



MEMORIAS DE CÁLCULO
ELÉCTRICO

www.siet.com.co
3167748981-3208218854

Historial de Cambios

Versión	Fecha	Cambio
1.0	2021-06-10	Documentación inicial

**PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA
MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA
ENTRADA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO
DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE
BIOSALUDABLE EN ELMUNICIPIO DE ALBANIA,
EN EL DEPARTAMENTO DEL
CAQUETA"**

Asunto: Memorias de Cálculo Eléctrico.

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE BIOSALUDABLE EN ELMUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL DEPARTAMENTO DELCAQUETA

MEMORIAS DE CÁLCULO

**PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD
PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE
LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE BIOSALUDABLE
EN EL MUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA**

Diseño

PAULINO MURCIA HERRERA

Ing. Electricista

Director de Ingeniería y Proyecto

ING. ANDERSON JAVIER OSORIO VALDERRAMA

Máster En Sistemas Integrados de Gestión

OCTUBRE DE 2021

TABLA DE CONTENIDO

1.	NOMBRE DEL PROYECTO	5
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
2.1.	ALCANCE	5
2.2.	DESCRIPCION INSTALACIONES ELECTRICAS	5
3.	MEMORIAS DE CÁLCULOS	6
A.	ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS	6
	• FACTOR DE DEMANDA	6
	• CUADRO DE CARGAS	7
B.	CÁLCULO DE CONDUCTORES	9
C.	ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS	12
D.	DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	15
E.	CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTES	25
F.	CÁLCULOS DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.)	27
G.	CÁLCULOS DE REGULACIÓN	30
H.	ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES	32
I.	ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN	32
J.	ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS	32

1. NOMBRE DEL PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE BIOSALUDABLE EN EL MUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL DEPARTAMENTO DELCAQUETA

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO

2.1 Alcance

Se presenta el diseño para las instalaciones eléctricas, partiendo de la evaluación técnica del estudio de cargabilidad del presente diseño.

El presente proyecto comprende el diseño eléctrico de las acometidas de baja tensión, distribución del sistema de iluminación, detalles constructivos y las respectivas memorias de cálculo eléctrico, estructuradas para dar cumplimiento al Art 10 del RETIE “Diseño Simplificado”.

2.2 Descripción Instalaciones Eléctricas.

Todos los procedimientos y materiales a utilizar en las instalaciones eléctricas, se ajustan a lo establecido con el Reglamento Técnico de las Instalaciones Eléctricas RETIE, a las normas elaboradas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y aprobadas por el Gobierno Nacional y a las particulares o especiales que aquí se establezcan.

3. MEMORIAS DE CÁLCULO

A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

Las cargas eléctricas del proyecto **MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE BIOSALUDABLE EN EL MUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA**, (alumbrado y tomas de uso general) a desarrollarse en el presente proyecto, serán establecidas en lo prescrito en la Norma Técnica Colombia NTC 2050, en su sección 220 y estarán afectadas mediante los factores de demanda que le apliquen. Las cargas en su totalidad serán resistivas, motivo por el cual se estima un factor de potencia de 0.95, respecto a los armónicos, no aplica, ya que existe ausencia de cargas no lineales que incidan con respecto a esto. Los cuadros de carga a proyectar, se estiman a partir de los siguientes factores de demanda.

- **FACTOR DE DEMANDA**

Se estima:

CARGAS NO CONTINUAS

- ✓ Iluminación.....al 100%
- ✓ A partir de 10.000 VA.....al 50%

- **CUADROS DE CARGA.**

Tabla 1.1 Resumen de Carga Acometida General.

PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA TURISTICA E EL MUNICIPIO DE BELN DE LOS ANDAQUIES EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA				
RESUMEN DE CUADROS DE CARGA SEGÚN FACTORES DE DIVERSIDAD NTC 2050				
VOLTAJE: 208-120V				
NUMERO DE USUARIO	AMBIENTE	CARGAS DE ALUMBRADO	CARGAS DE TOMAS	OTRAS CARGAS
1	USURIO FINAL No 1 MODULO TIPO 3	758	1579	
2	USURIO FINAL No 2 AREAS COMUNES	1415		
	TOTAL CARGAS ALUMBRADO 100% ART 220-11 NTC 2050	2173		
	TOTAL CARGAS TOMAS		1579	
	OTRAS CARGAS			0
	CARGAS ALUMBRADO 100% ART 220-11 NTC 2050			2173
	CARGA (PRIMEROS 10000 VA O MENOS AL 100% ART 220-13 NTC 2050)			1579
	CARGA (A PARTIR DE 10000 VA AL 50% ART 220-13 NTC 2050)			0
	OTRAS CARGAS (AL 100%)			0
	TOTAL CARGA NETA CALCULADA			3752
	CALCULO DE CORRIENTE	18	AL 125%	22,548077
	INT. NORMALIZADO	2 x 50	A	
	ACOMETIDA	Cu 2#6F+1#6N CONCENTRICO		

Tabla 1.2 Cuadro de carga Tablero Distribución Áreas Comunes.

PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA TURISTICA E EL MUNICIPIO DE BELN DE LOS ANDAQUIES EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA				
RESUMEN DE CUADROS DE CARGA SEGÚN FACTORES DE DIVERSIDAD NTC 2050				
VOLTAJE: 208-120V				
TABLERO: TIPO GABINETE				
NUMERO DE USUARIO	AMBIENTE	CARGAS DE ALUMBRADO	CARGAS DE TOMAS	OTRAS CARGAS
1	ILUMINACION EXTERIOR TIPO ORNAMENTAL	505		
2	ILUMINACION EXTERIOR TIPO BALA	909		
	TOTAL CARGAS ALUMBRADO 100% ART 220-11 NTC 2050	1415		
	CARGAS ALUMBRADO 100% ART 220-11 NTC 2050			1415
	CARGA (PRIMEROS 10000 VA O MENOS AL 100% ART 220-13 NTC 2050)			0
	CARGA (A PARTIR DE 10000 VA AL 50% ART 220-13 NTC 2050)			0
	TOTAL CARGA NETA CALCULADA			1415
	CALCULO DE CORRIENTE	7	AL 125%	8,5020243
	INT. NORMALIZADO	2 x 30	A	
	ACOMETIDA	Cu 2#8F+1#8N AWG		

Tabla 1.3 Cuadro de carga Tablero Distribución Modulo de Venta Tipo 3.

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA TURISTICA ESPECIFICACIONES: BIFASICO 4 HILOS (2F+N+T) -8 CIRCUITOS. VOLTAJE: 20840-120V TABLERO: (ILUMINACIÓN-FUERZA) MODULO DE VENTA TIPO 3												
NUMERO DE CIRCUITO	AMBIENTE	ILUMINACION	FUERZA NORMAL		FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA EN VA			CAPACIDAD CONDUCTOR 125%	CALIBRE CONDUCTOR AWG	INT. AUT. NORMALIZADO	
		36	180	600			CORRIENTE FASE R	CORRIENTE FASE S				
		LUMINARIA HERMETICA 2X18W	TOMA MONOFASICA	TOMA BIFASICA								
1	ILUMINACIÓN	3			0,95	114	0,9		1,2	12	1X20	
3	TOMACORRIENTE		2		0,95	379		3,2	3,9	12	1X20	
5-7	RESERVA											
2	TOMACORRIENTE		3		0,95	568	4,7		5,9	12	1X20	
4	TOMA BIFASICA			1	0,95	632		2,6	3,8	12	2X20	
6							2,6					
8	RESERVA											
TOTAL CARGAS ALUMBRADO VA		3				758						
TOTAL CARGA TOMAS VA			5	1		1579						
FACTORES DE DEMANDA												
CARGA ILUMINACION (AL 100% ART 220-11 NTC 2050)						758						
CARGA (PRIMEROS 10000 VA O MENOS AL 100% ART 220-13 NTC 2050)						1579						
CARGA (A PARTIR DE 10000 VA AL 50% ART 220-13 NTC 2050)						0						
TOTAL CARGA DEMANDA NTC 2050						2337						
CALCULO DE CORRIENTE						11	A	AL 125%	14,0			
INT. NORMALIZADO						2x30	A					
ACOMETIDA						2#8+	1#8	AWG				

B. CÁLCULO DE CONDUCTORES

✓ Cálculo Del Alimentador Acometida General.

Para el cálculo del conductor que alimentará la Acometida General, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga de Diseño: 3.752 VA
- Corriente: 18 Amp.
- 125% corriente: 22 Amp. (Tabla 210-24 Norma NTC-2050)
- Disposición del circuito: 208/120 Voltios
- Acometida: 2X6F + 1X6N CONCENTRICO
- Capacidad de corriente: 65 Amp.

a) Por capacidad de conducción de corriente.

$$\frac{VA}{V} = \frac{3.752}{208} = 18 A$$

$$I_{corregida} = 18 \times 1.25 = 22 A$$

Consultando la Tabla 310-16 de la NTC 2050 para conductores del tipo THW. Seleccionamos el conductor de cobre de 13.29 mm² y de sección transversal (6 AWG), el cual tiene una capacidad de conducción de 65 A y temperatura máxima de operación de 75°C.

✓ Cálculo Del Alimentador Acometida Áreas Comunes.

Para el cálculo del conductor que alimentará el tablero de distribución de áreas comunes, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga de Diseño: 1.415 VA
- Corriente: 7 Amp.
- 125% corriente: 8.5 Amp. (Tabla 210-24 Norma NTC-2050)
- Disposición del circuito: 208/120 Voltios
- Acometida: 2X8F + 1X8N AWG
- Capacidad de corriente: 50 Amp.

b) Por capacidad de conducción de corriente.

$$\frac{VA}{V} = \frac{1.415}{208} = 7 A$$

$$I_{\text{corregida}} = 7 \times 1.25 = 8.5 A$$

Consultando la Tabla 310-16 de la NTC 2050 para conductores del tipo THW. Seleccionamos el conductor de cobre de 8.36 mm² y de sección transversal (8 AWG), el cual tiene una capacidad de conducción de 50 A y temperatura máxima de operación de 75°C.

✓ **Cálculo Del Alimentador Acometida Modulo Tipo 3.**

Para el cálculo del conductor que alimentará el tablero de distribución del módulo tipo 3, se tiene en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga de Diseño: 2.337 VA
- Corriente: 11 Amp.
- 125% corriente: 14 Amp. (Tabla 210-24 Norma NTC-2050)
- Disposición del circuito: 208/120 Voltios
- Acometida: 2X8F + 1X8N AWG
- Capacidad de corriente: 50 Amp.

c) Por capacidad de conducción de corriente.

$$\frac{VA}{V} = \frac{2.337}{208} = 11 A$$

$$I_{\text{corregida}} = 11.6 \times 1.25 = 14 A$$

Consultando la Tabla 310-16 de la NTC 2050 para conductores del tipo THW. Seleccionamos el conductor de cobre de 8.36 mm² y de sección transversal (8 AWG), el cual tiene una capacidad de conducción de 50 A y temperatura máxima de operación de 75°C.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

Sección transv. mm ²	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre AWG o kcmils
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SS, FEP*, FEPB*, MLRHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	TIPOS TBS, SA, SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientales distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60		0,58	0,71		0,58	0,71	56-60
61-70		0,33	0,58		0,33	0,58	61-70
71-80			0,41			0,41	71-80

* Si no se permite otra cosa específicamente en otro lugar de este Código, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no debe superar los 15 A para el conductor de sección transversal 2,08 mm²(14AWG); 20 A para 3,3 mm² (12 AWG) y 30 A para 5,25 mm² (10 AWG), todos de cobre; o 15 A para 3,3 mm² AWG) y 25 A para 5,25 mm² (10 AWG) de aluminio y aluminio recubierto de cobre, una vez aplicados todos los factores de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

Tabla 3.10-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2.000 V nominales y 60°C y 90°C.

