MEMORIAS DE CALCULO

DISEÑO DEL PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE PATINODROMO EN EL MUNICIPIO DE PAILITAS DEPARTAMENTO DEL CESAR

PROYECTISTA

ING. LUIS FELIPE SANCHEZ
MP: No. AT205-41653

NOVIEMBRE DEL 2025

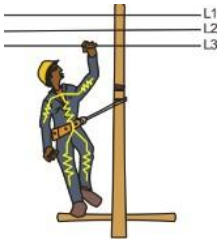
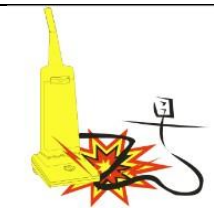
INDICE

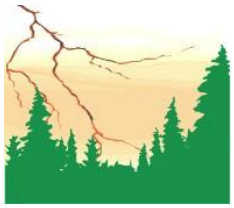
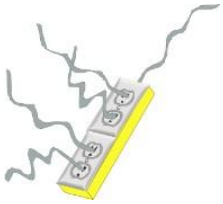
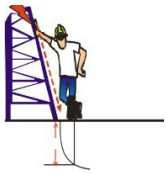
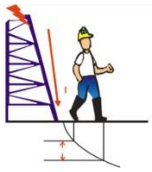
1. Memoria de cálculo

a. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.
c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.
d. Coordinación de aislamiento eléctrico.
e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.
f. Análisis del nivel tensión requerido.
g. Cálculos de campos electromagnéticos.
h. Cálculo de transformadores incluyendo efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
i. Sistema de puesta a tierra.
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
k. Especificación 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 u otra equivalente.
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)
o. Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
p. Cálculos de regulación de tensión.
q. Áreas clasificadas como peligrosas.
r. Diagramas unifilares.
s. Planos eléctricos para construcción.
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
u. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.
v. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.
x. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

1. Memoria de cálculo.

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

	**ARCOS ELÉCTRICOS** **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptorescon carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con cargasin utilizar equipo de extintor de arco, apertura de trasformadores de corriente ensecundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de oxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimientos. **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.
	**AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)** **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 comohospitales y aeropuertos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Disponer de sistemas ininterrumpidos de potenciay de plantas de emergencia con transferencia automática
	**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.
	**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, accidentesexternos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Interruptores automáticos con dispositivos dedisparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	**ELECTRICIDAD ESTÁTICA** **POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, solidos 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 radioactivos, 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 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.
	**TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación dedistancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción deaccesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**TENSIÓN DE PASO** **POSIBLE 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.

PLAN DE ATENCION EN CASO DE ACCIDENTE:

En caso de un accidente se deben tener presente las siguientes recomendaciones:

. Suspender inmediatamente de forma segura la energía eléctrica desde la fuente antes de intervenir sobre el sitio del accidente o la persona accidentada.

. Despejar el área del accidente.

. Aplicar primeros auxilios a la persona afectada.

. Inmovilizar a la persona afectada.

. Llamar de inmediato ayuda médica calificada.

Finalmente se presenta la calificación del riesgo en base a la matriz de análisis de riesgo considerada en el RETIE en su capítulo II.

MATRIZ DE RIESGO

PROYECTO

FACTOR DE RIESGO PÓR ARCO ELÉCTRICO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de Baja tension se pueden presentar electrolocucion por falla en malos contactos entre conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCION: utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos

Riesgo a evaluar	ELECTROCUCIÓN	**por**	ARCO ELÉCTRICO	**(al) o (en)**	CONDUCTORES Y LUMINARIAS
	evento o efecto		**Factor de riesgo (causa)**		**Fuente**

Potencial	X	**REAL**		**Frecuencia**				
				E	**D**	**C**	**B**	**A**
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la	Sucede varias veces al mes en la
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	**5**	**MEDIO**	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	**2**	BAJO	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	**MEDIO**

RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo

MATRIZ DE RIESGO

PROYECTO

FACTOR DE RIESGO PÓR CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En la instalacion de los conductores se pueden presentar electrocucion por violacion de las distancias minimas de seguridad en tablero de distribucción.

MEDIDAS DE PROTECCION: Establecer distancia de seguridad, utilizar elementos de proteccion personal, instalar puesta a tierra solidas.

Riesgo a evaluar	ELECTROCUCION O QUEMADURAS	**por**	CONTACTO DIRECTO	**(al) o (en)**	CONDUCTORES Y LUMINARIAS
	evento o efecto		**Factor de riesgo (causa)**		**Fuente**

Potencial	X	**REAL**		**Frecuencia**				
				E	**D**	**C**	**B**	**A**
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	**5**	**MEDIO**	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	**2**	BAJO	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	**MEDIO**

RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo

MATRIZ DE RIESGO

PROYECTO

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En la instalacion dse pueden presentar por falla de aislamiento, humedades y equipos defectuosos

MEDIDAS DE PROTECCION:Usar interruptores automaticos con dispositivos de disparo acorde al calibre de los conductores

Riesgo a evaluar	ELECTROCUCION O QUEMADURAS	**por**	CONTACTO DIRECTO	**(al) o (en)**	CONDUCTORES Y LUMINARIAS
	evento o efecto		**Factor de riesgo (causa)**		**Fuente**

Potencial	X	**REAL**		**Frecuencia**				
				E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	**5**	**MEDIO**	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	**2**	BAJO	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	**MEDIO**

RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo

MATRIZ DE RIESGO

PROYECTO

FACTOR DE RIESGO PÓR TENSION DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de Baja tension se pueden presentar electrolocucion por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCION: Hacer puertas a tierra de baja resistencia y equipotencializar

Riesgo a evaluar	ELECTROCUCIÓN	**por**	TENSIÓN DE CONTACTO	**(al) o (en)**	CONDUCTORES Y LUMINARIAS
	evento o efecto		**Factor de riesgo (causa)**		**Fuente**

Potencial	X	**REAL**		**Frecuencia**				
				E	**D**	**C**	**B**	**A**
	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la	Sucede varias veces al mes en la
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	**5**	**MEDIO**	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	**4**	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	**3**	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	**2**	BAJO	BAJO	**MEDIO**	**MEDIO**	**MEDIO**
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	**1**	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	**MEDIO**

RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo

MATRIZ DE RIESGO										
PROYECTO										
FACTOR DE RIESGO PÓR SOBRECARGA										
POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones de Baja tension se pueden presentar incendios,dados a equipos por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores,instalaciones que no cumplen con normas tecnicas y conexiones flojas.										
MEDIDAS DE PROTECCION: Usar interuptores automaticos con reles de sobrecarga,dimensionamiento tecnico de conductores y equipos										
Riesgo a evaluar	INCENDIO			**por**	SOBREGARGA		**(al) o (en)**	CONDUCTORES	
	evento o efecto				**Factor de riesgo (causa)**			**Fuente**	
Potencial	X			**REAL**		**Frecuencia**			
						E	D	C	B	A
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	Sucede varias veces en el año en la empresa	Sucede varias veces al mes en la empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1dia)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesion menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, no interrupción	Sin efecto E1	Interna E1	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
RETIE :TABLA 9.3 Matriz para analisis de riesgo										

