MEMORIAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PROYECTO:

UNIDAD DEPORTIVA

Dirección: Santafé de Antioquia.

Fecha:
Septiembre 25 de 2024

Contenido

1. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS 4
1.1 GABINETES DE SERVICIO COMÚN 4
1.2 TABLEROS MULTIBREAKERS 4
1.3 CUADROS DE CARGA 4
2. ANÁLISIS COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO 5
3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA 8
4. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS 8
5. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO 9
5.1 CAUSALES DE RIESGO 9
5.1.1 ARCOS ELÉCTRICOS 9
5.1.1.1 EN PERSONAS 10
5.1.1.2 AMBIENTALES 10
5.1.2 AUSENCIA DE ELECTRICIDAD 11
5.1.2.1 EN PERSONAS 11
5.1.2.1 AMBIENTALES 12
5.1.3 CONTACTO DIRECTO 13
5.1.3.1 EN PERSONAS 13
5.1.3.2 AMBIENTALES 14
5.1.4 CONTACTO INDIRECTO 14
5.1.4.1 EN PERSONAS 15
5.1.4.2 AMBIENTALES 15
5.1.5 CORTOCIRCUITO 16
5.1.5.1 EN PERSONAS 16
5.1.5.2 AMBIENTALES 17
5.1.6 ELECTRICIDAD ESTÁTICA 17
5.1.6.1 EN PERSONAS 18
5.1.6.2 AMBIENTALES 18
5.1.7 EQUIPO DEFECTUOSO 19
5.1.7.1 EN PERSONAS 19
5.1.7.2 AMBIENTALES 20
5.1.8 RAYOS 20
5.1.8.1 EN PERSONAS 21
5.1.8.2 AMBIENTALES 21
5.1.9 SOBRECARGA 22
5.1.9.1 EN PERSONAS 22
5.1.9.2 AMBIENTALES 23

5.1.10 TENSIÓN DE CONTACTO 23
5.1.10.1 EN PERSONAS 24
5.1.10.2 AMBIENTALES 24
5.1.11 TENSIÓN DE PASO 25
5.1.11.1 EN PERSONAS 25
5.1.11.2 AMBIENTALES 26
5.2 MEDIDAS A TOMAR EN SITUACIONES DE RIESGO 26
5.3 NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES 28
6. ANÁLISIS DE NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO 29
7. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 29
8. CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES 29
9. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 31
10. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES 32
11. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES 32
12. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS 33
13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES 33
14. CÁLCULO DE CANALIZACIONES 34
15. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA Y FACTOR DE POTENCIA 35
16. CÁLCULOS DE REGULACIÓN 35
17. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS 35
18. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES 35
19. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN 35
20. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN 36
a. ASPECTOS GENERALES PARA TODO EL PROYECTO 36
b. MATERIALES OBRA ELÉCTRICA 36
21. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 37
a. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD SEGÚN NORMA EPM 39
i. ALCANCE 40
ii. ANTECEDENTES 40
iii. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD A EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS 41
iv. DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICALES AL PISO 43
22. 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. 44
23. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas. 44

1. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS

El proyecto de UNIDAD DEPORTIVA consta de 4 pisos de zonas de deportes, locales, oficinas y locales comerciales, alimentados por una subestación tipo poste con un tablero principal en el sótano 1 y sus respectivos servicios comunes. Lo anterior es la totalidad del proyecto, por tanto, no se prevé un crecimiento de la carga a futuro. Las etapas futuras tendrán su subestación independiente.

1.1 GABINETES DE SERVICIO COMÚN

El cálculo con factor de potencia entre 0,8 y 0,9 para el caso de elevadores, motobombas y equipos similares, las cuales no inyectan al sistema frecuencias armónicas de orden impar y no aumentan los valores medios de corriente en los momentos de operación. Al igual que el numeral anterior, no es necesario tomar ninguna medida de prevención.

1.2 TABLEROS MULTIBREAKERS

Las cargas de los tableros multibreakers que son los de los locales, para alumbrado general y fuerza de zonas comunes son cargas lineales con factor de potencia f.p. = 1,0 o muy cercano a este valor, por lo cual no se generan frecuencias armónicas y por consiguiente no se estima medidas de prevención.

1.3 CUADROS DE CARGA

Los cuadros de carga del proyecto están en la carpeta anexa “Cuadros de Carga” y en los planos “ELEC-17E-CUADRO DE CARGAS-ED.DEPORTE”

2. ANÁLISIS COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Tensión máxima del sistema

Es el mayor nivel de tensión que los activos de la red pueden soportar. Este valor se obtiene de la tabla 3 de la norma IEC 60038, de acuerdo con el valor de tensión nominal de la red. Para el caso de la Unidad deportiva el nivel de tensión otorgado por el Operador de Red fue en **7.62 kV.**

Tensión máxima de operación continua – MCOV

Es la máxima tensión que puede aplicarse de manera continua entre sus terminales a un equipo y corresponde a la Tensión de fase equivalente del Tensión máximo del sistema:

$$MCOV = \frac{V_{MAX}}{\sqrt{3}} = 4.76kV$$

Sobretensión temporal – TOV

Esta Tensión proviene de multiplicar el MCOV por una constante de falla a tierra, que para un sistema sólidamente aterrizado corresponde a Ke=1.4

$$TOV = k_e * MCOV = 6.6kV$$

Tensión nominal del descargador

La tensión nominal del pararrayos se escoge seleccionando el mayor valor entre Ro y Re.
Donde Ko es un factor de diseño dado por el fabricante. Para DPS de ZnO un factor Ko=0.8 y Kt es la capacidad del DPS contra sobre corrientes temporales, la cual depende de la duración de la sobretensión.
Kt = 1.15 para 1 Segundo
Kt= 1.10 para 10 Segundos
Kt= 0.95 para 2 Horas

$$R_0 = \frac{MCOV}{K_0} = \frac{4.76}{0.8} = 5.95kV$$
$$R_e = \frac{TOV}{K_t} = \frac{6.6}{1.10} = 6kV$$

Factor de seguridad para el voltaje nominal del DPS

Tabla 1. Factor de seguridad

Para un sistema <100kV	Para un sistema >100kV
Factor de seguridad del 10%	Factor de seguridad del 5%

Así la tensión del DPS será 6 kV multiplicado por un factor de 10%

$$R = 10.67 * 1.1 = 6.6kV$$

Este valor del voltaje nominal del DPS se debe normalizar a un valor estandarizado (comercial).

