

A Nuestros padres, que me han ofrecido desde siempre su amor y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida para lograr nuestros objetivos y cumplir nuestras metas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarnos esta oportunidad de vivir nuevas experiencias que me ayudan a crecer como profesional y como ser humano.

A la empresa LENERGY S.A.S por brindarme la oportunidad de hacer mis prácticas, especialmente a las personas que nos acompañaron y guiaron día a día en nuestra pasantía: Ing. Ferney León, Ing. Esperanza León los cuales apoyaron constantemente nuestro aprendizaje con paciencia y conocimiento. Sin todo el tiempo dedicado por parte de ellos este trabajo no hubiera podido ser realizado.

A nuestra tutora que siempre me atendió y su ayuda fue valiosa para alcanzar cada uno de los objetivos.

A todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera, contribuyeron a que lograra esta meta, que me ha permitido crecer intelectualmente y como ser humano.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. MARCO TEORICO 8
2.1. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO NTC 2050: 8
2.2. RESOLUCIÓN 9 0708 DE 2013 DEL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA RETIE 2013: 8
2.3. RESOLUCIÓN 18 0540 DE 2010 DEL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA RETILAP: 9
2.4. NTC 4552: 9
2.5. CREG 070 – 1998 (REGLAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA): 9
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO 10
3.1. OBJETIVO GENERAL 10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
4. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS 11
4.1. CRITERIOS DE DISEÑO: 11
4.2. DISEÑO DE PLANOS: 12
4.3. MEMORIAS DE CÁLCULO: 17
4.4. DOCUMENTACIÓN: 69
5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS 69
5.1. CRITERIOS DE DISEÑO: 69
5.2. DISEÑO DE PLANOS: 70
5.3. MEMORIAS DE CÁLCULO: 71
5.4. DOCUMENTACIÓN: 74
6. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS 74
7. CONCLUSIONES 75
8. RECOMENDACIONES 75
9. BIBLIOGRAFÍA 76
10. ANEXO 1 (CONCEPTO ENTREGADO POR EL PROFESIONAL DESIGNADO POR LA ENTIDAD DONDE SE REALIZO EL TRABAJO DE GRADO) 77
11. ANEXO 2 (DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS) 77
12. ANEXO 3 (MEMORIAS DE CÁLCULO) 77

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo informar los trabajos que se realizaron dentro de la empresa **LENERGY S.A.S**. durante el periodo de pasantía, aplicando los conocimientos aprendidos durante el periodo de formación en la Universidad Distrital en el proyecto curricular de electricidad en el programa de Ingeniería Eléctrica.

La sobrepoblación mundial es un problema que se empieza a ver con preocupación, la ciudad de Bogotá cuenta con 7'181.469 de habitantes, cifra registrada en el último censo poblacional realizado en el año 2018 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y una tasa de crecimiento del 1,7% anual lo que nos da una proyección de alrededor de 7.5 millones de personas para el año 2021, a este nivel de crecimiento de población debe sumársele la proporción de inmigración internacional que se ha asentado en la ciudad en los últimos años; es por esto que las empresas, industrias y constructoras, empiezan a enfocarse en los municipios aledaños a la ciudad de Bogotá, en los últimos años se ha visto bastante la expansión del área urbana en la sabana de Bogotá esto con el fin de descongestionar la capital de la república, el proyecto de urbanización **"EL SAUCE"** es un claro ejemplo de esto, este proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Facatativá Cundinamarca (Cll 15 con carrera 5, Facatativá) a 30 km de la ciudad de Bogotá. Este fenómeno está generando un cambio en el uso del suelo en predios que antes eran de uso agropecuario o habitados por un solo grupo familiar, por medio de la construcción de propiedad horizontal, se han convertido en edificios multifamiliares los cuales albergarán personas que ven un mejor vivir en estas nuevas unidades de vivienda.

Para la ejecución del proyecto se elaborará un documento de Memorias de Calculo el cual contiene todos los cálculos y estudios eléctricos correspondientes al diseño eléctrico de un conjunto de varias unidades de vivienda multifamiliar de interés social siguiendo los lineamientos expuestos en el numeral 10.1 del Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), documento que será entregado a la constructora MAFER la cual ejecutara la construcción de dicho diseño cumpliendo con toda la normatividad vigente en el momento. Este documento se basará en el numeral 10.1 del RETIE, y la normatividad del operador de red cumpliendo así la exigencia de entregar un diseño detallado del proyecto eléctrico, además se entregará planos eléctricos con la distribución de salidas eléctricas por apartamento, ubicación de equipos especiales, salidas eléctricas de zonas comunes, salidas de iluminación exterior, recorridos de canalizaciones o ductos horizontales y verticales, cuadros de cargas, diagramas unifilares, malla de puesta a tierra, diseño de apantallamiento y diseño de la subestación eléctrica correspondientes al proyecto, Urbanización "EL SAUCE".

2. MARCO TEORICO

Para la ejecución del presente trabajo se basó en el cumplimiento de la normatividad eléctrica nacional exigida por los entes de control y los operadores de red, como principales normas y reglamentos se encontró las siguientes:

2.1. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO 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, también contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente o adecuada para el buen servicio.

2.2. RESOLUCIÓN 9 0708 DE 2013 DEL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA RETIE 2013.

El objeto fundamental de este Reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos. Adicionalmente señala, las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento, la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

El RETIE 2013 obliga a todas las personas que ejercen la electrotecnia a demostrar su competencia profesional en el área. Por eso, deben presentar un certificado que así lo demuestre y que sea expedido por un organismo con autoridad acreditada por la ONAC bajo el criterio de la norma ISO IEC 17024.

2.3. RESOLUCIÓN 18 0540 DE 2010 DEL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA RETILAP.

Este Reglamento Técnico tiene por objeto 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. El Reglamento establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, y dentro de estos últimos, los de alumbrado público en el territorio colombiano, inculcando el uso racional y eficiente de energía (URE) en iluminación. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.

2.4. NTC 4552.

Esta norma estudia la naturaleza el rayo y las descargas eléctricas atmosféricas dando los criterios básicos para la instalación y el diseño de medidas de protección contra rayos, previniendo el peligro de los seres vivientes dentro de una estructura impactada por una descarga atmosférica y reduciendo los daños físicos, económicos y de patrimonio.

2.5. CREG 070 – 1998 (REGLAMENTO DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA).

Este reglamento proporciona los requisitos técnicos y de procedimientos para la planeación, diseño, construcción y puesta en servicio de las conexiones al sistema eléctrico nacional.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Aplicar los conocimientos teóricos, prácticos adquiridos en el proyecto curricular para realizar el diseño eléctrico del proyecto de urbanización "EL SAUCE", cumpliendo la normatividad vigente documentado con memorias de cálculo y planos eléctricos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Revisión bibliográfica de las diferentes normas aplicables al sector eléctrico colombiano. Implementar las normas técnicas vigentes en el RETIE, NTC 2050, NTC 4552 y la normatividad del operador de red, en el proyecto urbanización "EL SAUCE".

2. Realizar los planos eléctricos de las instalaciones internas, del sistema contra descargas atmosféricas, sistema de la puesta a tierra, proyecto de subestación SERIE 3 de la urbanización "EL SAUCE".

3. Realizar las memorias de cálculo requeridas para cumplir el artículo 10.1 del RETIE y los diagramas unifilares de las instalaciones internas y zonas comunes.

4. Obtener los entregables del diseño eléctrico del proyecto para su construcción, y posterior certificación y recibo de obra por parte del operador de red correspondiente.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS

4.1.CRITERIOS DE DISEÑO:

Esta primera parte se basó en obtener la información necesaria para la ejecución del diseño de la Urbanización el Sauce.

- **Revisión bibliográfica RETIE**: Se recopilo la información necesaria de la normatividad vigente en el **reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE** que aplicaba al diseño de la urbanización "EL SAUCE" a partir de esto se establecerán las características a ejecutar.

- **Revisión bibliográfica NTC 2050**: Se recopilo la información necesaria de la normatividad vigente en la NTC 2050 **código eléctrico colombiano** que aplicaba al diseño de la urbanización "EL SAUCE", con esto se complementó y se estableció las características que se ejecutaron en el proyecto.

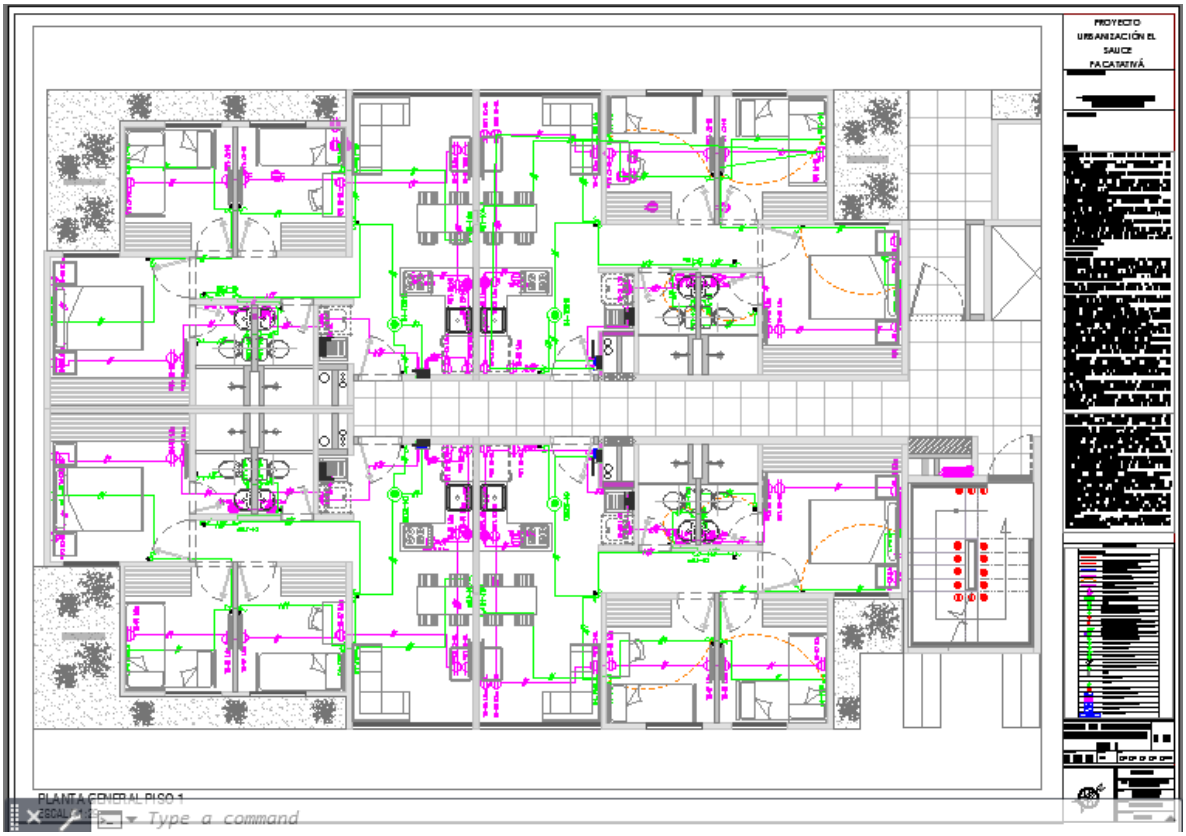
- **Revisión bibliográfica NTC 4552**: Se recopilo la información necesaria de la normatividad vigente en la NTC 2050 **protección contra rayos** que aplicaba pata el diseño de la urbanización "EL SAUCE", con esto se establecieron las características en esta rama que se ejecutó en el proyecto.

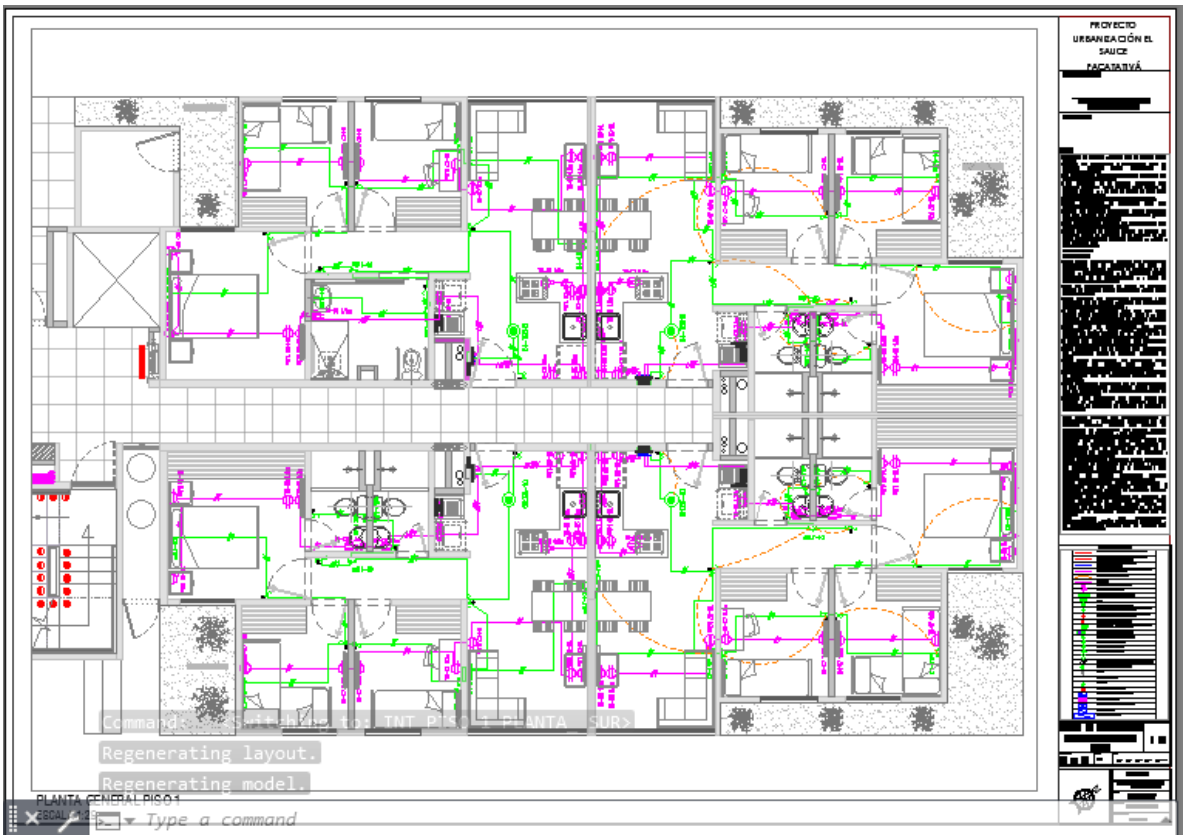
- **Revisión bibliográfica operador de red**: Se recopilo la información necesaria de la normatividad vigente del operador de red (**CODENSA**), aplicable al diseño del proyecto Urbanización "EL SAUCE".

4.2. DISEÑO DE PLANOS:

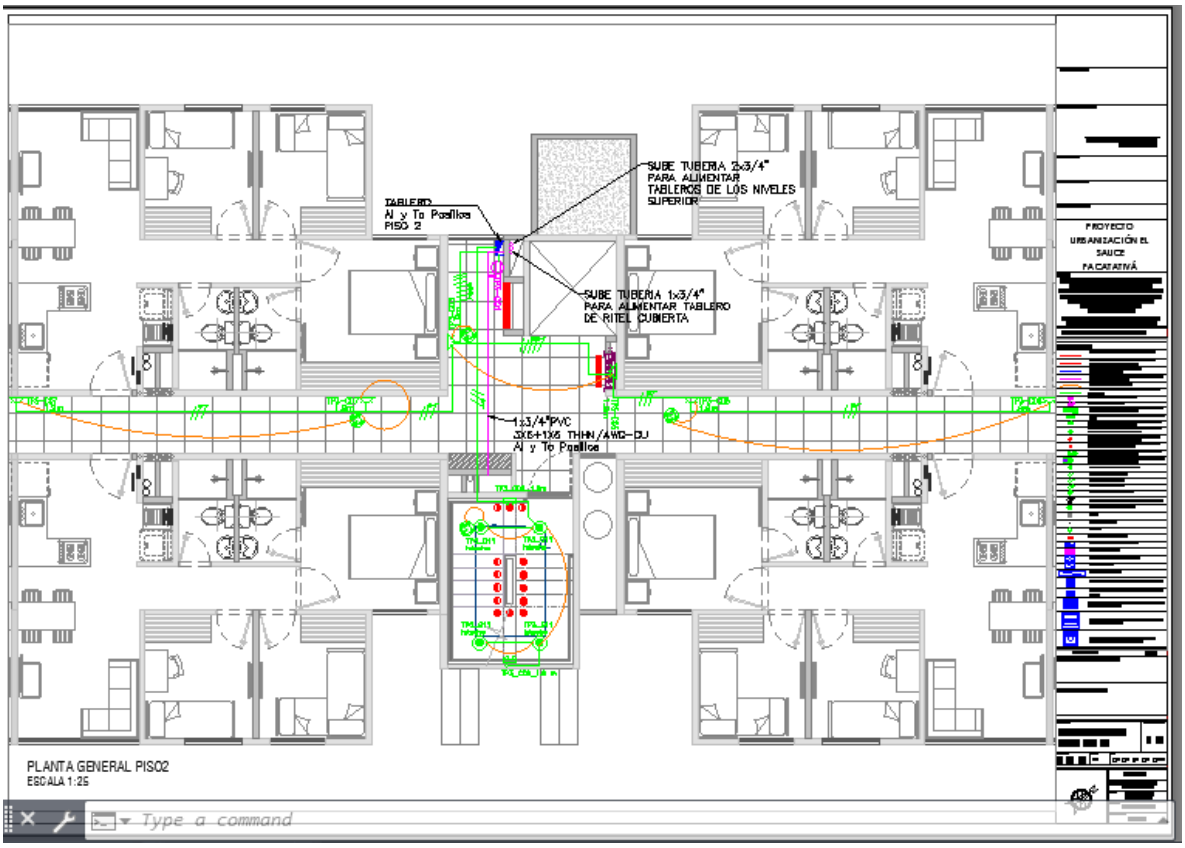
Se ejecutaron los diseños de las instalaciones eléctricas para la urbanización “EL SAUCE” teniendo en cuenta la recopilación bibliográfica echa anteriormente con la normatividad que se debe tener en cuenta para la ejecución de este tipo de proyectos.

