

	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento:</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 1 de 36</p>

**MEMORIAS DE CÁLCULO ELÉCTRICAS**  
**SUBESTACIÓN 75 KVA, 132.KV / 214-123,4V**  
**INSTITUCION EDUCATIVA SAN JUAN IPIALES**

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 2 de 36

Comentado Por:			
No.	Nombre	Cargo	Firma
1			
<b>RUBAU CONSTRUCCIONES</b>			

Rev.	Fecha	Descripción de revisión	Elaboró	Revisó	Aprobó
0	30/09/2016	Emitido para información del cliente	G.Arboleda		
B1		Emitido para comentarios del cliente			
A1		Emitido para revisión interna			
Liberó					

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 3 de 36

## CONTENIDO

1.	NORMATIVIDAD APLICADA .....	4
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO .....	4
3.	CUADROS DE CARGA INICIALES Y FUTURAS .....	4
3.1	CUADROS DE CARGA .....	4
3.1.1.	CUADROS DE CARGA INICIALES .....	4
3.1.2.	CUADROS DE CARGA FUTUROS .....	5
4.	CALCULO DE REGULACIÓN.....	5
5.	CALCULO DE PÉRDIDAS .....	5
6.	ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLO .....	5
7.	ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO.....	6
8.	CALCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	6
9.	CALCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES.....	6
10.	VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	8
10.1.	EN ALIMENTADORES .....	8
10.1.1.	CONDUCTORES DE FASE .....	8
10.1.2.	CONDUCTORES DE NEUTRO.....	15
10.1.3.	CONDUCTORES DE TIERRA.....	19
10.1.3.1.	CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA .....	19
10.1.3.2.	CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS .....	19
11.	CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.....	19
12.	CALCULO DE CANALIZACIONES .....	19
12.1.	CALCULO EN ALIMENTADORES Y RAMALES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
13.	PÉRDIDAS DE ENERGÍA .....	23
13.1.	EN ALIMENTADORES .....	23
14.	CALCULO DE REGULACIÓN.....	23
14.1.	CALCULO DE REGULACIÓN ALIMENTADORES Y RAMALES .....	23
15.	COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.....	24
16.	CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.....	33
17.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDA .....	33
18.	DESVIACIÓN DE LA NTC 2050.....	337
19.	ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS.....	28
20.	CÁLCULO MALLA PUESTA TIERRA.....	29

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 4 de 36

## 1. Normatividad Aplicada

NTC 2050  
 RETIE  
 NTC4550  
 NTC 4595  
 RETILAP

## 2. Descripción Del Proyecto Eléctrico

La institución educativa San Juan cuenta con un transformador existente de 30 KVA exclusivo para la institución (en poste), con un Tablero General existente que alimenta 12 cargas de aulas, rectoría, laboratorio, informática, aulas primarias.

En cuanto a la carga tenemos el siguiente análisis:

- De acuerdo a mediciones realizadas en sitio, la carga instalada existente es máximo de 18.14 KVA.
- La carga instalada para el nuevo edificio es de 37.95 KVA.
- Por lo anterior se concluye que al conectar la carga del edificio nuevo al transformador existente de 30 KVA, este no tiene la capacidad para una carga de 56,1KVA, por lo cual se debe reemplazar por un transformador de 75 KVA.

## 3. Análisis y Cuadros de Carga iniciales y futuras.

### 3.1. Cuadros de Carga

#### 3.1.1. Cuadros de Carga Iniciales

Para el análisis de cargas iniciales se solicitó a la institución educativa el suministro de planos eléctricos con cuadros de cargas, al no poseer esa información la institución se procedió a realizar mediciones en el tablero general con la carga al 100% de su funcionamiento donde se obtuvo los siguientes datos en la acometida principal:

Fase 1: 22.0A, Fase 2: 26.0A, Fase 3: 32.0A.

Donde se concluye que la carga máxima existente es de 18.14 KVA.

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 5 de 36

### 3.1.2. Cuadros de Carga Futuros

El proyecto nuevo contempla un tablero general de acometidas proyectado. Los tableros futuros son:

- Tablero General de Acometidas TGA.
- Tablero 1°-2° Piso.
- Tablero De Distribución.
- Tablero Regulado, alimentado por UPS de 15 KVA Trifásica.
- Tablero de Emergencia.
- Tablero de Bombas.

Se detallan los cuadros de cargas de tableros en los respectivos planos.

## 4. Calculo de Regulación

La regulación tanto para alimentadores como para ramales la presenta cada cuadro de cargas presentado en el anexo “Cuadro Cargas #1 San Juan.xls”. Los valores límites para un alimentador y ramal fueron tomados de la NTC 20560 artículo 215-2 b) Nota 2. La carga de los circuitos ramales se asumió uniformemente distribuida por todo el circuito. La caída de tensión de los alimentadores de cada tableros se calculó tomando los valores y recomendaciones de la tabla 9 Nota 2 del capítulo 9 de la NTC 2050.

## 5. Calculo de Pérdidas

Las pérdidas de potencia se calcularon para cada alimentador de acuerdo a los valores de resistencia de cada cable presentados en la tabla 9 del capítulo 9 de la NTC 2050. Se anexa cálculos de pérdidas en potencia activa en cuadro de cargas (anexo # 1).

## 6. Análisis de Riesgos de Origen Eléctrico y medidas para Mitigarlo

De acuerdo al RETIE, todo proyecto debe de tener una evaluación de riesgo eléctrico y sus medidas para mitigarlo. En anexo # 2 se describen los eventos que se pueden presentar.

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 6 de 36

## 7. Análisis del nivel de tensión requerido

Los equipos que se conectarán en el proyecto funcionan a 120-208V. Por lo tanto el sistema de distribución será en nivel 1 de baja tensión.

## 8. Calculo de campos electromagnéticos

De acuerdo al artículo 14 del Retie los campos electromagnéticos de baja frecuencia (0 a 300 Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos. Adicionalmente el artículo 14.3 del mismo reglamento establece los valores límites de exposición a campos electromagnéticos para una exposición ocupacional de 8 horas al igual que para el público en general. En las zonas en donde se encuentra las instalaciones eléctricas del proyecto no se tiene una permanencia igual a ocho horas.

Finalmente basados en el artículo 14.4 se hace claridad que para los diseños de líneas y subestaciones con valores de tensión de nivel IV deben contemplar un análisis de campos electromagnéticos.

Dado que el proyecto tiene un punto de conexión en el nivel II de tensión se puede prescindir del cálculo de exposición a campos electromagnéticos.

## 9. Calculo económico de conductores

### Cálculo económico de conductores:

Cálculo Económico de Conductores	Descripción	Unidad	Cantidad	Vr/Unit	Vr/Total
Equivalencia Cobre	3#4/0+1#4/0+1#2/0T Cobre	m	21	\$ 133.500	\$ 2.803.500
Equivalencia Aluminio	2x(3#1/0+1#1/0)+1#1/0T Aluminio	m	21	\$ 42.500	\$ 892.500

### Análisis de Consumo Promedio Mensual:

Item	Descripción	Potencia (KW)	Uso Diario (Horas)	Consumo Promedio		Vr Unit. Aprox. KWH (\$) Oficial	Vr Parcial Aprox. KWH (\$)
				Diario (KWH)	Mensual (KWH)		
1	Tablero 1°2° Piso	18,7	1	19	375	\$ 437	\$ 163.700
2	Tomas regulados	11,7	0,5	6	117	\$ 437	\$ 51.129
3	Bombas (Presión)	2,2	0,5	1	22	\$ 437	\$ 9.780
4	Tablero Emergencia	3,7	0,5	2	37	\$ 437	\$ 16.237
<b>TOTAL KWH MES</b>					<b>551</b>		<b>\$ 240.846</b>

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 7 de 36

### Análisis de Utilización Energía Solar con Paneles Solares:

La Energía solar es un sistema de energía limpia, la cual se basa en la instalación de un sistema fotovoltaico con paneles solares enlazado a la red normal:

Se utiliza kit solar completo de los KW indicados, el cual incluye paneles Renogy 250 vatios solares, Enphase Microinverters, cables troncales, las tapas de terminación y el equipo de montaje que necesitará para configurar su sistema.