Voltaje nominal normalizado es: Ur=9$Vrms$

Tensión asignada U_r	Tensión de operación permanente U_c	Referencia del descargador de sobretensión	Tensión residual máxima							
[kV]	[kV]		1 kA 8/20 µs [kV cr]	3 kA 8/20 µs [kV cr]	5 kA 8/20 µs [kV cr]	10 kA 8/20 µs [kV cr]	15 kA 8/20 µs [kV cr]	20 kA 8/20 µs [kV cr]	125 A 30/60 µs [kV cr]	500 A 30/60 µs [kV cr]
3	2,4	3EK7 030 -4CB4	6,6	7,1	7,5	8,1	8,7	9,3	5,8	6,2
5	4	3EK7 050 -4CB4	10,8	11,7	12,4	13,3	14,4	15,3	9,4	10,1
6	4,8	3EK7 060 -4CB4	13,0	14,2	15,0	16,1	17,4	18,5	11,4	12,2
9*	7,2	3EK7 090 -4CB4	19,4	21,1	22,3	24,0	25,9	27,6	17,0	18,2
10,5*	8,4	3EK7 105 -4CB4	22,8	24,7	26,1	28,1	30,3	34,6	20,0	22,7
12*	9.6	3EK7 120 -4CC4	25.9	28.2	29.8	32.0	34.6	36.8	22.7	24.3
15*	12	3EK7 150 -4CC4	32,3	35,1	37,1	39,9	43,1	45,9	28,3	30,3
18*	14,4	3EK7 180 -4CD4	38,8	42,2	44,5	47,9	51,7	55,1	34,0	36,4
21*	16,8	3EK7 210 -4CD4	45,3	49,2	52,0	55,9	60,4	64,3	39,7	42,5
22*	17,6	3EK7 220 -4CE4	47,5	51,6	54,5	58,6	63,3	67,4	41,6	44,5
24*	19,2	3EK7 240 -4CE4	51,7	56,1	59,3	63,8	68,9	73,4	45,3	48,5
25	20	3EK7 250 -4CE4	53,9	58,5	61,8	66,5	71,8	76,5	47,2	50,5
27	21,6	3EK7 270 -4CF4	58,2	63,3	66,9	71,9	77,7	82,7	51,0	54,6
30*	24	3EK7 300 -4CF4	64,6	70,1	74,1	79,7	86,1	91,7	56,6	60,6

Figura 1.Datos DPS de catálogo SIEMENS.

Se escoge el valor del voltaje nominal del DPS Normalizado mediante el catálogo de SIEMENS Figura 1.

Selección de la corriente nominal In

Teniendo en cuenta la figura 2, tomada de la IEC 60071-2, se determina que la corriente nominal para un sistema de 9 kV es de 10kA, clase 1.

Tensión Máximo del Sistema (kV)	5 kA	10 kA			20 kA	
		C1	C2	C3	C4	C5
Vs ≤ 72.5 kV						
72.5<Vs≤245						
245<Vs≤420						
Vs>420						

Figura 2. Valores habituales de corrientes nominales de descarga y clase de descarga de la línea.

La Figura 2 presenta más detalle y se le puede asignar una $\boldsymbol{In8/20\ \mu s=10kA}$, tan bien en función de cumplir los requerimientos de la norma técnica.

Para onda tipo maniobra 30/60 µs se le asigna una $\boldsymbol{30/60\ \mu s=500A}$.

Cálculo de los parámetros NPR y NPM

Las tensiones residuales se obtienen para impulsos de corriente tipo rayo (8/20 µs para todos los DPS, independiente de su corriente nominal) y tipo maniobra (30/60 µs para DPS de 10 kA y 20 kA).

Tabla 2. NPR y NPM

Rayo	Maniobra
$In8/20\ \mu s$=10kA	$In30/60\ \mu s$=500kA
NPR=24kV pico	***NPM***=18.2 kV pico

Cálculo del BIL y el BSL

De igual forma, el BIL y el BSL están relacionados con el NPR y el NPM respectivamente mediante un factor de seguridad:

Tabla 3. Factor de seguridad según BIL y el BSL

Factor	Nivel del sistema de potencia
1,25	Para sistemas >200 kV
1,4	Para sistemas <52 kV

Donde Ki=1.4 para tensiones inferiores a 52 Kv. De esta forma tenemos:

$$BIL = K_i * NPR = 1.4 * 24 = 33.6kV$$
$$BSL = K_i * NPM = 1.4 * 18.2 = 25.4kV$$

Coordinación de Aislamiento

Se deben seleccionar valores normalizados para el BIL y el BSL de la Figura 3 tomada de la norma IEC 60071-1

Highest voltage for equipment (U_m) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
3,6	10	20 40
7,2	20	40 60
12	28	60 75 95
17,5 [a]	38	75 95
24	50	95 125 145
36	70	145 170

Figura 3.Niveles de aislamiento estándar para el rango (1kV<Vm≤245kV)

El BIL puede tomar dos valores:

BIL $_{Normalizado}$= 60kV$_{pico}$	75kVpico	95kV$_{pico}$

Según la norma, se usa un BIL de 60kV$_{pico}$

El BSL según la figura 3 es de 28 kV$_{rms}$, es un nivel básico de aislamiento para sobretensiones de tipo maniobra cerca al que se establece en la norma tomada como referencia. Según la norma el BSL exigido es de 31 kV$_{rms}$

BIL = 60kV$_{pico}$; BSL = 31kV

Margen de protección a impulsos tipo rayo y tipo maniobra

Margen de protección a impulsos tipo rayo $\frac{\text{BIL}}{\text{NPR}} \geq 1.2$

$$\frac{60}{24} = 2.5 \geq 1.2 \rightarrow \text{Cumple criterio de la Norma}$$

Margen de protección a impulsos tipo maniobra $\frac{\text{BSL}}{\text{NPM}} \geq 1.15$

$$\frac{31}{18.2} = 1.7 \geq 1.15 \rightarrow \text{Cumple criterio de la Norma}$$

Requerimientos para los pararrayos de óxido metálico:

DESCRIPCIÓN	NIVEL
- Tensión nominal de ciclo de trabajo	12.0 kV
- Tensión máxima continua (MCOV) (kV RMS)	10.2 kV
- Frecuencia	60 Hz
- Tensión soportada por el aislamiento	
- En seco un (1) minuto	27 kV
- En húmedo 10 segundos	24 kV
- Onda de impulso 1.2/50 us kV pico	75 kV
- Corriente nominal de descarga con onda 8/20 us.	10 kA
- Corriente de prueba para ciclo de trabajo, onda 4/10 us pico para 10 kA de descarga.	65 kA
- Corriente de falla sostenida para presión de alivio.	10 kA rms
- Voltaje máximo de descarga (residual) para onda de 8/20 us (kV crestas) 10 kA.	35 kV

Figura 4. Dispositivo de protección de sobretensión para el sistema de 7.62 kV y 13.2 kV.

