

MEMORIAS DE CALCULO

DISEÑO DEL PROYECTO
COLEGIO GAMARRA

PROYECTISTA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'LFL' with a stylized flourish.

LUIS FELIPE SANCHEZ LLANOS
M.P. AT205-41653

JULIO DEL 2026

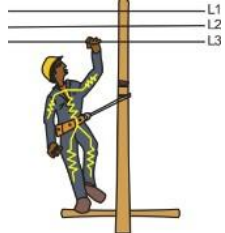
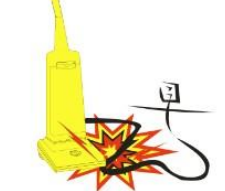
INDICE

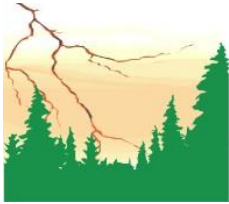
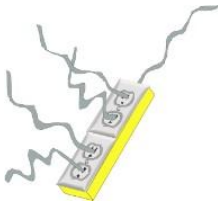
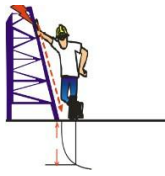
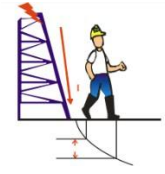
1. Memoria de cálculo

- 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 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 de 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 mantenimientos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas adecuadas 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 como hospitales y aeropuertos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática
	CONTACTO DIRECTO POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, 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, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	ELECTRICIDAD ESTÁTICA POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y 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: Fallos 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 de distancias de seguridad. MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, 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 POR ARCO ELÉCTRICO										
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de Baja tensión se pueden presentar electrocución 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				
CONSECUENCIAS	En personas	económicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	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
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento o 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 instalación 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				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	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 (>3da)	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 electrocucion 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	☒	REAL ☐			Frecuencia					
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	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 o 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 técnicas y conexiones flojas.										
MEDIDAS DE PROTECCION: Usar interruptores 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				
CONSECUENCIAS	En personas	economicas	Ambientales	en la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la empresa	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 desarrolle 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.

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 N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

FRECUENCIA ESPERADA

Ng - Densidad de impactos sobre el terreno

según la posición en el mapa toma un valor de:

3 impactos/año,km²

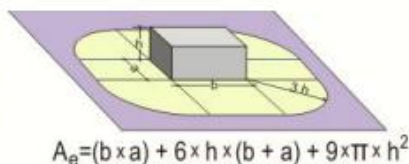
Ae - Área de captura equivalente del edificio

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 $A_e = 21.191 \text{ m}^2$

C1 - Coeficiente según Situación del edificio

- Rodeado de edificios más bajos, $C_1 = 0.75$

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

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4552 (Primera actualización)