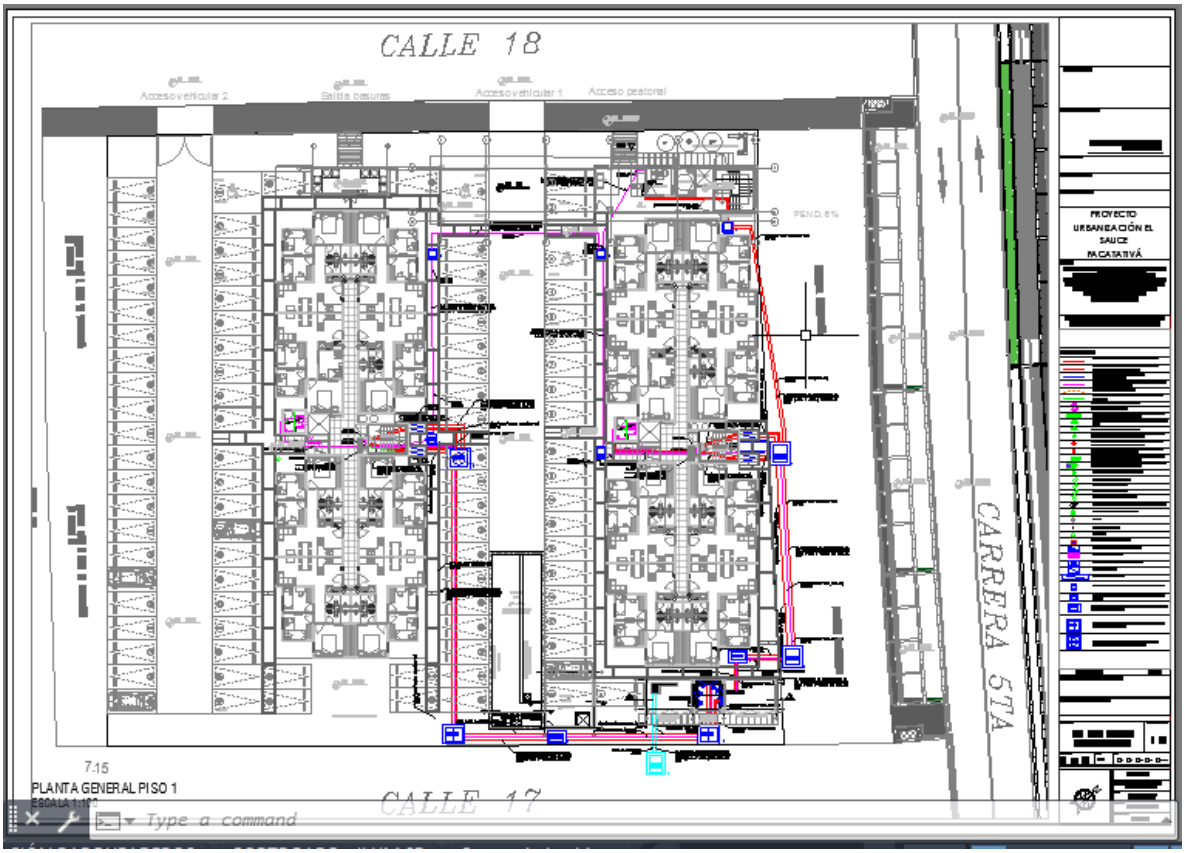
- **Diseño de instalaciones internas:** Teniendo presenté la normatividad a aplicar en este proyecto se realizó el diseño eléctrico de las unidades de vivienda el cual radica en la distribución de ductos, número de conductores y ubicación de equipos a instalar para la construcción. Estos diseños se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 2 “DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS” (INTERNAS DE PISO).



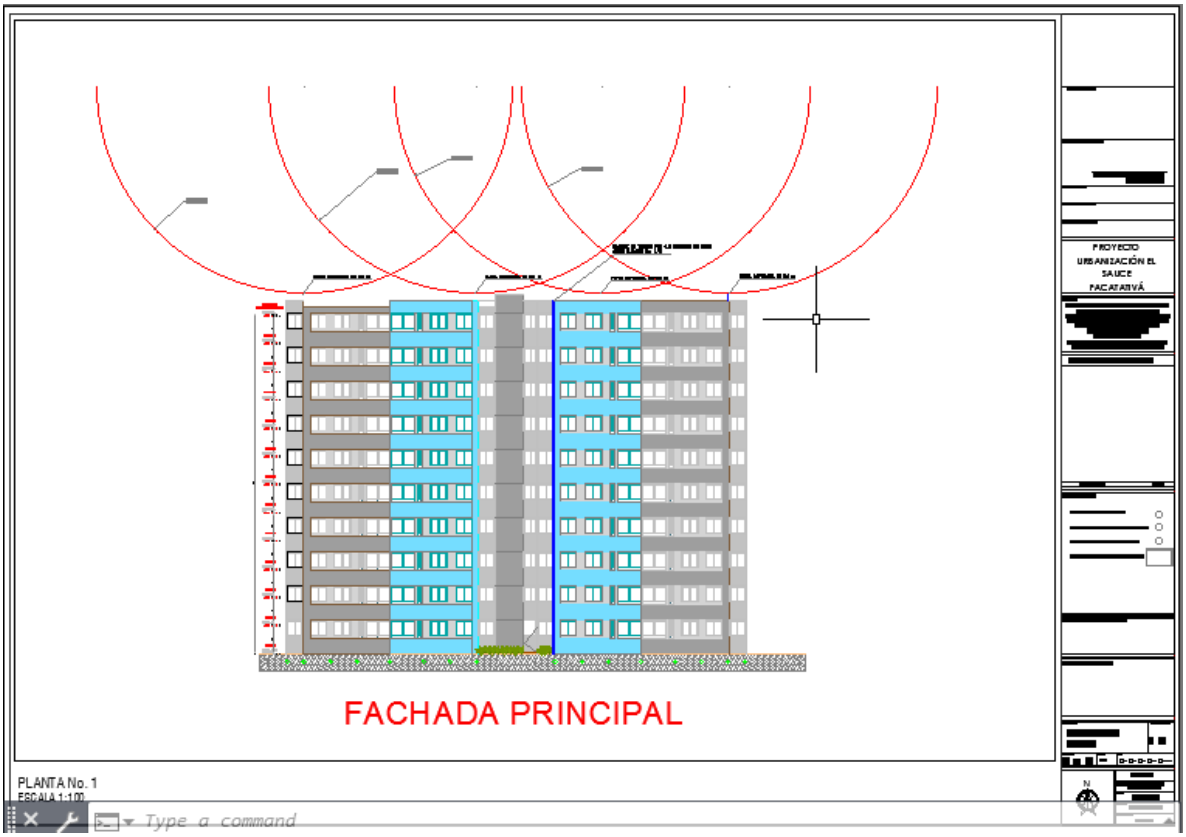


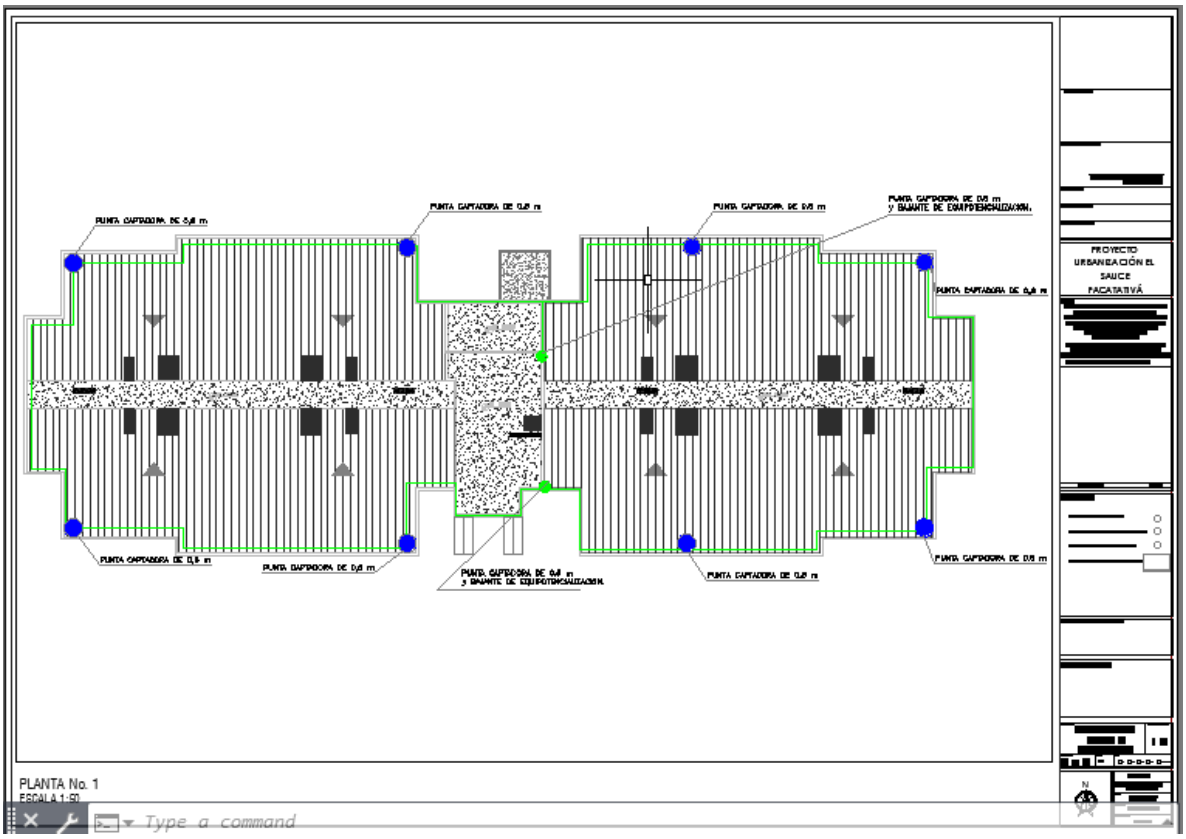
- **Diseño de zonas comunes:** Se realizó el diseño eléctrico de las zonas comunes del proyecto, el cual radicaba en la distribución de ductos, número de conductores y ubicación de equipos necesarios en los lugares que estarán en servicio para todas las personas propietarias y visitantes de la urbanización "EL SAUCE" con la finalidad de entregar para construcción. Estos diseños se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" (ZONAS COMUNES).


SUBE TUBERIA 2x3/4"
PARA ALIMENTAR
TABLEROS DE LOS NIVELES
SUPERIOR
TABLERO
Al y To Posillos
PISO 2
SUBE TUBERIA 1x3/4"
PARA ALIMENTAR TABLERO
DE RITEL CUBIERTA
1x3/4"PVC
3X6+1X6 THHN/AWG-DJ
Al y To Posillos
PROYECTO
URBANIZACIÓN EL
SAUCE
FACATATIVÁ
PLANTA GENERAL PISO2
ESCALA 1:25
Type a command


CALLE 18
Acceso vehicular 2
Salida basuras
Acceso vehicular 1
Acceso peatonal
PROYECTO
URBANIZACIÓN EL
SAUCE
FACATATIVÁ
CARRERA 5TA
CALLE 17
7.15
PLANTA GENERAL PISO 1
Type a command

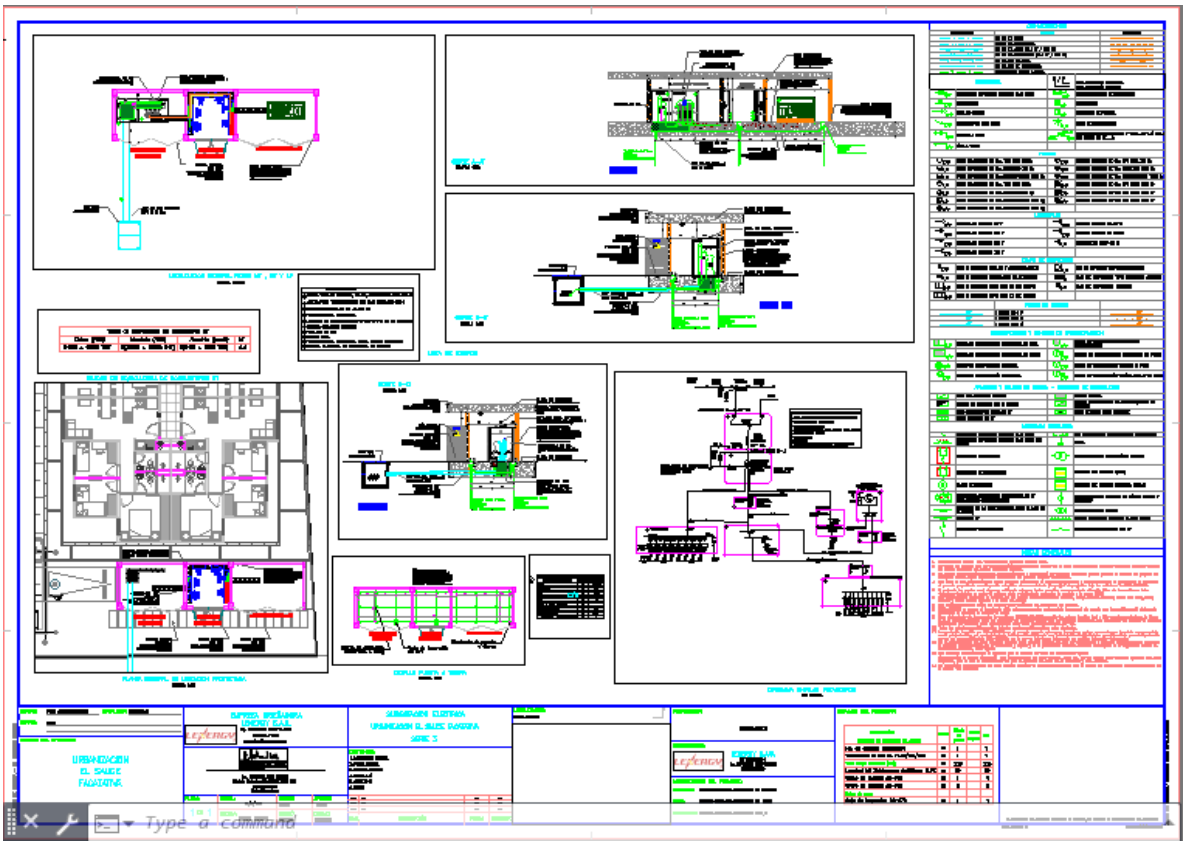
- **Diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas:** Se realizó el análisis del nivel de riesgo de descargas atmosféricas de la urbanización, teniendo en cuenta los parámetros físicos del lugar de construcción del proyecto y su estructura, para definir el nivel de protección adecuado. Este análisis de riesgo se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO" (CUADERNILLO RETIE) CAPITULO 4. Con este análisis Se realizó el diseño del sistema de protecciones contra descargas atmosféricas de la urbanización, teniendo en cuenta los resultados del análisis de nivel de riesgo aplicado anteriormente y su estructura, con el cual se establecieron los criterios de construcción. Estos diseños se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" (APANTALLAMIENTO).





- **Diseño del sistema de puesta a tierra:** Se realizó la visita en el lugar de ejecución del proyecto con el fin de tomar las medidas de la resistividad del terreno las cuales fueron utilizadas para realizar el diseño del sistema de puesta a tierra de la urbanización. El registro de las mediciones se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO" (CUADERNILLO RETIE) CAPITULO 8. Se realizó el diseño del sistema de puesta a tierra, teniendo en cuenta los parámetros necesarios y la medida de la resistividad del terreno echa anteriormente, para establecer los criterios de construcción. El diseño del sistema de puesta a tierra se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO" (CUADERNILLO RETIE) CAPITULO 8. y sus planos se encuentran en el ANEXO 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA).

- **Diseño de la subestación eléctrica:** Se realizó el diseño de la subestación eléctrica que alimentará toda la carga demandad por la urbanización, para su construcción. Estos diseños se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA).



4.3. MEMORIAS DE CÁLCULO:

Se realizaron las memorias de cálculos según establecido en los planos de diseño y estudios realizados.

Cada uno de los apartados en el siguiente recuadro son los aspectos que se aplicaron en el proyecto de instalaciones de redes eléctricas los cuales se encuentran con su desarrollo y análisis en el documento ANEXO 3 “MEMORIAS DE CALCULO” (CUADERNILLO RETIE)

ASPECTOS QUE LE APLICAN AL DISEÑO DE ACUERDO AL TIPO DE INSTALACIÓN	APLICA	NO APLICA
DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE		
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	X	
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X	
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. (SIPRA)	X	
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
f. Análisis del nivel tensión requerido.	X	
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 Resol. 90708 RETIE		X
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	X	
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra. (SPT)	X	
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	X	
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, IEEEE 242**, capitulo 9 o equivalente.	X	
l. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.		X
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corriente. En baja tensión se permite la coordinación contra las características de limitación de corriente de los dispositivos	X	

ASPECTOS QUE LE APLICAN AL DISEÑO DE ACUERDO AL TIPO DE INSTALACIÓN	APLICA	NO APLICA
según **IEC 60947- 2** Anexo A.		
n. Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electro ductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, consultas, etc.).	X	
o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
p. Cálculos de regulación.	X	
q. Clasificación de áreas.	X	
r. Elaboración de diagramas unifilares.	X	
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	X	
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.	X	
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.		X
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		X

Esta parte del documento describe cada uno de los ítems mencionados en la anterior tabla mostrando de manera clara y concisa los cálculos realizados para cada una de las cargas y tableros asociados al proyecto eléctrico del conjunto residencial “EL SAUCE”.

a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

No se realiza el estudio de armónicos dado que el diseño no contempla la instalación de cargas no lineales de gran potencia, se anexa cuadros donde se indica las cargas proyectadas de las viviendas y zonas comunes de la urbanización.

Para el análisis de cuadro de cargas se consolida las cargas de alumbrado y tomas generales, pequeños electrodomésticos, y demás equipos mediante los factores de demanda, para finalmente obtener de la sumatoria el valor de la carga total instalada por una unidad de vivienda individual, después de esto realizamos el cálculo para cada uno de los armarios y después de esto el TGA (tablero general de acometidas) de todo el conjunto.