3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

El análisis de corto circuito se puede ver en el archivo anexo "UNIDAD DEPORTIVA-75KVA ACEITE - CTES CTO-CTO en B.T.-25-sept-2024.pdf"

4. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS

El análisis DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS se puede ver en el informe anexo "INFORME APANT.UND.DEPORTIVA.pdf"

5. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO

El riesgo eléctrico es originado por varios factores asociados a la energía eléctrica que pueden ocasionar lesiones a seres vivos, daños a edificios y estructuras, así como daños a equipos. Es importante identificar los diferentes tipos de riesgo que se presenten en las instalaciones para que por medio de algún mecanismo sean evaluados y se eliminen o al menos se puedan minimizar y llevarlos a que no sean peligrosos.

Identificar los riesgos y evaluarlos de forma adecuada como parte de un tratamiento preventivo evita que sucedan accidentes o enfermedades de salud ocupacional. Los estudios a accidentes causados por la energía eléctrica concluyen que es más económico tomar las medidas de protección para prevenir o mitigar riesgos que los gastos que el estado y las personas o entidades afectadas deben pagar por dichos accidentes.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo eléctrico se empleará en el presente documento una matriz para cada uno de los causales de riesgo en donde se determina la gravedad y la frecuencia que se pueden presentar y la acción o medida de protección adecuada que se debe tomar.

5.1 CAUSALES DE RIESGO

Las siguientes causales de riesgo son tomadas directamente del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Actualización 2013 en su artículo 9.2

5.1.1 ARCOS ELÉCTRICOS

POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.

5.1.1.1 EN PERSONAS

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 5 Matriz para análisis de riesgo (Arcos Eléctricos en Personas)

5.1.1.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 6 Matriz para análisis de riesgo (Arcos Eléctricos Ambientales)

5.1.2 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. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.

5.1.2.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 7 Matriz para análisis de riesgo (Ausencia de Electricidad en Personas)

5.1.2.1 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 8 Matriz para análisis de riesgo (Ausencia de Electricidad Ambientales)

5.1.3 CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer 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, doble aislamiento.

5.1.3.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 9 Matriz para análisis de riesgo (Contacto Directo en Personas)

5.1.3.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 10 Matriz para análisis de riesgo (Contacto Directo Ambientales)

5.1.4 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.

5.1.4.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 11 Matriz para análisis de riesgo (Contacto Indirecto en Personas)

5.1.4.2 AMBIENTALES

	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 12 Matriz para análisis de riesgo (Contacto Indirecto Ambientales)

5.1.5 CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.

5.1.5.1 EN PERSONAS

	Real	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 13 Matriz para análisis de riesgo (Cortocircuito en Personas)

5.1.5.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Real	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 14 Matriz para análisis de riesgo (Cortocircuito Ambientales)

5.1.6 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.

5.1.6.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 15 Matriz para análisis de riesgo (Electricidad Estática en Personas)

5.1.6.2 AMBIENTALES

	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 16 Matriz para análisis de riesgo (Electricidad Estática Ambientales)

5.1.7 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.

5.1.7.1 EN PERSONAS

	Real	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 17 Matriz para análisis de riesgo (Equipo Defectuoso en Personas)

5.1.7.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Real	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 18 Matriz para análisis de riesgo (Equipo Defectuoso Ambientales)

5.1.8 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.

5.1.8.1 EN PERSONAS

CONSECUENCIAS	Real	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 19 Matriz para análisis de riesgo (Rayos en Personas)

5.1.8.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Real	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 20 Matriz para análisis de riesgo (Rayos Ambientales)

5.1.9 SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.

5.1.9.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 21 Matriz para análisis de riesgo (Sobrecarga en Personas)

5.1.9.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 22 Matriz para análisis de riesgo (Sobrecarga Ambientales)

5.1.10 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.

5.1.10.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 23 Matriz para análisis de riesgo (Tensión de Contacto en Personas)

5.1.10.2 AMBIENTALES

	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 24 Matriz para análisis de riesgo (Tensión de Contacto Ambientales)

5.1.11 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.

5.1.11.1 EN PERSONAS

	Potencial	FRECUENCIA				
	En Personas	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
		E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	Una o más muertes	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad Parcial permanente	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad Temporal (> 1 día)	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión Menor (Sin incapacidad)	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (Afecta rendimiento Laboral)	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 25 Matriz para análisis de riesgo (Tensión de Paso en Personas)

5.1.11.2 AMBIENTALES

CONSECUENCIAS	Potencial	FRECUENCIA				
	Ambientales	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
		E	D	C	B	A
	Contaminación Irreparable	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Contaminación Mayor	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Contaminación Localizada	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Efecto Menor	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Sin Efecto	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 26 Matriz para análisis de riesgo (Tensión de Paso Ambientales)

Para cada factor de riesgo se toma el caso más crítico y ese será el factor de riesgo de esa categoría.

5.2 MEDIDAS A TOMAR EN SITUACIONES DE RIESGO

De acuerdo al nivel de riesgo arrojado por cada matriz se toman las medidas necesarias a ejecutar. En ciertos casos basta con utilizar los Elementos de Protección Personal (EPP) con el ánimo de prevenir futuros accidentes. Sin embargo, la siguiente tabla muestra cómo proceder según el caso.

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	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.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	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.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del 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?

Tabla 27 Decisiones y acciones para controlar el riesgo. Tomado de la tabla del RETIE Actualización 2013

Una instalación eléctrica que carezca de las medidas de protección frente a los factores de riesgo se considera que es de PELIGRO INMINENTE o ALTO RIESGO para las personas, en tal caso se debe interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, con excepción de aeropuertos, áreas críticas de centros de atención médica o cuando la interrupción deriva un riesgo mayor; si es el caso se deben tomar otras medidas de seguridad para minimizar el riesgo.