Para este análisis se proponen dos (2) alternativas:

- Para servicio total de 50,1 KVA/ 45,1KW:  
 10 unidades de Kit solar de 5 KW \* \$ 11,000 US = \$ 110,000 US

De acuerdo a la tasa representativa TRM al día de hoy martes 13 de Septiembre de 2016 por \$ 2957,56, tenemos:

Valor aproximado de Implementación Sistema Paneles Solares integral:  
**\$ 110,000 US \* \$ 2957,56 = \$ 325, 331,600.**

- Para servicio parcial, sólo del sistema de alumbrado por 11.78 KVA/ 10.6 KW:  
 4 unidad de Kit solar de 3 KW \* \$ 5,700 US = \$ 22,800 US

De acuerdo a la tasa representativa TRM al día de hoy martes 13 de Septiembre de 2016 por \$ 2957,56, tenemos:

Valor aproximado de Implementación Sistema Paneles Solares para el alumbrado:  
**\$ 22,800 US \* \$ 2957.56 = \$ 67, 432,368.**

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 8 de 36

## 10. Verificación de conductores

### 10.1. En Alimentadores

#### 10.1.1. Conductores de Fase

Los conductores se han seleccionado para soportar la corriente que generan las cargas respectivas. Las protecciones de los alimentadores y de los ramales se dimensionaron multiplicando el valor de la corriente demanda por 1.25 tal y como lo exigen los artículos 220-3 a) para los ramales y 220-10 b) para el caso de los alimentadores de la NTC 2050. La carga se diversifico, se calculó la carga total con las cargas continuas y no continuas.

Los cuadros de carga presentados en el anexo “Cuadro de Cargas # 1 – E-San Juan.xls” presentan el alimentador seleccionado para cada tablero y el calibre de los conductores de los circuitos ramales.

A continuación se presentan los cálculos para los diversos tableros de breakers, con cálculo de alimentador, protección, canalización y regulación de tensión:

 <p>Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 9 de 36</p>

<b>Cálculos TGA Proyectado</b>		
Carga Instalada TGA Proyectado :	56076,3	VA
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>	155,8	A
<b>Longitud Acometida =</b>	21	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#4/0)=	0,242	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,79	V
Vff = Vfn x 1,73	1,37	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>0,66</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego la Acometida:</b>		
	<b>3#4/0+ 1#4/0+ 1 #2/0T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	194,7	A
	<b>3x225A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Acometida:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #2/0:	167,81	
Cable Cu #4/0:	238,09	mm2
Área interior ducto 3" emt:	5114	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>21,90</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emte :</b>	<b>3"</b>	

 <p>Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 10 de 36</p>

<b>Cálculos Tablero Bombas</b>		
Carga Instalada:	2487	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>2487</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>	6,9	A
<b>Longitud Alimentador =</b>	7	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#10)=	3,6	Ohmio- m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,17	V
Vff = Vfn x 1,73	0,30	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>0,14</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>	<b>3#10+1#10+1#10T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 2,5):</b>	17,3	A
	<b>3x20A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #10:	19,54	mm2
Área interior ducto 3/4" emt:	428	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>22,83</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>	<b>3/4"</b>	

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 11 de 36

<b>Cálculos Tablero Emergencia</b>		
Carga Instalada:	4128,3	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>4128,3</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = ( S / (208*1,73)) =</b>	11,5	A
<b>Longitud Alimentador =</b>	7	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#10)=	3,6	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,29	V
Vff = Vfn x 1,73	0,50	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>0,24</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>	<b>3#10+1#10+1#10T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 2,5):</b>	28,7	A
	<b>3x20A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm <sup>2</sup>		
Cable Cu #10:	19,54	mm <sup>2</sup>
Área interior ducto 3/4" emt:	428	mm <sup>2</sup>
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>22,83</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>	<b>3/4"</b>	

 <p><b>Findeter</b> Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 12 de 36</p>

<b>Cálculos Tablero 1° Piso</b>		
Carga Instalada:		8168 VA
<b>Luego Carga Total=</b>		<b>8168 VA</b>
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>		22,7 A
<b>Longitud Alimentador =</b>		7 m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#8)=		2,38 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =		0,38 V
Vff = Vfn x 1,73		0,65 V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>		<b>0,31 %</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>	<b>3#8+1#8+1#10T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	28,4	A
	<b>3x40A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #8:	32,82	mm2
Cable Cu #10:	19,54	mm2
Área interior ducto 1" emt:	658	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>22,92</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>	<b>1"</b>	

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 13 de 36

<b>Cálculos Tablero 2º Piso</b>		
Carga Instalada:	12640	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>12640</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>	35,1	A
<b>Longitud Alimentador =</b>	25	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#8)=	2,38	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	2,09	V
Vff = Vfn x 1,73	3,62	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>1,74</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>	<b>3#8+1#8+1#10T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	43,9	A
	<b>3x50A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #8:	32,82	mm2
Cable Cu #10:	19,54	mm2
Área interior ducto 1" emt:	658	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>22,92</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>	<b>1"</b>	

 <p>Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 14 de 36</p>

<b>Cálculos Tablero Regulado</b>		
Carga Instalada:	13000	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>13000</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = ( S / (208*1,73)) =</b>	36,1	A
<b>Longitud Alimentador =</b>	10	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#8)=	2,38	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,86	V
Vff = Vfn x 1,73	1,49	V
<b>% Reg = (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>0,72</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>		
	<b>3#8+1#8+1#10T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	45,2	A
	<b>3x50A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm <sup>2</sup>		
Cable Cu #8:	32,82	mm <sup>2</sup>
Cable Cu #10:	19,54	mm <sup>2</sup>
Área interior ducto 1" emt:	645	mm <sup>2</sup>
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>23,38</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>		
	<b>1"</b>	

 <p>Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 15 de 36</p>

<b>Cálculos Tablero De Distribucion Proyectado</b>		
Carga Instalada Tablero General De Distribucion	37936,3	VA
Proyectado:		
<b>Cálculo Carga Demandada:</b>		
Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua		
Carga Continua (Alumbrado) =	9703	VA
Carga No Continua = 10000 + 0,5 x (Otros - 10000)		
Tablero regulado=	13000	
Tablero Emergencia =	300,0	VA
T_Bombas presión al 50%	1243,3	
Tablero 1° Piso =	6480	VA
Tablero 2° Piso =	5980	
OTROS	27003,3	VA
Carga No Continua = (10000+0,5*(Otros-10000) =	18501,7	VA
Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua		
<b>Carga Total Demandada=</b>	<b>32830</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = ( S / (208*1,73)) =</b>	91,2	A
<b>Longitud Acometida =</b>	120	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#3/0)=	0,288	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	3,15	V
Vff = Vfn x 1,73	5,45	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>2,62</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego la Acometida:</b>	<b>3#3/0+ 1#3/0+ 1 #1/0T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	114,0	A
	<b>3x125A</b>	
<b>10.1.2. C</b>		
<b>Cálculo Canalización para Acometida:</b>		
<b>10.1.3. Área Ocupación Conductores en mm2</b>		
<b>10.1.4. Cable Cu #3/0:</b>	199,51	mm2
<b>10.1.5. Cable Cu #1/0:</b>	142,06	mm2
<b>10.1.6. Área interior ducto 3" PVC:</b>	5351	mm2
<b>10.1.7. % ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =</b>	<b>17,57</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>10.1.8. Ducteria pvc:</b>	<b>3"</b>	

 <p><b>Findeter</b> Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 16 de 36</p>