Fuente: NTC 2050

C. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS.

Se analiza el riesgo de origen eléctrico para las siguientes fuentes:

- Tablero de distribución de circuitos, factor de riesgo: Electrocutión.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se aplica la siguiente matriz para la toma de medidas de mitigación (Tabla 9.3 RETIE).

(Ver Tablas adjuntas)

RIESGO A EVALUAR:		Cortocircuito ^{por} Fallas de aislamiento, accidentes externos, humedades, equipos defectuosos. ^{(al) o (en)} Circuitos								
POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/>		REAL <input type="checkbox"/>			FRECUENCIA					
C O N S E C U E N C I A S	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 al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más 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 (>1 día)	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
	Molesta funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

RIESGO A EVALUAR:	Sobrecarga ^{por} Superar los límites nominales ^{(al) o (en)} Circuitos de los equipos o de los conductores.									
	POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/>		REAL <input type="checkbox"/>			FRECUENCIA				
CONSEJOS	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 al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Uha o más 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 (>1 día)	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 laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

RIESGO A EVALUAR:	Equipo defectuoso ^{por} Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso. ^{(al) o (en)} Equipos									
	POTENCIAL <input checked="" type="checkbox"/>		REAL <input type="checkbox"/>			FRECUENCIA				
CONSEJOS	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 al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Uha o más 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 (>1 día)	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 laboral)	Daños leves. No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	Inadmisibles para trabajar. Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	Minimizarlo. Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	Asumirlo. Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 9.4 Decisiones y acciones para controlar el riesgo

El análisis arroja que existe un nivel de riesgo BAJO. Por tal razón el personal que intervenga en la instalación, en función de las características de la actividad, proceso o situación, debe aplicar las medidas necesarias para que no se potencialice un riesgo de origen eléctrico.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA: Uso de interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA EQUIPO DEFECTUOSO: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas.

D. DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Para el sistema de tierra se seguirán las recomendaciones del Código Eléctrico Nacional y las disposiciones de la Empresa Local prestadora del servicio. Una vez construido el sistema de tierra, se deberá comprobar que su resistencia sea inferior a la máxima permitida, en caso de obtener un valor superior se recomienda hacerle un tratamiento al suelo con la que se conseguirá la resistencia adecuada.

A continuación, se presenta unos valores máximos de resistencia de puesta a tierra, los cuales pueden ayudar a mejorar lo anteriormente mencionado.

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

Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra

Fuente: RETIE 2013 Pagina 104

- **METODOLOGIA**

Se debe hacer un análisis del área y del cubrimiento de la malla a calcular. La norma IEEE 80 asume que todo diseño debe corresponder a una malla horizontal en forma de retículas conformada por conductores enterrados y complementada por un número de varillas verticales preferiblemente colocadas en las esquinas y en la periferia de la misma.

- **CARACTERISTICAS DEL SUELO.**

En el análisis realizado a varias porciones del suelo, se encontró que presentaba las siguientes características.

Mirar APLICA (SI/NO)

TIPO DE SUELO	APLICA	CARACTERISTICAS
Suelo Arcilloso	SI	Este es un suelo que posee una textura pesada, no obstante, lo cual es suave y pegajoso. Como aspecto relevante, se establece que puede moldearse cuando está húmedo (se torna entonces resbaladizo y muy dúctil), propicia una alta retención de agua y presenta un alto nivel de infiltración.
Suelo limoso	NO	Son los suelos que contienen una proporción muy elevada de limo. Es un tipo de suelo muy compacto, sin llegar a serlo tanto como los arcillosos. Estos suelos resultan producidos por la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por las aguas o depositados por el viento. Suelen presentarse junto a los lechos de los ríos y son muy fértiles.
Suelo Arenoso	NO	El suelo arenoso es el que está formado principalmente por arena. La arena son partículas pequeñas de piedra de carácter silicio con un diámetro entre 0.02 y 2 mm. A diferencia de la arcilla cuando está húmeda o mojada no se engancha. Los suelos arenosos no retienen el agua que rápidamente se hunde a capas más profundas. Son suelos considerados secos en donde hay muy poca humedad. A diferencia de los suelos anteriores requieren un riego continuado y un trabajo constante si queremos darle una forma determinada porque la pierden con facilidad. Presentan colores claros.