Frecuencia esperada $N_e = 0,04768$

RIESGO ADMISIBLE

C2 - Coeficiente en función del tipo de construcción

- Estructura de hormigón y una Cubierta metálica $C_2 = 1$

C3 - Coeficiente en función del contenido del edificio

- Otros contenidos, $C_3 = 1$

C4 - Coeficiente en función del uso del edificio

- Resto de edificios, $C_4 = 1$

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

- Resto de edificios, $C_5 = 1$

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

Riesgo admisible $N_a = 0,00550$

RESULTADO

Frecuencia esperada mayor que el riesgo admisible, $N_e(0,04768) > N_a(0,00550)$

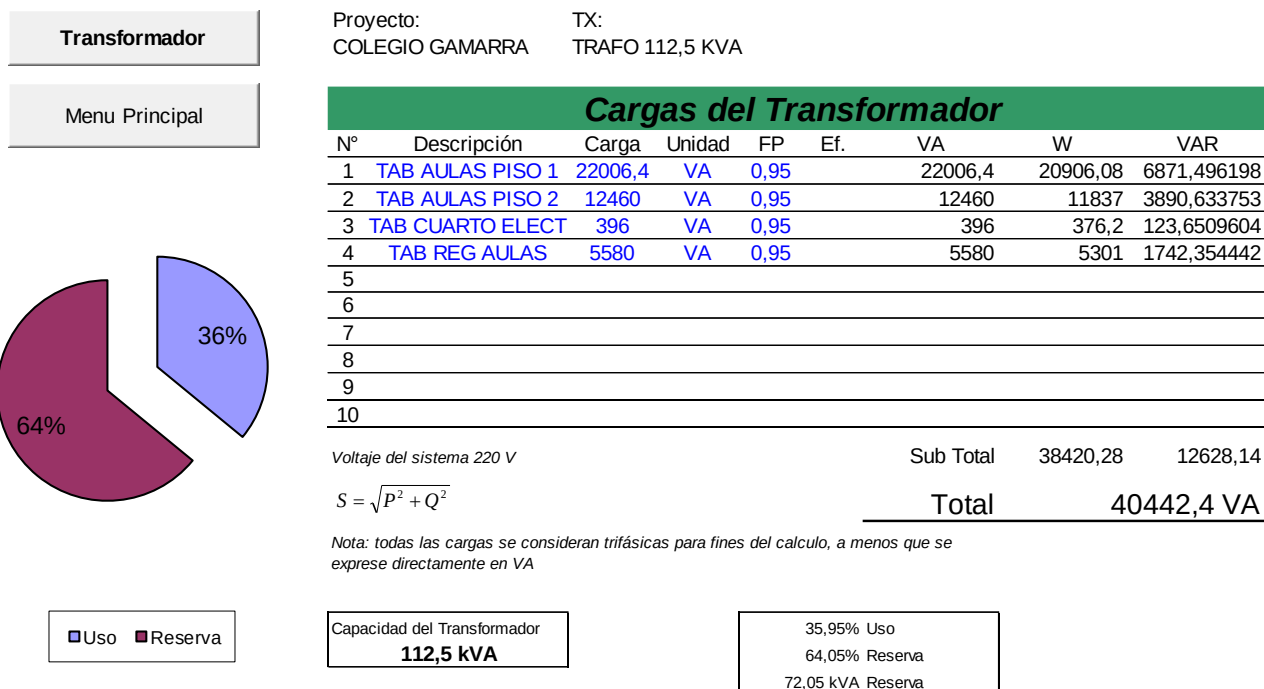
ES NECESARIO LA INSTALACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION CONTRA EL RAYO

E = 0,88

0,80 < E < 0,95 Nivel de protección 3

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

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



Para nuestro caso tenemos que las cargas son de iluminación con tecnología led, ventiladores, tomacorrientes.

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.

Partiendo de esta información considerando la carga instalada, la corriente de cortocircuito de la red, la corriente máxima de la carga se procede a calcular el porcentaje de armónicos que se aporta a la red teniendo en cuenta las tablas y gráfica del IEEE519-92.

Nivel de tensión: 13200/220/127V

Carga instalada: 112,5kVA 3F

Fp:0.95

In de la carga: 369,04

Icc/In (Isc/IL) = 8,65

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

- Cuadros de Carga

TD-AULAS PISO 1:

TABLERO AULAS PISO 1																		
TABLERO	CIRCUITO	LUCES		MACORREINT			AA	AA	AA	CARGA EN VA	FASE DE CONEXIÓN			VOLTAJE	CORRIENTE	PROTECCION	CALIBRE	
		LED REDONDA	LED HERMETICA	LUMINARIA EMERGENCIA	TOMAS NORMAL	VENTILADOR	INFORMATICA Y SALA DE PROFESORES	ADMIN	RECTORIA									
		18 W	36 W	3,2 W	180 W	50 W	3400 W	1830 W	1620 W		VA	R	S					
TABLERO AULAS PISO 1	1	33	42							2106	•			120	17,6	1X20	12	LUCES AULAS Y ADM PISO 1
	3			7						22,4		•		120	0,2	1X20	12	LUCES DE EMERGENCIA PISO 1
	5				4					720			•	120	6,0	1X20	12	TOMAS AULA 02
	7				6					1080	•			120	9,0	1X20	12	TOMAS INFORMATICA
	9				4					720		•		120	6,0	1X20	12	TOMAS ADM Y RECTORIA
	11					6				300			•	120	2,5	1X20	12	VENTILADOR AULA 2
	13-15						1			3400	•	•		220	15,5	2X30	10	AA INFORMATICA 01
	17-19						1			3400		•	•	220	15,5	2X30	10	AA SALA DE PROFESORES
	21-23								1	1620	•		•	220	7,4	2X30	10	AA RECTORIA
	2		18							648	•			120	5,4	1X20	12	LUCES PASILLO PISO 1
	4				4					720		•		120	6,0	1X20	12	TOMAS AULA 01
	6				4					720			•	120	6,0	1X20	12	TOMAS AULAS 03
	8				4					720	•			120	6,0	1X20	12	TOMAS SALA DE PROFESORES
	10					6				300		•		120	2,5	1X20	12	VENTILADOR AULA 01
	12					6				300			•	120	2,5	1X20	12	VENTILADOR AULA 03
	14-16						1			3400	•	•		220	15,5	2X30	10	AA INFORMATICA 02
	18-20							1		1830		•	•	220	8,3	2X30	10	AA ADMINISTRACIÓN
	22																	RESERVA
	24																	RESERVA
		24 CTOS	33	60	7	26	18	3	1	1	22006,4	8764	7777,4	5465	220	57,8	3X100	2 CU