<b>Cálculos Tablero General De Distribucion Existente</b>		
Carga Instalada Tablero General De Distribucion :		18140 VA
<b>Cálculo Carga Demandada:</b>		
Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua		
Carga Continua (Alumbrado) =		2080 VA
Carga No Continua = 10000 + 0,5 x (Otros - 10000)		
Tomas =		600
Bombas presión, simultaneidad al =		7430 VA
Fotocopadoras =		500 VA
Equipo de Sonido =		750 VA
Computadores =		2000 VA
OTROS		11280 VA
Carga No Continua = (10000+0,5*(Otros-10000) =		10640 VA
Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua		
<b>Carga Total Demandada=</b>		<b>15380 VA</b>
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>		
		42,7 A
<b>Longitud Acometida =</b>		10 m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#6)=		1,52 Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =		0,65 V
Vff = Vfn x 1,73		1,12 V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>		<b>0,54 %</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego la Acometida:</b>	<b>3#6+ 1#6+ 1 #4T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	53,4	A
	<b>3x60A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Acometida:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #6:	48,7	mm2
Cable Cu #4:	27,1	mm2
Área interior ducto 1-1/2" EMT:	1427	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>15,55</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emt:</b>	<b>1-1/2"</b>	

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 17 de 36

<b>Cálculos TGA Proyectado</b>		
Carga Instalada TGA Proyectado :	56076,3	VA
<b>Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) =</b>	155,8	A
<b>Longitud Acometida =</b>	21	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#4/0)=	0,242	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	0,79	V
Vff = Vfn x 1,73	1,37	V
<b>% Reg= (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>0,66</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego la Acometida:</b>	<b>3#4/0+ 1#4/0+ 1 #2/0T</b>	
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	194,7	A
	<b>3x225A</b>	
<b>Cálculo Canalización para Acometida:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm2		
Cable Cu #2/0:	167,81	
Cable Cu #4/0:	238,09	mm2
Área interior ducto 3" emt:	5114	mm2
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>21,90</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducteria Emte :</b>	<b>3"</b>	

 <p>Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 18 de 36</p>

<b>Cálculo PLANTA EMERGENCIA 63KW / 70KVA</b>		
Tablero Emergencia =	4128,3	VA
Bomba Contra Incendio 10KVA, (6*Inominal)=	60000	VA
	64128,3	VA
<b>Luego se proyecta una Planta de Emergencia de:</b>	<b>70KVA</b>	

<b>Cálculos Planta Emergencia</b>		
Carga Instalada:	70000	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>70000</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = ( S / (208*1,73)) =</b>	194,5	A
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>	243,2	A
	<b>3x250A</b>	

<b>Cálculos Tablero Bomba Contra Incendio</b>		
Carga Instalada:	9950	VA
<b>Luego Carga Total=</b>	<b>9950</b>	<b>VA</b>
<b>Calculo Corriente = ( S / (208*1,73))*6 =</b>	165,9	A
<b>Longitud Alimentador =</b>	20	m
<b>Cálculo Regulación Tensión:</b>		
Zef (#1/0)=	0,41	Ohmio-m
Vfn = (Zef x L x I) =	1,36	V
Vff = Vfn x 1,73 =	2,35	V
<b>% Reg = (Vff/Vnom)x100 =</b>	<b>1,13</b>	<b>%</b>
<b>Por ser menor al 3% Cumple.</b>		
<b>Luego el Alimentador:</b>	<b>3#1/0+1#8+1#2T</b>	<b>A</b>
<b>Cálculo Protección (Inom x 1,25):</b>		
<b>U</b>	<b>3x180A,MAGNETICO</b>	
<b>C</b>		
<b>Cálculo Canalización para Alimentador:</b>		
Área Ocupación Conductores en mm <sup>2</sup>		
Cable Co #1/0:	142,06	mm <sup>2</sup>
Cable Cu #8:	32,82	mm <sup>3</sup>
Cable Cu #2:	88,53	mm <sup>2</sup>
Área interior ducto 3" IMC:	5114	mm <sup>2</sup>
% Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 =	<b>10,71</b>	<b>%</b>
<b>Cumple por ser menor o igual al 40%</b>		
<b>Ducto IMC:</b>	<b>3"</b>	

10.1.15.

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 19 de 36

### 10.1.16. Conductores de Neutro

De acuerdo al artículo 15.1 d) del RETIE los conductores del neutro en un sistema trifásico de instalación de uso final con cargas no lineales deben dimensionarse por lo menos al 173% de la corriente de fase. De esta manera se dimensionaron los conductores del neutro de los alimentadores de este proyecto. Cada cuadro de cargas presenta el neutro seleccionado

### 10.1.17. Conductores de Tierra

#### 10.1.17.1. Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra

De acuerdo al artículo 15.3.2 del RETIE este conductor se debe seleccionar de acuerdo a la tabla 250-94 de la NTC 2050. Cada cuadro de cargas presenta el conductor de puesta a tierra que acompaña al alimentador.

#### 10.1.17.2. Conductores de Puesta a Tierra de los Equipos

Los conductores de los ramales, conocidos también como conductores de puesta a tierra de los equipos, se seleccionaron según la tabla 250-95 de la NTC 2050.

## 11. Cálculo mecánico de estructuras

El sistema es subterráneo, por lo tanto no aplica este estudio

## 12. Calculo de canalizaciones

Se debe calcular la fracción de ocupación de la ducteria conduit; dividiendo la sumatoria de las áreas de ocupación de los conductores entre el área interior de la ducteria.

- a) Según tabla No 1 del Capítulo 9 NTC2050, Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores:

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 20 de 36

Capitulo 9 Tablas y Ejemplos NTC2050 (pág. 915).

**Tabla 1. Porcentaje de la seccion transversal en tubos conduit y tuberias, para el llenado de conductores.**

Numero de conductores	1	2	Mas de 2
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

Nota: Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los tubos conduit.

**Tabla de Área interior mm<sup>2</sup> para Ducterías conduit:**

Diámetro Nomin. Pulg.	Diámetro interior (m.m.)			Área Interior mm <sup>2</sup>			Diámetro Exterior (m.m.)
	Metál. Pesada	Metáli. Liviana	P.V.C.	Pesada	Liviana	P.V.C.	
½	17.45	18.00	18.30	239	254	263	21.3
¾	22.78	23.34	23.63	408	428	439	26.7
1	28.65	28.95	30.36	645	658	724	33.4
1 ¼	37.38	38.76	38.60	1097	1180	1170	42.2
1 ½	42.62	44.95	44.20	1427	1587	1534	48.3
2	54.74	56.51	55.25	2353	2508	2397	60.3
2 ½	64.84			3301			72.6
3	80.69		82.54	5114		5351	88.4
4	105.18		107.34	8689		9049	113.7

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 21 de 36

**Tabla de Área ocupación Conductores en mm<sup>2</sup>:**  
**Tabla de Diámetro Conductores en mm:**

Calibre AWG	Área ocupación mm <sup>2</sup>		
	Desnudo	THW	THHN/THWN
14	2.08	12.74	6.82
12	3.31	15.56	9.36
10	5.26	19.54	14.95
8	8.37	32.82	26.01
6	17.42	48.70	35.98
4	27.10	64.94	58.57
2	43.23	88.53	82.48
1/0	70.32	142.06	132.39
2/0	88.39	167.81	158.48
3/0	111.61	199.51	190.57
4/0	141.29	238.09	230.13
MCM			
250	167.74	295.75	282.27
300	201.29	340.00	327.57
350	234.84	383.49	372.21
400	268.39	426.06	416.31
500	334.83	508.70	503.29

 <p><b>Findeter</b> Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 22 de 36</p>

Tabla de Diámetro Conductores en mm:

1. Conductor			2. Aislamiento Espesor	3. Chaqueta Espesor	Resistencia DC a 20°C	Diámetro Exterior	Peso Total Aproximado	Capacidad de Corriente (*)
Calibre	No Hilos	Diámetro						
AWG/kcmil		mm	mm	mm	ohm/km	mm	Kg/Km	A
14	1	1,63	0,38	0,10	8,28	2,73	23,4	25
12	1	2,05	0,38	0,10	5,21	3,15	35,2	30
10	1	2,59	0,51	0,10	3,28	3,95	55,8	40
8	1	3,26	0,76	0,13	2,06	5,2	91,1	55
14	7	1,79	0,38	0,10	8,44	2,89	24,5	25
12	7	2,26	0,38	0,10	5,31	3,36	36,9	30
10	7	2,85	0,51	0,10	3,34	4,21	58,6	40
8	7	3,59	0,76	0,13	2,10	5,53	95,7	55
6	7	4,53	0,76	0,13	1,32	6,47	145	75
4	7	5,71	1,02	0,15	0,832	8,23	232	95
2	7	7,20	1,02	0,15	0,523	9,72	356	130
14	19	1,81	0,38	0,10	8,44	2,91	24,3	25
12	19	2,28	0,38	0,10	5,31	3,38	36,6	30
10	19	2,88	0,51	0,10	3,34	4,24	58,1	40
8	19	3,53	0,76	0,13	2,10	5,47	94,4	55
6	19	4,45	0,76	0,13	1,32	6,39	143	75
4	19	5,61	1,02	0,15	0,832	8,13	229	95
2	19	7,08	1,02	0,15	0,523	9,6	351	130
1	19	7,95	1,27	0,18	0,415	11,05	449	150

El cálculo de canalizaciones en alimentadores y ramales se realizó según el capítulo de la NTC 2050 asumiendo que todos los conductores son de la misma sección transversal, de esta manera se seleccionó el calibre más grueso para cada alimentador y ramal.

- El cálculo de canalizaciones en alimentadores está incluido en el ítem 10.
- El cálculo de canalizaciones en circuitos ramales está incluido en los cuadros de carga.

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 23 de 36

## 13. Pérdidas de Energía

### 13.1. En Alimentadores

Las pérdidas de potencia se calcularon para cada alimentador de acuerdo a los valores de resistencia de cada cable presentados en la tabla 9 del capítulo 9 de la NTC 2050. Está incluido el cálculo de las pérdidas en potencia activa en cada cuadro de cargas.

## 14. Calculo de Regulación

### 14.1. Calculo de Regulación alimentadores y ramales

*La regulación tanto para alimentadores como para ramales la presenta cada cuadro de cargas presentado en el anexo "Cuadro de Cargas # 1 - E-San Juan .xls". Los valores límites para un alimentador y ramal fueron tomados de la NTC 20560 artículo 215-2 b) Nota 2. La carga de los circuitos ramales se asumió uniformemente distribuida por todo el circuito. La caída de tensión de los alimentadores de cada tableros se calculó tomando los valores y recomendaciones de la tabla 9 Nota 2 del capítulo 9 de la NTC 2050.*

*El cálculo de regulación para alimentadores está incluido en el ítem 10 de estas memorias de cálculo.*

*El cálculo de regulación para circuitos ramales está incluido en los cuadros de carga.*

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 24 de 36

## 15. Coordinación de protecciones

En el siguiente informe se presentan los cálculos y curvas obtenidas como resultado de las simulaciones en el Software LSPS para cálculo de corrientes de cortocircuito en cada uno de los ramales y barrajes del sistema; además del estudio de coordinación de protecciones donde se evidencia de forma gráfica el comportamiento termomagnético de las curvas asociadas a los diferentes tipos de Interruptores ACB, MCCB y MCB de la marca LS de LG mediante el software LSPS de este fabricante; el cual se ha seleccionado como referencia para este informe.

El cálculo y coordinación de protecciones se encuentra dentro de las exigencias establecidas por RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m, como se evidencia a continuación:

### 10.1 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

- 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**.

Código Documento:

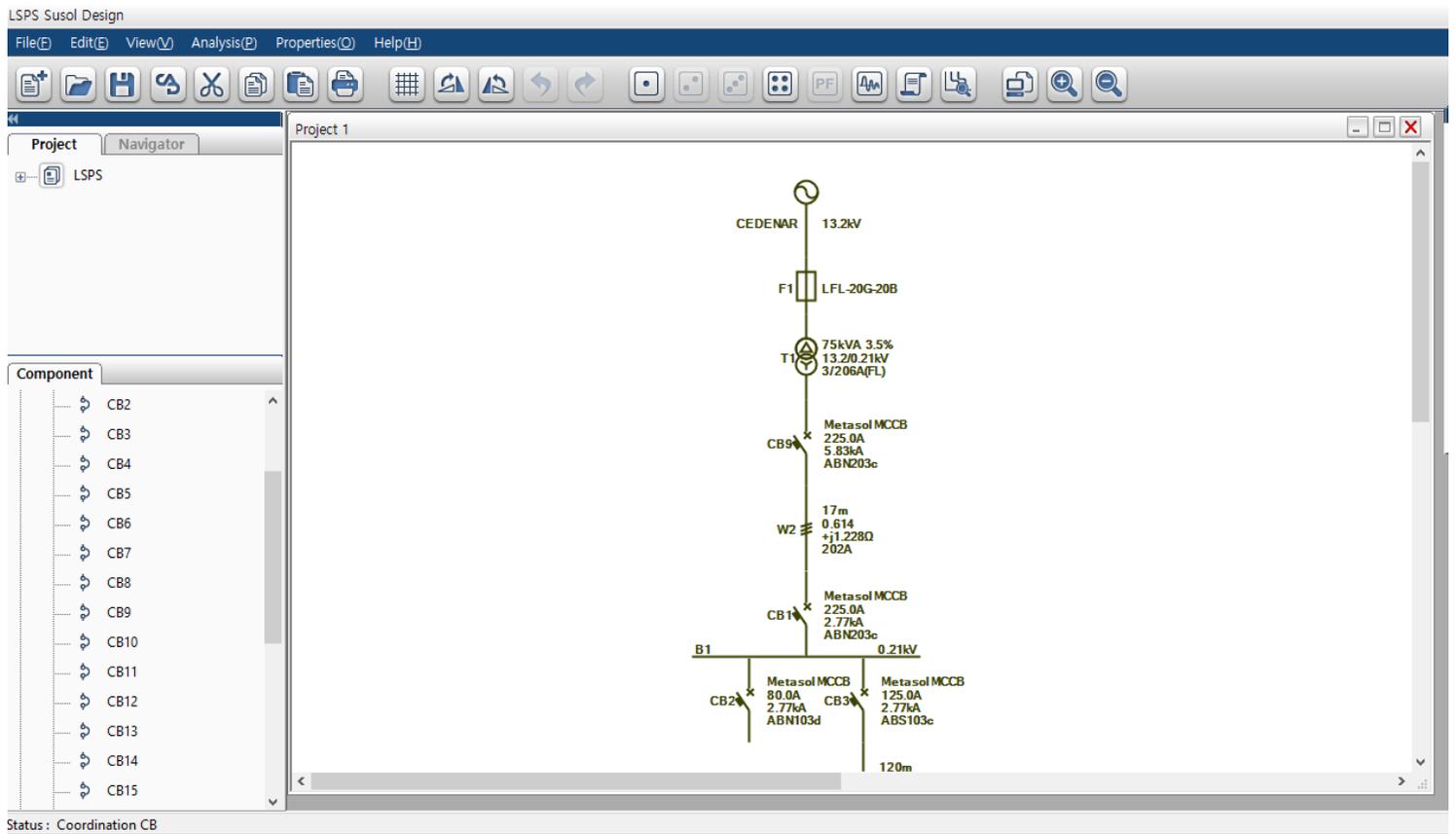
Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 25 de 36

## SIMULACIÓN PARA CÁLCULO DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO:



Código Documento:

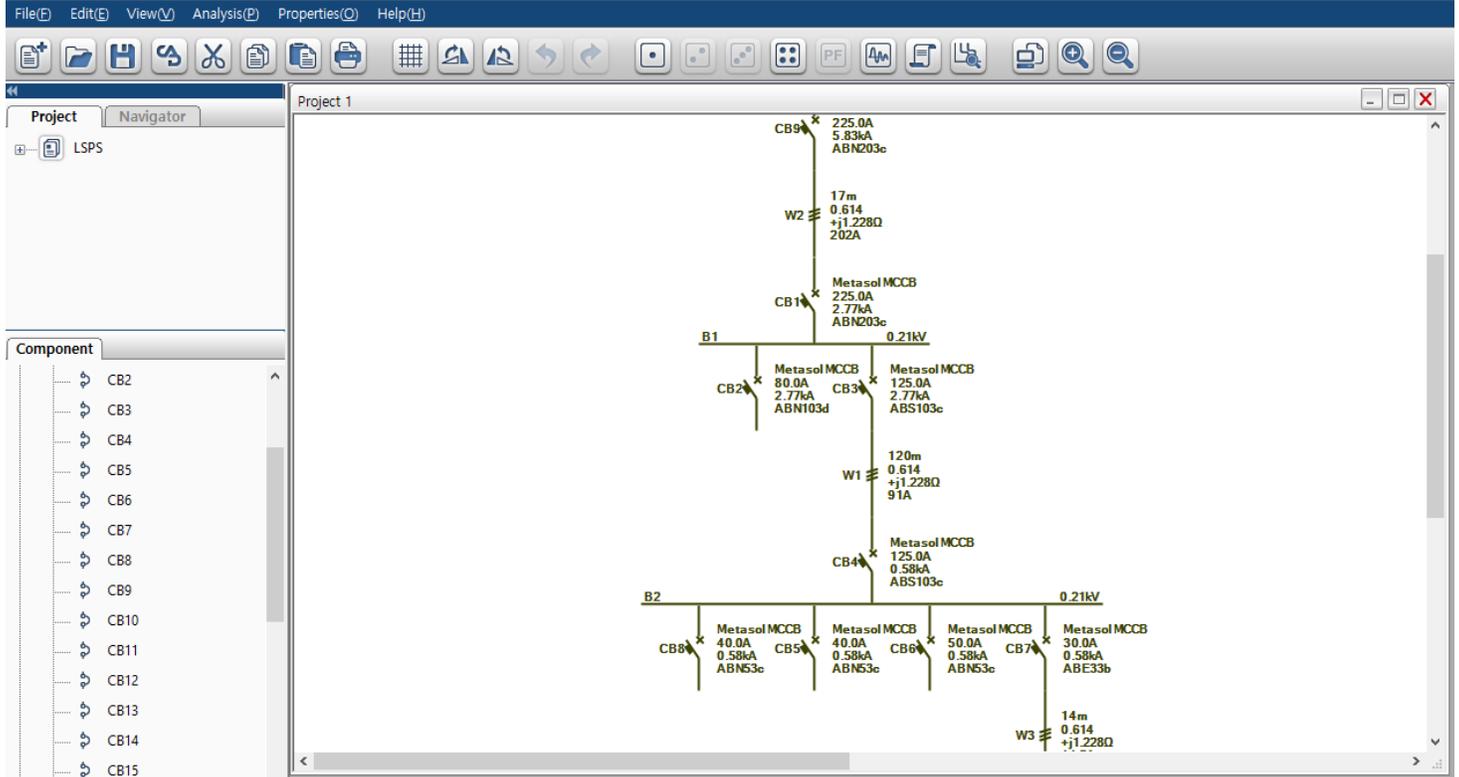
Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 26 de 36

LSPS Susol Design



Código Documento:

Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 27 de 36

LSPS Susol Design

File(E) Edit(E) View(V) Analysis(A) Properties(O) Help(H)



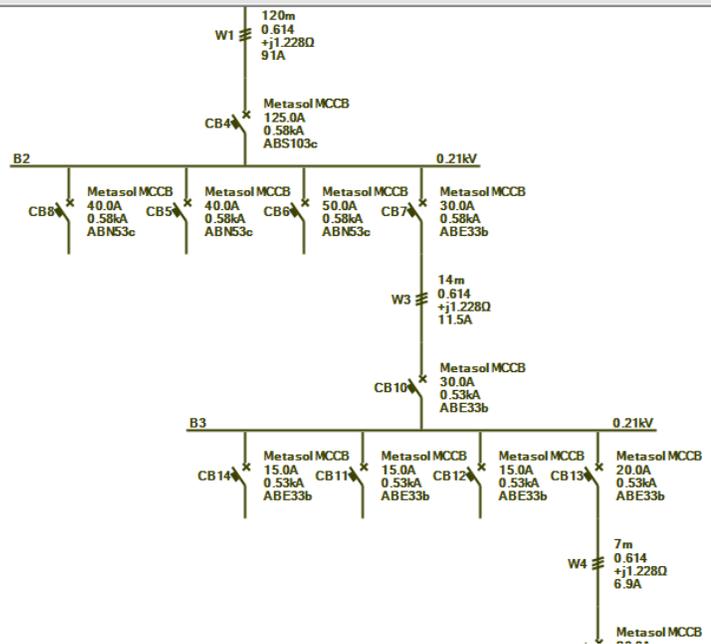
Project Navigator

LSPS

Component

- ↳ CB2
- ↳ CB3
- ↳ CB4
- ↳ CB5
- ↳ CB6
- ↳ CB7
- ↳ CB8
- ↳ CB9
- ↳ CB10
- ↳ CB11
- ↳ CB12
- ↳ CB13
- ↳ CB14

Project 1



Código Documento:

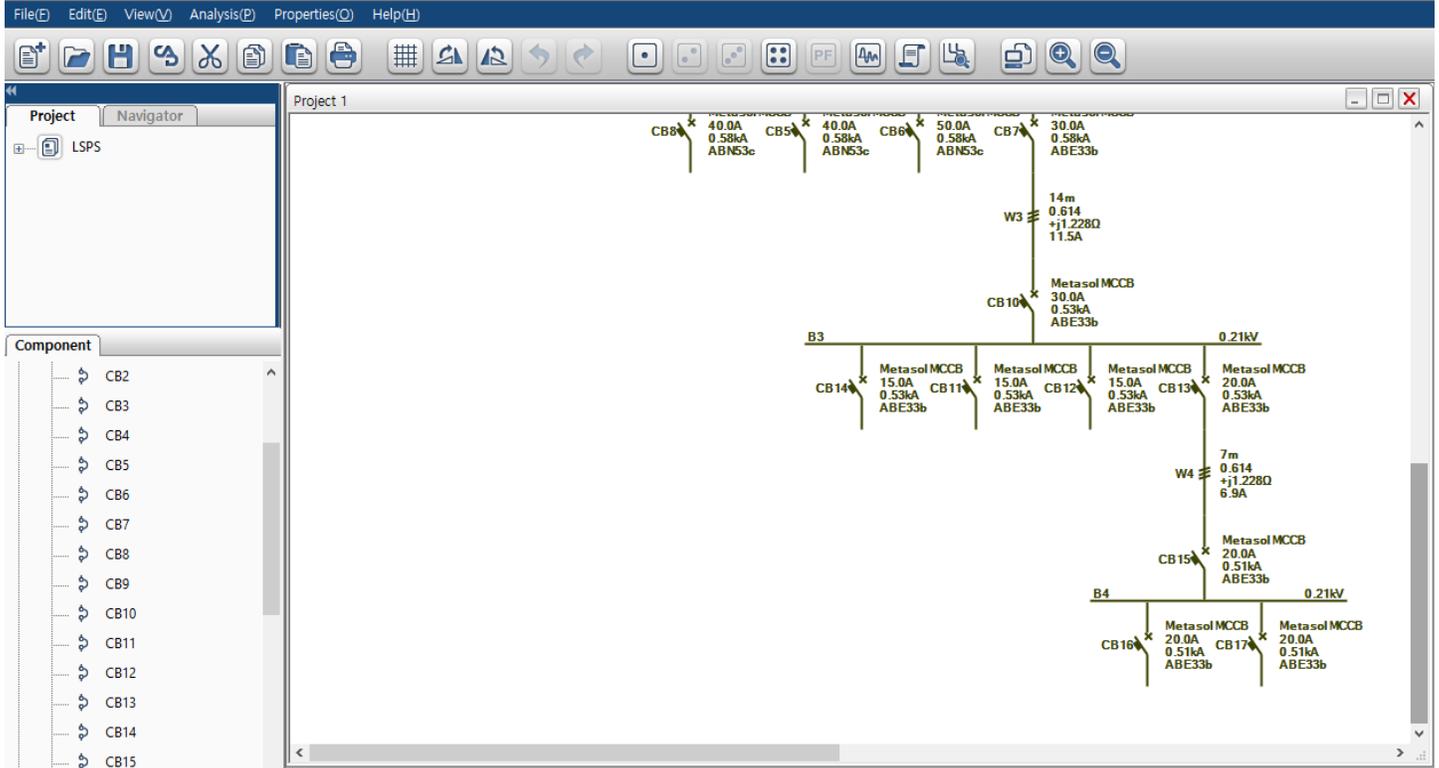
MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 28 de 36