En el siguiente cuadro se encuentra el análisis de cargas realizado por cada tablero de unidad de vivienda, así como este en el documento ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO" (CUADERNILLO RETIE) se pueden evidenciar todos los análisis realizados para cada uno de los tableros o armarios diseñados en el proyecto.
Este análisis de cargas sirve para poder dimensionar todos los materiales a utilizar dependiendo de las corrientes, regulación y factor de ocupación y pérdidas del sistema.
El proyecto contempla una carga futura de 225KVA. La cual se divide en la siguiente: Carga de 192 aptos: 194,53 kVA. Carga de las zonas comunes: 115,10 kVA. Esta carga está dividida en: iluminación, tomas; bombas de agua y ascensores. Carga de la bomba contra **incendios: 8,8 kVA.**

- **Tablero general de distribución del apartamento: con una carga de 3762 [W]**

TABLERO MONOFÁSICO - 1Ø, 3 HILOS, 60Hz, 8 CIRCUITOS								
N° CTO \ DESCRIPCIÓN		TOMA NORMAL 1Ø	TOMA GFCI 1Ø	LUM LED (PANEL)	LUM LED (APLIQUE)	CARGA TOTAL	PROTECCIÓN [A]	CONDUCTOR [AWG/THHN/Cu]
		200 [W]	200 [W]	18 [W]	18 [W]	[W]		
C1	TOTALIZADOR	13	5	1	8	3762	1x30	1x8+8N+10T
C2	RESERVA	-	-	-	-	-	-	-
C3	COCINA	1	1	0	0	400	1x20	1x12+12N+12T
C4	ILUMINACIÓN	0	0	1	8	162	1x20	1x12+12N+12T
C5	COCINA-SALA	4	1	0	0	1000	1x20	1x12+12N+12T
C6	TOMAS BAÑOS	0	3	0	0	600	1x20	1x12+12N+12T
C7	HABITACIONES	4	0	0	0	800	1x20	1x12+12N+12T
C8	HAB. PRINCIPAL	4	0	0	0	800	1x20	1x12+12N+12T

TABLA 1. Cuadro de cargas tablero de apartamento

Nota: los 192 apartamentos tienen la misma cantidad de aparatos instalados y distancia lo que cambia es su distribución en plano arquitectónico.

- **Tablero Armarios de medidores**

TABLERO DE LOS 8 ARMARIOS DE MEDIDORES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz									
TORRE 1									
FASE \ N° CTO	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA [W]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	I DIVERSIFICADA [A]	TENSIÓN SISTEMA [V]	CORRIENTE PROTECCIÓN [A]	PROTECCIÓN SELECCIONADA [A]	CORRIENTE CONDUCTOR [A]	CONDUCTOR [AWG/THHN/ Cu]
A-B-C	TOTALIZADOR	722304	194526	540,35	360	675,44	3 x 800 REG	594,39	2(3x350+350N+350T)
A-B-C	ARMARIO A T1	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO B T1	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO C T1	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO D T1	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
TORRE 2									
A-B-C	ARMARIO A T2	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO B T2	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO C T2	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T
A-B-C	ARMARIO D T2	90288	33550,8	93,20	360	116,50	3 x 125	102,52	3x2/0+2/0N+2T

TABLA 2. Cuadro de cargas tablero de armarios de medidores

- **Tablero servicios comunes**

TABLERO SERVICIOS COMUNES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 24 CIRCUITOS									
FASE \ N° CTO	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA [W]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	I DIVERSIFICADA [A]	TENSIÓN SISTEMA [V]	CORRIENTE PROTECCIÓN [A]	PROTECCIÓN SELECCIONADA [A]	CORRIENTE CONDUCTOR [A]	CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]
1-3-5	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	56256	28956	80,43	360	100,54	3 x 100	88,48	1x2+2N+4T
2-4-6	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	56256	28956	80,43	360	100,54	3 x 100	88,48	1x2+2N+4T
7-9-11	TABLERO SALON SOCIAL	11229	5879,975	16,33	360	20,42	3 x 30	17,97	1x10+10N+10T
8-10-12	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	45000	45000	125,00	360	156,25	3 x 175	137,50	1x2/0+2/0N+2T
13-15-17	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	6000	4050	11,25	360	14,06	3 x 20	12,38	1x12+12N+12T
14-16-18	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	16000	16000	44,44	360	55,56	3 x 63	48,89	1x6+6N+8T
19-21	TABLERO CUARTO TECNICO	3000	3000	14,42	208	18,03	2 x 20	15,87	1x12+12N+12T

TABLA 3. Cuadro de cargas tablero servicios comunes

- **Tablero salón social**

TABLERO SALÓN SOCIAL TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 18 CIRCUITOS									
FASE \ N° CTO	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA [W]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	I DIVERSIFICADA [A]	TENSIÓN SISTEMA [V]	CORRIENTE PROTECCIÓN [A]	PROTECCIÓN SELECCIONADA [A]	CORRIENTE CONDUCTOR [A]	CONDUCTOR [AWG/ THHN/ Cu]
1	ILUM. INGRESO PARQUEADERO	85	85	0,70	120	0,88	1 x 20	0,77	1x12+12N+12T
2	TOMAS RECEPCION P.1	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
3	ILUM. PISO 1	57	57	0,48	120	0,59	1 x 20	0,52	1x12+12N+12T
4	TOMAS HALL P. 1	800	800	6,67	120	8,33	1 x 20	7,33	1x12+12N+12T
5	ILUM. PISO 2	139	139	1,16	120	1,45	1 x 20	1,27	1x12+12N+12T
6	TOMAS ADMINISTRACION P.1	600	600	5,00	120	6,25	1 x 20	5,50	1x12+12N+12T
7	ILUM. PISO 3	157	157	1,31	120	1,64	1 x 20	1,44	1x12+12N+12T
8	TOMAS SALÓN DE JUEGOS P. 2	800	800	6,67	120	8,33	1 x 20	7,33	1x12+12N+12T
9	ILUM. ESCALERAS	164	164	1,37	120	1,71	1 x 20	1,50	1x12+12N+12T
10	TOMAS GIMNASIO P. 2	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
11	ILUM. PISO 4	27	27	0,23	120	0,28	1 x 20	0,25	1x12+12N+12T
12	TOMAS SALÓN COMUNAL P. 2	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
14	TOMAS COWORKING P. 3	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
16	TOMAS SALA DE REUNIONES P. 3	1600	1600	13,33	120	16,67	1 x 20	14,67	1x12+12N+12T
17	TOMAS ZONA BBQ P.4	800	800	6,67	120	8,33	1 x 20	7,33	1x12+12N+12T
18	TOMAS SALÓN COMUNAL P. 3	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T

TABLA 4. Cuadro de cargas tablero del salón social

- **Tablero zonas comunes torre 1 (Piso 1)**

TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1 TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 24 CIRCUITOS									
FASE \ N° CTO	DESCRIPCIÓN	CARGA INSTALADA [W]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	I DIVERSIFICADA [A]	TENSIÓN SISTEMA [V]	CORRIENTE PROTECCIÓN [A]	PROTECCIÓN SELECCIONADA [A]	CORRIENTE CONDUCTOR [A]	CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]
A-B-C	TOTALIZADOR	56256	28956	80,43	360	100,54	3 x 100	88,48	3x2+2N+4T
1	CUARTO TECNICO PISO 1	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
2	CUARTO TECNICO PISO 1	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
3	PASILLOS PISO 1	1345	1352	11,27	120	14,08	1 x 20	12,39	1x12+12N+12T
4	PASILLOS PISO 2	1345	1388	11,57	120	14,46	1 x 20	12,72	1x12+12N+12T
5	PASILLOS PISO 3	1345	1352	11,27	120	14,08	1 x 20	12,39	1x12+12N+12T
6	PASILLOS PISO 4	1345	1388	11,57	120	14,46	1 x 20	12,72	1x12+12N+12T
7	CUARTO TECNICO PISO 2	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
8	CUARTO TECNICO PISO 2	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
9	CUARTO TECNICO PISO 3	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
10	CUARTO TECNICO PISO 3	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
11	CUARTO TECNICO PISO 4	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
12	CUARTO TECNICO PISO 4	1200	1200	10,00	120	12,50	1 x 20	11,00	1x12+12N+12T
13-15-17	TABLERO PISO 5	15000	7200	20,00	360	25,00	3 x 30	22,00	1x6+6N+6T
14-16-18	TABLERO PISO 9	15000	7200	20,00	360	25,00	3 x 30	22,00	1x6+6N+6T
19-21-23	ASCENSOR	10256	10256	28,49	360	35,61	3 x 40	31,34	1x8+8N+8T
20	TABLERO CASILLAS ASCENSOR	1000	1000	8,33	120	10,42	1 x 20	9,17	1x12+12N+12T

TABLA 5. Cuadro de cargas tablero zonas comunes torre 1

b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Este ítem no aplica, el análisis de coordinación de aislamientos es básicamente para niveles de tensión de 115KV en adelante.

c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

El análisis de corto circuito a partir del cálculo de las protecciones de los circuitos según NTC 2050 selección de protecciones y los cálculos de corto circuito se ven especificados en la coordinación de protecciones.

Tensión										
Vp =	11400	**V**	**Transformador 3φ=**			225	**KVA**	**Tipo**		
Vs =	208	**V**	**Zcc =**			0,060		**seco**		
Rel. de Transformacion =			0,018	**Transformador TRIFÁSICO**						
CORRIENTES MT										
Icc(MT) =	IN(MT) / Zcc	=	kVA /(√3*Vp) / 0,06	=	11,40 / 0,06	=	**190**	**A**		
In(MT) =	kVA / √3*Vp	=	225 / 19745	=	11,40	=	**11,4**	**A**		
CORRIENTES BT										
Icc(BT) =	IN(BT) / Zcc	=	kVA /(√3*Vp) / 0,06	=	624,5 / 0,06	=	**10409**	**A**		
In(BT) =	kVA / √3*Vp	=	225 / 360	=	624,5	=	**624,5**	**A**		
Protección a Utilizar	**781**		**Breaker Seleccionado**	**800**	**A**	**TIPO**	**DPX**	**A**		
			MARCA	**Legrand**						
PROTECCIONES NORMALIZADAS A USAR										
				Poste						
				Dual	**5,2 A**					
				NH	**N/A**					

d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. (SIPRA).

En este aparatado se aplica el análisis de riesgo contra descargas atmosféricas para así poder determinar si la estructura de la urbanización se tanto se encuentra expuesta a descargas.

Se aplica el análisis de riesgo contra descargas atmosféricas SIPRA NTC 4552-2

Como metodología de cálculo para desarrollar el sistema la protección contra descargas atmosféricas, se usará el método de las esferas rodantes sobre estructuras existentes (obtenido mediante la rotación de la esfera sobre las estructuras y equipos). El radio de la

esfera a utilizar será el correspondiente al nivel de protección contra rayos IV (55 m) según NTC 4552.

Los pararrayos a utilizar serán en aluminio de alta conductividad, de 0.6 m de longitud y Ø 5/8".

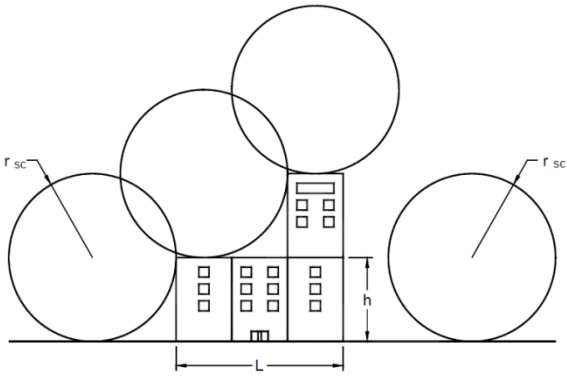


Figura 1. Utilización del método de la esfera rodante

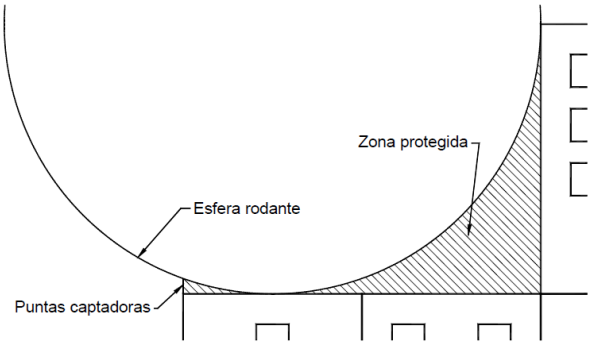


Figura 2. Proyección gráfica de protección de dos postes con pararrayos

- Se utilizará una esfera rodante de radio igual a 55 metros. Analíticamente, la distancia horizontal de cobertura se calculará mediante la ecuación:

$$d = \sqrt{h_1(2R - h_1)} - \sqrt{h_2(2R - h_2)}$$

Donde:

d = distancia horizontal de cobertura

h1 = altura de la estructura más alta = (altura de la estructura) + (altura del pararrayo)

h2 = altura de la estructura a proteger = (nivel del suelo)

R= radio de la esfera

CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

- Zona de protección contra descargas atmosféricas a nivel del suelo.

Donde:

d = distancia horizontal de cobertura

h1 = altura de la estructura más alta= 29,8 m (altura de la estructura) +0.6 m (altura del pararrayo) =30.4 m

h2 = altura del equipo a proteger = 0 m (nivel del suelo)

R= radio de la esfera (55 m)

$$d = \sqrt{30.4 * (2(55) - 30.4)} - \sqrt{0 * (2(55) - 0)}$$
$$d = \sqrt{2419.84}$$
$$d = 49.19$$

- Zona de protección contra descargas atmosféricas zonas de circulación de personas.

Requiere dato de entrada

Solución

ANEXO 1. Solución al Análisis de Riesgo **Estructura:** **RESIDENCIAL**

Variables involucradas en el cálculo de áreas efectivas	
L Longitud de la estructura bajo estudio (m)	50,5
W Ancho de la estructura bajo estudio (m)	43,6
H Alto de la estructura bajo estudio (m)	29,8
Lda Longitud de la estructura adyacente (m)	0
Wda Ancho de la estructura adyacente (m)	0
Hda Alto de la estructura adyacente (m)	0
Lc Long. (m) de la sección de la acometida de servicio, de la estructura bajo estudio hasta la estructura adyacente	30
Ha Altura de la estructura de donde proviene la acometida del servicio (m)	12
Hb Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida de servicio (m)	0
ρ Resistividad del terreno donde la acometida es enterrada (Ωm)	73,46

* Estructura Adyacente hace referencia a la estructura de donde proviene la acometida de servicio

Eventos peligrosos		
DDT		DDT, Valor tomado de **NTC-4552-1, página 37; Tabla A.6.**
DDT	0,0017	
Estructura principal		
Área efectiva		Área efectiva en m2, calculada en AutoCAD o con fórmulas de **NTC 4552-2, página 27**
Ad	44135,68	Ad = L*W+6*H*(L+W) +9*3,1416*(H)^2
Factor de Localización Cd		Seleccione una opción **NTC 4552-2, Tabla 10, página 26:**
Cd	1	Objeto aislado sin objetos en la vecindad 3
Área de influencia		Área de influencia de la estructura (m2) **NTC 4552-2, Figura 9, página 29**
Am	297050	
Estructura adyacente		
Área efectiva		Área efectiva de la estructura adyacente aislada (m2) (conectada por acometida) **NTC 4552-2, Figura 9, página 29**
Ad/a	0,00	Ad/a = Lda*Wda+6*Hda*(Lda+Wda) +9*3,1416*(Hda)^2
Factor Cd/a		Factor que toma en cuenta la influencia de la localización relativa de la estructura adyacente **NTC 4552-2, Tabla 10, página 26:**
Cd/a	1	Objeto aislado sin objetos en la vecindad 3,00E+00
Acometida		Número de acometidas a evaluar de servicio a la estructura **NTC 4552-2 Numeral 6.6.9.1, página 36**
n	1	Proveniente del transformador
Área efectiva		Área efectiva de descargas al servicio (m2) **NTC 4552-2, Figura 9, página 29; Tabla 12 página 30**
Al	48,92	Al = (Lc - 3*(Ha - Hb)) *√ρ
Factor Ct		Factor de corrección por presencia de trafos AT/BT localizado entre el punto de choque y la estructura **NTC 4552-2, Tabla 11 página 29:**
Ct	0,2	Transformador con devanado primario y secundario aislados 1
Área de influencia		Área efectiva de descargas cercanas al servicio (m2) **NTC 4552-2, Figura 9, página 29; Tabla 12 página 30**
Ai	6,12E+03	Ai = 25*Lc*√ρ
Factor Ce		Factor ambiental **NTC 4552-2, Tabla 13, página 31:**
Ce	0	Urbano con edificaciones de mas de 20 m de altura 1,00E+00
PROBABILIDADES		
Probabilidad de daño		
PA	0,01	Aislamiento electrico de bajantes expuestas 2