TD-AULAS PISO 2:

TABLERO AULAS PISO 2														
TABLERO	CIRCUITO	LUCES		MACORREINT		CARGA EN VA	FASE DE CONEXIÓN			VOLTAJE	CORRIENTE	PROTECCION	CALIBRE	OBSERVACIONES
		LED HERMETICA	LUMINARIA EMERGENCIA	TOMAS NORMAL	VENTILADOR									
		36 W	3,2 W	180 W	50 W		VA	R	S					
TABLERO AULAS PISO 2	1	56				2016	•			120	16,8	1X20	12	LUCES AULAS LAB.. Y SALA DE AR.. PISO 2
	3		5			16		•		120	0,1	1X20	12	LUCES DE EMERGENCIA PISO 2
	5			4		720			•	120	6,0	1X20	12	TOMAS BILINGÜISMO
	7			4		720	•			120	6,0	1X20	12	TOMAS LABORATORIO
	9			8		1440		•		120	12,0	1X20	12	TOMAS LABORATORIO MESON 2
	11			6		1080			•	120	9,0	1X20	12	TOMAS SALA DE ARTE
	13				6	300	•			120	2,5	1X20	12	VENTILADOR BILINGÜISMO
	15				6	300		•		120	2,5	1X20	12	VENTILADOR SALA DE ARTE
	17													RESERVA
	19													RESERVA
	21													RESERVA
	23													RESERVA
	2	18				648	•			120	5,4	1X20	12	LUCES PASILLO PISO 2
	4			4		720		•		120	6,0	1X20	12	TOMAS AULA 04
	6			4		720			•	120	6,0	1X20	12	TOMAS AULAS 05
	8			8		1440	•			120	12,0	1X20	12	TOMAS LABORATORIO MESON 1
	10			8		1440		•		120	12,0	1X20	12	TOMAS LABORATORIO MESON 3
	12				6	300			•	120	2,5	1X20	12	VENTILADOR AULA 04
	14				6	300	•			120	2,5	1X20	12	VENTILADOR AULA 05
	16				6	300		•		120	2,5	1X20	12	VENTILADOR LABORATORIO
	18													RESERVA
	20													RESERVA
	22													RESERVA
	24													RESERVA
	24 CTOS	74	5	46	30	12460	5424	4216	2820	220	32.7	3X70	4 CU	

TD-CUARTO ELECTRICO:

TABLERO CUARTO ELECTRICO											
TABLEROS	CIRCUITO	LUCES	TOMACORRIENTES	CARGA EN VA	FASE DE CONEXIÓN		VOLTAJE	CORRIENTE	PROTECCION	CALIBRE	
		LED HERMETICA	TOMAS DOBLES		FASES						
		36 W	180 W		VA	R					
TABLERO CUARTO ELECTRICO	1	1		36	•		120	0,3	1X20	12	LUCES CUARTO ELEC
	2		2	360		•	120	3,0	1X20	12	TOMAS CUARTO ELEC
	3										RESERVA
	4										RESERVA
	5										RESERVA
	6										RESERVA
	7										RESERVA
	8										RESERVA
	8 CTOS	1	2	396	36	360	120	3.3	2X40	8 CU	