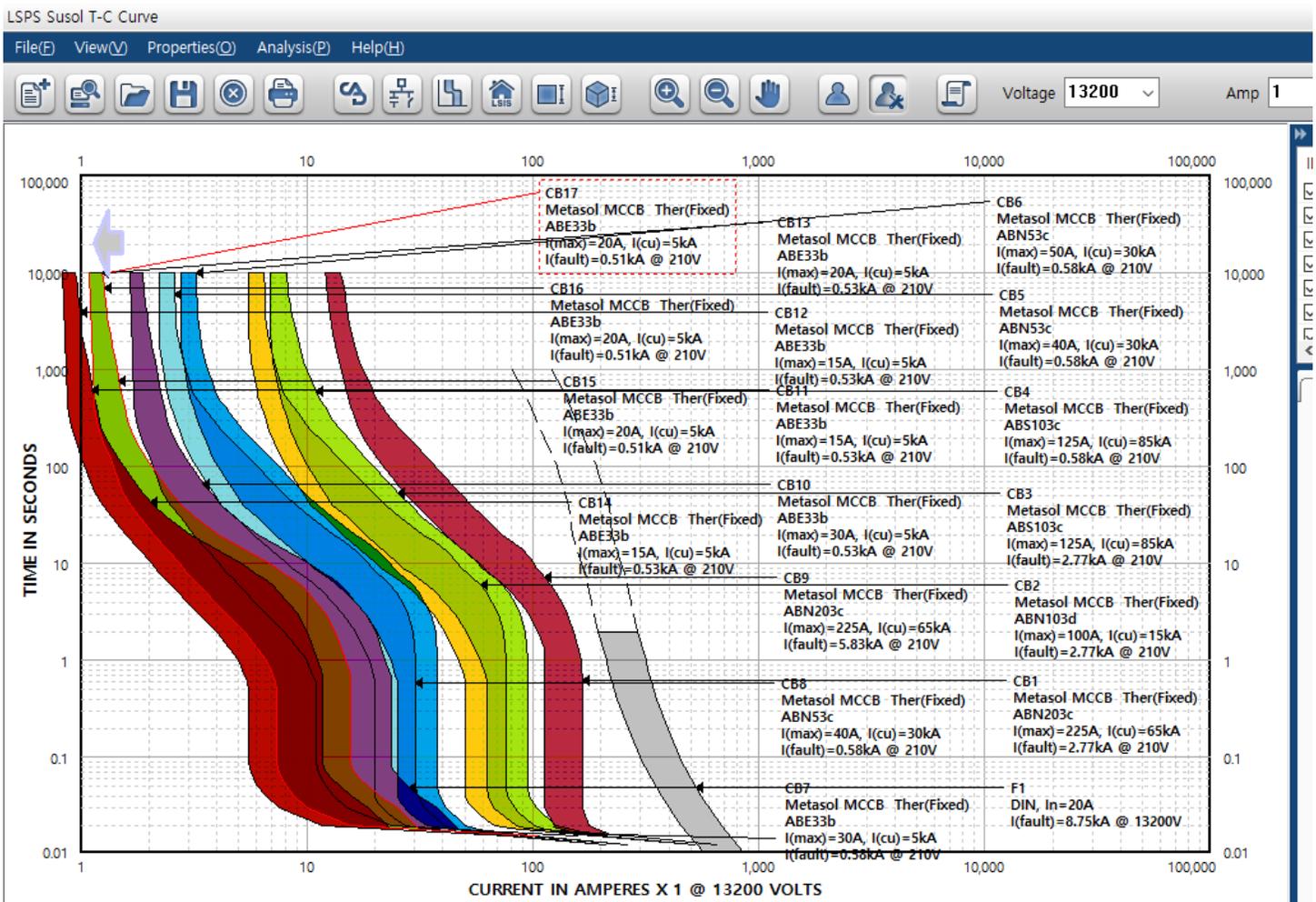
Fecha: 05-09-2016

LSPS Susol Design



### COMPORTAMIENTO TERMOMAGNÉTICO DE LAS REFERENCIAS DE INTERRUPTORES MARCA LS DE LG:

Los Interruptores que se muestran a continuación cumplen los niveles de I<sub>cu</sub> e I<sub>cs</sub> calculados mediante el software LSPS, y se han escogido como referencia para la coordinación de protecciones exigida por el RETIE 2013 en el artículo 10.1 literal m. A continuación se muestran los ramales más representativos del proyecto; superponiendo las curvas termomagnéticas de todos los Interruptores presentes en dichos ramales.





 <p><b>Findeter</b> Financiera del Desarrollo</p>	<p>ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10</p>		
<p>Código Documento: Fecha: 05-09-2016</p>	<p>MEMORIAS DE CALCULO</p>	<p>Rev. 0</p>	<p>Pág. 31 de 36</p>

<b>Interruptores Tipo Abierto ACB - 4000 hasta 6300 Amperios</b>	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tamaño ACB Fijo AnchoxAltoxProfundo en (mm)	300x751x295
Tamaño ACB Extraible AnchoxAltoxProfundo en (mm)	460x785x375
Rango de ajuste de la corriente del Interruptor	(0.4 hasta 1) x Inom
Tensión de Aislamiento Ui (Voltios)	1000
Tensión Nominal Ue (Voltios)	690
Máxima Tensión de Pico Uimp (KV)	12
Poder de Corte último Icu (KA Sym) bajo IEC 60947-2	85
Poder de Corte en Servicio Ics (KA) bajo IEC 60947-2	100% de Icu
Poder de Corte en Cortocircuito (KA pico)	220
Intensidad asignada de corta duración Icw (KA)	1seg/85KA , 2Seg/75KA , 3Seg/65KA
Tiempo Máximo de Corte (mseg)	40
Tiempo Máximo de Cierre (mseg)	80
Ciclo de Vida Mecánica/Electrica (Nro Operaciones)	10000/2000
Certificaciones y Homologaciones	KS / KEMA / KERI / GOST
Certificaciones para ambientes agresivos / Marinos	LR / ABS / DNV / KR / BV / GL / RINA/ NK
<b>Accesorios suministrados con el Interruptor sin costo adicional</b>	
Mando Motorizado	Si
Protección falla a Tierra en la Unidad Electrónica	Si
Display en Unidad Electrónica con visualización de Corrientes	Si
Bobina de Disparo y Bobina de Apertura	Si
Bobina de Mínima Tensión	Si
Contactos Auxiliares	3NO/3NC