Según el RETIE, "en estas situaciones, la persona calificada que tenga conocimiento del hecho, deberá informar y solicitar a la autoridad competente que adopten medidas provisionales que mitiguen el riesgo, dándole apoyo el técnico que esté a su alcance; la autoridad que tenga el conocimiento del hecho reportará en el menor tiempo posible al responsable de la operación de la instalación eléctrica, para que realice los ajustes requeridos y si no lo hace, se deberá informar al organismo de control y vigilancia, que definirá los términos para restablecer las condiciones reglamentarias".

5.3 NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES

Cuando exista un accidente originado por energía eléctrica sin importar si el servicio de fluido eléctrico se vea interrumpido o no, que tenga como consecuencia lesiones graves a personas o incluso la muerte, o incendios y/o explosiones en edificaciones, la persona responsable y que tenga conocimiento deberá informar en el menor tiempo posible a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

Las empresas prestadoras de servicio de energía eléctrica están en la obligación de informar el accidente ocurrido en su cobertura siempre y cuando hayan sido informados previamente.

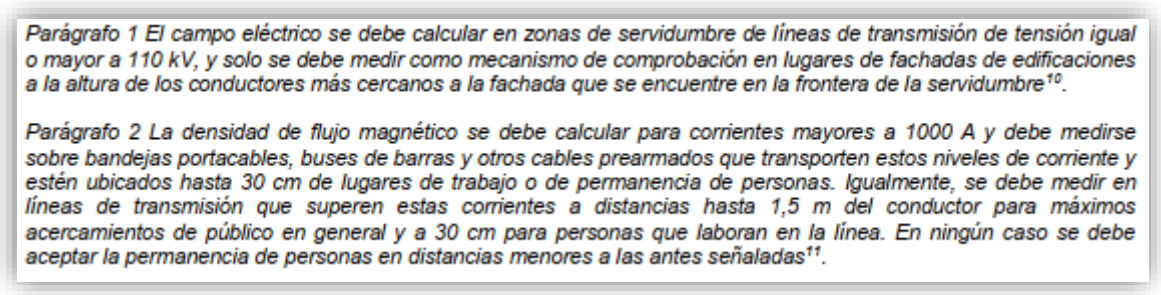
Para más información consultar el artículo 9.5 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Actualización 2013.

6. ANÁLISIS DE NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

Para la capacidad requerida en la instalación se solicita a la Empresa de Energía local un punto de conexión mediante el radicado N.---- y SEGÚN PEDIDO No. 2-------. Por lo tanto, el nivel requerido de tensión es de Media tensión (MT) a 13,2kV según la norma NTC 1340 y el punto de conexión "A" es dado por dicha empresa de energía.

7. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

No aplica debido a que el nivel de tensión está por debajo de 57,5kV según artículo 14.4 del RETIE Actualización 2013.



Parágrafo 1 El campo eléctrico se debe calcular en zonas de servidumbre de líneas de transmisión de tensión igual o mayor a 110 kV, y solo se debe medir como mecanismo de comprobación en lugares de fachadas de edificaciones a la altura de los conductores más cercanos a la fachada que se encuentre en la frontera de la servidumbre[10].

Parágrafo 2 La densidad de flujo magnético se debe calcular para corrientes mayores a 1000 A y debe medirse sobre bandejas portacables, buses de barras y otros cables prearmados que transporten estos niveles de corriente y estén ubicados hasta 30 cm de lugares de trabajo o de permanencia de personas. Igualmente, se debe medir en líneas de transmisión que superen estas corrientes a distancias hasta 1,5 m del conductor para máximos acercamientos de público en general y a 30 cm para personas que laboran en la línea. En ningún caso se debe aceptar la permanencia de personas en distancias menores a las antes señaladas[11].

FIGURA 5. Parágrafos del artículo 14 del RETIE.

Según lo anterior el cálculo de campos electromagnéticos No Aplica, los niveles de corriente nominal no superan los 1000A, los alimentadores que recorren la edificación no poseen los niveles de amperaje necesarios para realizar dicho cálculo. No se evidencian líneas de transmisión cercana a la edificación.

8. CÁLCULO DE LOS TRANSFORMADORES

a. Se han usado las tablas de la Empresa de Energía, donde aparece el factor de demanda y le factor de coincidencia en el sector comercial, los factores de coincidencia se utilizarán solo para grupos de cargas comerciales (Locales, Oficinas, Bodegas y cualquier otra instalación con dicho fin) esto para cargas comerciales, según la Norma RA8-009 de EPM.

b. Para los servicios comunes hemos tomado las cargas de los diferentes equipos, tales como ascensores, bombas, servicios comunes, alumbrado y tomacorrientes en dichas zonas.

c. El cuadro de cargas y el diagrama unifilar resumen dichas cargas, sus potencias, sus protecciones, sus calibres, la carga total, el transformador seleccionado y su porcentaje de carga.

d. Cuando se trata de redes secundarias, en el cuadro de cargas aparece la regulación de cada ramal.

e. Cuando se tienen acometidas de longitudes grandes, se adjunta la hoja de cálculo de dichas regulaciones.

f. En cada plano aparece el cuadro de cargas, con cada circuito con su número de salidas, tomas e iluminación, la protección, el calibre, la potencia y la descripción de cada circuito

g. La potencia instalada aparece en dicho cuadro de cargas, la selección del calibre de cada circuito se toma de acuerdo a lo especificado en la norma y la acometida se diversifica también según la norma. En la mayoría de los casos se selecciona dicha acometida según lo estandarizado según la tabla de la ZONAS DE DEMANDA de la Empresa de Energía. Los casos especiales, donde la carga es atípica (saunas, turcos, jacuzzis, etc.), se recalcula y se selecciona una acometida con su protección según dicho cálculo. Esto se aprueba con la empresa de Energía en el plano de redes eléctricas y sellados por ellos.

h. Las notas además especifican calibres mínimos no especificados en los planos, lo mismo que los diámetros mínimos de los tubos seleccionados para dicha instalación.

