

| | | | |
|---|---|---|---------------------|
|  | <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 34</p> |

MEMORIAS DE CÁLCULO ELÉCTRICAS
REDES INTERNAS DE BAJA TENSION 208/120V.
INSTITUCION EDUCATIVA SEMINARIO

| | | | |
|---|--|---|--------------|
|  | 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 34 |

| Comentado Por: | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|
| No. | Nombre | Cargo | Firma |
| 1 | | | |
| RUBAU CONSTRUCCIONES | | | |

| Rev. | Fecha | Descripción de revisión | Elaboró | Revisó | Aprobó |
|--------|------------|--------------------------------------|------------|--------|--------|
| 0 | 06/09/2016 | 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 34 |

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..... | 17 |
| 10.1.3. | CONDUCTORES DE TIERRA..... | 17 |
| 10.1.3.1. | CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA | 17 |
| 10.1.3.2. | CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE LOS EQUIPOS | 17 |
| 11. | CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS..... | 17 |
| 12. | CALCULO DE CANALIZACIONES | 18 |
| 12.1. | CALCULO EN ALIMENTADORES Y RAMALES..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 13. | PÉRDIDAS DE ENERGÍA | 21 |
| 13.1. | EN ALIMENTADORES | 21 |
| 14. | CALCULO DE REGULACIÓN..... | 21 |
| 14.1. | CALCULO DE REGULACIÓN ALIMENTADORES Y RAMALES | 21 |
| 15. | COORDINACIÓN DE PROTECCIONES..... | 22 |
| 16. | CLASIFICACIÓN DE ÁREAS..... | 31 |
| 17. | DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDA | 31 |
| 18. | DESVIACIÓN DE LA NTC 2050..... | 317 |
| 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 34 |

1. Normatividad Aplicada

NTC 2050
 RETIE
 NTC4550
 NTC 4595
 RETILAP

2. Descripción Del Proyecto Eléctrico

La institución educativa Seminario cuenta con un transformador existente de 75 KVA exclusivo para la institución (en poste), con dos Tableros Generales existentes que alimentan cada uno un bloque de aulas. En cuanto a la carga tenemos el siguiente análisis:

- De acuerdo a mediciones realizadas en sitio, la carga existente es máximo de 15 KVA.
- La carga demandada para el nuevo edificio es de 27.65KVA.
- De acuerdo a cálculos en memoria, se define una carga demandada total de 42.65 KVA. Como el transformador existente de 75 KVA, puede atender toda la demanda, quedando una reserva de 32.35KVA.

De acuerdo a conversación con el ingeniero de Operaciones de CEDENAR, indica que por ser un proyecto que no modifica subestación, ni el sistema de medición, es un proyecto de manejo interno de la institución que no requiere aprobación ante CEDENAR.

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: 35.0A, Fase 2: 28.0A, Fase 3: 40.0A.

Donde se concluye que la carga máxima existente es de 15.0 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 34 |

3.1.2. Cuadros de Carga Futuros

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

- Tablero General de Acometidas
- Tablero Alumbrado – Tomas normales piso 1 y 2.
- Tablero Regulado, alimentado por UPS de 12 KVA monofásica.
- Tablero de Emergencia.
- Tablero de Bombas.

Se detallan los cuadros de cargas de tableros en anexo.

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 IE Seminario.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 tablero 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.

| | | | |
|--|---|---|---------------------|
|  <p>Findeter 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. 6 de 34</p> |

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#2+1#2+1#4T Cobre | m | 36 | \$ 52.299 | \$ 1.882.764 |
| Equivalencia Aluminio | 3#1/0+1#1/0+1#1/0T Aluminio | m | 36 | \$ 23.750 | \$ 855.000 |

Análisis de Consumo Promedio Mensual:

| Item | Descripción | Potencia | Uso Diario | Consumo Promedio | | Vr Unit. Aprox. | Vr Parcial Aprox. |
|-------------|------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|------------|------------------------|--------------------------|
| | | | | Diario | Mensual | | |
| | | (KW) | (Horas) | (KWH) | (KWH) | KWH (\$) Oficial | KWH (\$) |
| 1 | Alumbrado y tomas piso 1 y 2 | 22,0 | 0,5 | 11 | 220 | \$ 437 | \$ 96.280 |
| 2 | Tomas regulados | 9,5 | 1 | 10 | 191 | \$ 437 | \$ 83.380 |
| 3 | Tablero Emergencia | 2,2 | 0,5 | 1 | 22 | \$ 437 | \$ 9.439 |
| | TOTAL KWH MES | | | | 433 | | \$ 189.099 |

| | | | |
|---|--|---|--------------|
|  | 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 34 |

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 27,65 KVA/ 24,89KW:
6 unidades de Kit solar de 5 KW * \$ 11,000 US = \$ 66,000 US