		Sabemos que se trata de este tipo de suelo porque al coger un poco de él entre los dedos, somos incapaces de formar una bola. Este tipo de tierra, por mucho que la manipulemos, seguirá estando suelta.
Suelo Margoso	NO	Este suelo se caracteriza por estar compuesto de arcilla, limo y arena con abundante cantidad de materia vegetal descompuesta (humus). De igual manera presenta un color oscuro poco apelmazado y ligero. Podríamos decir que presenta las características positivas de los tres suelos: Arcilloso, limoso y Arenoso. Mantiene la suficiente humedad, pero al mismo tiempo permite la permeabilidad hacia las capas inferiores. Es el tipo de suelo preferido por los jardineros.
Suelo gredoso	NO	Un suelo gredoso es aquel que procede de la descomposición de las cretas o piedras calizas que contienen mucho carbonato, cálcico. Es un tipo de tierra ligero y con un buen drenaje. Presenta un tipo de color marrón claro o un blanquecino
Suelo pantanoso	NO	Se considera que un suelo es pantanoso a aquel que se ha formado en lugares que se encuentran habitualmente inundados. Son suelos que tienen muy poca riqueza mineral y con una acidez muy elevada. Su color es negro.
Suelo Rocoso	NO	Los terrenos formados mayoritariamente por estratos rocosos son muy resistentes a la compresión y en caso de no presentar la roca fisuras o estratificación, son los más adecuados para soportar las cimentaciones. En el estudio de los materiales rocosos se debe distinguir entre el comportamiento de las propiedades

		<p>geomecánicas de la roca matriz, que se obtienen por medio de ensayos, y el del medio rocoso, que suelen incluir discontinuidades en su estructura. Presentan una regular humedad, pero al contrario del arcilloso es fácilmente filtrable.</p>
--	--	---

En conclusión, el terreno presente unas **ÓPTIMAS** características del suelo y condiciones para la construcción del sistema de puesta a tierra.

A. MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Con objeto de medir la resistividad del suelo para el presente proyecto se aplicó el Método tetraelectrónico de Wenner, en el cual se hace necesario insertar los 4 electrodos en el suelo. Los cuatro electrodos se colocan en línea recta y a una misma profundidad de penetración, las mediciones de resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno, y por el contrario no dependen en forma apreciable del tamaño y del material de los electrodos, aunque sí dependen de la clase de contacto que se haga con la tierra.

El principio básico de este método es la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 y C2 mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2. Estos electrodos están enterrados en línea recta y a igual separación entre ellos. La razón V/I es conocida como la resistencia aparente. La resistividad aparente del terreno es una función de esta resistencia y de la geometría del electrodo.

En la figura 1 se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = 2 * \pi * a * R$$

ρ Es la resistividad del terreno en Ohm-m

a Es la distancia de separación entre los electrodos de medición

R Es la resistencia medida en Ohm

En la figura 2 se observa la conexión del equipo para la medida de la resistividad del terreno

La resistividad obtenida como resultado de estas ecuaciones representa la resistividad promedio de un hemisferio de terreno de un radio igual a la separación de los electrodos.

Para el presente caso se efectuaron exploraciones para diferentes distancias de separación entre electrodos (1m, 2m y 3 m) con una profundidad de enterramiento de 0.25 m, con el fin de obtener un conjunto de valores que permitan promediar la resistividad media del terreno en estudio, en donde se implementara el sistema de puesta a tierra de las Acometidas Eléctricas.

❖ Esquema de conexiones

El montaje utilizado para la medición se resistividad se ilustra en el siguiente diagrama:

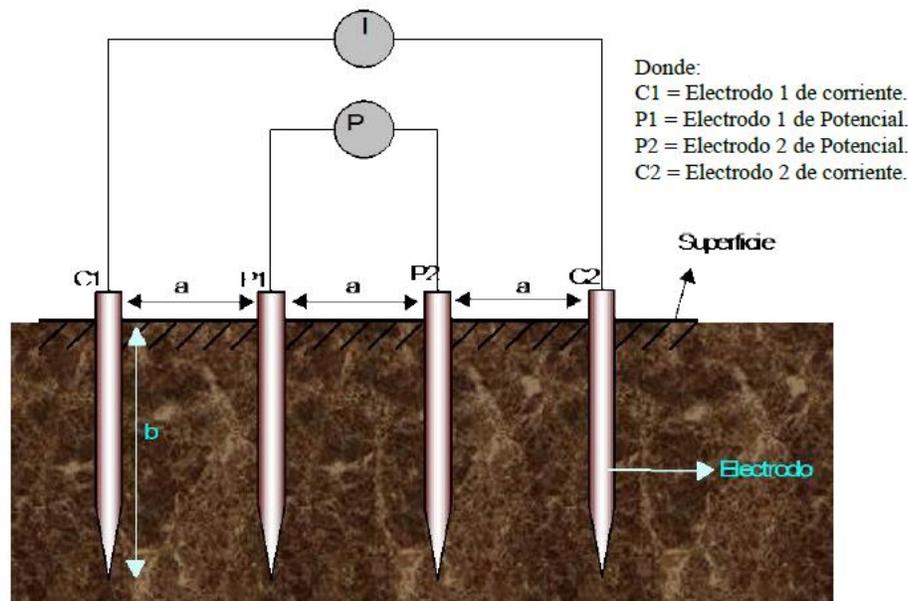


Figura 1 Montaje para medición de resistividad de terreno, aplicando el método Wenner