<b>Interruptores Tipo Abierto ACB - 2000 hasta 4000 Amperios</b>	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tamaño ACB Fijo AnchoxAltoxProfundo en (mm)	300x378x295
Tamaño ACB Extraible AnchoxAltoxProfundo en (mm)	430x412x375
Rango de ajuste de la corriente del Interruptor	(0.4 hasta 1) x Inom
Tensión de Aislamiento Ui (Voltios)	1000
Tensión Nominal Ue (Voltios)	690
Máxima Tensión de Pico Uimp (KV)	12
Poder de Corte último Icu (KA Sym) bajo IEC 60947-2	85
Poder de Corte en Servicio Ics (KA) bajo IEC 60947-2	100% de Icu
Poder de Corte en Cortocircuito (KA pico)	187
Intensidad asignada de corta duración Icw (KA)	1seg/85KA , 2Seg/75KA , 3Seg/65KA
Tiempo Máximo de Corte (mseg)	40
Tiempo Máximo de Cierre (mseg)	80
Ciclo de Vida Mecánica/Electrica (Nro Operaciones)	15000/5000
Certificaciones y Homologaciones	KS / KEMA / KERI / GOST
Certificaciones para ambientes agresivos / Marinos	LR / ABS / DNV / KR / BV / GL / RINA/ NK
<b>Accesorios suministrados con el Interruptor sin costo adicional</b>	
Mando Motorizado	
Protección falla a Tierra en la Unidad electrónica	Si
Display en Unidad Electrónica con visualización de Corrientes	Si
Comunicación Modbus	Si
Bobina de Disparo y Bobina de Apertura	Si
Bobina de Mínima Tensión	Si
Contactos Auxiliares	3NO/3NC

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 32 de 36

#### INTERRUPTORES TIPO CAJA MOLDEADA (MCCB) HASTA 800A.

Interruptores Caja Moldeada MCCB Fijos hasta 800 Amperios	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tensión de Aislamiento Ui (Voltios)	750
Tensión Nominal Ue (Voltios)	690
Máxima Tensión de Pico Uimp (KV)	8
Poder de Corte en Servicio Ics (KA) bajo IEC 60947-2	100% de Icu
Certificaciones y Homologaciones	KS / KEMA / IEC / CE

MiniBreakers Riel Din MCB - hasta 63 Amperios	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tensión Nominal Ue (Voltios)	400VAC @50/60HZ
Temperatura ambiente de conformidad a IEC 60898	-5°C to +40°C
Poder de Corte último Icu (KA Sym) @230/400VAC bajo IEC 60898	10KA
Curva característica	Curva B, Curva C, Curva D
Tipo de disparo	Magnético-Térmico
Tipo de terminal	Tipo dual (Túnel & Bornes)
Sección del cable	Cable hasta 25mm <sup>2</sup>
Instalación	Montaje en riel DIN de 35mm
Ancho	17.8mm por polo
Durabilidad en operaciones	8000

#### INTERRUPTORES TIPO ENCHUFABLES HASTA 50A.

Interruptor Enchfable - hasta 50 Amperios	
<i>Característica técnica</i>	<i>Solicitado</i>
Tensión Nominal Ue (Voltios)	1polo 230VAC / 2,3polos 400VAC
Poder de Corte último Icu (KA Sym) @230/400VAC bajo IEC 60947-2	10KA
Curva característica	Curva B, Curva C, Curva D
Tipo de disparo	Magnético-Térmico
Tipo de terminal	Túnel (14 - 6 AWG)
Sección del cable	Cable hasta 25mm <sup>2</sup>
Ranura	60mm
Ancho	56mm
Durabilidad en operaciones	10000

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 33 de 36

## 16. Clasificación de áreas

El proyecto no cuenta con ningún tipo de área clasificada estipulada en la NTC 2050 capítulo 5. Por lo tanto este estudio no es necesario.

## 17. Distancias de seguridad requerida

La red aérea existente de media tensión a 13.2KV cumple con las distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones exigidas por el artículo 13 del RETIE, según la tabla 15 de la siguiente manera:

- Distancia vertical sobre techos y proyecciones para tensión nominal entre fases de 13.2 KV: Distancia 3,8m.
- Distancia horizontal a muros, proyecciones, ventanas para tensión nominal entre fases de 13.2 KV: Distancia 2.3m.

Dado que la acometida de B.T. del proyecto es subterránea se resta las distancias de seguridad establecidas en la tabla 13.1 del Retie.

Para la instalación del TGA, se debe cumplir con las distancias de seguridad según la norma NTC2050 sección 110, artículo 110-16 de Espacio alrededor de equipos eléctricos (para 600V nominales o menos):

a). Según tabla 110-16 a) espacio de trabajo para tensión nominal entre 151-600V la profundidad mínima del espacio de trabajo a respetar es de 0,9m.

b). El ancho del espacio de trabajo debe ser el ancho del equipo o 0,75m, el que sea mayor, en este caso es el ancho del equipo de 1.20m.

El TGA debe estar protegido contra el contacto accidental por personal no autorizado, en este caso en un cuarto eléctrico.

Debe estar marcado con señales de advertencia visibles que prohíban el acceso a personal no calificado, por medio de avisos acrílicos de advertencia de peligro de muerte, ubicadas sobre las puertas del cuarto y de los equipos según norma.

## 18. Desviación de la NTC 2050

Todo el diseño fue realizado bajo la normatividad colombiana NTC 2050 y no se hizo ninguna desviación de la norma.

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 34 de 36

## 19. Análisis del nivel de riesgo por rayos:

Simulación del riesgo, Evaluación del nivel de riesgo según IEC 62305-2.

**DISEÑO MALLA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO V6.2**  
 Archivo Resistividad Configuraciones Rayos Reportes Simulación

Ingrese el nombre de la Instalación: I.E. San Juan Evaluación del Nivel de Riesgo según la IEC 62305-2