FAVOR VER PLANOS DE REDES, SUBESTACIÓN Y DIAGRAMAS UNIFILARES ADJUNTOS CON LOS PLANOS COMPLETOS DE LA OBRA, ADEMÁS LOS PLANOS APROBADOS POR LA EMPRESA DE ENERGÍA

NOTA: PARA TODOS LOS CÁLCULOS SE USAN MÉTODOS RECONOCIDOS POR LA NORMA (LEY DE WATT), CON LOS PORCENTAJES DE SEGURIDAD TAMBIÉN RECONOCIDOS POR LA NORMA

9. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

NO APLICA. Los conductores de puesta a tierra fueron seleccionados de las tablas de la NTC 2050, 250-94 y 250-95.

Tabla 250-94. Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de c.a.

Sección Transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo				Sección transversal (calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre		Cobre		Aluminio o aluminio revestido de cobre *	
mm²	AWG o kcmil	mm²	AWG o Kcmils	mm²	AWG o Kcmils	mm²	AWG o Kcmils
33,62 o menor	2 o menor	53,5 o menor	1/0 o menor	8,36	8	13,29	6
42,2 o 53,5	1o 1/0	67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	13,29	6	21,14	4
67,44 o 85,02	2/0 o 3/0	107,21 o 126,67	4/0 o 250 kcmil	21,14	4	33,62	2
107,21 hasta 177,34	4/0 hasta 350 kcmil	152,01 a 253,35	300 a 500 kcmil	33,62	2	53,50	1/0

FIGURA 6. Tabla 250-94

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm²	AWG o kcmil	mm²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

FIGURA 7. Tabla 250-95

10. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES

Para el cálculo de conductores se tendrá en cuenta los siguientes parámetros de diseño acorde a lo consignado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050:

Regulación de Tensión:

Para el circuito ramal <3%, desde el alimentador principal hasta la salida más lejana <5%.

Tipo de Acometidas: 3F, 5H

Tensión de servicio B.T: 208-120V

Potencia de las cargas

F.P. de las cargas: Se asume un factor de potencia de 1 para las cargas resistivas, 0.9 para las cargas de inductivas.

Ajuste de capacidad de corriente por número de conductores en canalización: de 4 a 6 conductores portadores de corriente 80%, de 7 a 9 conductores portadores de corriente 70%. Ver nota 8 de las tablas 310-16 a 310-19 de la NTC 2050.

Conductor de puesta a tierra de equipos: Se selecciona según la tabla 250-95 de la NTC 2050.

Acometidas, alimentadores y circuitos ramales: Los conductores de acometidas, alimentadores y circuitos ramales se seleccionará de acuerdo con la tabla 310-16 de la NTC 2050.

11. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Ver en el archivo anexo “UNIDAD DEPORTIVA-75KVA ACEITE - CTES CTO-CTO en B.T.-25-sept-2024.pdf”

Para los circuitos ramales proyectados, se visualiza en los cuadros de carga cada una de las corrientes calculadas para cada alimentador y se evidencia que los conductores seleccionados para cada uno de los alimentadores están acordes con la capacidad de carga de los calibres seleccionados.

Ver en el archivo anexo “Unidad Deportiva-CUADROS DE CARGA-08sep2024.pdf”

12. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y DE ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS

Para el proyecto UNIDAD DEPORTIVA no se tienen estructuras tales como pórticos o similares, por tanto, este numeral no aplica.

Los cálculos mecánicos de los diferentes gabinetes corresponden a los tableristas, y fabricantes de canaletas y ductos quienes deben cumplir las normas que correspondan y deberán certificarlo. Dentro de los certificados de conformidad de producto los fabricantes para obtenerlo deben cumplir los requisitos establecidos por el RETIE en el Capítulo 3, requisitos de producto.

13. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES

Ver Carpeta de selectividad anexa "Selectividad de Protecciones", en la cual estas los Resultados de la selectividad "Selectividad T.PPAL y T-7.pdf", "Selectividad T.PPAL y T-1.pdf", "Selectividad T.PPAL y T-UPS.pdf", y cada una de ellas con las protecciones de los circuito ramales, ver en documentos adjuntos.

14. CÁLCULO DE CANALIZACIONES

Para las tuberías: El máximo porcentaje de ocupación para más de 2 conductores en una canalización es del 40%.

Se muestran algunos alimentadores:

OBRA: UNIDAD DEPORTIVA						
MEMORIAS DE CALCULO - CÁLCULO DE ÁREA DE ALIMENTADORES						
FECHA: Septiembre 25 de 2024						
DETALLE ALIMENATDOR	CALIBRE ALIMNEATDOR	ÁREA TOTAL CONDUCTORES [mm²]	TUBERÍA	CANTIDAD DE TUBOS	ÁREA INTERNA DE TUBERÍA	% DE OCUPACIÓN
Acometida a ML-PPAL	9No.4/0 + 3No.2/0 + 2No.1/0	2342,85	IMC Ø4"	2	17506,56	13%
Alimentador a T-1	3No.4 + 1No.6 + 1No.8	218,77	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	17%
Alimentador a T-2	3No.4 + 1No.6 + 1No.8	218,77	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	17%
Alimentador a T-3	3No.8 + 1No.10 + 1No.10	108,52	EMT Ø1"	1	557,58	19%
Alimentador a T-4	3No.6 + 1No.8 + 1No.10	145,12	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	11%
Alimentador a T-5	3No.8 + 1No.10 + 1No.10	108,52	EMT Ø1"	1	557,58	19%
Alimentador a T-6	3No.6 + 1No.8 + 1No.10	145,12	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	11%
Alimentador a T-7	6No.2/0 + 3No.1/0 + 3No.2	1278,74	EMT Ø2"	2	4329,80	30%
Alimentador a TUA-P4	3No.2 + 1No.4 + 1No.8	309,16	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	24%
Alimentador a TUA-P3	3No.2 + 1No.4 + 1No.8	309,16	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	24%
Alimentador a TUA-P2,1	3No.2 + 1No.4 + 1No.8	309,16	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	24%
Alimentador a TAA-COND	3No.2 + 1No.4 + 1No.8	309,16	EMT Ø1.1/2"	1	1313,44	24%
Circuitos Ramales	3No.12	36,58	PVC tipo A Ø1/2"	1	263,02	14%
Circuitos Ramales	4No.12	48,77	PVC tipo A Ø1/2"	1	263,02	19%
Circuitos Ramales	5No.12	60,96	PVC tipo A Ø1/2"	1	263,02	23%
Circuitos Ramales	6No.12	73,15	PVC tipo A Ø1/2"	1	263,02	28%
Circuitos Ramales	3No.10	48,35	PVC tipo A Ø3/4"	1	438,55	11%
Circuitos Ramales	6No.10	96,70	PVC tipo A Ø3/4"	1	438,55	22%

Para el área de Los conductores se toman los datos de cables SINTOX de Centelsa, HF FR LS CT. http://www.centelsa.com.co/archivos/6052819b.pdf

Complementar información con NTC 2050 Capitulo 9- Cuadro C10 - C11.