TD-REGULADO AULAS:

TABLEROS REGULADO AULAS											
TABLEROS	CIRCUITO	TOMACORRIENTES	CARGA EN VA	FASE DE CONEXIÓN			VOLTAJE	CORRIENTE	PROTECCION	CALIBRE	OBSERVACIONES
		TOMAS REGULADO		FASES							
		180 W		VA	R	S					
TABLEROS REGULADO AULAS	1	5	900	●			120	7,5	1X20	12	TOMAS REGULADO AULAS PISO 2
	3	8	1440		●		120	12,0	1X20	12	TOMAS REGULADO INFORMÁTICA 01
	5	4	720			●	120	6,0	1X20	12	TOMAS REGULADO INFORMÁTICA 03
	7	2	360	●			120	3,0	1X20	12	TOMAS REGULADO ADMI Y RECTORÍA
	9										RESERVA
	11										RESERVA
	2	4	720	●			120	6,0	1X20	12	TOMAS REGULADO AULAS PISO 1
	4	8	1440		●		120	12,0	1X20	12	TOMAS REGULADO INFORMÁTICA 02
	6	7	1260			●	120	10,5	1X20	12	TOMAS REGULADO SALA DE PROFESORES
	8										RESERVA
	10										RESERVA
	12										RESERVA
	12 CTOS	38	5580	1980	2880	1980	220	25,4	3X40	8CU	

d. Coordinación de aislamiento eléctrico.

En baja tensión todos los conductores utilizados tienen aislamiento de 600V y el voltaje de la instalación es 240-120V.

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: V_{máx.} = 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 de este 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 e IEC71-2, e IEEE Std.1313:

Tensión más elevada [kV]	Nivel de aislamiento (BIL)	
	Tensión a frecuencia industrial [kV]	Tensión de impulso tipo rayo [kV]
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: $U_m = 17,5 \text{ kV}$
- Tensión continua de operación:
 - Factor de falla a tierra, $k_e = 1,4$ para sistema sólidamente puesto a tierra.
 - Sobretensión temporal: $TOV = k_e \cdot COV = 14,14 \text{ kV}$
 - Tensión según el factor de diseño del fabricante (K_o , que normalmente vale 0,8):
 - Tensión según la capacidad del descargador contra las sobretensiones Temporales ($K_t = 1,15$) para un tiempo de despeje de la falla de 1 s: $R_e = 12,30 \text{ kV}$
 - Se toma el valor mayor entre R_o y R_e : $12,63 \text{ kV}$.
 - 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 a tierra 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: $V_L - L < 1 \text{ kV}$, se exigirán con tensiones nominales, de operación máxima adecuadas y certificados.

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

Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.

MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PERMITIDA EN CABLE ASCR #2 DEL BAJANTE DEL PUNTO DE CONEXION

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	2	
Área:	66360	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	12	Ciclos
	0,20	Seg
Temp. De Operación:	90	°C
Temp. Max Corto C:	250	°C
Corriente de CC:	10,68	kA

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A \sqrt{\frac{0,0297 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]}{t}}$$

Donde:

I_{cc} : Corriente de Corto Circuito
 A : Área del Conductor en MCM
 t : Tiempo de Corto Circuito en seg.
 T_1 : Temperatura de operación del cable
 T_2 : Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: [Okonite](#)

MAXIMA CORRIENTE DE CORTACIRCUITO PERMITIDA EN CABLE 4/0 EN BT.