		Probabilidad de lesiones a seres vivos en función de medidas de protección **NTC 4552-2, Tabla 14, página 32**
PB	0,2	Nivel IV 2 Probabilidad de daño a la estructura en función del nivel de protección NPR **NTC 4552-2, Tabla 15, página 32**
PC	0,03	III - IV 2 Probabilidad de daño de sistemas internos en función del sistema coordinado de protección interno **NTC 4552-2, Tabla 16, página 33**
Ks3	0,001	Cable apantallado con resistencia de pantalla 5<Rs<20 ohm/km 4 Factor de características del cableado interno **NTC 4552-2, Tabla 17, página 34**
w	5	Ancho (m) de la cuadrícula espacial, o ancho de malla, o distancia entre columnas que utilizan la estructura de concreto como protección contra rayos **NTC 4552-2, página 33**
Uw	1	Menor valor de tensión soportable al impulso tipo rayo en kV contenido en el sistema a proteger **NTC 4552-2, página 33, Tabla 19, página 35**
Uw p	2,5	Aparatos eléctricos 2 Tensión disruptiva al impulso en función del tipo de equipo **NTC 4552-2, Tabla 24, página 38**
Rs(bt)	N	Resistencia de la pantalla del cable de la acometida de servicio **NTC 4552-2, Tabla 19, página 35.** Si el cable no tiene pantalla introducir la letra N
pant. Equip	S.P	Cable Sin Pantalla 1 Estado de la pantalla del cable y del equipo respecto a la barra equipotencial. **NTC 4552-2, Tabla 20, página 36**
Kd	1	Con la pantalla en contacto con el suelo 1 Factor que depende de las características de la línea **NTC 4552-2, Tabla 21, página 37**
Kp	0,01	Cables adicionales no apantallados - tubo de acero 6 Factor de medida de protección adoptada **NTC 4552-2, Tabla 22, página 37**
PÉRDIDAS		
Pérdida de vidas humanas L1		
Lf	0,1	Hospitales, hoteles, edificios 1 Factor pérdida vidas humanas (Tipo de estructura a considerar) **NTC 4552-2, Tabla 26, página 41**
Lo	0	No aplica 3 Factor pérdida vidas humanas (Tipo de riesgo a considerar) **NTC 4552-2, Tabla 26, página 41**

ra	0,00001	Asfalto, madera, linoleo 4 Factor reductor de pérdida de vidas por características del suelo o terreno **NTC 4552-2, Tabla 27, página 41**
ru	0,00001	Asfalto, madera, linoleo 4 Factor reductor de pérdida de vidas por características constructivas del piso **NTC 4552-2, Tabla 27, página 41**
rp	0,2	Una de las siguientes: Extintores automaticos, instalaciones de alarma automatica Es necesario que el tiempo de respue 3 Factor reductor de pérdida debido a daños físicos en función de medidas de protección tomadas para reducir las consecuencias de incendio **NTC 4552-2, Tabla 28, página 42**
hz	5	Nivel medio de panico (edificaciones con entre 100 y 1000 personas) 3 Factor de incremento de pérdida debida a daños físicos por presencia de condiciones especiales peligrosas **NTC 4552-2, Tabla 30, página 43**
rf	0,01	Ordinario 3 Factor reductor de pérdida debido a daños físicos en función del riesgo de fuego de la estructura **NTC 4552-2, Tabla 29, página 43**
Pérdida de servicio público L2		
Lf	0,1	Gas y acueducto 1 Factor pérdida servicio público (tipo de estructura) **NTC 4552-2, Tabla 31, página 46**
Lo	0,01	Gas y acueducto 1 Factor pérdida servicio público (tipo de riesgo) **NTC 4552-2, Tabla 31, página 46**
Pérdidas Patrimonio Cultural L3		
	0	Existe riesgo de pérdida de patrimonio cultural SI(1); No (0)
Pérdidas económicas L4		
Lf	0,1	Otros 3 Factor pérdida económica (tipo de estructura) **NTC 4552-2, Tabla 32, página 52**
Lo	0,0001	Otros 4 Factor pérdida económica (tipo de riesgo) **NTC 4552-2, Tabla 32, página 52**
Resultados riesgos:		

Riesgos asociados con la estructura				
Riesgo	**resultado**	**RT (Riesgo tolerable)**	**evaluación**	**Características de cada Riesgo**
R1	1,5007E-08	1,00E-05	Aceptable	Riesgo de pérdida de vida humana
R2	2,60E-08	1,00E-03	Aceptable	Riesgo de pérdida del servicio público
R3	0,00E+00	1,00E-03	Aceptable	Riesgo de pérdida de patrimonio cultural
R4	1,52E-08	1,00E-03	Aceptable	Riesgo de pérdida de valor económico
Riesgos asociados con la acometida				
R´2	8,26E-06	1,00E-03	Aceptable	Riesgo de pérdida del servicio público
R´4	7,53E-06	1,00E-02	Aceptable	Riesgo de pérdida de valor económico

Aceptable: Estructura o servicio protegido para el respectivo tipo de pérdida.

Deficiente: Instalar medidas de protección adecuadas para reducir el riesgo.

Selección de Medidas de Protección:

Los procedimientos para la selección de las medidas de protección en la estructura y en los servicios (SPR, MPR, DPS ó Apantallamiento) se describen en la norma NTC 4552-2, Figura 2, Figura 4 y Figura 5, páginas 17, 20 y 21. De acuerdo con esta información se analizan las evaluaciones que arrojaron resultados deficientes, si existen.

Resultados:

Los riesgos asociados a la estructura bajo estudio se encuentran dentro de los rangos tolerables, no es necesario un sistema de protección interno mediante DPS´s en el tablero de distribución, para esto se tiene en cuenta las protecciones del diseño SERIE 3 y la red de distribución existente.

e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, principalmente en la distribución y uso final de la electricidad. Esta parte del RETIE tiene como principal objetivo crear conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad o se tengan elementos energizados.

El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico. Por tal razón el personal que intervenga en una instalación, en función de las características de la actividad, proceso o situación, debe aplicar las medidas necesarias para que no se potencialice un riesgo de origen eléctrico. *(ARTÍCULO 9. RETIE. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO)*

En la Tabla 9.5 se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección.

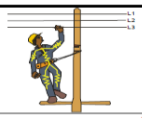
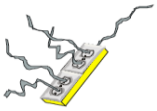
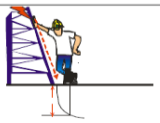
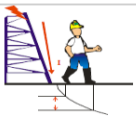
	ARCOS ELÉCTRICOS. **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	AUSENCIA DE ELECTRICIDAD. **POSIBLES CAUSAS:** Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**CONTACTO DIRECTO** **POSIBLES CAUSAS:** Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.
	CONTACTO INDIRECTO **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.
	CORTOCIRCUITO **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	ELECTRICIDAD ESTÁTICA **POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.
	EQUIPO DEFECTUOSO **POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.
	RAYOS **POSIBLES CAUSAS:** Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.
	**SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.
	**TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**TENSIÓN DE PASO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla, **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Tabla9.5 Factores de riesgo eléctrico más comunes

Por esta razón se realiza una evaluación del nivel de riesgo, con el fin de calcular el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico a cada una de las actividades que puedan generar peligro, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones (tabla 9.3).

Evento: Quemaduras Factor de Riesgo: Arco eléctrico Fuente: Tablero eléctrico Riesgo: Real

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura	por :	ARCOS ELÉCTRICOS	(al) o (en) :	TABLERO ELÉCTRICO
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL			X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Sin Sanciones	En la imagen de la empresa			E	D	C	B	A				
							No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Ocurre varias veces al año en la Empresa	Ocurre varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura. Interrupción regional.	Sanciones Importantes.	Internacional	5		MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
													ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad parcial permanente SG	Daños mayores, salida de subestación	Sanciones mayor	Nacional	4		MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo: Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).**	**El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.**
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Sanciones leves/Sc	Regional	2		BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	X	BAJO	**Asumirlo: Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP.** No requiere permiso especial de trabajo.	**El líder de trabajo debe verificar:** **•¿Qué puede salir mal o fallar?** **•¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?** •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción Breve. SS	Efecto menor	Local	3		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
	Molestia Ocasional (afectaron/impactaron)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA: 20/05/2021 FECHA: 20/05/2021

EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA MT_P: 25249-161673 CND EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA MT _P: 25249-161673 CND

PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE

NOTA: TABLA V.4 Matriz para análisis de riesgos NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento: Ausencia de tensión Factor de Riesgo: Ausencia de tensión Fuente: Red BT Riesgo: Real

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por :	AUSENCIA DE TENSIÓN	(al) o (en) :	RED MEDIA TENSIÓN
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL			X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Sin Sanciones	En la imagen de la empresa			E	D	C	B	A				
							No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Ocurre varias veces al año en la Empresa	Ocurre varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura. Interrupción regional.	Sanciones Importantes.	Internacional	5		MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
													ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad parcial permanente SG	Daños mayores, salida de subestación	Sanciones mayor	Nacional	4		MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Sanciones leves/Sc	Regional	2		BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	X	BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños Importantes. Interrupción	Efecto menor	Local	3		BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
	Molestia Ocasional (afectaron/impactaron)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1		MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA: 20/05/2021 FECHA: 20/05/2021

EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA MT_P: 25249-161673 CND EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA MT _P: 25249-161673 CND

PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE

NOTA: TABLA V.4 Matriz para análisis de riesgos NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento: Electrocución Factor de Riesgo: Contacto Directo Fuente: Tablero eléctrico Riesgo: Potencial

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCION: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura	por :	CONTACTO DIRECTO	(al) o (en) :	TABLERO ÉLECTRICO
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		PUNTO

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS					E	D	C	B	A				
En personas	Bienes/Activos	Sin Daños/Leves	En la imagen de la empresa		No ha sucedido en el sector	Ha sucedido en el sector	Ha sucedido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa				
Una o mas muertes	Daños graves en Infraestructura. Interrupción regional.	Con Comunicación Impensable.	Internacional	3	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
Incapacidad parcial permanente SG	Daños mayores, salida de subsección	Con Comunicación mayor	Nacional	0	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
Incapacidad Temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Con Comunicación local o sector	Regional	2	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar las defensas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
Lesión menor (sin Incapacidad)	Daños importantes a Interrupción Breve. RT	Efecto menor	Local	1	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga malo falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
Muerte Funcional (Afectaron Imagen Interna)	Daños leves. No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	X	MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA:	20/05/2021	FECHA:	20/05/2021
EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA	MT_P: 25349-161673 CND	EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA	MT _P: 25349-161673 CND
PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE	PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE
Hoja: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos		Hoja: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo	

Evento: Electrocución Factor de Riesgo: Contacto Indirecto Fuente: Puntos de conexión de motores Riesgo: Potencial

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCION: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura	por :	CONTACTO INDIRECTO	(al) o (en) :	PUNTO DE CONEXIÓN MOTORES
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		PUNTO

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS					E	D	C	B	A				
En personas	Bienes/Activos	Sin Daños/Leves	En la imagen de la empresa		No ha sucedido en el sector	Ha sucedido en el sector	Ha sucedido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa				
Una o mas muertes	Daños graves en Infraestructura. Interrupción regional.	Con Comunicación Impensable.	Internacional	3	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
Incapacidad parcial permanente SG	Daños mayores, salida de subsección	Con Comunicación mayor	Nacional	0	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
Incapacidad Temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Con Comunicación local o sector	Regional	2	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar las defensas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
Lesión menor (sin Incapacidad)	Daños importantes a Interrupción Breve. RT	Efecto menor	Local	1	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga malo falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
Muerte Funcional (Afectaron Imagen Interna)	Daños leves. No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	X	MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA:	20/05/2021	FECHA:	20/05/2021
EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA	MT_P: 25349-161673 CND	EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEON MEZA	MT _P: 25349-161673 CND
PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE	PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE
Hoja: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos		Hoja: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo	

Evento: ausencia de tensión Factor de Riesgo: Cortocircuito Fuente: Tablero eléctrico Riesgo: Potencial

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	AUSENCIA DE TENSIÓN	por :	SOBRECARGA	(al) o (en) :	TABLERO ELÉCTRICO
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA					COLOR Rj	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	EconÓmicas	AmBientales	En la imagen de la empresa	E	D	C	B	A				
					No ha sucedido en el sector	Ha sucedido en el sector	Ha sucedido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	3 MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	Incapacidad permanente EC	Daños mayores, salida de suministro	Contaminación mayor	Nacional	4 MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	2 BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción corta	Efecto menor	Local	1 BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	X	BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	**El líder de trabajo debe verificar:** •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Molestia Funcional (afectación limitada)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1 MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA: 30/05/2021

EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA MT_P: 25249-161673 CND

PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE

NOTA: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos

NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

Evento: Electrocución Factor de Riesgo: Electricidad estática Fuente: Puntos de conexión de motores Riesgo: Real

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por :	ELECTRICIDAD ESTATICA	(al) o (en) :	PUNTO DE CONEXIÓN DE MOTORES
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X	REAL			FRECUENCIA					COLOR Rj	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	EconÓmicas	AmBientales	En la imagen de la empresa	E	D	C	B	A				
					No ha sucedido en el sector	Ha sucedido en el sector	Ha sucedido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	3 MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	Incapacidad permanente EC	Daños mayores, salida de suministro	Contaminación mayor	Nacional	4 MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	2 BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción corta	Efecto menor	Local	1 BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	**El líder de trabajo debe verificar:** •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Molestia Funcional (afectación limitada)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1 MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	X	MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA: 30/05/2021

EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA MT_P: 25249-161673 CND

PROYECTO: URBANIZACIÓN EL SAUCE

NOTA: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos

NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

vento: Electrocución Factor de Riesgo: Equipo defectuoso Fuente: Puntos de conexión de motores Riesgo: Re

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por :	EQUIPO DEFECTUOSO	(al) o (en) :	PUNTO DE CONEXIÓN DE MOTORES
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL		X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	EconÓmicas	AmBientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A				
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Ocurre varias veces al año en la Empresa	Ocurre varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura - interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	Incapacidad parcial permanente (IP)	Daños mayores, salida de subsección	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal	Contaminación leve/baja	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños impactantes e interrupción corta	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	X	BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga malo falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Molestia Funcional (afectación interna)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA:	30/05/2021			FECHA:	30/05/2021
EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA		MT_P:	25249-161673 CND	EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA	MT _P: 25249-161673 CND
PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE			PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE
NOTA: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos				NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo	

Evento: Electrocución Factor de Riesgo: Rayos Fuente: Subestación Riesgo: Real

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	ELECTROCUCIÓN	por :	RAYOS	(al) o (en) :	SUBESTACIÓN
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL		X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	EconÓmicas	AmBientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A				
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Ocurre varias veces al año en la Empresa	Ocurre varias veces al mes en la Empresa				
	Una o mas muertes	Daños graves en infraestructura - interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
	Incapacidad parcial permanente (IP)	Daños mayores, salida de subsección	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, interrupción temporal	Contaminación leve/baja	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	X	MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños impactantes e interrupción corta Menos. 8H	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga malo falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Molestia Funcional (afectación interna)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO		MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer ingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA:	30/05/2021			FECHA:	30/05/2021
EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA		MT_P:	25249-161673 CND	EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA	MT _P: 25249-161673 CND
PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE			PROYECTO:	URBANIZACIÓN EL SAUCE
NOTA: TABLA V.2 Matriz para análisis de riesgos				NOTA: TABLA V.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo	

Evento: ausencia de tensión Factor de Riesgo: Sobrecarga Fuente: Tablero Circuitos Riesgo: Real

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto Y cortocircuitos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Dar cumplimiento a las 5 reglas de Oro, uso de Elementos de protección y uso de un sistema de puesta a tierra

RIESGO A EVALUAR:	AUSENCIA DE TENSIÓN	por :	SOBRECARGA	(al) o (en) :	TABLERO CIRCUITOS
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL		X	REAL			FRECUENCIA					COLOR	NIVEL DE	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A		MUY ALTO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo. (PES).
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		ALTO	**Minimizarlo:** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Lesiones muy graves (Incapacidad Permanente Total)	Daños graves en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO		MEDIO	**Aceptarlo:** Aplicar las sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP).	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Incapacidad parcial permanente (IPP)	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO		BAJO	**Asumirlo:** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder de trabajo debe verificar: •¿Qué puede salir mal o fallar? •¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? •¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Incapacidad Temporal (>1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación leve/sitio	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO				
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes e Interrupción	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
	Molestia Turnera (afectación Sindical)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	X	MUY BAJO	**Inadmisible para trabajar:** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización mediante un Permiso Especial de Trabajo.

FECHA:	30/05/2021	FECHA:	30/05/2021
EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA	MT_P: 25249-161673 CND	EVALUADOR : ING. FERNEY G. LEÓN MEZA	MT _P: 25249-161673 CND
PROYECTO:	ORGANIZACIÓN EL SAUCE	PROYECTO:	ORGANIZACIÓN EL SAUCE
NOTA: TABLA X.2 Matriz para análisis de riesgos		NOTA: TABLA X.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo	

f. Análisis del nivel tensión requerido.

De acuerdo con el régimen de tarifario aprobado por el organismo competente se tiene varios tipos de energía, según lo indicado por la norma CODENSA Generalidades 7.1.8
En tarifas comerciales el cargo es por consumo y dependen del factor aplicado. Estas tarifas no dependen del horario del consumo.
Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:

Nivel 1: Sistemas con tensión menor a 1 kV.
Nivel 2: Sistemas con tensión mayor o igual a 1 kV y menor a 30 kV.
Nivel 3: Sistemas con tensión mayor o igual a 30 kV y menor a 57.5 kV.
Nivel 4: Sistemas con tensión mayor o igual a 57.5 kV y menor a 220 kV.

El nivel de tensión del proyecto en media tensión es 11,4 kV.
El nivel de tensión del proyecto en baja tensión es 208V/120V.

Según la clasificación la tensión del sistema está en el rango del nivel 2, y sus límites de regulación de tensión de los circuitos deben ser:
Media tensión: 2%, Baja tensión: 3% desde bornes de transformador, Baja tensión: 2% desde la red.

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 Resol. 90708 RETIE.

El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable. Es producido por diferencias de potencial y cargas eléctricas en movimiento y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Se ha demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias (0 a 300Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos.
Desde el punto de vista de la reglamentación vigente (RETIE 2013) artículo 14.4, Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas. Teniendo esto en cuenta, y dado que el nivel de tensión máximo en el presente caso es de 34,5 kV, **NO** se requiere del estudio de campos electromagnéticos.

h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.

De acuerdo a las normas CODENSA el transformador se dimensiona de acuerdo al factor de carga y el número de clientes del proyecto (ver tabla Dimensionamiento de transformadores. Fuente norma CODENSA, siempre se debe aproximar al valor por encima para los usuarios y el factor de carga. Así se obtiene que el proyecto requiere un transformador de 225 KVA. Y será un trato TIPO SECO.

	TRANSFORMADOR SELECCIONADO (kVA)	**225**
TRANSFORMADOR TIPO SECO	Tensión nominal lado alta (kV)	13,2
	Tensión nominal lado baja (kV)	0,22
	Tensión cortocircuito (%)	25
	Corriente Nominal lado alta (A)	5,68
	Corriente Nominal lado baja (A)	590,47
	Corriente Protección lado alta (A)	6,53
	Corriente Protección lado baja (A)	738,09
	Corriente Cortocircuito lado alta (A)	22,73
	Corriente Cortocircuito lado baja(A)	2361,89

Tabla 21. Características del transformador.