De la norma EPM RA8-004 para tuberías metálicas galvanizada IMC se tiene la tabla 2:

Tabla 2. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tuberías eléctricas metálicas.

Letras de tipo de cable	Sección del cable AWG/Kcmil	Sección comercial de la tubería en pulgadas					
		1″	1 ¼″	1 ½″	2″	3″	4″
THHN, THWN, THWN-2	6	3	5	8	12	15	20
	4	2	4	5	9	13	18
	2	1	2	4	8	11	15
	1/0	1	1	2	4	9	13
	2/0	0	1	2	3	6	11
	4/0	0	0	1	2	6	9
	250	0	0	0	1	5	8
	350	0	0	0	1	4	6
	500	0	0	0	0	2	4

CAJAS DE SALIDA, PASO Y EMPALME según el artículo 370-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalmes y en las conduletas. Además, en caso de requerirse cajas según norma **EPM RA8-004.**

15. CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA Y FACTOR DE POTENCIA

Ver en el archivo anexo "Unidad deportiva-Caida Tens y Perd Técn Aliment Cu-10-Sept-202.pdf"

16. CÁLCULOS DE REGULACIÓN

Ver en el archivo anexo "Unidad deportiva-Caida Tens y Perd Técn Aliment Cu-10-Sept-202.pdf"

17. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

Instalaciones especiales, según RETIE 2015, Art. 28.3 Son aquellas instalaciones que por estar localizadas en ambientes clasificados como peligrosos o por alimentar equipos o sistemas complejos, presentan mayor probabilidad de riesgo que una instalación básica y, por tanto, requieren de medidas especiales, para mitigar o eliminar tales riesgos. Para el presente proyecto NO APLICA como área de atmósfera peligrosa o área clasificada.

18. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES

Ver en la carpeta de planos el archivo "ELEC-1DEU-DIAGRAMA UNIFILAR-ED.DEPORTE.dwg"

19. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

En la carpeta "Planos Eléctricos Unid. Deportiva" la cual se adjunta se encuentran todos los planos del proyecto.

20. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

a. ASPECTOS GENERALES PARA TODO EL PROYECTO

El proyecto debe realizarlo un contratista encargado de los trabajos eléctricos y su alcance está claramente definido por el suministro de materiales que tengan certificación de producto, el transporte, instalación y puesta en servicio de la obra eléctrica contemplada en los planos correspondientes a la misma y que corresponda además a las especificaciones y cantidades del contrato.

Se debe considerar además todos los trabajos y obras que se requieran para el buen desarrollo del proyecto. Estas especificaciones pretenden reseñar el tipo de los materiales, equipos, mano de obra y servicios necesarios para desarrollar debidamente las obras eléctricas y junto con los planos, forman parte integral y complementaria de la documentación relacionada con la ejecución del sistema eléctrico. Para cumplir con el objeto de estas especificaciones, el Contratista debe realizar las indicaciones anteriormente mencionadas

Al terminar los trabajos, el Contratista deberá entregar a la obra, documentos donde se incluya los catálogos de los materiales utilizados, un manual con detalles de operación de la misma, un juego de planos originales actualizados, y las garantías correspondientes de los equipos instalados. Una vez terminada la obra todo el equipo y alambre instalados deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y con el visto bueno del Interventor y/o Propietario del Proyecto. El Contratista deberá cumplir con los requerimientos dispuestos en el Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), y el contratante debe ser consciente de la necesidad de los planos eléctricos adjuntos a estas especificaciones son indicativos en cuanto se refiere a la localización de la tubería. El Contratista podrá hacer cambios menores a la tubería con respecto a su ubicación para ajustarlas a las condiciones estructurales y arquitectónicas de la edificación, siempre y cuando no vayan en contra del diseño Eléctrico. Estos cambios, deberán ser previamente consultados con la Interventoría y/o el Propietario del Proyecto

b. MATERIALES OBRA ELÉCTRICA

La lista de marcas de materiales de construcción que se mostrarán a continuación son sugeridos pero el contratista es libre de utilizar cualquier producto que sea certificado por el RETIE. En cualquier caso, los productos deben ser nuevos, libre de imperfecciones y deben instalarse aquellos que previamente se hayan estipulado en el contrato de obra eléctrica:

- Tableros multibreakers: Schneider Electric, Tercol, Luminex
- Cables y Alambres: Centelsa, Procables, Viakon
- Tuberías Eléctricas PVC: Pavco, Plastimec
- Tuberías EMT y TMG: Colmena
- Interruptores y Tomacorrientes: Luminex, Leviton
- Cajas PVC: Pavco
- Breakes enchufables: Siemens, GE, Luminex
- Breakers Industriales: Schneider Electric, ABB, Hyundai, LG

21. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones están establecidas en la siguiente tabla (Tomado de la tabla 13.1 de reglamento RETIE Actualización 2013)

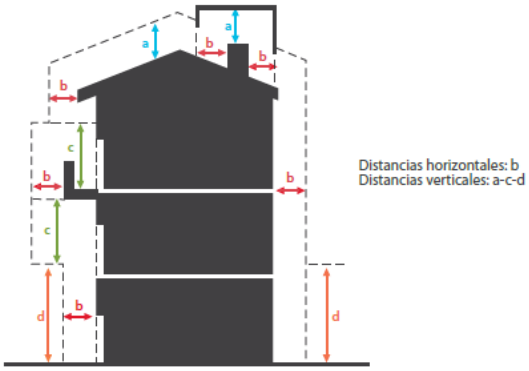
DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES			
DESCRIPCIÓN		TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES (kV)	DISTANCIA (m)
	Descripción vertical "**a**" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación. (Ver figura)	44/34,5/33	3,8
		13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
		<1	0,45
	Distancia horizontal "**b**" a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Ver figura)	66/57,5	2,5
		44/34,5/33	2,3
		13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
		<1	1,7
	Distancia vertical "**c**" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45m de altura. (Ver figura)	44/34,5/33	4,1
		13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
		<1	3,5
	Distancia vertical "**d**" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Ver figura) para vehículos máximo 2,45m de altura.	115/110	6,1
		66/57,5	5,8
		44/34,5/33	5,6
		13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
		<1	5