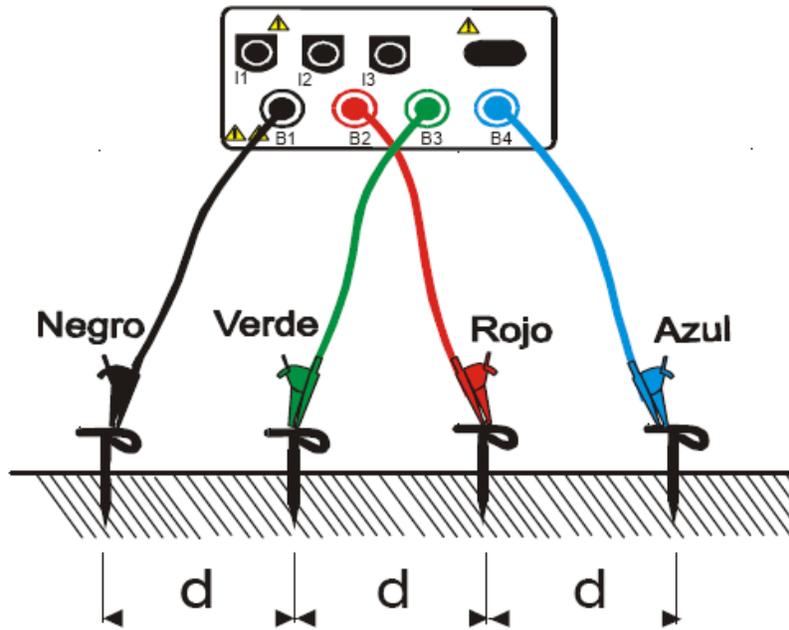


Figura 2 Conexión para la medida de la resistividad del terreno

- **GRÁFICAS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS**

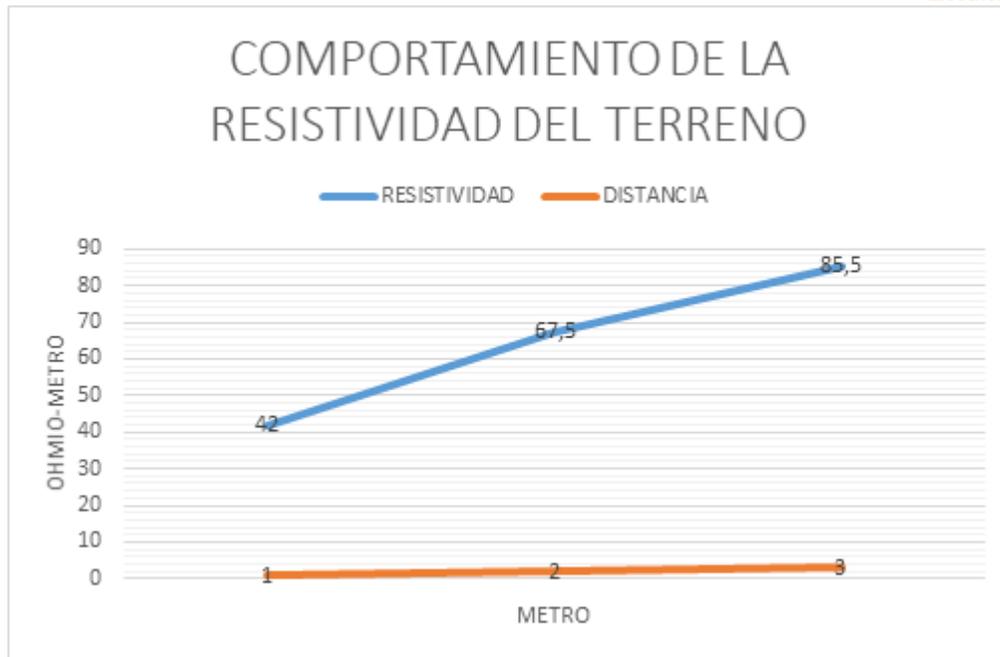


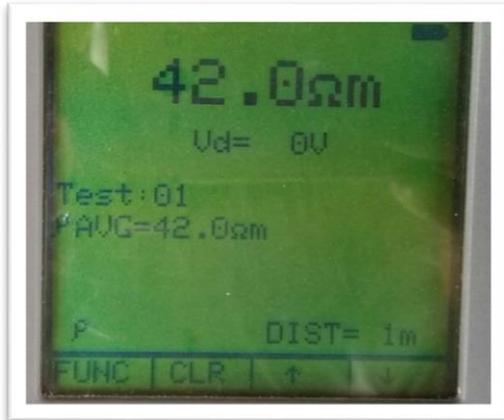
Tabla de Mediciones		
Descripción	Ohmio-metro(Ω m)	Distancia (m)
1 medida	42	1
2 medida	67.5	2
3 medida	85.5	3
Promedio	65	

Nota 1:

- Analizando la representación gráfica, se observa que la línea de tendencia presenta comportamiento logarítmico, donde a mayor longitud (m) de la ubicación de la piqueta, el valor de la resistividad (Ω .m), **tiende a aumentar**, lográndose concluir que el terreno presenta características de **varias capas**.
- De acuerdo al resultado obtenido promedio, se establece que la resistividad del terreno es de **65 Ω m**, resultado que **SI** es favorable para la implementación del sistema de puesta a tierra topología triangular, valor que coincide con el análisis obtenido en el ítem **“Características del Suelo”**.

REGISTRO FOTOGRAFICO

RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO



MEDIDA 1 m



MEDIDA 2 m



MEDIDA 3 m

- **Selección del Calibre del conductor de Puesta a Tierra.**

Para la selección del calibre del conductor de puesta a tierra, se consideró el calibre del conductor de la acometida y en relación a la Tabla 250-94 de la NTC 2050, el calibre del conductor de puesta a tierra no debe ser menor a los especificados en la tabla enunciada. Para la acometida general a instalar en el proyecto, se consideró el enunciado anterior.

Teniendo en cuenta que el conductor de la acometida general va en un circuito calibre 6 AWG y que los alimentadores para cada uno de los abonados (Tablero Modulo Tipo 3 y Áreas Comunes) los cuales son en cobre y va en calibre 8 AWG; por lo tanto, el conductor de puesta a tierra según la Tabla 250-94 de la NTC 2050, **No Puede Ser Inferior** al calibre No 8 AWG.