MATRIZ DE RIESGO

MITIGACIÓN DEL RIESGO

COLOR	NIVEL DE RIESGO	RIESGOS	PROBABILIDAD	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	Posicion a choques electricos		Verificacion del uso correcto de los EPP'S, programas preventivos para el correcto proceso de desenergizar los equipos.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)
	Alto	Accidentes en el lugar de trabajo, calamidad por actividades mecánicas		Planificar que el proyecto se desarolle en temporada seca , donde la probabilidad de riesgo baja, ademas de programas de concientización del buen uso de los equipos.	Equipo de planeacion de trabajo y el HSEQ encargado.
	Medio	Impacto a la fauna o la comunidad		El constructor debe garantizar sistema de puesta a tierra máximo que cumplan los requerimientos del RETIE en cuanto a tensiones de contacto y de paso.	Equipo de planeacion de trabajo. Constructor
	Bajo	Sobrecargas en los conductores		Planes de manejo de contingencia, por parte de averías en los equipos o estructuras.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)
	Muy Bajo	Descargas electricas naturales(rayos, descargas atmosfericas)		Planes de manejo de contingencia, por parte de averías en los equipos o estructuras.	Equipo de planeacion de trabajo mediante el Analisis de Trabajo Seguro (ATS)

b. Análisis de riesgos por descargas eléctricas atmosféricas (rayos) y medidas de protección.

En un sistema de media tensión se procederá al nivel de la instalación de descargadores de sobretensión de óxidos envolvente polimérica y soporte aislante metálicos, en la cuba del trafo como indica la normativa, Iimp = 12kA 10/350 por polo: Recomendado para el ámbito industrial y aquellas construcciones de alto comercial desde el punto de vista de grado residencial. Protegen contra rayos de magnitudes de hasta 100kA. Según la norma IEC el 97% de los rayos que se pueden presentar es menor a 100kA. De acuerdo con la norma IEC el 80% de los rayos esperados es menor a 56kA.
De acuerdo con el capítulo 16 numeral 1, del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE Según Resolución 90708 de agosto 30 de 2013 establece que "La valoración del nivel de riesgo por rayos, debe considerar la probabilidad de pérdidas de vidas humanas, pérdida del suministro de energía y otros servicios elementales, pérdida o graves daños de bienes y pérdida cultural y los parámetros del rayo para la zona tropical, lugar donde se ubica Colombia y las medidas de protección que permiten mitigar dicho riesgo, por lo tanto, el cálculo de la protección contra rayos se realiza teniendo en cuenta lo establecido en normas técnicas internacionales como la IEC 62305-2, de reconocimiento internacional o la "NTC 4552-2", lo que conlleva a que el análisis estipulado se realiza acorde a la norma NTC-4552 1,2,3 vigente.

Procedimiento de verificación. Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

ESTUDIO DE SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR AL ACCION DE RAYO (CTE-SU8)

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

FRECUENCIA ESPERADA

Ng - Densidad de impactos sobre el terreno

según la posición en el mapa toma un valor de:

3 impactos/año,km2

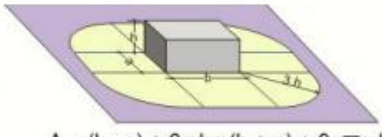
Ae - Área de captura equivalente del edificio

Dim. max.:

a = 90 m

b = 20 m

h = 17 m



$A_e=(b\times a)+6\times h\times(b+a)+9\times\pi\times h^2$

Área equivalente Ae=21.191 m2

C1 - Coeficiente según Situación del edificio

- Rodeado de edificios más bajos, C1 = 0.75

$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$ [nº impactos/año]

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4552 (Primera actualización)



Frecuencia esperada Ne =0,04768

RIESGO ADMISIBLE

C2 - Coeficiente en función del tipo de construcción

- Estructura de hormigón y una Cubierta metálica C2 =1

C3 - Coeficiente en función del contenido del edificio

- Otros contenidos, C3 = 1

C4 - Coeficiente en función del uso del edificio

- Resto de edificios, C4 = 1

C5 - Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan

- Resto de edificios, C5 = 1

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Riesgo admisible Na =0,00550

RESULTADO

Frecuencia esperada mayor que el riesgo admisible, Ne(0,04768) > Na(0,00550)

ES NECESARIO LA INSTALACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION CONTRA EL RAYO

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

E = 0,88 **0,80 < E <0,95 Nivel de protección 3**

Página 1

c. Análisis y cálculo de cargas iniciales y futuras, incluyendo factor de potencia y armónicos.

Transformador

Menu Principal

Proyecto: TX:
PATINODROMO PAILITAS TRAFO 75 KVA

Cargas del Transformador

N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	CUARTO ELECT.	5000	VA	0,9		5000	4500	2179,449472
2	TAQUILLA	2000	VA	0,9		2000	1800	871,7797887
3	CUARTO BOMBAS	10	HP	0,9	90	9206,049383	8285,44444	4012,823893
4	CTO AP1	1560	VA	0,9		1560	1404	679,9882352
5	CTO AP2	2680	VA	0,9		2680	2412	1168,184917
6	CTO AP3	4840	VA	0,9		4840	4356	2109,707089
7	CTO AP4	1760	VA	0,9		1760	1584	767,1662141
8	CONTROL ILUM	30000	VA	0,9		30000	27000	13076,69683
9								

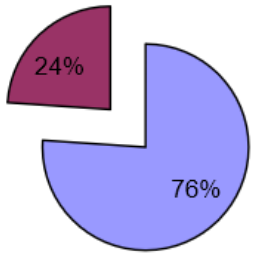
Voltaje del sistema 200 V

Sub Total 51341,44 24865,80

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Total 57046,04 VA

Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA



Uso Reserva

Capacidad del Transformador
75 kVA

76,06% Uso
23,94% Reserva
17,95 kVA Reserva

NOTA: de acuerdo con la carga total de la demanda, se selecciona un transformador trifásico tipo pedestal de 150 KVA.

Se cuentan con cargas de iluminación de pequeña potencia, motores de arranque directo y tomas de pequeña potencia para alimentar equipos varios.

Estas cargas aportan armónicos en pequeña cantidad a la red y hay que tenerlos en cuenta para el cálculo de la carga total. En la norma IEEE519-92, se establecen los límites de armónicos que se pueden aportar a un sistema de potencia.