Tabla 28: tomada de la tabla 13.1 de reglamento RETIE Actualización 2013

“Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma IEC 60364, para tensiones mayores de 1 kV, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la IEC 61936-1. Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical “a”) cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

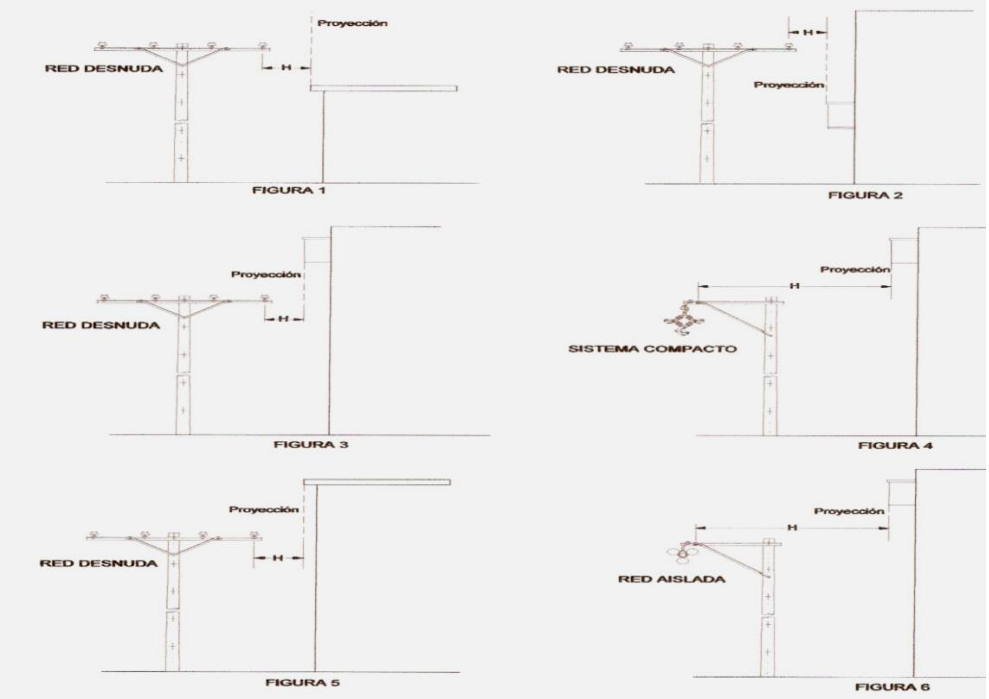
En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de persona.”*

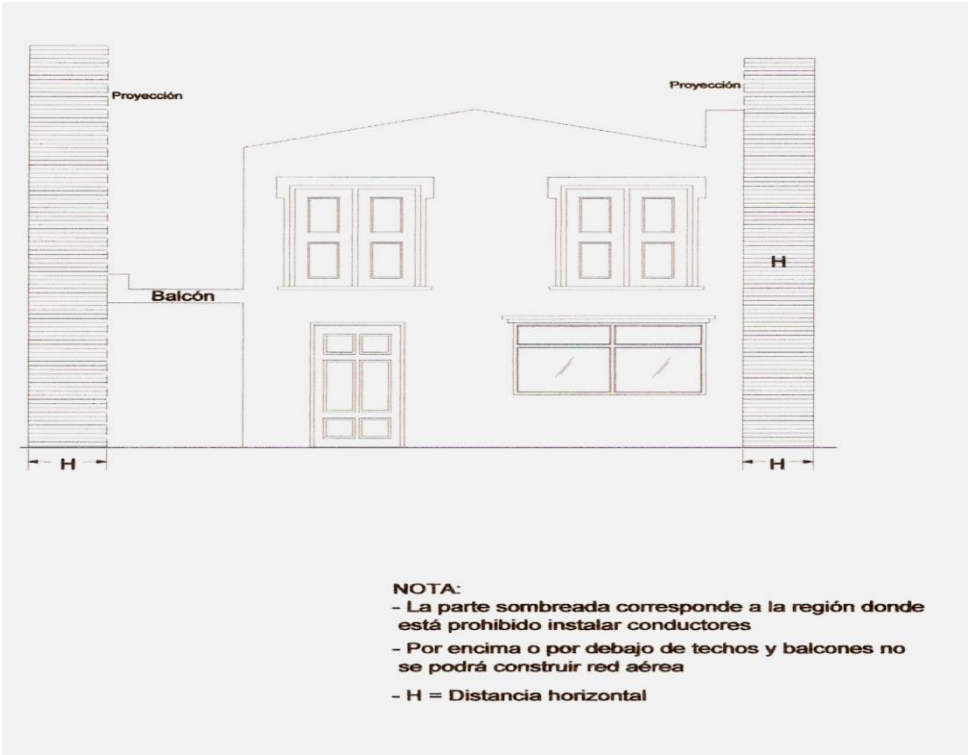
(*Extraído del Reglamento RETIE Actualización 2013)



a. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD SEGÚN NORMA EPM

Distancias mínimas de seguridad de conductores de energía eléctrica a edificios, otras instalaciones y al suelo. **(Tomado de Norma RA8-040 de EPM)**





i. ALCANCE

Esta norma busca establecer las distancias mínimas entre las edificaciones y las redes de distribución de energía eléctrica, de tal manera que se garantice la seguridad de las personas y los bienes así como la calidad del servicio. De la misma manera se establecen las distancias entre las redes y los anuncios, vallas, antenas, chimeneas o cualquier otro elemento que se ubique sobre las edificaciones.

ii. ANTECEDENTES

En la actualidad en Colombia no existe una norma que reglamente las distancias mínimas de seguridad para las redes de distribución. A nivel Internacional la norma ANSI C2, que corresponde al NESC (National Electrical Safety Code), ha trabajado el tema de la seguridad en las redes de distribución y todo lo que tiene que ver con distancias y espaciamientos entre redes y construcciones. Muchos países del mundo han hecho adaptaciones o adopciones parciales de esta norma.