Para la selección del transformador según normas CODENSA se deben aplicar los siguientes pasos:

1. Establecer el número de clientes y estrato socioeconómico del proyecto.
2. Establecer la carga de servicios comunes y/o cargas especiales, calculado según NTC 2050 o a criterio del diseñador.
3. Calcular la carga de servicios comunes y cargas especiales por cliente mediante la siguiente formula:

$$KVA(SC + CE)/CLIENTE = \frac{KVA\ Servicios\ Comunes\ Proyecto + KVA\ Cargas\ Especiales\ Proyecto}{Numero\ de\ Clientes}$$

$$factor\ de\ carga = \frac{115 + 0}{192} = 0.59$$

Después de obtenida la carga por usuario que para el proyecto es de 0,59 (KVA/USUARIO) se deben tener en cuenta el "LA TABLAS DE DIMENSIONAMIENTO DE TRANSFORMADORES" para encontrar la capacidad del transformador.

E S T R A T O 2															
Carga Servicios Comunes por TRANSFORMADORES [KVA]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
	Número de Clientes del Proyecto														
15	41	33	27	23	20	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8
30	82	64	52	44	38	34	30	27	25	23	21	19	18	17	16
45	122	99	82	70	61	54	48	43	40	36	34	31	29	27	26
75	200	158	129	109	94	83	74	67	61	56	52	48	45	42	39
112,5	295	240	201	173	151	133	118	107	97	90	83	77	72	67	63
150	390	318	267	230	201	178	160	145	132	122	113	105	98	92	87
225	563	439	359	303	262	231	206	186	170	156	144	134	125	117	111
300	650	507	415	350	303	266	238	215	196	180	166	155	145	136	128
400	1003	824	697	601	528	470	422	383	351	323	299	278	260	244	230
500	1247	1025	867	749	658	586	523	472	431	396	366	340	318	298	281
630	1557	1282	1086	940	826	735	662	601	551	507	471	438	410	385	363
750	1894	1525	1292	1118	982	875	788	716	655	604	560	522	488	459	432

Tabla 22. ***Tabla extraída, documento del operador de red CODENSA "Carga máxima para el sector residencial".***

Dicha tabla muestra que para estrato 2 el factor de carga de 0,59 (se aproxima a 0.6) para 192 usuarios (se aproxima a 206 porque en valor anterior es de 160) el transformador nos da de un valor de 225 KVA.

i. Cálculo del sistema de puesta a tierra. (SPT).

Se utilizan para los cálculos las ecuaciones de la estándar IEEE80-2000, enunciadas en la parte derecha de la hoja.

PARAMETROS

ρ	96,61	Resistividad aparente del terreno Ohm/m.
ρ_s	3000	Resistividad superficial del terreno Ohm/m
h_s	0,25	Espesor de capa superficial (m)
I_o	410	Corriente de falla monofásica a tierra en el primario (A) al 100%
t_s	0,15	Tiempo de despeje de la falla (s)

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

De acuerdo al RETIE y la tabla 250-94 de la norma NTC-2050

$$A_{mm^2} = \frac{IK_f\sqrt{t_c}}{1{,}9737}$$

En donde:

A_{mm^2} es la sección del conductor en mm^2.

I es la corriente de falla a tierra, suministrada por el OR (rms en kA).

K_f es la constante de la Tabla 25, para diferentes materiales y varios valores de T_m

T_m es la temperatura de fusión o el límite de temperatura del conductor y una temperatura ambiente de 40 °C.

t_c es el tiempo de despeje de la falla a tierra.

	Kf=11,78	A=	1,11	mm2
Se escoge cable cobre Nº			**2/0**	AWG
	Ac=	67,44	mm2	Sección transversal del conductor
	d=	0,01	M	Diámetro conductor

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MAXIMAS TOLERABLES

$$C_S = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 * h_s + 0.09} \qquad (1)$$

Cs= **0,851** Factor de Relación (adimensional)

Peso de la persona Kg 50 0,116

Tensión de paso

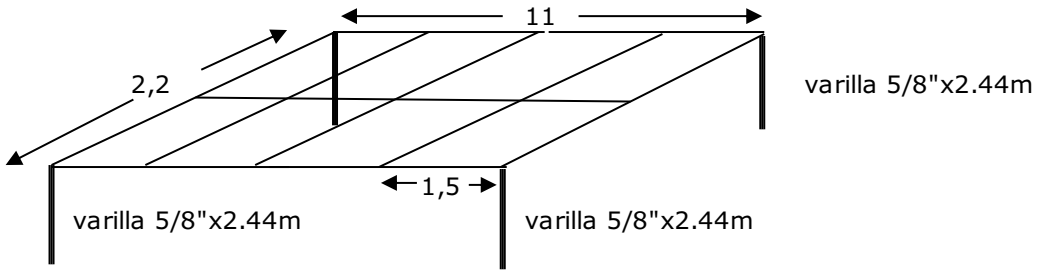
$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (2)$$

$$E_{step50} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \qquad E_{step70} = (1000 + 1.5C_s \cdot \rho_s)\frac{0.157}{\sqrt{t_s}} \qquad (3)$$

Cs =	1	Para terrenos sin grava

Vpaso =	**4888,46**	**V**	**Tolerables**
Vcontacto =	**1446,75**	**V**	**Tolerables**

DETERMINACION CONFIGURACION INICIAL



D=	1,5	Lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores(m)
L1=	2,2	Largo de la malla (m)
L2=	11	Ancho de la malla (m)
h=	0,6	profundidad de enterramiento de los conductores (m)
N=	4	Numero de electrodos tipo varilla
Lv=	2,44	Longitud del electrodo tipo varilla (m)

$$L_T = L_C + N * L_V(m)$$

Longitud total del conductor para mallas cuadradas o rectangulares

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D} + 1\right) * L_2 + \left(\frac{L_2}{D} + 1\right) * L_1(m)$$

L_c=	**45,46**	m
L_T=	**55,22**	m
Área=	**24,2**	M^2

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

$$Rg = \rho * \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left(1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right] \qquad (4)$$

R_g=	**7,69**	Ohm

CALCULO MAXIMO POTENCIAL DE TIERRA (GPR)

I_G =	1.9 * I_0	(A)	
I_G =	**912**	**A**	
GPR= I_G*R_G	(V)		
GPR=	7014,39	V	
Vcontacto=	**1446,75**	**V**	**Tolerable**

Vcontacto < GPR

CALCULO DE TENSION DE MALLA EN CASO DE FALLA

h=	0,6	Profundidad de enterramiento de los conductores (m)	
D=	1,5	lado de la cuadricula o espaciamiento entre conductores(m)	
L_1=	2,2	Largo de la malla (m)	
L_2=	11	Ancho de la malla (m)	
Conductor calibre 2/0 AWG			
Ac=	67,44	mm2	Sección transversal del conductor
d=	0,01	m	Diámetro conductor
Kii =	1	Para mallas con electrodos de varilla a lo largo del perímetro, en las esquinas o dentro de la malla	
L_p = (L_1+L_2)*2 (m)		Para mallas cuadradas o rectangulares	
L_p =	**26,4**	**m**	

n Factor de geometría

n= **n_a*n_b*n_c*n_d** (5)

$$n_a = \frac{2 * L_C}{L_P}$$

n_a= **3,444** (6)

$$n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4 * \sqrt{A}}}$$

n_b= **1,158** (7)

$$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A}\right)^{\left(\frac{0.7*A}{L_1*L_2}\right)}$$

n_c= **1,0** (8)

n_c = n_d = 1 Para mallas rectangular o cuadrada; entonces:

***n* =** **3,990**

K_i = 0.644+0.148 * n Factor de corrección (9)

K_i = **1,234**

$$K_h = \sqrt{1+h}$$

(10)

K_h = **1,265**

$$K_m = \frac{1}{2\pi} * \left[\ln\left[\frac{D^2}{16*h*d} + \frac{(D+2*h)^2}{8*D*d} - \frac{h}{4*d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} * \ln\left[\frac{8}{\pi*(2*n-1)} \right] \right]$$

(11)

K_m = **0,5475** Factor Geométrico

$$V_{malla} = \frac{\rho * I_G * K_M * K_i}{Lc + \left[1.55 + 1.22 * \left(\frac{Lv}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \right) \right] * N * Lv}$$

V_{malla} = **716,64** **V**

$V_{contacto\ tolerable}$= **1446,75** **V** **Tolerable**

Vmalla < VcontactoTolerable **CUMPLE**

CALCULO DE LA TENSION DE PASO EN FALLA

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2*h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} * \left(1 - 0.5^{(n-2)}\right) \right]$$

K_S= **0,576**

$$V_{paso} = \frac{\rho * I_G * K_S * K_i}{0.75 * Lc + 0.85 * N * Lv}$$

V_{PASO}= **1122,97** **V**

Vpaso tolerable= **4888,46** **V**

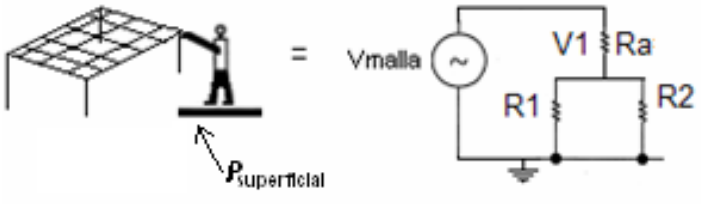
Vpaso < Vpasotolerable **CUMPLE**

Vemos que una vez efectuados los cálculos para la configuración de la malla de puesta a tierra propuesta ésta **CUMPLE,** teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

L1=	**2**	**Largo de la malla (m)**
L2=	**11**	**Ancho de la malla (m)**
h=	**0,6**	**profundidad de enterramiento de los conductores(m)**
N=	**4**	**Numero de electrodos tipo varilla**
Lv=	**2,44**	**Longitud del electrodo tipo varilla (m)**

CALCULO DE LA TENSIÒN DE CONTACTO APLICADA A UN SER HUMANO EN CASO DE FALLA

Para este cálculo se toma como punto de contacto del ser humano cualquier parte del SPT o malla, la cual tendrá un voltaje de malla en el momento de una falla, en cualquier punto; teniendo en cuenta que la persona estará fuera de la malla y sobre una superficie con una resistividad superficial específica, y tomando el caso más crítico que sería con las piernas separadas.



V1= Máxima tensión de contacto resultante

R1= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 1 $=3\rho_s$
R2= Resistencia del suelo en el punto de apoyo 2 $=3\rho_s$
Ra= Resistencia del cuerpo del individuo =3000 Ohm
Rb= Resistencia superficial del piso debajo del individuo
Vmalla= Voltaje de la malla $\rho_s=$ 3000

$$Rb=\left(\frac{R1*R2}{R1+R2}\right) \qquad V_1 = Vmalla\left(\frac{Ra}{Ra+Rb}\right)$$

Rb=	4500	Ohm	Vmalla =	716,64	**V**
V1=	**130**	**V**			

Según RETIE tabla 22 máxima tensión de contacto para un ser humano es:

Para Ts= 0,15

$$\text{Máxima tensión de contacto } = \frac{116}{\sqrt{t}}[V, c.a.] = \quad \textbf{299,51} \quad \textbf{V}$$

Entonces V1 < Máxima tensión de contacto permisible

La tensión de contacto CUMPLE para Ts= 0,15

j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

En la NTC 2050, la Sección 215 (Alimentadores) trata de la capacidad de corriente y del calibre mínimo de los conductores que suministran corriente a un circuito. El Literal 215-2 especifica que los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas, y que, para calcular el calibre mínimo o sección transversal de los conductores, debe consultarse la Sección 310 con sus respectivas Tablas, para este caso la Tabla 310-16: Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2000V nominales y 60°C a 90ºC.

Por la configuración del sistema, dentro del proyecto se definió un punto de conexión, desde este punto de conexión la acometida es exclusivo para el predio motivo de este proyecto.

Cumpliendo este lineamiento se realiza el cálculo económico de conductores, seleccionando el conductor de menor calibre que tenga la capacidad de corriente para alimentar las cargas del proyecto, tomando como referencia la corriente de protección. A partir de la demanda máxima diversificada del proyecto, se realiza el cálculo de la corriente nominal y de protección, para determinar los conductores para la red en BT.

Para la determinación de la sección de los conductores, por una parte, depende de:

a) Su costo, que constituye siempre un capítulo de gran importancia.
b) Su resistencia eléctrica, que provoca pérdida de energía en ellos por efecto Joule
c) La caída de tensión que influye en el funcionamiento de los receptores.

Sección pequeña → menor $ mayores pérdidas y caída de voltaje
Sección grande → mayor $ menores pérdidas y caída de voltaje

Por otro lado, la sección de los conductores debe ser adecuada a la intensidad de la corriente prevista, para impedir que exista una elevación de temperatura peligrosa.

La energía perdida en un conductor por efecto Joule, es tanto menor cuanto mayor sea su sección, Por el contrario, cuanto mayor es la sección más elevada es el costo de los conductores y, por tanto, más alto serán los intereses y la amortización del capital empleado en adquirirlos. Se debe buscar una relación OPTIMA entre el costo que implica la instalación de los conductores y el costo que demanda la pérdida de energía, de modo que la suma de gastos anuales originados por uno y otro concepto sea lo menor posible. La pérdida por efecto Joule da lugar a un cierto gasto anual, y la amortización e interés del capital empleado en los conductores representa, también representa otro gasto anual. Como

ambos varían en sentido inverso, podremos hallar una sección para la cual el gasto total por año, suma de los dos anteriores, sea mínimo. Para ello se usa la regla o ley de Kelvin (fórmula de William Thomson): "La sección económica óptima es aquella que hace los costos financieros iguales al valor o costo de las pérdidas anuales"

En el siguiente recuadro se anexa el cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía, para un apartamento, esto se repite en los demás y en cada uno de los tableros y trayectorias existentes en el proyecto.

- **Conductor en MT**

P.INIC - P.FINAL	Carga (kVA)	Distancia (m)	Calibre conductor	costo metro	pérdidas anuales[kwh]	conductor económico miles [$]	Costo perdidas [kwh][$]	Total, Costo
PUNTO DE CONECXION A TRANSFORMADOR 225 KVA	225	30	185mm2 XLPE AL	$62.000	0,87	$5.617.895	$104.187	$7.722.081
PUNTO DE CONECXION A TRANSFORMADOR 225 KVA	225	30	2/0 XLPE CU	$97.759	0,61	$14.663.954	$73.169	$14.737.122

TABLA 6. Cálculo económico del conductor en MT

- **Apartamentos**

CALCULO ECONOMICO DE LOS CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CADA APARTAMENTO								
ID USUARIO	N° CIRCUITOS	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
COCINA	TD APTO	10,00	400	12	$ 2.456	$ 73.688	$ 4.562	$ 78.249
ILUMINACION	TD APTO	20,00	162	12	$ 2.456	$ 147.375	$ 748	$ 148.123
COCINA-SALA	TD APTO	10,00	1000	12	$ 2.456	$ 73.688	$ 28.511	$ 102.198
TOMAS BAÑOS	TD APTO	8,00	600	12	$ 2.456	$ 58.950	$ 10.264	$ 69.214
HABITACIONES	TD APTO	17,00	800	12	$ 2.456	$ 125.269	$ 18.247	$ 143.516
HAB. PRINCIPAL	TD APTO	14,00	800	12	$ 2.456	$ 103.163	$ 18.247	$ 121.409
TOTAL 1 APARTAMENTO		79	3762	-	-	$ 582.131	$ 80.578	$ 662.709
TOTAL 192 APARTAMENTOS		15168	722304	-	-	$ 111.769.200	$ 15.470.953	$ 127.240.153

TABLA 7. Cálculo económico en cobre del conductor de los apartamentos

CALCULO ECONOMICO DE LOS CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CADA APARTAMENTO								
ID USUARIO	N° CIRCUITOS	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
COCINA	TD APTO	10,00	400	10	$ 1.575	$ 47.250	$ 2.682	$ 49.932
ILUMINACION	TD APTO	20,00	162	10	$ 1.575	$ 94.500	$ 440	$ 94.940
COCINA-SALA	TD APTO	10,00	1000	10	$ 1.575	$ 47.250	$ 16.764	$ 64.014
TOMAS BAÑOS	TD APTO	8,00	600	10	$ 1.575	$ 37.800	$ 6.035	$ 43.835
HABITACIONES	TD APTO	17,00	800	10	$ 1.575	$ 80.325	$ 10.729	$ 91.054
HAB. PRINCIPAL	TD APTO	14,00	800	10	$ 1.575	$ 66.150	$ 10.729	$ 76.879
TOTAL 1 APARTAMENTO		79	3762	-	-	$ 373.275	$ 47.380	$ 420.655
TOTAL 192 APARTAMENTOS		15168	722304	-	-	$ 71.668.800	$ 9.096.992	$ 80.765.792

TABLA 8. Cálculo económico en aluminio del conductor de los apartamentos

- **Armarios de Medidores**

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL TABLERO DE DISTRUBUCIÓN DE MEDIDORES APTOS							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TORRE 1							
ARMARIO A	38	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 6.091.875	$ 224.917	$ 6.316.792
ARMARIO B	38	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 6.091.875	$ 224.917	$ 6.316.792
ARMARIO C	40	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 6.412.500	$ 224.917	$ 6.637.417
ARMARIO D	40	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 6.412.500	$ 224.917	$ 6.637.417
TORRE 2							
ARMARIO A	62	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 9.939.375	$ 224.917	$ 10.164.292
ARMARIO B	62	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 9.939.375	$ 224.917	$ 10.164.292
ARMARIO C	64	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 10.260.000	$ 224.917	$ 10.484.917
ARMARIO D	64	33550,8	1/0	$ 32.063	$ 10.260.000	$ 224.917	$ 10.484.917
TOTAL	408	-	1/0	$ 32.063	$ 65.407.500	$ 1.799.336	$ 67.206.836

TABLA 9. Cálculo económico en cobre a Armarios de Medidores

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL TABLERO DE DISTRUBUCIÓN DE MEDIDORES APTOS							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TORRE 1							
ARMARIO A	38	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 2.279.288	$ 184.337	$ 2.463.625
ARMARIO B	38	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 2.279.288	$ 184.337	$ 2.463.625
ARMARIO C	40	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 2.399.250	$ 184.337	$ 2.583.587
ARMARIO D	40	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 2.399.250	$ 184.337	$ 2.583.587
TORRE 2							
ARMARIO A	62	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 3.718.838	$ 184.337	$ 3.903.175
ARMARIO B	62	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 3.718.838	$ 184.337	$ 3.903.175
ARMARIO C	64	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 3.838.800	$ 184.337	$ 4.023.137
ARMARIO D	64	33550,8	4/0	$ 11.996	$ 3.838.800	$ 184.337	$ 4.023.137
TOTAL	408	-	4/0	$ 11.996	$ 24.472.350	$ 1.474.698	$ 25.947.048