Con esta información y teniendo en cuenta la carga instalada, la corriente de corto circuito de la red y la corriente máxima de la carga, se procede a calcular el porcentaje de aportes de armónicos a la red teniendo en cuenta la tabla 10.3 de la IEEE519-92.

Nivel de tensión: 13200/220/127V
Carga instalada: 75kva 3F
Fp:0.9
THD: Distorsión Total de voltaje: 5,0%, según tabla XI. IEEE519-92
TDD: Distorsión total demandada: (20<50) 8%, según tabla X. IEEE519-92

Tabla XI. Límites de armónicos de voltaje individuales y totales tomados de la norma IEEE 519/92

Voltaje del barraje en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de voltaje (%)	Distorsión total de voltaje (THD) (%)
Debajo de 69 kV	3	5
69 kV a 137,9 kV	1,5	2,5
Por encima de 138 kV	1	1,5

Con los datos anteriores, y con la tabla X, calculamos el porcentaje de aportes de armónicos a la red, el cual sería menor al 10%. Para nuestro caso tomaremos un porcentaje de distorsión por armónicos de un 8%, el cual aplicaremos en los cálculos de cargas existentes y futuras

Tabla X. Límites de armónicos de corriente individuales y totales tomados de la norma IEEE 519/92

Límites de corriente armónica para cargas no-lineales en el punto de acomplamiento común con otras cargas para voltajes entre 120 a 69.000 voltios						
Máxima distorsión de corriente armónica impar en porcentaje del armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11<17	17<23	23<35	35	TDD
<20	4	2	1,5	0,6	0,3	5
20<50	7	3,5	2,5	1	0,5	8
50<100	10	4,5	4	1,5	0,7	12
100<1000	12	5,5	5	2	1	15
>1000	15	7	6	2,5	1,4	20

Los armónicos, aumentan la corriente del sistema por lo cual hay que dimensionar los conductores teniendo en cuenta este factor al igual que el transformador.

Es importante resaltar que, aunque se calcule el aporte de los armónicos a la red, esto no solucionan el problema de estos, pero si nos ayuda a determinar el dimensionamiento de los conductores y evitar posibles fallas

d. Coordinación de aislamiento eléctrico.

Se parte de que, el nivel básico de aislamiento (BIL) de los elementos: cortacircuitos, fusibles, cables, aisladores, transformador de distribución, etc., se ajusta a los valores y criterios exigidos por RETIE, NTC 2050, Normas del Operador de Red y que el cumplimiento se evidencia a través de los certificados de conformidad de producto que debe ser entregado por los proveedores respectivos.

Valores de referencia para acceder a las normas anteriores: Vmáx. = 15 kV; BIL = 95 kV para media tensión; BIL=10 kV para baja tensión.
Estos niveles de aislamiento deben ser tomados como referencia para todos los equipos que formen parte del sistema de distribución.

Para la instalación de un DPS se debe tener en cuenta que la distancia entre los bornes del mismo y los del equipo a proteger debe ser lo más corta posible (las normas recomiendan máximo 50 cm), de tal manera que la inductancia sea mínima.
En lo que tiene que ver con la escogencia de los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), según IEC71-1 eIEC71-2, e IEEE Std.1313:

Tensión más elevada [kV]	Nivel de aislamiento (BIL)	
	Tensión a frecuencia industrial [kV]	Tensión de impulso tipo rayo [kWp]
0,72	3	-
1,2	6	-
3,6	10	40
7,2	20	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

• Mayor tensión para el equipo, según la Tabla 2 de la Norma IEC71-1, Standard Insulation Voltage Levels for Range I: Um = 17,5 kV

• Tensión continúa de operación:

$$COV = \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{17{,}5\ kV}{\sqrt{3}} = 10{,}10\ kV$$

•Factor de falla a tierra, ke = 1,4 para sistema sólidamente puesto a tierra.

• Sobretensión temporal: TOV = ke∗ COV = 14,14 kV

• Tensión según el factor de diseño del fabricante (Ko, que normalmente vale 0,8):

$$R_0 = \frac{COV}{K_0} = \frac{10{,}10\ kV}{0{,}8} = 12{,}63\ kV$$

• Tensión según la capacidad del descargador contra las sobretensiones Temporales (Kt = 1,15) para un tiempo de despeje de la falla de 1 s:

$$R_e = \frac{TOV}{K_t} = \frac{14{,}14\ kV}{1{,}15}$$

Re = 12,30 kV

• Se toma el valor mayor entre Ro y Re: 12,63 kV.

• El factor de seguridad para sistemas menores de 100 kV es del 0%, por lo tanto, se toma el DPS con una tensión de 15 kV.

La NTC 2050 (Sección 230-95), recomienda que se emplee protección de falla atierra solo para dispositivos de desconexión de 1000 A o más, cuando la tensión a tierra supere los 150 V.

Todos los elementos y componentes a emplearse en baja tensión: $VL{-}L{<}\ 1\ kV$, se exigirán con tensiones nominales, de operación máxima adecuadas y certificados.

Por normas del operador de red (Proyecto Tipo: Líneas Eléctricas Aéreas M.T. Sin Neutro, NORMATIVA AIRE), en líneas del nivel de media tensión a 13.2 kV, el aislamiento se realizará mediante cadenas de amarre de material compuesto para ángulos fuertes, anclajes y finales de línea; y aisladores tipo poste para alineaciones y pequeños ángulos.

En la siguiente tabla se definen los aisladores a utilizar según el nivel de contaminación y de tensión de 13.2 kV.

Tabla 1 - Aislamiento de acuerdo con los Niveles de contaminación para 13,2 kV

Tipo	Descripción	Denominación	Nivel de Contaminación
Tipo poste	Aislador porcelano Line post	ANSI 57-1	Contaminación Normal (1)
	Aislador Compuesto Híbrido	PH-13,2	Altamente contaminado (2)
Tipo cadena	Aislador Compuesto Tipo cadena	ANSI DS15	Contaminación Normal (1)
		ANSI DS28	Altamente contaminado (2)

En el caso de las redes de distribución del nivel de media tensión a 13.2 kV, la tensión más elevada corresponde a 15 kV, la separación mínima entre conductores soportados en la misma estructura es de 35 cm, según establece el numeral 13.3 del RETIE. La separación entre conductores para los tramos de red primaria hasta 200 metros debe ser 70 centímetros:

En la siguiente tabla se especifican los niveles de aislamiento que deben cumplir como mínimo las bornas de M.T. y de B.T de los transformadores trifásicos.