<b>Dimensiones de la Estructura</b> Longitud de la Estructura (m) = 41 Ancho de la Estructura (m) = 11 Altura del Plano del techo (m)* = 6,79 Altura máxima = 8,4 Tipo estructura: <input type="radio"/> Estructura Simple <input checked="" type="radio"/> Estructura compuesta Colección del Área = 1995,04	<b>Líneas de Servicio entrantes a la estructura</b> <b>Líneas de Potencia</b> Tipo de acometida de la estructura: Tv,comunicaciones. Longitud(m)= 21 Altura acometida(m)= -1 Tipo de Cableado interno: Cable no apantallado, no se Tensión resistente de los equipos(kV): 1,5 Resistencia del cable de la acometida(ohm/km): 0,3281 Presencia de Transformadores MV/LW= Acometida con <b>Acometida: Subterránea/Aérea</b> Resistividad del suelo(ohm-meter) 28,15 Subterránea/aérea= Subterránea	<b>características de la Estructura(Nc)</b> Material de la Estructura (C2)= Metálica Contenido de la Estructura(C3)= Inflamable y contenido Ocupación de la estructura(C4)= Normalmente ocupada Consecuencia del rayo(C5)= Se requiere continuidad																														
<b>Atributos de la Estructura</b> Riesgo por daño físico (Incluyendo Fuego)= Alto Efectividad del Apantallamiento de la Estructura= ComboBox4	<b>Medidas de Protección</b> Clase de LPS= *Protección Nivel I Provisiones de Protección contra fuego= Sin protección. Protección contra sobretensiones= Protección I Medidas de Protección.= No existen Medidas de Protección	$ra= 1E-02 \quad Lt= 1E-1 \quad LA= 1E-1 \quad Nd= 1,8E-1$ $rp= 1E+0 \quad hz= 1E+1 \quad if= 1E-1 \quad Lf= 5E-1 \quad Lfe= 0,2$ $RA= 1,8E-1 \quad RB= 1,8E-1 \quad LB= 5E-1 \quad PA= 1E \quad PB= 2E$ $Pu= 0,009$ <b>Tipo de Pérdidas</b> <b>Tipo 1 Pérdidas de la vida Humana</b> Peligros especiales para la vida= Personas interior estr Pérdida de la vida a causa de fuego= Industria,Comer Pérdida de la vida debido a sobretensiones= Estructur Tipo de Suelo= Agricultura, Concreto. Lugares especiales= Alto nivel de pánico																														
<b>Influencias del medio Ambiente</b> Factor de Localización= Objeto aislado Factor del medio Ambiente = Suburbana Número de días tormentosos al año (NC)= 90 Densidad de descargas a tierra (descar./año*km2) 9	<b>Cálculo del Riesgo</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Riesgo Tolerable</th> <th>Riesgo por Descargas Directas</th> <th>Riesgo por Descargas Indirectas</th> <th>Riesgo calculado</th> <th>Eficiencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pérdidas de la vida Humana:</td> <td>1e-5</td> <td>=&gt; 1,8E-05</td> <td>+ 3,63E-11</td> <td>= 1,8E-05</td> <td>Nd= 1,8E-1 Nc= 5E-0E Ec= 0,997</td> </tr> <tr> <td>Pérdidas del servicio Público:</td> <td>1e-3</td> <td>=&gt; 5,39E-07</td> <td>+ 1,99E-03</td> <td>= 1,99E-03</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de la Herencia Cultural:</td> <td>0</td> <td>=&gt; 0</td> <td>+ 0</td> <td>= 0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdidas Económicas:</td> <td>1e-3</td> <td>=&gt; 7,2E-05</td> <td>+ 1,99E-03</td> <td>= 2,06E-03</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>LEVEL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CALCULAR</b></p>		Riesgo Tolerable	Riesgo por Descargas Directas	Riesgo por Descargas Indirectas	Riesgo calculado	Eficiencia	Pérdidas de la vida Humana:	1e-5	=> 1,8E-05	+ 3,63E-11	= 1,8E-05	Nd= 1,8E-1 Nc= 5E-0E Ec= 0,997	Pérdidas del servicio Público:	1e-3	=> 5,39E-07	+ 1,99E-03	= 1,99E-03		Pérdida de la Herencia Cultural:	0	=> 0	+ 0	= 0		Pérdidas Económicas:	1e-3	=> 7,2E-05	+ 1,99E-03	= 2,06E-03		<b>Tipo 2 Pérdida de los servicios públicos esenciales</b> Pérdidas de servicio debido a fuego= ComboBox4 Pérdidas del servicio debido a sobretensiones= Combi <b>Tipo 3 pérdida de la herencia cultural</b> pérdida de la herencia cultural debido al fuego= Com:
	Riesgo Tolerable	Riesgo por Descargas Directas	Riesgo por Descargas Indirectas	Riesgo calculado	Eficiencia																											
Pérdidas de la vida Humana:	1e-5	=> 1,8E-05	+ 3,63E-11	= 1,8E-05	Nd= 1,8E-1 Nc= 5E-0E Ec= 0,997																											
Pérdidas del servicio Público:	1e-3	=> 5,39E-07	+ 1,99E-03	= 1,99E-03																												
Pérdida de la Herencia Cultural:	0	=> 0	+ 0	= 0																												
Pérdidas Económicas:	1e-3	=> 7,2E-05	+ 1,99E-03	= 2,06E-03																												

**Tipo 4 Pérdidas económicas**  
 Peligros Económicos especiales= Colegios,Hotels,0  
 Pérdidas económicas debido a fuego= Museo,Colegio,  
 Pérdida de animales= Si

**El riesgo calculado es mayor al riesgo Tolerable, se requiere Protección contra descar**

**EN CONCLUSIÓN EL RIESGO CALCULADO ES MAYOR AL RIESGO TOLERABLE, SE REQUIERE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.**

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 35 de 36


<pre> ***** RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ***** ----- I.E. San Juan ----- Información de la Estructura Largo(m) 41 Ancho(m) 11 Altura(m) 6,79 ----- Colección de Áreas de estructura y línea Colección Área Estructura(Ad, m2) 1995,04 Colección de Área Línea(Al, m2) 19,26 ----- Número Anual de eventos peligrosos esperados Número eventos para la estructura(Nd) 17,96E-03 Número eventos cerca de la estructura(NM) </pre>

	ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS, AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA - UBICADAS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO Y CHOCO GRUPO 10		
Código Documento: Fecha: 05-09-2016	MEMORIAS DE CALCULO	Rev. 0	Pág. 36 de 36

## 20. Cálculo del sistema de puesta a tierra Red Regulada:

### MALLA DE PUESTA A TIERRA

(RETIE - Resolución 180466 - abril 02 de 2007 de MINMINAS y IEEE 80 de 2000)

FECHA: 30-sep.-16

CALCULÓ: ING. GUSTAVO ARBOLEDA

PROYECTO : MALLA TIERRA RED REGULADA I.E. SAN JUAN

Item	Descripción	Indice	Soldada	Pernada
<b>DATOS DE ENTRADA</b>				
1	Capacidad del Tablero Regulado	KVAb	15	15
2	Tensión base lado AT (Voltios)	VbAT	208	208
3	Tensión base lado de BT (Voltios)	VbBT	208	208
4	Nivel de corto en punto de conexión.	Ic (KA)	3	3
5	Z trafo (p.u.)	Zt		
6	Carga de motores conectados (HP)	Pmot	10	10
7	Resistividad del terreno (ohm-m) Tierra con carbon-minimo = 20 Ω*m	Ro	20	20
8	Resistividad de la superficie (ohm) Piso cubierto con vinilo = 20.000 Ω*m	Ro1	20000	20000
9	Factor de expansión y asimetría.	Fc	1,25	1,25
10	Corriente de falla asimétrica (A)	If	3.861	3.861
<b>iii Cumple requisitos!!!</b>				
<b>CONFIGURACION DE LA MALLA</b>				
11	Largo de la malla (m)	Lx (m)	3	3
12	Ancho de la malla(m)	Ly (m)	3	3
13	Profundidad de enterramiento (cm)	h (cm)	60	60
14	Separación cables en cuadrícula (m)	Di (m)	2,5	2,5
15	Profundidad de la capa superficial (cm) (OJO VER NOTA 5)	Hs (cm)	2	2
16	Longitud del electrodo a utilizar - mínimo 2,4 metros (m)	lv	2,4	2,4
17	Longitud de las colas (m)	Lcola	1	1
18	Longitud de contrapesos (m)	Lcont		
19	Cantidad de electrodos	#electrod.	3	3
20	Tiempo de despeje de la falla (ms) 200 miliseg		200	200
21	Longitud de cable enterrado (SIN LOS ELECTRODOS) (m)	Ls	14	14
22	Longitud total de la malla - incluye electrodos, contrapesos y colas (m)	Ls	21	21
23	Sección del conductor calculada (mm2)	Secc	6,18	10,31
24	Calibre conductor calculado		4 AWG	4 AWG
25	Conductor seleccionado (mínimo 2/0 AWG) *		2/0 AWG	2/0 AWG
<b>Valor aproximado de la malla \$ 1.524.841</b> <b>Para actualizar precios presione aquí</b>				
<b>RESULTADOS</b>				
27	Valor resistencia de la malla (Ohm) Se verifica que la resistencia de la malla es inferior a 10 ohmios - Tabla No. 24 - RET	Rm	3,21	3,21
28	<b>Tensión transferida</b> La tensión transferida es inferior a la tensión de contacto tolerable ? <b>Si la tensión transferida &gt; Tensión de contacto se debe calcular las tensiones de paso y de contacto y luego compararlas con las tolerables</b>	GPR	18.309	18.309
29	<b>Tensión de paso en caso de falla (Voltios)</b>	Vpc	2.680	2.534
30	Tensión de paso tolerable (Voltios) <b>CONCLUSION: La tensión de paso es inferior al tolerable ?</b>	Vpt	13.343	13.343
31	<b>Tensión de malla en caso de falla (V)</b>	Vcc	2.704	2.556
32	Tensión de contacto tolerable (V) <b>CONCLUSION: La tensión de malla es inferior a la tensión de contacto tolerable ?</b>	Vc	3.599	3.599