TABLA 10. Cálculo económico en aluminio a Armarios de Medidores

- **Zonas Comunes**

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL TABLERO DE ZONAS COMUNES							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	42	28956	2	$ 19.969	$ 4.193.438	$ 266.413	$ 4.459.851
TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	66	28956	2	$ 19.969	$ 6.589.688	$ 266.413	$ 6.856.101
TABLERO SALON SOCIAL	68	5879,975	8	$ 5.333	$ 1.813.050	$ 44.156	$ 1.857.206
TABLERO CUARTO DE BOMBAS	26	45000	2/0	$ 40.074	$ 5.209.588	$ 320.904	$ 5.530.491
TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	250	4050	10	$ 3.548	$ 4.434.375	$ 29.752	$ 4.464.127
TABLERO CUARTO TECNICO	18	3000	10	$ 3.548	$ 255.420	$ 48.903	$ 304.323
TOTAL	-	-	-	-	$ 22.495.558	$ 976.541	$ 23.472.099

TABLA 11. Cálculo económico en cobre a Zonas Comunes

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL TABLERO DE ZONAS COMUNES							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	42	28956	1/0	$ 7.874	$ 1.653.488	$ 244.683	$ 1.898.170
TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	66	28956	1/0	$ 7.874	$ 2.598.338	$ 244.683	$ 2.843.020
TABLERO SALON SOCIAL	68	5879,975	6	$ 2.409	$ 818.975	$ 45.644	$ 864.619
TABLERO CUARTO DE BOMBAS	26	45000	4/0	$ 11.996	$ 1.559.513	$ 331.614	$ 1.891.126
TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	250	4050	8	$ 2.000	$ 2.500.000	$ 34.421	$ 2.534.421
TABLERO CUARTO TECNICO	18	3000	8	$ 2.000	$ 144.000	$ 56.576	$ 200.576
TOTAL	-	-	-	-	$ 9.274.313	$ 957.620	$ 10.231.933

TABLA 12. Cálculo económico en aluminio a Zonas Comunes

- **Tableros Generales**

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL (TRANSFROMADOR- TABLEROS DE DISTRIBUCION)							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO DE PERDIDAS A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TRANSFROMADOR-ARMARIO DE MEDIDORES)	18	194526	2 x 350	$ 209.230	$ 18.830.700	$ 1.330.001	$ 20.160.701
TRANSFROMADOR-TABLERO DE ZONAS COMUNES)	26	115106	500	$ 155.615	$ 20.229.950	$ 558.851	$ 20.788.801
TRANSFROMADOR-BOMBA CONTRA INCENDIO)	14	8800	2	$ 19.969	$ 1.397.813	$ 24.606	$ 1.422.419
TOTAL	-	-	-	-	$ 40.458.463	$ 1.913.459	$ 42.371.922

TABLA 13. Cálculo económico en cobre a tableros generales

CALCULO ECONOMICO DE LAS ACOMETIDAS DEL (TRANSFROMADOR- TABLEROS DE DISTRIBUCION)							
HASTA	DISTANCIA [m]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	CALIBRE [AWG]	COSTO METRO DE CONDUCTOR	COSTO DEL CONDUCTOR [$]	COSTO A 15 AÑOS Kwh=$535	TOTAL DE COSTO
TRANSFROMADOR-ARMARIO DE MEDIDORES)	18	194526	2 x 500	$ 54.505	$ 1.529.837	$ 6.435.287	$ 1.529.837
TRANSFROMADOR-TABLERO DE ZONAS COMUNES)	26	115106	750	$ 37.813	$ 4.915.625	$ 589.324	$ 5.504.949
TRANSFROMADOR-TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO)	14	8800	1/0	$ 7.874	$ 551.163	$ 22.599	$ 573.762
TOTAL	-	-	-	-	$ 10.372.238	$ 2.141.760	$ 12.513.997

TABLA 14. Cálculo económico en aluminio a tableros generales

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, IEEEE 242, capitulo 9 o equivalente.

Este ítem ya se encuentra contemplado en el cálculo de protecciones y selección de conductores, Sin embargo, los conductores de la instalación eléctrica, del sistema de puesta a tierra, fueron seleccionados de acuerdo con la sección 220 y 250 de la NTC 2050 y la capacidad seleccionada de acuerdo a lo indicado en la sección 310 de la NTC 2050.

l. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.

No se requiere realizar la verificación de cálculos mecánicos y de estructuras de los elementos utilizados, estos cálculos ya se encuentran incluidos en las especificaciones técnicas de las normas CODENSA en las que ya están las características físicas tenidas en cuenta para todo el territorio de Cundinamarca.

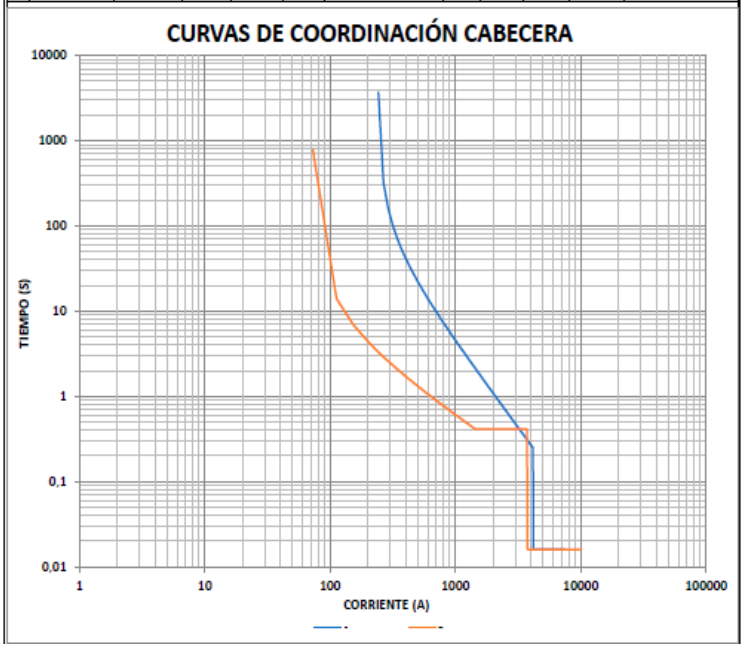
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corriente. En baja tensión se permite la coordinación contra las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947- 2

Se realizo la coordinación de protecciones contra sobre corrientes en baja tensión, con base a los datos y curvas dadas por el operador de red CODENSA.

CODENSA S.A. E.S.P.

Voltaje Nominal(kV): 13.2

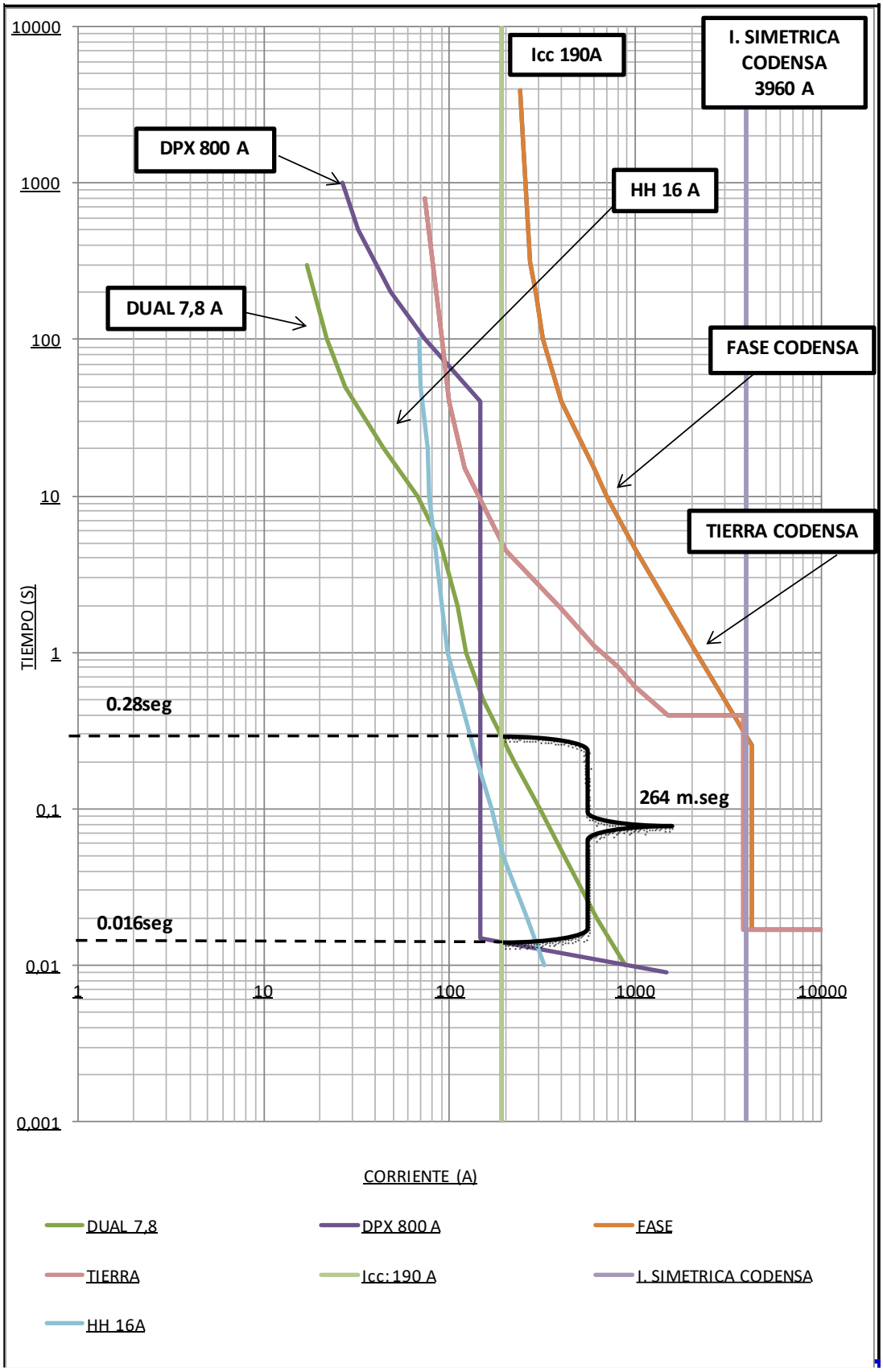
N°	ELEMENTO	TIPO	NODO	TIME DIAL	V [kV]	CURVA	RTC	TAP A sec	INST A sec	Inom A	COMENTARIOS
1	RELÉ	7SJ64	CTO	0.93	13.2	C3	40	6	104.28	240	Curva de Fase
2	RELÉ	7SJ64	CTO	0.58	13.2	C2	40	1.8	93.15	72	Curva de Tierra



CORRIENTES SIMETRICAS		
Corriente trifásica	3960	A
Corriente bifásica	3430	A
Corriente monofásica	4393	A

CORRIENTES ASIMETRICAS		
Corriente trifásica	6535	A
Corriente bifásica	5659	A
Corriente monofásica	7249	A

RELACIÓN X/R	
X(+)/R(+)	7,6982
X(0)/R(0)	4,5050


10000
1000
100
10
1
0,1
0,01
0,001
TIEMPO (S)
1
10
100
1000
10000
CORRIENTE (A)
Icc 190A
I. SIMETRICA CODENSA 3960 A
DPX 800 A
HH 16 A
DUAL 7,8 A
FASE CODENSA
TIERRA CODENSA
0.28seg
264 m.seg
0.016seg
DUAL 7,8
DPX 800 A
FASE
TIERRA
Icc: 190 A
I. SIMETRICA CODENSA
HH 16A

n. Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electro ductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, consultas, etc.).

Los cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas, electro ductos, cajas, tableros) se realizan teniendo en cuenta el cálculo de los conductores necesarios para soportar las cargas demandadas en el proyecto, a partir de estos conductores seleccionados se realiza el cálculo del volumen y se implementa la fórmula del factor de ocupación para obtener al final el tubo, ducto o canalización que cumpla normatividad de las instalaciones eléctricas vigente.

Estos cálculos se realizan para los 3 tipos de conductores ya que de acuerdo al tipo el volumen cambia, se realiza con el fin de obtener un estudio más completo, detallado y poder determinar las especificaciones más viables, para implementar en proyecto.

Se tiene en cuenta el valor del conductor, las pérdidas de tensión, la regulación y al final de esto se selecciona el ducto o canalización.

En el siguiente recuadro se encuentra el cálculo de las canalizaciones que cumplen la norma para los circuitos de un apartamento, este se repite para cada uno de los apartamentos, zonas comunes y acometidas principales, con los 3 tipos de conductores para analizar y seleccionar el más viable de implementar en el proyecto.

- **Conductor en MT**

P. INIC - P. FINAL	CABLE DE MT SELECCIONADO	IN DEL CABLE SELECCIONADO [A]	CABLE DE MT EQUIVALENTE	SELECCIÓN DE DUCTO	% DE OCUPACIÓN
(ARRANQUE- TRANSFORMADOR 225 kVA)	185 mm2 XLPE AL	190	2 XLPE CU	Ø6"	17,21

TABLA 15. Cálculo factor de ocupación ductos en MT

- **Apartamentos**

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN APTO MONOFASICO - 1Ø, 3 HILOS, 60Hz, 8 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO ["]	CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
ARMARIO	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN APTO	120	8	8	8	89,77	572,56	15,68	1	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(ILUMINACION)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA-SALA)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(TOMAS BAÑOS)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HABITACIONES)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HAB. PRINCIPAL)	120	12	12	12	26,60	353,99	7,51	3/4	CUMPLE

TABLA 16. Cálculo factor de ocupación en Cu ductos internos de los apartamentos.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN APTO MONOFASICO - 1Ø, 3 HILOS, 60Hz, 8 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO ["]	CUMPLIMIENTO NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
ARMARIO	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN APTO	120	6	6	8	104,08	572,56	18,18	1	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(ILUMINACION)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA-SALA)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(TOMAS BAÑOS)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HABITACIONES)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HAB. PRINCIPAL)	120	10	10	10	41,76	353,99	11,80	3/4	CUMPLE

TABLA 17. Cálculo factor de ocupación en Al ductos internos de los apartamentos.

- **Armarios de Medidores**

TABLERO BARRAJE DE LOS 8 ARMARIOS DE MEDIDORES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN CARCAMO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TORRE 1										
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO A T1	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO B T1	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO C T1	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO D T1	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TORRE 2										
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO A T2	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO B T2	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO C T2	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO D T2	208	1/0	1/0	2	528,86	4838,59	10,93	3	CUMPLE

TABLA 18. Cálculo factor de ocupación en Cu Acometidas en AM.

TABLERO BARRAJE DE LOS 8 ARMARIOS DE MEDIDORES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN CARCAMO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TORRE 1										
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO A T1	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO B T1	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO C T1	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO D T1	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TORRE 2										
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO A T2	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO B T2	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO C T2	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE
TABLERO ARMARIOS	ARMARIO D T2	208	4/0	4/0	1/0	955,45	4838,59	19,75	3	CUMPLE

TABLA 19. Cálculo factor de ocupación en Al Acometidas en AM.

- **Zonas Comunes**

TABLERO SERVICIOS COMUNES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 24 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	208	2	2	4	350,01	4838,59	7,23	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	208	2	2	4	350,01	4838,59	7,23	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO SALON SOCIAL	208	8	8	10	109,99	572,56	19,21	1	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	208	2/0	2/0	2	614,98	4838,59	12,71	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	208	10	10	12	64,55	572,56	11,27	1	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	208	6	6	8	155,53	984,79	15,79	1 1/4	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO TECNICO	208	10	10	12	50,63	572,56	8,84	1	CUMPLE

TABLA 20. Cálculo factor de ocupación en Cu Tablero de Servicios Comunes.

TABLERO SERVICIOS COMUNES TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 24 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	208	1/0	1/0	2	557,25	4838,59	11,52	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	208	1/0	1/0	2	557,25	4838,59	11,52	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO SALON SOCIAL	208	6	6	6	190,23	572,56	33,22	1	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	208	4/0	4/0	2/0	979,32	4838,59	20,24	3	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	208	8	8	8	139,96	572,56	24,45	1	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	208	4	4	6	247,23	984,79	25,11	1 1/4	CUMPLE
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO TECNICO	208	8	8	10	97,90	572,56	17,10	1	CUMPLE

TABLA 21. Cálculo factor de ocupación en Al Tablero de Servicios Comunes.

- **Tableros Generales**

TABLERO BOMBAS CONTRA INCENDIOS TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 12 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TRANSFROMADOR	TOTALIZADOR	208	2	2	2	371,02	18810,8	1,97	6	CUMPLE
TRANSFROMADOR	ARMARIO DE MEDIDORES	208	2X350	2X350	2X 250	2551,96	36000000	0,01	CARCAMO	CUMPLE
TRANSFROMADOR	TABLERO DE ZONAS COMUNES	208	500	500	350	2097,85	36000000	0,01	CARCAMO	CUMPLE
TRANSFROMADOR	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO	208	2	2	2	371,02	36000000	0,00	CARCAMO	CUMPLE

TABLA 22. Cálculo factor de ocupación en Cu en TGA.

TABLERO BOMBAS CONTRA INCENDIOS TRIFASICO - 3Ø, 5 HILOS, 60Hz, 12 CIRCUITOS										
TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA	CALIBRE CONDUCTOR [AWG/ THHN/Cu]			SECCIÓN TOTAL CONDUCTORES (mm2)	SECCIÓN DUCTO INTERNO (mm2)	PORCENTAJE DE OCUPACION (%)	DIAMETRO DUCTO EN PULGADAS ["]	CUMPLE CON NORMATIVIDAD
INICIO	FIN		FASE	NEUTRO	TIERRA					
TRANSFROMADOR	TOTALIZADOR	208	1/0	1/0	1/0	603,81	18810,80	3,21	6	CUMPLE
TRANSFROMADOR	ARMARIO DE MEDIDORES	208	2X500	2X500	2X350	3714,86	36000000	0,01	CARCAMO	CUMPLE
TRANSFROMADOR	TABLERO DE ZONAS COMUNES	208	750	750	500	5480,48	36000000	0,02	CARCAMO	CUMPLE
TRANSFROMADOR	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO	208	1/0	1/0	1/0	603,81	36000000	0,00	CARCAMO	CUMPLE

TABLA 23. Cálculo factor de ocupación en Al en TGA.

o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

Los cálculos de pérdidas de energía se realizan teniendo en cuenta los ítems anteriores descritos en este apartado, los cuales son soportados con los cálculos matemáticos para poder dimensionar los conductores, ductos, tableros, barrajes, armarios, y transformadores requeridos para cumplir la normatividad de las instalaciones eléctricas vigente.