Transformadores monofásicos y trifásicos			
Características eléctricas de las bornas del transformador	13.2 kV	34.5 kV	BT
Tensión soportada a impulso tipo rayo BIL primaria (kV)	95	150-170	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	35	80	10
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia, 1 min (kV)	30	75	6
Línea de fuga mínima (mm)	≥ 430	≥ 1069	-

BIL (kV) (estándar 1.5x 40 µs)		
Voltaje de operación kV	BIL para Redes distribución	BIL para S/E y líneas de transmisión
1.2	30	45
2.5	45	60
5	60	75
8.7	75	95
15	95	110
23	110	150
34.5	150	200
46	200	250
69	250	350

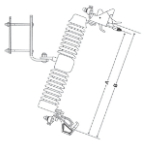
Fuente: National Electric Safety Code NESC

e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.

INTENSIDAD DE MT TRAFO TRIFASICO DE 75 [KVA].

$$\boldsymbol{I_{MT} = \frac{KVA}{(KVMT)}}$$

$$I_{MT} = \frac{75000\ VA}{(13200V)}/\sqrt{3}$$



$$I_{MT} = 3{,}28\ [A]$$

Para la protección por media tensión, se utilizan 3 fusibles tipo D (VS), 3 [A], Rango de disparo de 200% 15[KV], 3 cortacircuitos con fusibles de expulsión y 3 DPS poliméricos tipo distribución de 15[KV].

Iimp = 12kA 10/350 por polo: Recomendado para el sector industrial y aquellas estructuras residenciales y comerciales de gran altura. Protegen contra rayos con magnitudes de hasta 100kA. De acuerdo con la IEC el 97% de los rayos esperados es menor a 100Ka y de acuerdo a la IEC el 80% de los rayos esperados es menor a 56kA.

f. Análisis del nivel tensión requerido.

Análisis del nivel tensión requerido es de 13,2 KV.
Con base al TÍTULO 9 – CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN del RETIE, la instalación eléctrica objeto del presente proyecto se asocia al nivel de media tensión MT, voltaje comprendido entre 1 KV y 57.5KV.

g. Cálculos de campos electromagnéticos.
NO APLICA.

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

De acuerdo con la carga aparente proyectada (Numeral **c.**) y futuras ampliaciones proyectadas se usará el trasformador trifásico de 150 KVA.

Sin embargo, los cálculos fueron ajustados siguiendo los criterios de la norma ANSI/IEEE C57.110, la cual establece la metodología para evaluar la capacidad del transformador ante la presencia de corrientes armónicas. Este ajuste permitió considerar los efectos térmicos adicionales y determinar una carga admisible más precisa, asegurando una operación confiable y dentro de los límites térmicos recomendados.

Nivel de tensión: 13200/220/127V
Icc: 7970A
Carga instalada: 75Kva 3F
Fp: 0,9
In de la carga:492,06 (línea)
Icc/In (Isc/IL) = 16,1972
THD: Distorsión Total de voltaje: 5,0%, según tabla XI. IEEE519-92
TDD: Distorsión total demandada: (20<50) 8%, según tabla X. IEEE519-92

i. Sistema de puesta a tierra.

El procedimiento de medición que se describe a continuación emplea el método Wenner aceptado. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.)

Se colocan en el terreno cuatro picas en línea recta equidistantes entre ellas. La distancia entre las picas debe ser al menos el triple que el valor de profundidad de la pica. Por lo tanto, si la profundidad de cada pica es de 30 cm, asegúrese de que la distancia entre las picas es como mínimo de 91 cm. se genera una corriente conocida a través de las dos picas exteriores y se mide la caída en el potencial de tensión entre las dos picas interiores. Mediante la Ley de Ohm (V = IR), el aparato calcula de forma automática la resistividad del terreno.

Del TÍTULO 12 – SISTEMA DE PUESTA A TIERRA del RETIE se establecen lo valores de referencia de resistencia de puesta a tierra para el punto neutro de acometida en baja tensión en un valor maximo de resositencia de 25 Ω:

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA
IEEE - 80

Datos del Suelo

ρ	23,64	Ohm/m	*(resistividad del suelo)*
ρ_s	2500	Ohm/m	*(resistividad superficial)*
h_s	0,102	m	*(Profundidad de la capa superficial)*

Geometría de la malla

Ver Diagrama

Largo (X):	5	m		Cantidad de varillas:	4	
Ancho (Y):	5	m		Largo:	2,4	m
Área:	25	m^2		Con varillas en las esquinas		
Espacio Vertical (Ey)	5	m	D	LR:	9,6	m
Espacio Horizontal (Ex)	5	m	D			
Conductores verticales:	2					
Conductores Horizontales:	2					
Lc:	20	m (Longitud total de la malla)		**Lm:**	**38,86**	**m**
h:	0,50	m (Profundidad de la malla)		Lt:	29,60	m

Parámetros eléctricos

Ts: 0,05 s (Tiempo de duración de la falla)

3I0 = 3x1152 = 3456,00 A (3XI0 Corriente de falla)

Calcular

Conductor de la malla

Tipo:	Cobre Puro	
Conductividad:	100 % respecto al cobre puro	*IEEE 80-2000 Sec 11.3 Tabla 1 Con temperatura de referencia 20ºC*
Factor αr:	0,00393 @20ºC [1/ºC]	
K0 a 0ºC:	234	
Tm:	1083 [ºC] (Temperatura de fusion)	
pr a 20ºC:	1,72 [μΩ·cm]	
TCAP:	3,42 [J/cm3·ºC] Capacidad termica	
Tipo de Union:	Soldada	
Temp Max de la Union:	450 ºC	
Ta:	40 ºC (temperatura ambiente)	
Akcmil:	5,41 kcmil	*Características mínimas del conductor de tierra*
Area minima:	2,74 mm2	
Diámetro mínimo:	0,0019 mm	
Conductor de diseño:	1/0 AWG	
área:	53,48 mm2	
diámetro:	0,0083 mm	

Factores de paso y toque

K:	-0,98	(factor de reflexión)
Cs:	0,70	(factor de reducción)
Peso de la persona:	70 kg	
Es:	8040,45 V	(Voltaje de paso Max, para el peso indicado)
Et:	2536,71 V	(Voltaje de toque Max)

Resistencia de la malla

Rg: 2,59 Ω (Resistencia de la malla)

Corriente de Malla

IG: 2,90 kA

Calcular

Incremento de potencial

GPR: 7494,45 V (Incremento de potencial en la malla)

Voltaje de malla

Em: 1622,77 V (Voltaje de la malla en falla)

Voltaje de paso

Es: 1068,14 V

El Diseño cumple con la norma

Artículo 3.12.3. Valores de referencia de resistencia de puesta a tierra

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 3.12.3.a., adoptados de las normas técnicas **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** Segunda Actualización y **NTC 4552-1**. El cumplimiento de estos valores no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen la establecidas en el presente reglamento.

Tabla 3.12.3. a. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Fuente: Adaptada de las normas ANSI/IEEE 80, NTC 2050 Segunda Actualización y NTC 4552-1.