El NESC es una norma de carácter voluntario en los Estados Unidos, sin embargo, algunas ediciones y algunas partes del código han sido adoptadas con y sin cambios por algunos estados y autoridades de jurisdicción local dentro de los Estados Unidos.

Desde hace algunos años Empresas Públicas de Medellín E.S.P ha adoptado algunas partes del NESC del año 1981 y ha trabajado con base en las exigencias establecidas por él en lo que respecta a distancias de seguridad entre las redes y las edificaciones.

Esta norma está basada en la sección 23, sobre espaciamientos, de la última edición del NESC, es decir, la correspondiente al año 2002 y aplicará para todas las redes de distribución nuevas o las rectificaciones que se realicen a partir de la fecha en el sistema de distribución de energía de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Así mismo es necesario que las entidades tanto privadas como gubernamentales o municipales encargadas de aprobar proyectos de infraestructura civil relacionadas con edificios, viviendas, condominios, alcantarillado, vías de tránsito y vías férreas, consideren el alcance y aplicación de esta norma para el diseño y desarrollo de sus respectivos proyectos.

iii. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD A EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS

En las figuras 1 a 6 se muestran algunos tipos de redes que se utilizan en el sistema de distribución de energía de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P. y la manera de respetar o hacer cumplir las distancias horizontales de seguridad.

En la figura 7 aparece un esquema de una edificación en la cual se establecen las zonas o regiones en las cuales no está permitida la instalación o ubicación de conductores. En la figura se destaca la manera de aplicar las distancias horizontales hacia una fachada, ventana, balcón, techo o cualquier otro elemento.

En la tabla 29 se detallan las distancias de seguridad para los diferentes tipos de cables y conductores que se instalan en el sistema de distribución de energía eléctrica.

Está prohibido instalar redes de distribución de energía por encima o por debajo de balcones y techos.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD		Red primaria aérea aislada en un nivel de tensión hasta 13.2 kV. El conductor de Neutro de la red primaria hasta un nivel de 13.2 kV.	Red primaria cubierta en el nivel de tensión de 750 V a 13.2 kV.	Red primaria desnuda en un nivel de tensión de 750 V a 13.2 kV.	Red primaria desnuda o cubierta en un nivel de tensión de 44 kV.
		m	m	m	m
Edificios	Horizontal: A paredes, proyecciones, ventanas y áreas accesibles a personas.	1.4[1,2] (Ver Figura 6)	1.50 (Ver Figura 4)	2.3[1,3,4] (Ver Figuras 1,2,3 y 5)	2.60 (Delta) 2.40 (Ye)
Anuncios, vallas, antenas o chimenea	Horizontal: A partes que son accesibles a personas.	1.4	1.50	2.3[1,3,4]	2.60 (Delta) 2.40 (Ye)
	Horizontal: A partes que no son accesibles a personas.	0.9	1.00	2.3[1,3,4]	2.60 (Delta) 2.40 (Ye)

Tabla 29 Distancias mínimas horizontales de seguridad de conductores a edificios y otras estructuras

NOTAS:

a) Los edificios, anuncios, chimeneas, antenas, tanques u otras instalaciones que no requieran de mantenimiento tal como pintura, lavado u otra operación que requiera personas trabajando o pasando en medio de los conductores y el edificio, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.60 m.

b) Cuando el espacio disponible no permita alcanzar este valor, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida en 0.60 m. En este caso los cables y conductores deben tener una cubierta que garantice una gran resistencia dieléctrica para evitar el cortocircuito en caso de contactos momentáneos con las estructuras.

c) La distancia mínima de seguridad con el conductor en reposo no debe ser menor que el valor indicado en esta tabla. Cuando el conductor o cable es

desplazado por el viento, la distancia mínima de seguridad no debe ser menor a 1.40 m.

d) En lugares donde el espacio disponible no permite alcanzar este valor, la distancia mínima de seguridad puede ser reducida a 2.00 m para conductores de hasta 8.7 kV a tierra.

e) En resumen las distancias horizontales desde la red a 13.2 kV hacia el paramento de una edificación o hacia una valla, chimenea u otro elemento son:

   I. La Red Aislada: Se podrá instalar en una distancia comprendida entre 0.80 m y 1.4 m.
   II. La Red Cubierta: Se podrá instalar en una distancia comprendida entre 1.50 m y 2.30 m.
   III. La Red Desnuda: Desde 2.3 m. en adelante.

   IV. Para la red de 44 kV las distancias serán las que aparecen en la tabla.

iv. DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICALES AL PISO

Las distancias de seguridad verticales al piso hacen referencia a los espaciamientos que deben existir entre las redes de distribución y las vías férreas, las aceras, las carreteras y las superficies de agua.

Las distancias señaladas en la tabla 30 corresponden o están calculadas cuando se presenta la máxima flecha en el conductor. Para esto se estima una temperatura en el conductor de 50° C y sin presencia del viento.

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE DEBAJO DE LOS CONDUCTORES	Red primaria aislada hasta un nivel de tensión de 13.2 kV.	Conductores desnudos o cubiertos en un nivel de tensión de 750 V a 13.2 kV.	Conductores desnudos o cubiertos en un nivel de tensión de 44 kV.
	m	m	m
Vías férreas (Excepto vías férreas para troles y metros).	7.2	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV arriba de 22kV
Carreteras, calles y caminos sujetos al tráfico de camiones.	4.7	5.6	5.6 + 0.01m por cada kV arriba de 22 kV
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	2.9	4.4	4.4 + 0.01m por cada kV arriba de 22 kV
Otros terrenos tales como cultivos, pastos, bosques y huertos que pueden ser recorridos por vehículos.	4.7	5.6	5.6 + 0.01m por cada kV arriba de 22 kV
Áreas de agua donde no está permitida la navegación.	4.0	5.2	5.2 + 0.01m por cada kV arriba de 22 kV
Áreas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos.	7.8	8.7	8.7 + 0.01m por cada kV arriba de 22 kV

Tabla 30 Distancias mínimas de seguridad verticales al piso

22. 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 EN ESTE PROYECTO.

23. 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 EN ESTE PROYECTO.



FIRMA
Nombre: JUAN CARLOS CACHAYA
Dir: CALLE 66# 48-19 Medellín - Antioquia