Se selecciona un conductor calibre No 4 AWG con el fin de garantizar el proceso de corrosión y garantizar la efectividad de la puesta a tierra.

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

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

- **Resistencia de la Puesta a Tierra.**

Para nuestro diseño emplearemos la configuración de la malla del conductor en cada esquina

$$R = \frac{\rho}{n} \left(0.404 + \frac{0.16}{S} \ln(0.655n) \right)$$

Dónde:

S: separación de electrodos

n: Número de electrodos

ρ : Resistividad del terreno

La puesta a tierra tendrá las siguientes dimensiones.

S: 3*2.4 [m]= 7.2 [m]

n: 3

ρ : 65[Ω *m]

$$R = \frac{65}{3} \left(0.404 + \frac{0.16}{7.2} \ln(0.655 * 3) \right) = 9.07\Omega$$

Conductor de puesta a tierra: No 4 AWG Cu.

Electrodo de Puesta a Tierra: 3 varillas de 2.40 m.

De esta manera se cumple con los valores máximos de referencia para resistencia de puesta a tierra, en aplicaciones de punto de neutro de acometida en baja tensión, enmarcados en la Tabla 15.4 del RETIE.

E. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTES.

Para el cálculo de las protecciones se tiene en cuenta que su valor no debe ser superior a la capacidad de conducción en amperios correspondiente a la del conductor que va a proteger.

Como medida de protección para la instalación eléctrica, se utilizará un interruptor de protección termomagnético el cual ha sido calculado de la siguiente manera:

La magnitud de la corriente del Interruptor debe ser mayor que la corriente que es transportada por el cable conectado a este I (A) y menor a la corriente admisible en este cable I (A)*1,25.

A continuación, se resumen el cálculo de las diferentes protecciones:

- **Protección de Acometida General.**

$$\frac{VA}{V} = \frac{3.752}{208} = 18 A$$

$$I_{\text{corregida}} = 18 \times 1.25 = 22 A$$

$$I_{\text{normalizado}} = 2 \times 50 A$$

Se escoge una protección de 2x50A, con poder de corte de 10 KA.

- **Protección de Acometida Tablero Áreas Comunes.**

$$\frac{VA}{V} = \frac{1.415}{208} = 7 A$$

$$I_{\text{corregida}} = 7 \times 1.25 = 8.5 A$$

$$Inormalizado = 2 \times 30A$$

Se escoge una protección de 2x30A, con poder de corte de 10 KA.

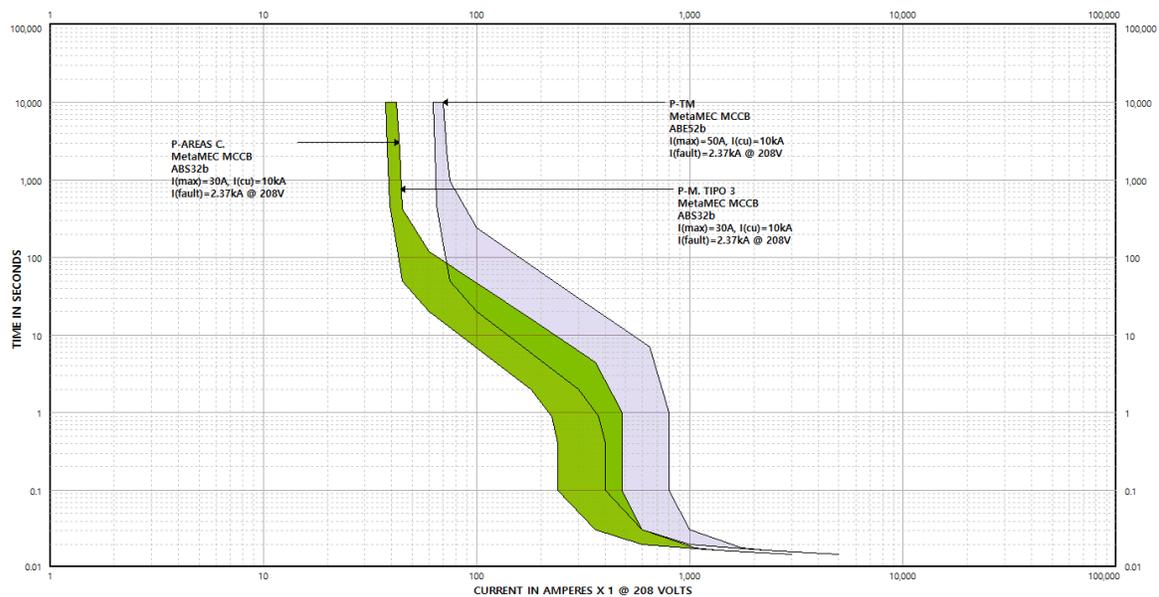
- **Protección de Acometida Tablero Modulo Tipo 3.**

$$\frac{VA}{V} = \frac{2.337}{208} = 11 A$$

$$Icorregida = 11 \times 1.25 = 14 A$$

$$Inormalizado = 2 \times 30A$$

Se escoge una protección de 2x30A, con poder de corte de 10 KA.



Curvas de Coordinación de Protecciones.

COLOR	DESCRIPCION	CODIGO
	BREAKER MCCB 50A-10 kA	P-TM
	BREAKER MCCB 30A-10 kA	P-M. TIPO 3
	BREAKER MCCB 30A-10 kA	P-AREAS C.

Cada una de las protecciones actuaría eventualmente en forma independiente en presencia de una sobrecorriente o un cortocircuito, por tanto, se cumple la coordinación de protecciones.