Para la acometida principal se selecciona un conductor de puesta a tierra en cobre calibre 2 AWG; para 1/0, para los alimentadores un cable cobre calibre 6 y 8; y para los circuitos de salidas de tomacorrientes y salidas iluminación se selecciona un conductor calibre 12. Las protecciones seleccionadas serán de 250A, 70A, 50A, 40A, 30A y 20A respectivamente.

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierr 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 *	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	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

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

Calculo de Acometidas o alimentadores en Conductores de Cobre en Ducto		
Parámetros Básicos para el Calculo		
NOMBRE DEL PROYECTO: PATINOSROMO PAILITAS		
DESCRIPCION	Valor	Unidad
Carga a Concectar	75	Kva
Factor de Potencia de la carga	0,90	
Carga total en Kva	75,0	Kva
Temperatura Ambiente	31-35	º C
Factor de Seguridad del Conductor exigido por NTC 2050	25%	
Tipo de Sistema	3Ø(3Ø-3H y 3Ø-4H)	
Tensión de Alimentación	220 Voltios LL	
Corriente nominal calculada	197	Amperios
Corriente para Calculo del Conductor (Factor de seguridad)	246	Amperios
Corriente por Hilo de cada fase con factor de seguridad	123	Amperios
Tipo de conductor a utilizar	**CONDUCTOR**	
Calibre Conductores Calculado por el criterio de Carga		
Conductor de Fase **THWN/THHN** o THW en ducto (Rateados a 75°C)	2/0 AWG	202,68
Número de Hilos por fase	2	
Conductor de proteccion o Hilo de tierra **(Alimentadores o ramales)** Tabla 250-95	6 AWG	13.29 mm²
Calibre Conductor del Electrodo de puesta a tierra (Solo para acometidas)		
Calibre de la Acometida **(El minimo calibre es el # 2 AWG)**	1/0 AWG	
Area total de los conductores de acometida	107	**mm²**
Conductor del electrodo de puesta a tierra (Acometidas) Tabla 250-94	4 AWG	
Comprobación por el Criterio de Regulación		
Calibre escogido para comprobacion por Regulación	107.21 mm² (4/0 AWG)	
Longitud Total del Conductor	150	Metros
Momento Eléctrico	11250	Kva-metro
Constante de Regulación	0,2242	
Caída de Tensión entre bornes y carga	2,52	%
Comprobación por el Criterio de Pérdidas		
Calibre escogido	107.21 mm² (4/0 AWG)	
Tarifa pagada por energía	980	$/Kwhr
Costo del Conductor por Kgr de peso	15000	$ / Kgr
Tiempo de Servicio del Conductor	2167	Horas / Año
Interes corriente % Anual Efectivo	30%	
% Carga estimado en el conductor	56%	
Corriente de Trabajo promedia del Conductor	137,76	Amperios
Cumple por Pérdidas ?	**Si**	
Comprobación por el Criterio de Corto Circuito		
Corriente de corto circuito en el punto de instalacion	1,474	Kamperios
Tiempo de duracion de la falla en Segundos	0,2	
Temperatura máxima en condiciones de Corto sin dañar el aislamiento	220	°C
Area minima calculada para estas condiciones	0	mm²
Cumple por Cortocircuito?	**CUMPLE**	

k. Especificación 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 u otra equivalente.

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito			Formula Aplicada
Calibre del Cable:	4/0		$I_{cc} = A\sqrt{\frac{0,0297 \log\left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234}\right]}{t}}$
Área:	211600	CMIL	
Frecuencia:	60	Hz	Donde:
Duración del Corto C:	6	Ciclos	
	0,10	Seg	*Icc:* Corriente de Corto Circuito
Temp. De Operación:	60	ºC	*A:* Área del Conductor en MCM
Temp. Max Corto C:	250	ºC	*t:* Tiempo de Corto Circuito en seg.
			T1: Temperatura de operación del cable
Corriente de CC:	53,66 kA		*T2:* Temperatura Max. De Corto Circuito
			Fuente: Okonite

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia:	75	kVA			
Voltaje en lado de falla (V2):	0,22	kV	V1:	13,2	kV
Voltaje de corto circuito %:	4	*Tabla T1*			
Ra:	5,8626248	Ohm	Rr	0,00162851	Ohm reflejada
Xa:	29,7106642	Ohm	Xr	0,00825296	Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que: $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$ Z del transformador

Por lo tanto: Zt = 25,81333333 mΩ

Se tiene que: $X_t \approx Z_t$ X del transformador

Por lo tanto: Xt = 25,81333333 mΩ Xr =8,252mΩ

Se tiene que: $R_t \approx 0{,}20 \times X_t$ R del transformador

Por lo tanto: Rt = 5,162666667 mΩ Rr =1,628mΩ

Luego: $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0{,}20$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ Zt = 34,74 mΩ

Se tiene que: $I_{cc,sim} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto: Icc, sim = **3,66** **kA simetricos**

Luego tenemos que: K = 1,54 , para $\frac{R_t}{X_t} = 0{,}20$ *(IEC 60909)*

$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc,sim}$

Finalmente: Icc = 7,97 kA asimetricos

Basado en la norma UTE C 15-105 y IEC 60 909.

ANALISIS CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO						
N°	Punto de la instalación	Calibre del cable	Icc máx. posible	capacidad máx. cable	Icu interruptor	Tiempo de duración
1	ACOMETIDA	4/0	7,97 KA	**53,66 KA**	25 KA	100 ms

Fórmula empleada para corriente de corto máxima posible teniendo en cuenta la capacidad del cable y los tiempos de despeje de la falla.

$$Icc = A * \sqrt{\frac{0,0297 * log\left[\frac{T_{2+\lambda}}{T_{1+\lambda}}\right]}{t}}$$

***A**: Área del conductor en mm^2 (8,37 mm^2 cable calibre 8)*
***λ** :234 para cobre y 228 para aluminio.*
***t**: tiempo de duración del corto circuito en segundos.*
T_1 *: Máxima temperatura de operación °C.*
T_2 *: Máxima temperatura permisible de corto circuito °C*

I. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción y soporte de redes de transmisión, de distribución, subestaciones y centrales de generación.