Calculo de Corriente máxima de Corto Circuito		
Calibre del Cable:	4/0	
Área:	211600	CMIL
Frecuencia:	60	Hz
Duración del Corto C:	12 0,20	Ciclos Seg
Temp. De Operación:	90	°C
Temp. Max Corto C:	250	°C
Corriente de CC:	34,04 kA	

Formula Aplicada

$$I_{cc} = A \sqrt{\frac{0,0297 \log \left[\frac{T_2 + 234}{T_1 + 234} \right]}{t}}$$

Donde:

I_{cc} : Corriente de Corto Circuito
 A : Área del Conductor en MCM
 t : Tiempo de Corto Circuito en seg.
 T_1 : Temperatura de operación del cable
 T_2 : Temperatura Max. De Corto Circuito

Fuente: [Okonite](#)

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia: 112,5 kVA
 Voltaje en lado de falla (V2): 0,22 kV
 Voltaje de corto circuito %: 4 Tabla T1
 Ra: 1,37363488 Ohm
 Xa: 4,28269901 Ohm
 V1: 13,2 kV
 Rr 0,00038157 Ohm reflejada
 Xr 0,00118964 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: $Z_t = 17,20888889 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $X_t = 17,20888889 \text{ m}\Omega$ $X_r = 1,189 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $R_t = 3,441777778 \text{ m}\Omega$ $R_r = 0,381 \text{ m}\Omega$

Luego: $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0,21$

$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$ $Z_t = 18,79 \text{ m}\Omega$

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

Por lo tanto: $I_{cc, sim} = 6,76 \text{ kA simetricos}$

Luego tenemos que: $K = 1,53$, para $\frac{R_t}{X_t} = 0,21$ (IEC 60909)

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

Finalmente: $I_{cc} = 14,60 \text{ kA asimetricos}$

ANÁLISIS CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

N°	Punto de la instalación	Calibre del cable	icc max posible	capacidad max cable	Icu interruptor	Tiempo de duración
1	Bajante primario	2	6,60 kA	10,68 kA	25 kA	0,20 s.
2	Bajante secundario Trafo 112,5 kVA	4/0	9,98 kA	34,04 kA	25 kA	0,20 s.

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

$$I_{cc} = A * \sqrt{\frac{0,0297 * \log \left[\frac{T_2 + \lambda}{T_1 + \lambda} \right]}{t}}$$

A: Área del conductor en mm² (8,37 mm² cable calibre 8)

λ :234 para cobre y 228 para aluminio.

t: tiempo de duración del corto circuito en segundos.

T₁ : Máxima temperatura de operación °C.

T₂ : Máxima temperatura permisible de corto circuito °C

f. Análisis del nivel tensión requerido.

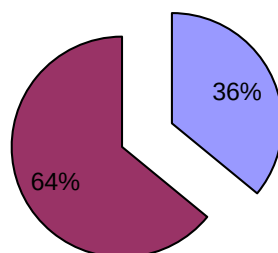
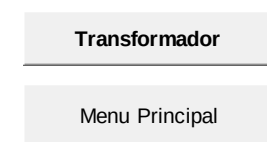
Análisis del nivel tensión requerido es de 13,2 KV.

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.



■ Uso ■ Reserva

Proyecto: COLEGIO GAMARRA
TX: TRAFO 112,5 KVA

Cargas del Transformador

N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	TAB AULAS PISO 1	22006,4	VA	0,95		22006,4	20906,08	6871,496198
2	TAB AULAS PISO 2	12460	VA	0,95		12460	11837	3890,633753
3	TAB CUARTO ELECT	396	VA	0,95		396	376,2	123,6509604
4	TAB REG AULAS	5580	VA	0,95		5580	5301	1742,354442
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Voltaje del sistema 220 V

Sub Total 38420,28 12628,14

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

Total 40442,4 VA

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

Capacidad del Transformador
112,5 KVA

35,95% Uso
64,05% Reserva
72,05 kVA Reserva

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 resistencia de 25 Ω :

- El sistema de puesta a tierra:

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA
 IEEE - 80

Datos del Suelo

ρ	48,48	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):	3	m	Cantidad de varillas:	4	m
Ancho (Y):	3	m	Largo:	2,4	m
Área:	9	m ²	Con varillas en las esquinas		
Espacio Vertical (Ey)	5	m	LR:	9,6	m
Espacio Horizontal (Ex)	5	m			
Conductores verticales:	1,6				
Conductores Horizontales:	2				
Lc:	10,8	m (Longitud total de la malla)	Lm:	32,31	m
h:	0,50	m (Profundidad de la malla)	Lt:	20,40	m