F. CÁLCULOS DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS).

De acuerdo con el NTC 2050 y el NEC, para un sólo conductor se puede ocupar como máximo el 53% del área interna del conduit, para dos conductores el 31% y para tres conductores o más, máximo el 40%; esto es utilizado como criterio para determinar el porcentaje de ocupación de la tubería conduit de acuerdo con el calibre seleccionado.

Para el cálculo de la ductería, se tuvo en cuenta el criterio de ocupación o llenado, el apéndice C, tabla 11, de la norma NTC 2050, donde se indica el número máximo de conductores según el tipo de aislamiento para tubo conduit rígido de PVC Tipo A.

la canalización de cada circuito, será en poli cloruro de vinilo) (PVC) rígido-poliducto de alta densidad PAD y con interior liso para proteger los cables aislados.

Por lo tanto, en tubería tenemos:

❖ Acometida General.

CALCULO DE TUBERIA CONDUIT			DE ACUERDO A LA NORMA NTC 2050 APENDICE C, TABLA 11 MAS DE DOS CONDUCTORES 40% ocup.					
TUBO CONDUIT TIPO PESADO	TUBO CONDUIT TIPO SEMIPESADO	TUBO CONDUIT TIPO LIGERO	PVC TIPO NORMAL	PVC TIPO PESADO	PVC TIPO SUBTERRANEO			
THW, THW-LS, THHW, THHW-LS, THW-2, RHH, RHW, RHW-2								
CANTIDAD	CALIBRE	AREA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2
	#14	8,97						
	#12	11,7						
	#10	15,7						
	#8	28,2						
3	#6	46,8	140,40	140,40	140,40	140,40	140,40	140,40
	#4	62,8						
	#3	73,2						
	#2	86						
	#1	123						
	1/0	143						
	2/0	169						
	3/0	201						
	4/0	240						
	250MCM	297						
	300MCM	341						
	350MCM	384						
	400MCM	427						
	500MCM	510						
	600MCM	628						
	750MCM	752						
	1000MCM	954						
AREA TOTAL			140,40	140,40	140,40	140,40	140,40	140,40
DIAMETRO DE CONDUIT REQUERIDO			25mm	25mm	25mm	19mm	19mm	25mm
								TUBERIA CONDUIT METALICA DE 13 mm. A 155 mm.
								TUBERIA CONDUIT DE PVC NORMAL DE 13 A 51 mm.
								TUBERIA CONDUIT DE PVC PESADO DE 13 A 101 mm.
								TUBERIA CONDUIT DE PVC SUBTERRANEO DE 25 A 150 mm.

Se utilizará tubería PVC de 1 1/2", con el fin de que nos dé un mejor margen de maniobrabilidad para la introducción y jalado de los cables.

❖ Acometida General Tablero Áreas Comunes y Modulo Tipo 3.

CALCULO DE TUBERIA CONDUIT			DE ACUERDO A LA NORMA NTC 2050 APENDICE C, TABLA 11 MAS DE DOS CONDUCTORES 40% ocup.					
TUBO CONDUIT TIPO PESADO	TUBO CONDUIT TIPO SEMIPESADO	TUBO CONDUIT TIPO LIGERO	PVC TIPO NORMAL	PVC TIPO PESADO	PVC TIPO SUBTERRANEO			
THW, THW-LS, THHW, THHW-LS, THW-2, RHH, RHW, RHW-2								
CANTIDAD	CALIBRE	AREA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2	AREA CALCULADA mm2
	#14	8,97						
	#12	11,7						
	#10	15,7						
3	#8	28,2	84,60	84,60	84,60	84,60	84,60	84,60
	#6	46,8						
	#4	62,8						
	#3	73,2						
	#2	86						
	#1	123						
	1/0	143						
	2/0	169						
	3/0	201						
	4/0	240						
	250MCM	297						
	300MCM	341						
	350MCM	384						
	400MCM	427						
	500MCM	510						
	600MCM	628						
	750MCM	752						
	1000MCM	954						
AREA TOTAL			84,60	84,60	84,60	84,60	84,60	84,60
DIAMETRO DE CONDUIT REQUERIDO			19mm	19mm	19mm	19mm	13mm	25mm



Se utilizará tubería PVC de 1", con el fin de que nos dé un mejor margen de maniobrabilidad para la introducción y jalado de los cables.

G. CÁLCULOS DE REGULACIÓN.

Los valores de las constantes de regulación **K**, del conductor en baja tensión están especificados en la norma CODENSA. **“Constantes de Regulación”**.

La regulación en porcentaje se calcula en base a la siguiente expresión:

$$\text{Regulación \%} = \text{Momento Electrico} * K$$

Donde el Momento Eléctrico es el producto entre la Potencia Aparente o Demanda por tramo en kVA a Energizar y la longitud total del conductor en metros; y la constante K, es la constante de regulación propia del conductor.

$K = 4.92117E-03$ [%KVA-m] para THW 8 Aluminio.

$K = 3.39E-03$ [%KVA-m] para concéntrico 2x6+6 AWG Cobre

Los porcentajes de regulacion limites a permitir en las redes de distribución estan establecidos según la sección 210-19 de la NTC 2050.