Datos de la Red:

CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS MT															
No. Apoyo	Tipo de apoyo	Canton	Conductor	Tipo Tense	Trafo 1	X	Y	Z	h/CR	Origen	Tipo de Cimentacion	Tipo de Terreno	# Perfor	Tipo de Armado	No. Fases
EPP01	FL	MT	ACSR 1/0	NOR	75.0 KVA	0,00	0,00	0,00	12/1050	N	Cilindrica	Terreno duro	1	Horizontal	TRIFASICO

Cálculos mecánicos De Conductores:

VANOS IDEALES DE REGULACIÓN DEL CONDUCTOR MT										
Cantón No.	Apoyo inicial	Apoyo final	Longitud cantón (m)	Vano regulación (m)	Tense de flecha máxima	Tense de flecha mínima	Flecha máxima (m)	Flecha mínima (m)	Parámetro flecha máxima (mm)	Parámetro flecha mínima (mm)
1	EPEA	EPP01	12,00	12,00	17,62	160,48	0,22	0,02	83,20	757,60

CALCULO DE EOLOVANOS Y GRAVIVANOS					
No. Apoyo	Canton	Conductor	Eolovano (m)	Gravivano HV (m)	Gravivano Fmin (m)
EPP01	MT	ACSR 1/0	6,00	6,00	6,00

Cálculos mecánicos De Postes Autosoportados:

CALCULO DEL POSTE AUTOSOPORTADO					
No. Apoyo	Poste h/CR	Angulo Beta	Armado	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)
EPP01	12/1050	0,00	FL	12,00	0,00

ESFUERZOS EQUIVALENTES EN LOS APOYOS - TODOS LOS ESFUERZOS										
No. Apoyo	FTVP	FTVC	FTVE	FTEC	FTEE	FLEE	FLTC	FVC	FVE	FVA
EPP01	43,28	2,28	5,28	1,88	34,47	34,47	358,91	4,44	426,59	16,82

ANALISIS DE HIPOTESIS NORMALES						
No. Apoyo	FHR	C.R.	C.S.(2.5)	FVR	E.V.U.	C.S.(1.2)
EPP01	402,93	1029,00	2,55	447,86	24318,21	54,30

ANALISIS DE HIPOTESIS ANORMALES									
No. Apoyo	Fl	C.R.	C.S.(1.5)	Mr	MUt	C.S.(1.5)	FVR	E.V.U.	C.S.(1.2)
EPP01	-	1029,00	-	192,05	891,00	4,64	447,86	24318,21	54,30

Los esfuerzos a considerar debidos al peso propio y al viento sobre el propio CT se origina de una carga vertical y simultáneamente un esfuerzo por excentricidad. En la Tabla11 se muestran los pesos propios de los transformadores más comunes. Esta carga vertical se requiere para el dimensionamiento del poste.

$$F_{TEE}^{*} = F_{LEE}^{*} = L_E * P_E * \frac{1}{h_N}$$

Donde:

F^*_{TEE}: Esfuerzo transversal equivalente por excentricidad del peso propio del CT (daN)
F^*_{LEE}: Esfuerzo longitudinal equivalente por excentricidad del peso propio del CT (daN)
P_E: Peso propio del CT (daN)
L_E: Distancia horizontal del centro de gravedad del equipo al eje del poste (m).
h_N: Altura donde está referido el esfuerzo nominal del poste (Altura libre menos 0,2 m)

Figura 4 - F^*_{TEE}

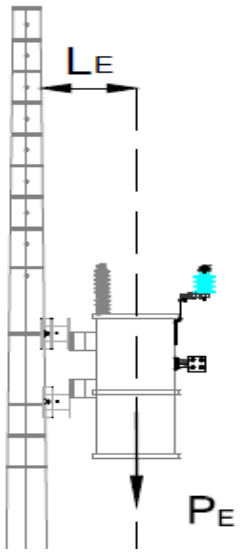


Tabla 11 - Peso propio CT y esfuerzo horizontal EQUIVALENTE por excentricidad del peso propio

Tipo de CT	Peso propio (daN)	F^*_{TEE} ó F^*_{LEE} (daN)
Monofásico 10 kVA y 13,2 kV	88,29	3,53
Monofásico 25 kVA y 13,2 kV	147,15	5,89
Monofásico 50 kVA y 13,2 kV	255,06	12,12
Monofásico 75 kVA y 13,2 kV	367,88	20,78
Trifásico 75 kVA y 13,2 kV	426,74	26,24
Trifásico 112,5 kVA y 13,2 kV	564,08	34,69

Los pesos de los transformadores se estimaron para efectos de cálculo.

Tabla 12 - Esfuerzo equivalente por viento sobre CT

Tipo CT	Esfuerzo EQUIVALENTE por viento sobre CT (daN)					
	Zona A		Zona B		Zona C	
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Monofásico hasta 75 kVA y 13,2 kV	48,96	31,53	28,97	17,72	18,55	12,32
Trifásico 112,5 kVA y 13,2 kV	100,45	64,69	59,44	36,36	38,06	25,28

Nota: Se ha considerado el caso más desfavorable (poste de 14 m) y un valor de h_E de 10,30 m (según B2.5 del Proyecto Tipo de Líneas aéreas de MT)

Para el amarre y soporte del transformador al poste se utilizarán abrazaderas galvanizadas de 50.8 mm (2") x 6.4 mm (1/4") y de 200, 220 o 250 mm de diámetro, dependiendo del tipo de poste y según la correspondiente Especificación Técnica.

En la Tabla 1 se muestran las abrazaderas a utilizar de acuerdo a la altura de instalación sobre cada tipo de poste.

Tabla 1 - Utilización de Abrazaderas para CT.

Altura de instalación de la abrazadera (distancia desde la cima en metros)	TIPO DE POSTE					
	11/12-500 / 11/12-735	11/12-1030	11/12-1324	14-735	14-1030	14-1324
2,5	C 200 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 200 mm	C 220 mm	C 220 mm
3	C 200 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 220 mm
3,5	C 200 mm	C 220 mm	C 250 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 250 mm
4	C 200 mm	C 220 mm	C 250 mm	C 220 mm	C 220 mm	C 250 mm

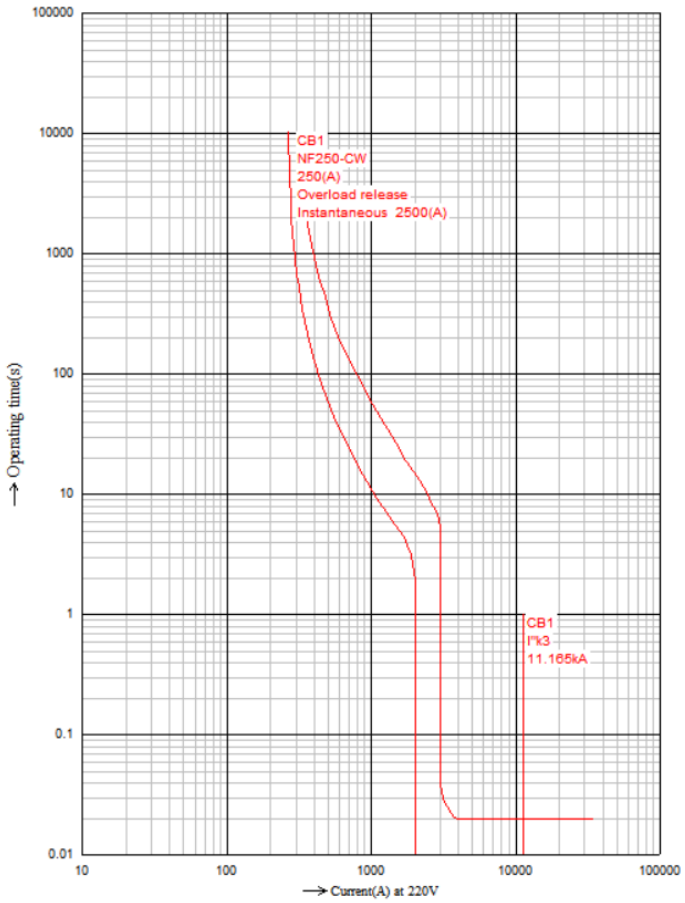
Cálculo de cimentaciones:

CÁLCULO DE CIMENTACIONES													
Apoyo	Cimentacion	d (m)	h (m)	Vol Excav (m3)	Vol Horm (m3)	Mv (daN.m)	Me (daN.m)	C.S.	C.S. lim	Sigma Contacto (daN/m2)	Sigma Admisible (daN/m2)	Dif sigma	Origen
EPP01	Cilindrica	0,50	1,80	0,35	0,16	4593,41	9183,81	2,00	1,50	9437,63	15000,00	5562,37	N

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

La protección principal de cable 4/0 será un interruptor de 3x250A, con Icu=25KA, para los alimentadores se usará protección de 3x50A, 3x40, 2x40, 2x30, y para la protección de los circuitos

ramales se utilizarán breakers de 1x20A, 2x20A para circuito de iluminación y circuito tomacorriente.



PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS							
N°	Descripción	Carga	Unidad	In (A)	FS=1,25	Icu interruptor	Icu
1	ACOMETIDA PRINCIPAL	75000	VA	460	125%	3X250	25 kA
2	TAB CUARTO ELEC	28,41	VA	40	125%	2X40	10 kA
2	TAB TAQUILLA	17,05	VA	55	125%	2X40	10 kA
4	TAB CUARTO BOMBAS	30,20	HP	70	125%	3X70	10 kA
5	CTO AP1	5,12	VA	55	125%	3X40	10 kA
6	CTO AP2	8,79	VA	55	125%	3X40	10 kA
	CTO AP3	15,88	VA	55	125%	3X40	10 kA
	CTO AP4	5,77	VA	55	125%	3X40	10 kA
7	CONTROL ILUMIANCIÓN	117,44	VA	150	125%	3X125	10 kA

n. Cálculos de canalizaciones (tubos, ductos, canales y electroductos), bandejas portacables y volumen de encerramientos (cajas, conduletas, armarios, etc.)

Acometida Principal:

Ocupacion de ductos

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4/0	THW 600 V	8	17,46	239,43	1915,44

Area Total **1915,44** **mm2**

Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A

Diametro: 4 Pulgadas

Diametro** 106,6 mm

Diámetro mínimo recomendado **4 "**

Area Total **8924,92 mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **21,46%**

CIRCUITOS DUCTOS ALIMENTADORES:

Se aplica para los ductos de las luminarias, tomacorrientes y aires acondicionados con tubería ¾" PVC y EMT ¾" y 1" para cables calibre #12, #10 y #8:

Cables THHN/THWN

Cantidad de conductores admisibles en tubería CONDUIT PVC - Cables THHN y THWN (NTC 2050 Tabla C 11)

Calibre AWG o kcmil	Tamaño comercial (Pulgadas / mm)																			
	1/2		3/4		1		1 1/4		1 1/2		2		2 1/2		3		3 1/2		4	
	16		21		27		35		41		53		63		78		91		103	
	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW	THHN	THW
14	16	11	27	18	44	31	73	51	96	67	150	105	225	157	338	235	441	307	566	395
12	11	THHN THWN	19	14	32	24	53	39	70	51	109	80	164	120	246	181	321	236	412	303
10	7	6	12	10	20	18	33	29	44	38	69	60	103	89	155	135	202	176	260	226
8	4	3	7	6	12	10	19	16	25	21	40	33	59	50	89	75	117	98	150	125
6	3	1	5	3	8	6	14	9	18	13	28	20	43	30	64	45	84	59	108	75
4	1	1	3	2	5	4	8	7	11	9	17	15	26	22	39	33	52	44	66	56
2	1	1	1	1	3	3	6	5	8	7	12	11	19	16	28	24	37	32	47	41
1	1	1	1	1	2	1	4	3	6	5	9	7	14	11	21	17	27	22	35	29
1/0	1	1	1	1	2	1	4	3	5	4	8	6	11	10	17	14	23	19	29	24
2/0	1	-	1	1	1	1	3	2	4	3	6	5	10	8	14	12	19	16	24	21
3/0	-	-	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	8	7	12	10	16	13	20	17
4/0	-	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	6	6	10	9	13	11	17	14
250	-	-	1	-	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	8	7	10	9	14	12
300	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	7	6	9	8	12	10
350	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2	4	3	6	5	8	7	10	9
400	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	5	5	7	6	9	8
500	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	1	1	3	2	4	4	6	5	7	7
600	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	5	4	6	5

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

Los armónicos son creados por las cargas no lineales presentes en la instalación, en este proyecto, las características propias de los aparatos y elementos eléctricos a instalar no son suficientemente

significativas para tenerlas en cuenta, pero se manejará un límite de armónicos menor a 11 y la relación de corrientes menor a 20, por la que distorsión armónica dada la table IEEE519 será de 5%.

RELACIÓN: I_{SC} / I_L	LIMITES PARA COMPONENTES ARMÓNICAS IMPARES EN % DE I_L					DISTORSIÓN DE DEMANDA TOTAL EN % (%TDD)
	Armónicas < 11	Armónicas 11 a 16	Armónicas 17 a 22	Armónicas 23 a 34	Armónicas > 34	
I_{SC} / I_L < 20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < I_{SC} / I_L < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < I_{SC} / I_L < 100	10.0	4.0	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < I_{SC} / I_L < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
I_{SC} / I_L > 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

p. Cálculos de regulación de tensión.

Para la acometida en baja tensión se empleará cable calibre 2 cobre, en el cuadro anexo se hace el ajuste correspondiente al conductor según la tabla 310.16. (factor=0,94).