Estos cálculos se realizan para los 3 tipos de conductores con el fin de realizar el estudio más completo, detallado y poder determinar que conductor es más viable implementar en proyecto.

Se tiene en cuenta el valor del conductor, a pesar de que el costo es más alto en el cobre se evidencia que este material disminuye las pérdidas de energía respecto a los materiales analizados.

En el siguiente recuadro se encuentra el cálculo de las pérdidas de energía para los circuitos de un apartamento, este se repite para cada uno de los apartamentos, zonas comunes y acometidas principales, con los 3 tipos de conductores para analizar y seleccionar el conductor que menos perdidas me genere en el transporte de la energía. El conductor seleccionado es en cobre para toda la baja tensión y en aluminio para media tensión.

- **Apartamentos**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA)	120	10	400	3,33	12	0,00584	0,06	0,57
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(ILUMINACION)	120	20	162	1,35	12	0,00584	0,01	0,09
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA-SALA)	120	10	1000	8,33	12	0,00584	0,41	3,55
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(TOMAS BAÑOS)	120	8	600	5,00	12	0,00584	0,15	1,28
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HABITACIONES)	120	17	800	6,67	12	0,00584	0,26	2,27
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HAB. PRINCIPAL)	120	14	800	6,67	12	0,00584	0,26	2,27
TOTAL 1 APARTAMENTO				3762	-	-	-	1,15	10,04

TABLA 24. Cálculo de pérdidas en Cu Tablero de Apartamentos.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA)	120	10,00	400	3,33	10	0,00343	0,04	0,33
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(ILUMINACION)	120	20,00	162	1,35	10	0,00343	0,01	0,05
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(COCINA-SALA)	120	10,00	1000	8,33	10	0,00343	0,24	2,09
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(TOMAS BAÑOS)	120	8,00	600	5,00	10	0,00343	0,09	0,75
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HABITACIONES)	120	17,00	800	6,67	10	0,00343	0,15	1,34
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	(HAB. PRINCIPAL)	120	14,00	800	6,67	10	0,00343	0,15	1,34
TOTAL 1 APARTAMENTO					3762	-	-	0,67	5,90

TABLA 25. Cálculo de pérdidas en Al Tablero de Apartamentos.

- **Armarios de Medidores**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO ARMARIOS DE MEDIDORES	ARMARIO A T1	208	38	33551	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO B T1	208	38	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO C T1	208	40	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO D T1	208	40	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO A T2	208	62	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO B T2	208	62	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO C T2	208	64	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03
	ARMARIO D T2	208	64	33550,8	93,20	1/0	0,00037	3,20	28,03

TABLA 26. Cálculo de pérdidas en Cu Tablero Armarios de Medidores.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN DEL SISTEMA [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO ARMARIOS DE MEDIDORES	ARMARIO A T1	208	38	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO B T1	208	38	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO C T1	208	40	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO D T1	208	40	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO A T2	208	62	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO B T2	208	62	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO C T2	208	64	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97
	ARMARIO D T2	208	64	33551	93,20	4/0	0,00030	2,62	22,97

TABLA 27. Cálculo de pérdidas en Al Tablero Armarios de Medidores.

- **Zonas Comunes**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	208	42	28956	80,43	2	0,00059	3,79	33,20
	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	208	66	28956	80,43	2	0,00059	3,79	33,20
	TABLERO SALON SOCIAL	208	68	5879,975	16,33	8	0,00235	0,63	5,50
	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	208	26	45000	125,00	2/0	0,00029	4,56	39,99
	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	208	250	4050	11,25	10	0,00334	0,42	3,71
	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	208	--	16000	44,44	6	0,00148	2,93	25,63
	TABLERO CUARTO TECNICO	208	18	3000	14,42	10	0,00334	0,70	6,09

TABLA 28. Cálculo de pérdidas en Cu Tablero de Servicios Comunes.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TABLERO SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	208	42	28956	80,43	1/0	0,00054	3,48	30,49
	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	208	66	28956	80,43	1/0	0,00054	3,48	30,49
	TABLERO SALON SOCIAL	208	68	5879,975	16,33	6	0,00243	0,65	5,69
	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	208	26	45000	125,00	4/0	0,00030	4,72	41,32
	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	208	250	4050	11,25	8	0,00387	0,49	4,29
	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	208	--	16000	44,44	4	0,00153	3,02	26,48
	TABLERO CUARTO TECNICO	208	18	3000	14,42	8	0,00387	0,80	7,05

TABLA 29. Cálculo de pérdidas en Al Tablero de Servicios Comunes.

- **Tableros Generales**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TRANSFROMADOR	ARMARIO DE MEDIDORES	360	18	194526	540,35	2 x 350	0,11108	32432,93	165732,27
TRANSFROMADOR	TABLERO DE ZONAS COMUNES	360	26	115106	319,74	500	0,00008	7,95	69,64
TRANSFROMADOR	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO)	360	14	8800	24,44	2	0,00059	0,35	3,07

TABLA 30. Cálculo de pérdidas en Cu Tablero General de Acometidas.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		TENSIÓN [V]	DISTANCIA [m]	CARGA [W]	CORRIENTE [A]	CALIBRE CONDUCTOR	RESISTENCIA NOMINAL 20ºC [Ω/m]	PERDIDAS I2*R (W)	PERDIDAS ANUALES [kW/h]
INICIO	FIN								
TRANSFROMADOR	ARMARIO DE MEDIDORES	208	18	194526	540,35	2 x 500	0,00013	37,31	190,63
TRANSFROMADOR	TABLERO DE ZONAS COMUNES	208	26	115106	319,74	750	0,00008	8,38	73,44
TRANSFROMADOR	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO)	208	14	8800	24,44	1/0	0,00054	0,32	2,82

TABLA 31. Cálculo de pérdidas en Al Tablero General de Acometidas.

p. Cálculos de regulación.

Los cálculos de regulación de tensión se realizan teniendo en cuenta los ítems anteriores descritos en este apartado, los cuales son soportados con los cálculos matemáticos para poder dimensionar los conductores, ductos, tableros, barrajes, armarios, y transformadores requeridos para cumplir la normatividad de las instalaciones eléctricas vigente.

Estos cálculos se realizan para los 3 tipos de conductores con el fin de realizar el estudio más completo, detallado y poder determinar que conductor es más viable implementar en proyecto.

Se tiene en cuenta el valor del conductor y las pérdidas de tensión, a pesar de que el costo es más alto en el cobre se evidencia que este material disminuye las pérdidas de energía respecto a los 3 materiales analizados.

En el siguiente recuadro se encuentra el cálculo de la regulación de tensión para cada uno de los circuitos de un apartamento, con la suma de la regulación parcial hasta el armario de medidores y la suma final de la regulación hasta bornes de transformador así se verifica el cumplimento de la normatividad vigente hasta la última carga (toma instalada), este se repite para cada uno de los apartamentos, zonas comunes y acometidas principales, con los 3 tipos de conductores para analizar y seleccionar el conductor que menos perdidas genere, mejor regulación tenga y menor valor comercial. El conductor seleccionado es en cobre para toda la baja tensión y en aluminio para media tensión.

- **Conductor en MT**

REGULACIÓN ACOMETIDAS (ARRANQUE- TRANSFROMADOR)									
ID USUARIO	CARGA INSTALADA [W]	CARGA DIVERSIFICADA [W]	I DIVERSIFICADA [A]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	TENSIÓN DEL SISTEMA [V]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
								PARCIAL [%]	TOTAL [%]
ACOMETIDA (ARRANQUE-TRANSFROMADOR)	938046	248461,5	21,79	24	5963	11400	4,626, E-07	0,0027	0,0027

TABLA 33. Cálculo de regulación en Al mm2 Acometida MT.

- **Apartamentos**

REGULACION CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CADA APARTAMENTO								
ID CIRCUITO	# TABLERO	CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN		
						PARCIAL [%]	TABLERO ELECTRICO [%]	TOTAL [%]
(COCINA)	TD 807	400	10	4	3,689, E-02	0,15	2,63	2,78
(ILUMINACION)	TD 807	162	20	3	3,689, E-02	0,12	2,63	2,75
(COCINA-SALA)	TD 807	1000	10	10	3,689, E-02	0,37	2,63	3,00
(TOMAS BAÑOS)	TD 807	600	8	5	3,689, E-02	0,18	2,63	2,81
(HABITACIONES)	TD 807	800	17	14	3,689, E-02	0,50	2,63	3,14
HAB. PRINCIPAL	TD 807	800	14	11	3,689, E-02	0,41	2,63	3,05

TABLA 34. Cálculo de regulación en Cu Tablero de Apartamentos.

REGULACION CIRCUITOS DESDE EL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CADA APARTAMENTO								
ID CIRCUITO	# TABLERO	CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN		
						PARCIAL [%]	TABLERO ELECTRICO [%]	TOTAL [%]
(COCINA)	TD 807	400	10	4	2,179, E-02	0,09	2,92	3,01
(ILUMINACION)	TD 807	162	20	3	2,179, E-02	0,07	2,92	2,99
(COCINA-SALA)	TD 807	1000	10	10	2,179, E-02	0,22	2,92	3,14
(TOMAS BAÑOS)	TD 807	600	8	5	2,179, E-02	0,10	2,92	3,02
(HABITACIONES)	TD 807	800	17	14	2,179, E-02	0,30	2,92	3,22
HAB. PRINCIPAL	TD 807	800	14	11	2,179, E-02	0,24	2,92	3,16

TABLA 35. Cálculo de pérdidas en Al Tablero de Apartamentos.

- **Armarios de Medidores**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO A T1	33550,8	38	1275	1/0	2,972, E-04	0,38	0,42
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO B T1	33550,8	38	1275	1/0	2,972, E-04	0,38	0,42
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO C T1	33550,8	40	1342	1/0	2,972, E-04	0,40	0,44
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO D T1	33550,8	40	1342	1/0	2,972, E-04	0,40	0,44
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO A T2	33550,8	62	2080	1/0	2,972, E-04	0,62	0,66
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO B T2	33550,8	62	2080	1/0	2,972, E-04	0,62	0,66
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO C T2	33550,8	64	2147	1/0	2,972, E-04	0,64	0,68
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO D T2	33550,8	64	2147	1/0	2,972, E-04	0,64	0,68

TABLA 36. Cálculo de regulación en Cu Tablero Armarios de Medidores.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO A T1	33550,8	38	1275	4/0	2,392, E-04	0,30	0,71
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO B T1	33550,8	38	1275	4/0	2,392, E-04	0,30	0,71
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO C T1	33550,8	40	1342	4/0	2,392, E-04	0,32	0,73
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO D T1	33550,8	40	1342	4/0	2,392, E-04	0,32	0,73
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO A T2	33550,8	62	2080	4/0	2,392, E-04	0,50	0,91
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO B T2	33550,8	62	2080	4/0	2,392, E-04	0,50	0,91
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO C T2	33550,8	64	2147	4/0	2,392, E-04	0,51	0,92
TABLERO DE ARMARIOS	ARMARIO D T2	33550,8	64	2147	4/0	2,392, E-04	0,51	0,92

TABLA 37. Cálculo de regulación en Al Tablero Armarios de Medidores.

- **Zonas Comunes**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
SERVICIOS COMUNES	TOTALIZADOR	115106	26	2993	500	9,168, E-05	0,27	0,27
SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	28956	42	1216	2	4,489, E-04	0,55	0,82
SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	28956	66	1911	2	4,489, E-04	0,86	1,13
SERVICIOS COMUNES	TABLERO SALON SOCIAL	5879,975	68	400	8	1,685, E-03	0,67	0,95
SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	45000	26	1170	2/0	2,433, E-04	0,28	0,56
SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	4050	250	1013	10	2,367, E-03	2,40	2,67
SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	16000	0	0	6	1,075, E-03	0,00	0,05
SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO TECNICO	3000	18	54	10	6,338, E-03	0,34	0,62

TABLA 38. Cálculo de pérdidas en Cu Tablero de Servicios Comunes.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
SERVICIOS COMUNES	TOTALIZADOR	115106	26	2993	750	5,694, E-05	0,17	0,17
SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 1	28956	42	1216	1/0	4,055, E-04	0,49	0,66
SERVICIOS COMUNES	TABLERO ZONAS COMUNES TORRE 2	28956	66	1911	1/0	4,055, E-04	0,77	0,95
SERVICIOS COMUNES	TABLERO SALON SOCIAL	5879,975	68	400	6	1,724, E-03	0,69	0,86
SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO DE BOMBAS	45000	26	1170	4/0	2,392, E-04	0,28	0,45
SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE ILUMINACIÓN	4050	250	1013	8	2,722, E-03	2,76	2,93
SERVICIOS COMUNES	TABLERO RED DE TABLEROS DUPLICADORES	16000	0	0	4	1,097, E-03	0,00	0,17
SERVICIOS COMUNES	TABLERO CUARTO TECNICO	3000	18	54	8	7,288, E-03	0,39	0,56

TABLA 39. Cálculo de pérdidas en Al Tablero de Servicios Comunes.

- **Tableros Generales**

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
TRAFO	ARMARIO DE MEDIDORES	194526	18	3501	2 x 350	1,157, E-04	0,41	0,41
TRAFO	TABLERO DE ZONAS COMUNES	115106	26	2993	500	9,168, E-05	0,27	0,27
TRAFO	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO)	8800	14	123	2	4,489, E-04	0,06	0,06

TABLA 40. Cálculo de regulación en Cu Tablero General de Acometidas.

TRAYECTORIA CONDUCTOR		CARGA DIVERSIFICADA [W]	DISTANCIA [m]	MOMENTO ELECTRICO [kVA-m]	CALIBRE CONDUCTOR [AWG]	K [%/kVA-m]	REGULACIÓN DE TENSIÓN	
INICIO	FIN						PARCIAL [%]	TOTAL [%]
TRAFO	ARMARIO DE MEDIDORES	194526	18	3501	2 x 500	1,169, E-04	0,41	0,41
TRAFO	TABLERO DE ZONAS COMUNES	115106	26	2993	750	5,694, E-05	0,17	0,17
TRAFO	TABLERO DE BOMBA CONTRA INCENDIO)	8800	14	123	1/0	4,055, E-04	0,05	0,05

TABLA 41. Cálculo de regulación en Al Tablero General de Acometidas.

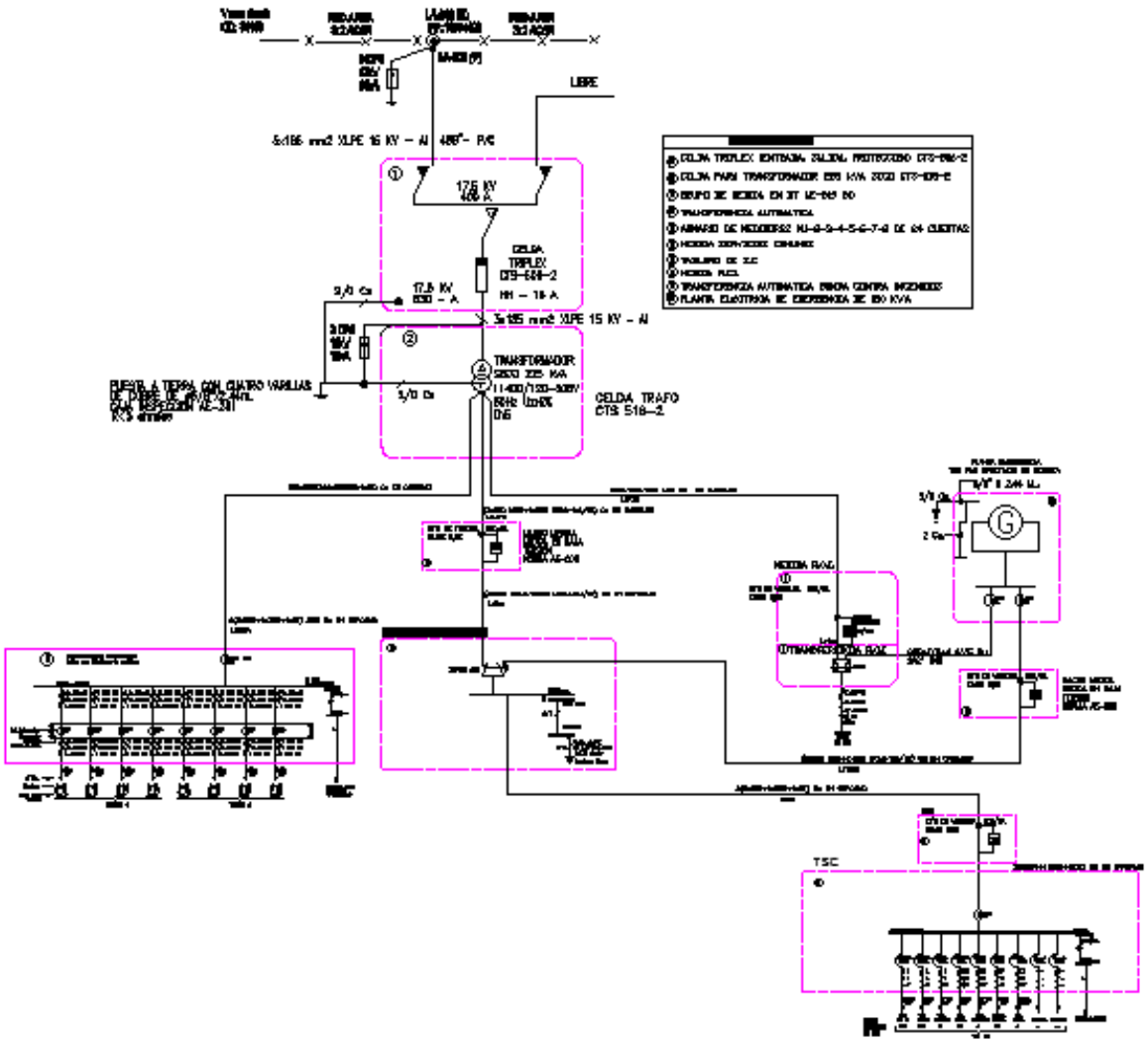
q. Clasificación de áreas.