Parámetros eléctricos

Ts: 0,05 s (Tiempo de duración de la falla)
 3I0=3 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 20°C
Factor α :	0,00393 @20°C [1/°C]	
K0 a 0°C:	234	
Tm:	1083 [°C] (Temperatura de fusión)	
pr a 20°C:	1,72 [μΩ·cm]	
TCAP:	3,42 [J/cm3·°C] Capacidad termica	
Tipo de Union:	Soldada	
Temp Max de la Union:	450 °C	
Ta:	40 °C (temperatura ambiente)	
Akcmil:	0,00 kcmil	Características mínimas del conductor de tierra
Area mínima:	0,00 mm2	
Diámetro mínimo:	0,0000 mm	
Conductor de diseño:	2/0 AWG	
área:	67,42 mm2	
diámetro:	0,0093 mm	

Factores de paso y toque

K:	-0,96 (factor de reflexión)
Cs:	0,70 (factor de reducción)
Peso de la persona:	70 kg
Es:	8072,48 V (Voltaje de paso Max, para el peso indicado)
Et:	2544,71 V (Voltaje de toque Max)

Resistencia de la malla

Rg: 8,06 Ω (Resistencia de la malla)

Corriente de Malla

IG: 1,53 kA [Calcular](#)

Incremento de potencial

GPR: 12353,28 V (Incremento de potencial en la malla)

Voltaje de malla

Em: 2052,12 V (Voltaje de la malla en falla)

Voltaje de paso

Es: 1559,10 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 alimentadores un cable cobre calibre 8; y para los circuitos de tomacorrientes e iluminación se selecciona un conductor calibre 12. Las protecciones seleccionadas serán de 100A, 40A. y 20ª respectivamente.

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 *	
	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: COLEGIO GAMARRA		
DESCRIPCION	Valor	Unidad
Carga a Conectar	112,5	Kva
Factor de Potencia de la carga	0,90	
Carga total en Kva	112,5	Kva
Temperatura Ambiente	31-35	° 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	295	Amperios
Corriente para Calculo del Conductor (Factor de seguridad)	369	Amperios
Corriente por Hilo de cada fase con factor de seguridad	185	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)	4/0 AWG	253,35
Número de Hilos por fase	2	
Conductor de proteccion o Hilo de tierra (Alimentadores o ramales) Tabla 250-95	2/0 AWG	21.14 mm²
Calibre Conductor del Electrodo de puesta a tierra (Solo para acometidas)		
Calibre de la Acometida (El minimo calibre es el # 2 AWG)	2/0 AWG	
Area total de los conductores de acometida	134,88	mm²
Conductor del electrodo de puesta a tierra (Acometidas) Tabla 250-94	2 AWG	
Comprobación por el Criterio de Regulación		
Calibre escogido para comprobacion por Regulación	107.21 mm² (4/0 AWG)	
Longitud Total del Conductor	10	Metros
Momento Eléctrico	1125	Kva-metro
Constante de Regulación	0,2242	
Caída de Tensión entre bornes y carga	0,25	%
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	206,64	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.

las especificaciones de conductores y las corrientes de corto se establecen en el numeral **e. Análisis y cálculos de cortocircuito, arco eléctrico y falla a tierra.**

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

El Proyecto será alimentado desde un transformador de distribución de 112,5 kVA, instalado sobre un armado tipo poste existente, localizado en el apoyo EPEA, cuyas coordenadas en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS Bogotá son:

X = 1038452.638

Y = 1412881.321

altura = 51,19 m.

Los esfuerzos verticales para considerar son los debidos al peso propio y al viento sobre el propio CT. El primero origina 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}^*

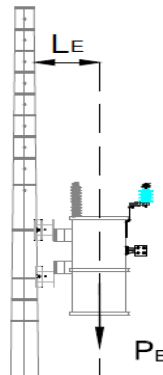


Tabla 11 - Peso propio CT y esfuerzo horizontal EQUIVALENTE por excentricidad del peso propio