Calculo de Alimentador

Proyecto:	PATINODROMO PAILITAS										
Instalacion:	PATINODROMO PAILITAS										
Equipo / Alimentador:	75 KVA							Identificador del cable:	ACOMETIDA PRINCIPAL		
Datos de la carga											
Carga / Unidad	Tension [V]	Fases	Factor de P.	% Eficiencia (solo motor)	S [VA]	P [W]	Q [VAR]	Corriente [A]	θ [grados]	Cos(θ)	Sen(θ)
75,00 k VA	220	3	0,9	90	75,00 k	67,50 k	32,69 k	196,82	25,84	0,9	0,44
CANALIZACION/CONDUCTOR/AMBIENTE											
Tipo:	Conductores aislados por Ducto		Material:	PVC		Tabla del CEN:	310.16		Cond. Activos por ducto:	1-3	
Tip. aislante:	THW	Tip. Cable: Monopolar	Temp. de Operación ºC:	75		Material:	Cobre		% de derrateo :	0	
T. Aislante [V]:	600	T. Amb. ºC: 31-35	FD. conductor Activo (%):	125		FD. conductor Neutro(%):	125		FD. conductor Tierra (%):	100	
Dimensionamiento por Ampacidad											
C. Ajustada de Fase [A]:	246,03	C. Ajustada de Neutro [A]:	246,03	C. Ajustada de Tierra [A]:	196,82	Derrateo por temperatura CEN:	0,94				
Calibre Conductor Activo:	**4/0** AWG	Capacidad Nominal [A]:	230	Conductores x fase:	2	**Corriente Ajustada del conductor activo [A]**	**432,40**				
Calibre Conductor Neutro:	**4/0** AWG	Capacidad Nominal [A]:	230	Conductores x neutro:	2						
Calibre Conductor Tierra:	**1/0** AWG	Capacidad Nominal [A]:	150	Conductores x tierra:	1						
Dimensionamiento por caida de tension											
Longitud del alimentador:	**150** m	Resistencia:	0,203000 Ω/km	Reactancia:	0,135000 Ω/km	Regulacion Max %:	3				
r ajustado: 1,02E-04 ,		$k=\frac{(r\times\cos\theta+x\times sen\theta)}{5\times kV^2}$ Monofasico	$k=\frac{(r\times\cos\theta+x\times sen\theta)}{10\times kV^2}$ Trifasico	$\Delta V(\%)=(kVA\times m)\times k$		V. de regulacion [V]	213,8	**% de Regulacion**	**2,81**		
X ajustado: 6,75E-05 Ω/m											
Frecuencia: 60 Hz											

Resumen de Alimentadores

Proyecto:	PATINODROMO PAILITAS
Instalacion:	75 KVA

Cálculo por Capacidad								Cálculo por caída de Tensión		
TAG. Del Alimentador (Tablero que alimenta)	Corriente de diseño (A)	Calibre conductores de Fase	Capacidad nominal del cable (A)	Factor de Ajuste "F"	Capacidad real del cable (A)	Calibre conductor de neutro	Calibre conductor de puesta a tierra	Longitud del Alimentador (m)	Parámetros R y X del conductor seleccionado (Ω/m)	Caída de tensión (%)
ACOMETIDA PRINCIPAL	246,03	6#4/0 AWG	230	0,94	216,2	2#4/0 AWG	1#1/0 AWG	140	R=0,0001015 X=0,0000675	2,62
TABLERO CUARTO ELECTRICO	28,41	2#8 AWG	40	0,91	36,4	1#8 AWG	1#8 AWG	10	R=0,00256 X=0,000171	0,49
TABLERO GARITA	17,05	2#6 AWG	55	0,91	50,05	1#6 AWG	1#8 AWG	150	R=0,00161 X=0,000167	2,83
CUARTO BOMBAS	30,20	3#4 AWG	70	0,91	63,7	1#4 AWG	1#6 AWG	150	R=0,00102 X=0,000157	2,81
CTO AP1	5,12	3#4 AWG	55	0,91	50,05	1#4 AWG	1#8 AWG	320	R=0,00102 X=0,000157	1,02
CTO AP2	8,79	3#4 AWG	55	0,91	50,05	1#4 AWG	1#8 AWG	280	R=0,00102 X=0,000157	1,53
CTO AP3	15,88	3#4 AWG	55	0,91	50,05	1#4 AWG	1#8 AWG	380	R=0,00102 X=0,000157	3,00
CTO AP4	5,77	3#4 AWG	55	0,91	50,05	1#4 AWG	1#8 AWG	450	R=0,00102 X=0,000157	1,61
CONTROL DE ILUMINACION	117,44	3#1/0 AWG	150	0,94	141	1#1/0 AWG	1#6 AWG	10	R=0,00039 X=0,000144	0,36

q. Áreas clasificadas como peligrosas.
NO APLICA.

r. Diagramas unifilares.
Los diagramas unifilares van anexos en el Plano eléctrico:
PLANO ELECTRICO PATINODROMO PAILITAS.dwg

s. Planos eléctricos para construcción.
Se anexan planos eléctricos:
PLANO ELECTRICO PATINODROMO PAILITAS.dwg

t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
Se anexa documento con especificaciones técnicas correspondientes:
ESPECIFICACIONES TECNICAS PATINODROMO PAILITAS.

u. Distancias de seguridad o servidumbre requeridas.

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones serán las establecidas en la Tabla anexa según RETIE y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 5. Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de IEC 60364, para tensiones mayores de 1 kV, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la Norma IEC 61936 -1

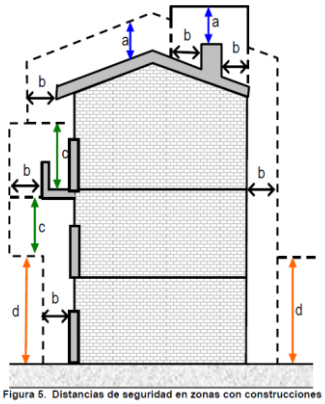


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

TABLA DISTANCIAS MÍNIMAS DESEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES			
Descripción	Tensión nominal entre fases en KV	Distancia (m)	Condición
Distancia 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 (Figura 5).	44/34,5/33	3,8	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8	NO APLICA
	<1	0,45	NO APLICA
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5)	115/110	2,8	NO APLICA
	66/57,5	2,5	NO APLICA

	44/34,5/33	2,3	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3	**CUMPLE**
	<1	1,7	**CUMPLE**
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5)	44/34,5/33	4,1	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1	NO APLICA
	<1	3,5	NO APLICA
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	500	8,6	NO APLICA
	230/220	6,8	NO APLICA
	115/110	6,1	NO APLICA
	66/57,5	5,8	NO APLICA
	44/34,5/33	5,6	NO APLICA
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6	**CUMPLE**
	<1	5	**CUMPLE**

v. Justificación de desviaciones técnicas cuando sea estrictamente necesarias, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

NO APLICA.

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.

x. Selección, cálculo y especificación de equipos de generación de energía convencionales y no convencionales.

NO APLICA.

ING. LUIS FELIPE SANCHEZ LLANOS
M.P. AT205-41653