No aplica ya que no se tienen sustancias inflamables y no hay áreas confinadas.

r. Elaboración de diagramas unifilares.

Los diagramas unifilares se realizan teniendo en cuenta los ítems anteriores descritos en este apartado, los cuales son soportados con los cálculos matemáticos para poder dimensionar los conductores, ductos, tableros, barrajes, armarios, y transformadores requeridos para cumplir la normatividad de las instalaciones eléctricas vigente.

LISTADO DE EQUIPOS
① CELDA TRIPLEX (ENTRADA, SALIDA, PROTECCIóN) CTS-506-2
② CELDA PARA TRANSFORMADOR 225 kVA SECO CTS-518-2
③ GRUPO DE MEDIDA EN BT AE-319 SC
④ TRANSFERENCIA AUTOMATICA
⑤ ARMARIO DE MEDIDORES N.1-2-3-4-5-6-7-8 DE 24 CUENTAS
⑥ MEDIDA SERVICIOS COMUNES
⑦ TABLERO DE S.C
⑧ MEDIDA R.C.I.
⑨ TRANSFERENCIA AUTOMATICA BOMBA CONTRA INCENDIOS
⑩ PLANTA ELéCTRICA DE EMERGENCIA DE 150 KVA



s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Ya después de haber ejecutado los aspectos que aplican al diseño de acuerdo al tipo de instalación descritos en el artículo 10.1 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, se elaboran los planos para consolidar los diseños en la "urbanización el Sauce" y esquemas eléctricos para su construcción, aparte que irán adheridos en cada tablero armario o celda descritas en el proyecto, para facilitar su mantenimiento y el uso adecuado de las mismas, después de haber realizado la entrega.

Para la ejecución de los planos se deben tener muy en cuenta los diseños de las demás ingenieras ya entregadas para evitar cruces de tuberías a lo largo de las instalaciones del proyecto.

Ver ANEXO 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" (SUBESTACIÓN ELÉCTRICA).

t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

No aplica, ya que el proyecto en diseño no tiene construcciones complementarias.

u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.

En este apartado se detallan las especificaciones técnicas as descritas en el capítulo 13 del RETIE el cual puntualiza las distancias las que se deben cumplir y demarcar según sea el caso para personal autorizado y no autorizado en las instalaciones y mantenimientos eléctricos que se deban ejecutar.
Los conductores de acometidas aéreas deberán tener las siguientes separaciones verticales mínimas desde el suelo.
I. Desde el piso terminado hasta el punto más bajo del vano de la acometida, 3.5 metros.
II. Sobre áreas residenciales y comerciales sin tráfico de camiones, 4 metros.
III. Sobre la vía pública, calles de servicios, áreas de estacionamiento con tráfico pesado, áreas no residenciales como bosques y cultivos, 5 metros.

- **Análisis de distancias para el proyecto eléctrico de baja tensión**

Bogotá D.C. se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca a una a altitud de 2600(MSNM). Debido a que el nivel de tensión del proyecto es 208 V por BT Y 11,4KV por MT, las tablas incluidas anteriormente del RETIE se trabajarán con los valores establecidos. Teniendo en cuenta esto:

1. Ninguna línea aérea de media o baja tensión cruza sobre techos o proyecciones de construcciones en dicho proyecto, por consiguiente, la evaluación de la distancia vertical “a” no aplica para este caso.

2. Para el caso de la distancia “b” en zonas con construcciones, el promedio total de área ocupada por la casa será inferior del área total, además, no se tendrá tendido de red de baja tensión en los senderos peatonales o andenes establecidos y zonas de terrazas y parqueaderos, respetando de esta manera la distancia mínima de 2,3 metros para tensiones de 208 V. (distancia del proyecto 4 metros).

3. Respecto a la distancia “c” la construcción no posee balcones o techos de fácil acceso y salientes a la vía pública, por lo tanto, no aplica para el proyecto, no tienen infraestructura expuesta a la vía pública.

4. Respecto a la distancia “d” que hace referencia a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular se establece que conforme a las estructuras seleccionadas nunca se tendrán distancia inferior a 7,5 metros lo cual está por encima de las establecidas en el RETIE, 5,6 metros para el nivel de 11,4 kV y 5 metros para niveles inferiores a 1 kV.

En conclusión, construcción de la línea de media tensión y baja tensión no incumple distancias de seguridad debido a que tiene redes de media tensión a una distancia de 10 metros, y adicionalmente esta se encuentra fuera del área de influencia de construcciones civiles.

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.

No aplica, para la ejecución de este proyecto.

w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

No aplica, para la ejecución de este proyecto.

4.4. DOCUMENTACIÓN:

Se consolida el documento que contiene toda la información del proyecto desarrollado en la pasantía, diseños, memorias de cálculo diagramas unifilares, el análisis de resultados, pruebas y actividades por parte de los estudiantes con el acompañamiento del tutor de la empresa y de la universidad.

- **Elaboración de documento final:** En este documento se recopilo toda la información desde el inicio del proyecto hasta su parte final. Para obtener los entregables requeridos para la construcción y su aprobación por el operador de red. Estos entregables se recopilan y se evidencian en los ANEXOS 2 "DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS" y el ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO".

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO:

En base al estudio realizado sobre el Código Eléctrico Colombiano "NTC 2050" y los reglamentos técnicos expedidos por el Ministerio de Minas y Energía, Resolución 9 0708 de 2013, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas "RETIE 2013" y la Resolución 18 0540 de 2010, Reglamento Técnico de Alumbrado Público "RETILAP", cuyo resultado fue un resumen de los principales aspectos y características más importantes a tener en cuenta en la elaboración de un proyecto eléctrico en general, haciendo énfasis principalmente en proyectos de vivienda multifamiliar. Además de recopilar la información y documentación requerida por el operador de red para la aprobación de proyectos eléctricos, entre los que se encuentra un proyecto de subestación "SERIE 3" la cual alimentara 192 cuentas monofásicas y 2 cuentas trifásicas.

Este resumen quedo en la empresa como base para realizar proyectos futuros, en el cual se explica cuál es la información necesaria para iniciar a desarrollar un diseño eléctrico, también contiene los principales aspectos a tener en cuenta durante el desarrollo de este y el respectivo paso a paso de las acciones a realizar a la hora de elaborar un proyecto eléctrico.

Gracias a este documento que se creó la empresa puede seguir desarrollando más proyectos eléctricos de este tipo, abasteciendo así la basta demanda generada en los últimos tiempos de proyectos de viviendas multifamiliares.

5.2. DISEÑO DE PLANOS:

Se logró realizar con éxito la elaboración de los planos eléctricos siguiendo las indicaciones tomadas del resumen bibliográfico hecho en la primera fase, ejecutando el diseño eléctrico de las instalaciones para la urbanización "EL SAUCE" para esto se realizaron los siguientes planos:

- Diseño y distribución de las instalaciones internas de cada uno de los apartamentos, así como su distribución desde la subestación a cada uno de los 192 apartamentos pasando por los cuartos técnicos y armarios de medidores.
- Diseño de zonas comunes del proyecto las cuales comprenden cuartos eléctricos, cuarto de bombas, alumbrado exterior, alumbrado parqueaderos, puntos físicos de cada torre, ascensores, cuarto de basuras, salón comunal, portería al igual que su respectiva alimentación y distribución desde la subestación hasta cada uno de estos puntos.
- Diseño de apantallamiento con base al análisis de riesgo de descargas atmosféricas realizada, se tomaron las medidas necesarias y realizaron los planos de apantallamiento de la edificación según el nivel de riesgo obtenido en dicho análisis.
- Diseño de la malla de puesta a tierra con base a las medidas obtenidas en terreno y los cálculos realizados, se diseñó una malla de puesta a tierra la cual cumple las necesidades para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica, dicho sistema también garantiza la correcta equipotencialización de toda la instalación eléctrica.
- Diseño de la subestación eléctrica, se realizaron los planos eléctricos de la subestación eléctrica con base a lo exigido por el operador de red (CODESA) para la aprobación del proyecto de subestación SERIE 3 la cual costa de una celda tríplex (entrada, salida y protección) y un transformador de 225KVA el cual suple la carga demandada de todo el proyecto.
- Diagrama unifilar general de toda la instalación eléctrica del conjunto residencial "EL SAUCE" y diagrama unifilar especifico de cada uno de los tableros eléctricos del proyecto.

Dichos planos realizados pasaron por diferentes versiones las cuales fueron socializadas y retroalimentadas con los demás proyectistas (estructurales, redes hidrosanitarias, redes de telecomunicaciones, redes de gasoductos, red contraincendios) y arquitectos e ingenieros de la constructora encargada de realizar la construcción del proyecto, con el objetivo de realizar un modelamiento en 3D de la urbanización, coordinando así que las instalaciones eléctricas no interfieran con otras redes o estructuras. Logrando que los planos cumplieran lo exigido por parte del cliente, el operador de red (CODENSA) y los organismos de inspección RETIE.

5.3. MEMORIAS DE CÁLCULO:

Se logró cumplir con las expectativas iniciales del proyecto realizando un proyecto viable económicamente siguiendo los estándares de calidad y cumpliendo los lineamientos exigibles en la normatividad colombiana, se realizó un documento el cual contiene los ítems de la a hasta la w exigidos en el artículo 10.1 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.

ASPECTOS QUE LE APLICAN AL DISEÑO DE ACUERDO AL TIPO DE INSTALACIÓN	**APLICA**	**NO APLICA**
DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE		
a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	X	
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	X	
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	X	
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. (SIPRA)	X	
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	X	
f. Análisis del nivel tensión requerido.	X	
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 Resol. 90708 RETIE		X
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.	X	
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra. (SPT)	X	
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.	X	

ASPECTOS QUE LE APLICAN AL DISEÑO DE ACUERDO AL TIPO DE INSTALACIÓN	APLICA	NO APLICA
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, IEEEE 242**, capitulo 9 o equivalente.	X	
l. Cálculo mecánico de estructuras y elementos de sujeción de equipos.		X
m. Cálculo y coordinación de protecciones en baja tensión se permite la coordinación contra las características de limitación de corriente de los dispositivos según **IEC 60947- 2** Anexo A.	X	
n. Cálculo de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electro ductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, consultas, etc.).	X	
o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	X	
p. Cálculos de regulación.	X	
q. Clasificación de áreas.	X	
r. Elaboración de diagramas unifilares.	X	
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	X	
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	X	
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.	X	
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.		X
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.		X

- **Memoria de instalaciones internas:** Se realizaron las memorias de cálculo de las unidades de vivienda las cuales tienen la carga instalada, la carga demandada, la tensión, la corriente de protección de conductor, la corriente de protección del circuito, el momento eléctrico, la regulación de tensión de cada uno de los circuitos de distribución, de acuerdo a estos parámetros descritos tuvimos el criterio para la selección de los ductos, conductores y protecciones.
- **Memoria de zonas comunes:** Se realizaron las memorias de cálculo de las zonas comunes de la urbanización las cuales tendrán la carga instalada, la carga demandada, la tensión, la corriente de protección de conductor, la corriente de protección del circuito, el momento eléctrico, la regulación de tensión de cada uno de los circuitos de distribución, de acuerdo a estos parámetros descritos tuvimos el criterio para la selección de los ductos, conductores y protecciones
- **Documento análisis de nivel de riesgo por rayos.:** Se documentaron los cálculos y diseño realizados para el dimensionamiento del sistema de protección contra descargas atmosféricas según criterios de diseño de la estructura y espacio de cobertura de la urbanización.
- **Memoria del diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas:** Se documentaron los cálculos y diseño realizado para el dimensionamiento del sistema de puesta a tierra acuerdo con las normas aplicables para este ítem del proyecto.
- **Memoria diseño de la subestación eléctrica:** Se documentaron los cálculos y diseño realizado para la subestación que alimentara a toda la urbanización "EL SAUCE" y sus respectivos planos.
- **Diagrama unifilar por unidad de vivienda:** Se realizaron teniendo encuentra los diseños y las memorias de cálculo los diagramas unifilares de cada una de las unidades de vivienda del proyecto
- **Diagrama unifilar por torre de las unidades de vivienda y zonas comunes.:** Se realizaron teniendo encuentra los diseños y las memorias de cálculo los diagramas unifilares de cada torre y de zonas comunes del proyecto.
- **Diagrama unifilar general del proyecto:** Teniendo encuentra los diseños y las memorias de cálculo generales del proyecto se realizaron y se organizó la estructura de todos los diagramas unifilares del proyecto.

  Estas Memorias de Cálculos se pueden encontrar adjuntos en el ANEXO 3 "MEMORIAS DE CALCULO" (CUADERNILLO RETIE), dichas memorias fueron revisadas por parte del operador de red y organismo de inspección RETIE, dando como resultado la aprobación técnica del proyecto eléctrico de vivienda multifamiliar el "SAUCE".

5.4.DOCUMENTACIÓN:

Se reunió la documentación legal del proyecto a la cual se le anexo la documentación técnica descrita anterior mente (Planos y Memorias de cálculo), para ser radicada ante el operador de red CODENSA para la aprobación del proyecto cumpliendo unos estándares y directrices estregadas por éste.

6. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

- Se realiza el diseño eléctrico al proyecto de urbanización "EL SAUCE" aplicar los conocimientos teóricos, prácticos adquiridos en el proyecto curricular, dando cumplimiento al objetivo general de la presente pasantía.

- Se revisan y recopilan todas las normas técnicas vigentes y aplicables para el diseño eléctrico de la urbanización "EL SAUCE", RETIE, NTC 2050 y NTC 4552, cumpliendo con todas las especificaciones necesarias para un diseño eléctrico de calidad, cumpliendo con el primer objetivo específico.

- Se realiza los planos eléctricos de las instalaciones internas, del sistema contra descargas atmosféricas, sistema de la puesta a tierra, proyecto de subestación SERIE 3 de la urbanización "EL SAUCE". Para la ejecución y desarrollo de la obra eléctrica, cumpliendo a cabalidad la normatividad recopilada y vigente, cumpliendo con el segundo objetivo específico.
- Se realizan las memorias de cálculo según el artículo 10.1 del RETIE de las instalaciones eléctricas de las redes internas urbanización "EL SAUCE", Se entregan memorias de cálculo con los ítems relacionados en el numeral 10.1 del RETIE y se entregan junto a los planos con el diseño eléctrico, verticales, cuadros de carga y diagrama unifilar, cumplimiento el tercer objetivo específico.

- Se organiza y estructura la documentación que se requiere entregar al operador de red CODENSA, las memorias de cálculo y planos eléctricos, para un proyecto de baja tensión, proyecto que será revisado por la entidad anteriormente mencionada y aprobado para su ejecución, y así cumplir al cuarto y último objetivo específico.

7. CONCLUSIONES

- El proyecto eléctrico urbanización “EL SAUCE”, se diseñó aplicando las normas técnicas vigentes, RETIE, NTC 2050 y NTC 4552.

- El proyecto urbanización “EL SAUCE”, cuenta con un diseño eléctrico tal y como lo exige el operador de red CODENSA, con las respectivas memorias de cálculo y planos eléctricos solicitados para un proyecto de baja tensión.

- El proyecto urbanización “EL SAUCE”, cuenta con un diseño eléctrico detallado tal y como lo exige el artículo 10.1 del RETIE con las respectivas memorias de cálculo y planoseléctricos y de comunicaciones de las instalaciones internas.

- El proyecto del Edificio “EL SAUCE”, cuenta con un juego de 6 conjuntos de planos con los cuales se puede iniciar la ejecución de las obras eléctricas sin ningún problema.

- En esta pasantía se complementan y se ponen en práctica los conocimientos previos al diseño eléctrico, implementación con el software AUTOCAD y las herramientas de MICROSOFT OFFICE para hacer los cálculos necesarios para la presentación de un proyecto.

8. RECOMENDACIONES

- Se debe revisar la Norma CODENSA para la presentación de proyectos y verificar documentación requerida, memorias de cálculo y tipo de planos exigidos para la presentación de un proyecto de baja tensión. Aparte también tener presente los tiempos estipulados por el operador de red CODENSA para la revisión y aprobación de este tipo de proyectos eléctricos.

- Se debe tener muy presente y claro en el momento de realizar los ajustes a los planos y entregar los récords, realizar las modificaciones a las memorias de cálculo de ser necesarias con el objetivo de presentar la documentación actualizada requerida por el ente certificador RETIE.

- Se debe realizar en el momento de la evaluación económica de la obra eléctrica, los promedios de conductores y tubería para el cálculo de las salidas de iluminación, tomas eléctricas, e incluir en el análisis de precios unitarios el precio del transporte, la mano de obra y los materiales.

9. BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. Instituto Colombiano De Normas Técnicas y Certificación. Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, (norma técnica colombiana basada en el National Electical Code), Bogotá D.C, 1998.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución 9 0708 de 2013. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, 2013.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolución 18 0540 de 2010. Reglamento técnico de alumbrado público, 2010.

COLOMBIA. Instituto Colombiano De Normas Técnicas y Certificación. Código Eléctrico Colombiano NTC 4552, (Protección contra descargas eléctricas atmosféricas), Bogotá D.C, 2008.

IEC 61082-1. PREPARATION OF DOCUMENTS USED IN ELECTROTECHNOLOGY - PART 1: GENERAL REQUIREMENTS.

ANEXOS

10. ANEXO 1 (CONCEPTO ENTREGADO POR EL PROFESIONAL DESIGNADO POR LA ENTIDAD DONDE SE REALIZO EL TRABAJO DE GRADO)

- **CARTA TUTOR DE LA EMPRESA**

11. ANEXO 2 (DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS)

- **ZONAS COMUNES**
- **INTERNAS DE PISO**
- **ILUMINACIÓN DE PASILLOS**
- **APANTALLAMIENTO**
- **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**
- **SALON COMUNAL**

12. ANEXO 3 (MEMORIAS DE CÁLCULO)

- **CUADERNILLO RETIE**