G.1 RESUMEN CALCULO DE REGULACION ACOMETIDAS ELECTRICAS

PROYECTO	MUNICIPIO	DESCRIPCION	MATRIZ DE CALCULO DE REGULACION							
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA TURISTICA EN EL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES	BELEN DE LOS ANDAQUIES	ACOMETIDAS ELECTRICAS								
CONDUCTOR B.T.		LONGITUD EN METROS (m)	POTENCIA A TRANSPORTAR		MOMENTO [KVA-m]	CALIBRE DEL CONDUCTOR	TIPO	K DE REGULACIÓN	REGULACIÓN %	
CALIBRE ESPECIFICADO	CONSTANTE (K) ESPECIFICADO	ESPECIFICADO	KVA INSTALADO	KVA ACUMULADO					% PARCIAL	% ACUMULADA
TRAMO		LONGITUD [m]								
PUNTO DE CONEXIÓN	TABLERO DE MEDIDA	55	3,752	3,752	206,360	6	CONCENTRICO	3,39000E-03	6,9956040E-01	6,9956040E-01
TABLERO DE MEDIDA	USUARIO FINAL No 1 MODULO TIPO 3	11	2,337	2,337	25,707	8	THW	4,92117E-03	1,2650852E-01	8,2606892E-01
TABLERO DE MEDIDA	USUARIO FINAL No 2 AREAS COMUNES	5	1,415	1,415	7,075	8	THW	4,92117E-03	3,4817278E-02	7,3437768E-01

La Regulación para cada uno de los circuitos, cumplen con la caída de tensión máxima permitida a un nivel de tensión 208/120V, Según lo establece la sección 210-19 de la NTC 2050. Por tanto, el diseño cumple con los criterios y normas de regulación. **Los cálculos de regulación de la red de alumbrado exterior se encuentran relacionada en los planos anexos No 2 y No 6.**

H. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES

Ver plano anexo No 5.

I. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN

Planos del proyecto del sistema eléctrico en los cuales se muestra la ubicación de la red de alumbrado público, sistema de puesta a tierra, tipo de iluminarias, entre otros.

Ver planos anexos del No 1-6.

J. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

Según lo indicado en la Tabla 110-16. Espacio alrededor de los equipos eléctricos (para 600 V nominales o menos). Alrededor del Tablero de Distribución debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

1. La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia el Tablero no debe ser inferior a 90 cm (Tabla 110-16).
2. El ancho del espacio de trabajo en el frente del Tablero, debe ser el ancho del equipo o 0,75 m, el que sea mayor.

Con el objeto de evitar accidentes por contactos directos con las partes energizadas se deben cumplir con las siguientes distancias: **Distancia de Seguridad en zona de edificación:**

Las redes aéreas de media y baja tensión existentes frente al predio cumplen con las distancias de seguridad horizontal de 1,7m para < 1KV / 2,3m para 13,2

KV y vertical de 3,2m para < 1KV / 3,8 para 13,2 KV dadas por el Retie en el artículo 13, tabla 15, figura 5,

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas. (Figura 5)	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	3,2
Distancia horizontal "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 5)	115/110	2,8
	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 5)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 5)	500	8,6
	230/220	6,8
	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Tabla 15. Distancias mínimas de seguridad en zonas de construcciones.
Fuente: Reglamento Técnico de las Instalaciones Eléctricas RETIE

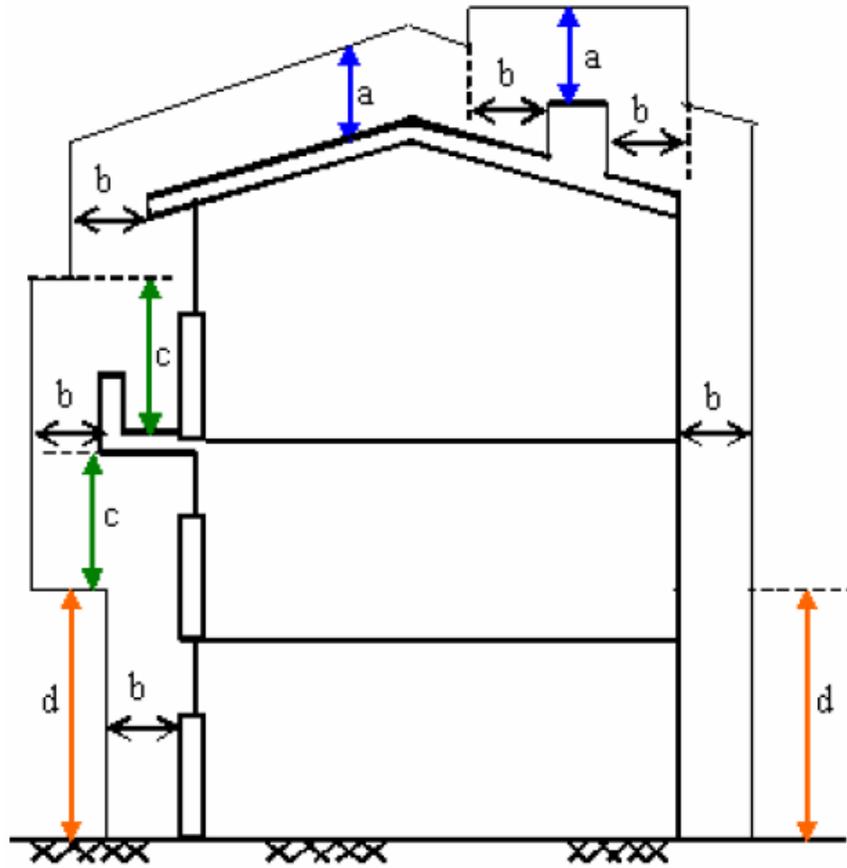


Figura 5. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

Figura 5. Distancias de seguridad en zonas de construcciones.
Fuente: Reglamento Técnico de las Instalaciones Eléctricas RETIE

Cordialmente,



ING. Paulino Murcia Herrera
T.P. CN205-87243



ING. Anderson Javier Osorio Valderrama
T.P. CN206-10419