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

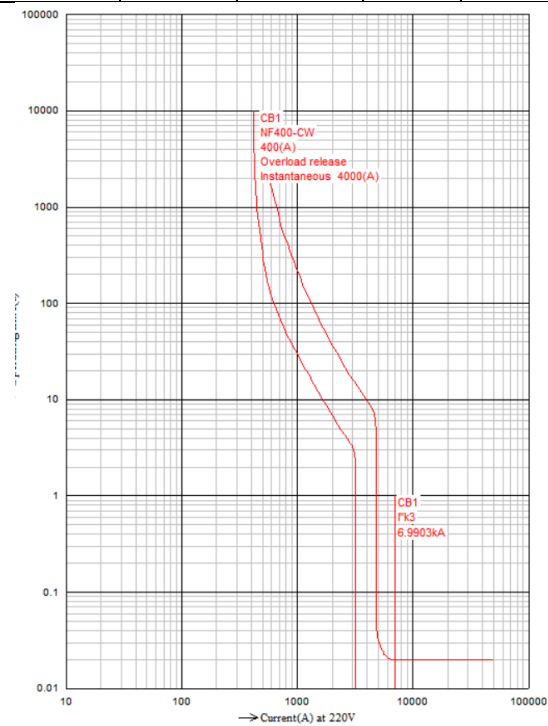
- m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.

La protección principal será un interruptor de 400A, con $I_{cu}=25KA$, usará protección de 2x50A, 3X70A, de 2x40A, 3X125A y para la protección de los circuitos ramales se utilizarán breakers de 1x20A para la iluminación circuito tomacorrientes.

COORDINACIÓN EN BT

PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS							
N°	Descripción	Carga	Unidad	In (A)	FS=1,25	I _{cu} interruptor	I _{cu}

1	ACOMETIDA PRINCIPAL	112500	VA	690	125%	3X400R	25 kA
2	TD-AULAS PISO 1	22006	VA	115	125%	3X100A	10 kA
3	TD-AULAS PISO 2	12460	VA	85	125%	3X70A	10 Ka
4	TD-REG AULAS	5580	VA	50	125%	3X40A	10 kA
5	TD-CUARTO ELECTRICO	346	VA	50	125%	3X40A	10 kA



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

ACOMETIDA PRINCIPAL BT:

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
Nº	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4/0	THW 600 V	6	17,46	239,43	1436,58
					Area Total	1436,58 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 4 Pulgadas						
					Diametro**	106,6 mm
					Area Total	8924,92 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	16,10%

ACOMETIDAS, TD CUARTO ELEC, TD-AULAS PISO 1, TD-REGULADO:

Ocupacion de ductos						
Cable Monopolar						
Nº	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	4	TW 600 V	3	8,93	62,63	187,89
					Area Total	187,89 mm2
Tipo de Ducto: Tubo de PVC, Tipo A						
Diametro: 2 Pulgadas						
					Diametro**	54,7 mm
					Area Total	2349,98 mm2
Max. Ocupacion				40,00%	Ocupación	8,00%

CIRCUITOS DUCTOS ALIMENTADORES:

Se aplica para los ductos de las luminarias y tomacorrientes con tubería ¾ PVC y EMT para cables calibre #12 y #10:

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	228
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	LÍMITES 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).

Regulación MT:

NO APLICA

Regulación BT TRAFO 112,5 kVA:

Calculo de Alimentador											
Proyecto:		COLEGIO GAMARRA									
Instalacion:		COLEGIO GAMARRA									
Equipo / Alimentador:		112,5KVA									
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)
112,50 k VA	220	3	0,9	90	112,50 k	101,25 k	49,04 k	295,24	25,84	0,9	0,44
Canalización / 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 °C: 75		Material: Cobre			% de derrateo : 0		
T. Aislante [V]: 600		T. Amb. °C: 31-35		FD. conductor Activo (%): 125		FD. conductor Neutro(%): 125			FD. conductor Tierra (%): 100		
Dimensionamiento por Ampacidad											
C. Ajustada de Fase [A]: 369,04		C. Ajustada de Neutro [A]: 369,04		C. Ajustada de Tierra [A]: 295,24		Derrateo por temperatura CEN: 0,94					
Calibre Conductor Activo: 4/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 230		Conductores x fase: 3		Corriente Ajustada del conductor activo 648,60 [A]			
Calibre Conductor Neutro: 4/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 230		Conductores x neutro: 3					
Calibre Conductor Tierra: 2/0		AWG		Capacidad Nominal [A]: 175		Conductores x tierra: 3					
Dimensionamiento por caída de tension											
Longitud del alimentador: 125 m		Resistencia: 0,203000 Ω/km		Reactancia: 0,135000 Ω/km		Regulacion Max %: 3					
r ajustado: 6,77E-05 ,		$k = \frac{(r \times \cos \theta + x \times \sin \theta)}{5 \times kV^2}$		$k = \frac{(r \times \cos \theta + x \times \sin \theta)}{10 \times kV^2}$		$\Delta V(\%) = (kVA \times m) \times k$		V. de regulacion [V] 214,9		% de Regulacion 2,34	
X ajustado: 4,50E-05 Ω/m		Monofasico		Trifasico							
Frecuencia: 60 Hz											
Resumen de Alimentadores											
Proyecto:		COLEGIO GAMARRA									
Instalacion:		112,5KVA									
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	369,04	3#4/0 AWG	230	0,94	216,2	1#4/0 AWG	1#2/0 AWG	125	R=6,766666666666667E-05 X=0,000045	2,34	
ALIMENTADOR CUARTO ELECTRICO	2,25	2#8 AWG	50	0,94	47	1#8 AWG	1#8 AWG	8	R=0,00128 X=0,0000855	0,02	
ALIMENTADOR TD-AULAS PISO 1	125,03	2#2 AWG	115	0,94	108,1	1#2 AWG	1#8 AWG	5	R=0,00031 X=0,000074	0,14	
ALIMENTADOR TD-AULAS PISO 2	70,80	2#4 AWG	85	0,94	79,9	1#4 AWG	1#8 AWG	15	R=0,00051 X=0,0000785	0,38	
ALIMENTADOR TD-REGULADOS AULAS	31,70	2#8 AWG	50	0,94	47	1#8 AWG	1#8 AWG	7	R=0,00128 X=0,0000855	0,19	

q. Áreas clasificadas como peligrosas.

NO APLICA.

r. Diagramas unifilares.

Los diagramas unifilares van anexos en el Plano eléctrico: *PLANO_ELE_COLEGIO_GAMARRA*.

s. Planos eléctricos para construcción.

Se anexan planos eléctricos: *PLANO_ELE_COLEGIO_GAMARRA*.

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:
"COLEGIO GAMARRA".

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

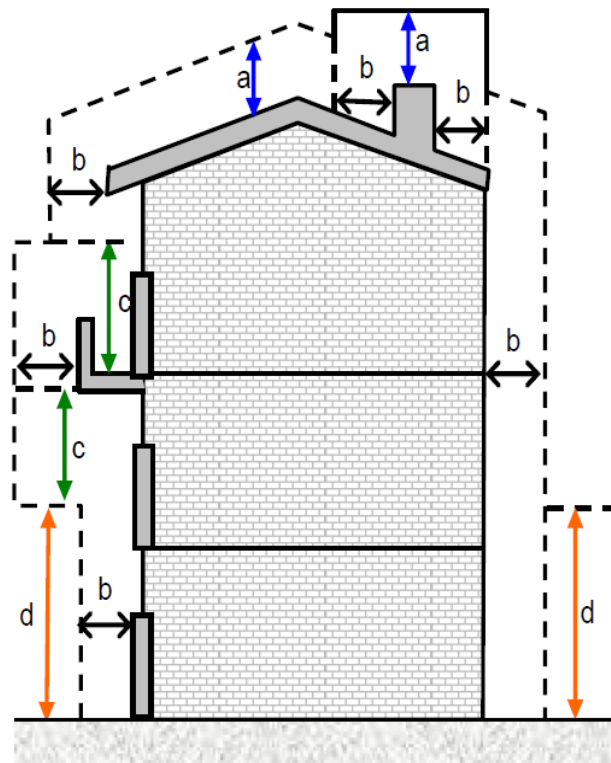


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

TABLA DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD 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
	500	8,6	NO APLICA

Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	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.

- Se anexan diseños fotométricos.

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

- NO APLICA.