De acuerdo a la tasa representativa TRM al día de hoy lunes 05 de Septiembre de 2016 por \$ 2957,56, tenemos:

Valor aproximado de Implementación Sistema Paneles Solares integral:
\$ 66,000 US * \$ 2957,56 = **\$ 195, 198,960.**

- Para servicio parcial, sólo del sistema de alumbrado por 9,469 KVA/ 8522 KW:
3 unidades de Kit solar de 3 KW * \$ 5,700 US = \$ 17.100 US

De acuerdo a la tasa representativa TRM al día de hoy lunes 05 de Septiembre de 2016 por \$ 2957,56, tenemos:

Valor aproximado de Implementación Sistema Paneles Solares para el alumbrado:
\$ 17.100 US * \$ 2957.56 = **\$ 50, 574,276.**

| | | | |
|---|--|---|--------------|
|  | 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 34 |

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 - IE Seminario.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>Findeter 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 34</p> |

| Cálculos T-GA PPAL PROYECTADO | | |
|--|----------------------------|-----------|
| T- DISTRIBUCION EXISTENTE CARGA DEMANDADA | 15000 | VA |
| T- DISTRIBUCION EDIFICIO NUEVO DEMANDADA | 27648,8 | VA |
| Carga Total Demandada= | 42648,8 | VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | 118,5 | A |
| Longitud Acometida = | 40 | m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (2x3#1/0)= | 0,205 | Ohmio- m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | 0,97 | V |
| Vff = Vfn x 1,73 | 1,68 | V |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | 0,81 | % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego la Acometida: | 2x(3#1/0+ 1#1/0)+ 1 | |
| | #1/0T | |
| Cálculo Protección (Inom x 1,25): | 148,2 | A |
| | 3x200A | |
| Cálculo Canalización para Acometida: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm2 | | |
| Cable Cu #1/0: | 88,53 | mm2 |
| Área interior ducto 3" pvc: | 5351 | mm2 |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 14,89 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria pvc: | 3" | |

| | | | |
|---|---|---|----------------------|
|  | <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 34</p> |

| | | | |
|--|---|---|----------------------|
|  <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. 11 de 34</p> |

| | | |
|--|------------------------|-----------|
| Cálculos T-DISTRIBUCION NUEVO EDIFICIO | | |
| Carga Instalada TGA: | 38599,7 | VA |
| Cálculo Carga Demandada: | | |
| Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua | | |
| Carga Continua (Alumbrado) = | 9469 | VA |
| Carga No Continua = 10000 + 0,5 x (Otros - 10000) | | |
| Tablero regulado = | 10600 | |
| Tablero Emergencia = | 3519,7 | VA |
| Tomas al 50%= | 7505,5 | VA |
| OTROS | 21625,2 | VA |
| Carga No Continua = | 15812,6 | VA |
| Carga Total = 1,25 Carga Continua + Carga No Continua | | |
| Carga Total Demandada= | 27648,8 | VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | | |
| Longitud Acometida = | 76,8 | A |
| | 36 | m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (3#2)= | 0,62 | Ohmio-m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | 1,71 | V |
| Vff = Vfn x 1,73 | 2,97 | V |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | 1,43 | % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego la Acometida: | 3#2+ 1#2+ 1 #4T | |
| Cálculo Protección (Inom x 1,25): | 96,0 | A |
| | 3x125A | |
| Cálculo Canalización para Acometida: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm2 | | |
| Cable Cu #2: | 88,53 | mm2 |
| Cable Cu #4: | 64,94 | mm2 |
| Área interior ducto 3" pvc: | 5351 | mm2 |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 7,83 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria pvc: | 3" | |

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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. 12 de 34 |

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

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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 34 |

| | | |
|--|------------------------|-----------------|
| Cálculos Tablero Emergencia | | |
| Carga Instalada: | 3519,7 | VA |
| Luego Carga Total= | 3519,7 | VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | 9,8 | A |
| Longitud Alimentador = | 7 | m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (#10)= | 3,6 | Ohmio-m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | 0,25 | V |
| Vff = Vfn x 1,73 | 0,43 | V |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | 0,21 | % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego el Alimentador: | 3#10+1#10+1#10T | |
| Cálculo Protección (Inom x 2,5): | 24,5 | A |
| | 3x20A | |
| Cálculo Canalización para Alimentador: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm ² | | |
| Cable Cu #10: | 19,54 | mm ² |
| Área interior ducto 3/4" emt: | 428 | mm ² |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 22,83 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria Emt: | 3/4" | |

| | | | |
|--|---|---|----------------------|
|  <p>Findeter 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 34</p> |

| | | |
|--|---------------------|-----------|
| Cálculos Tablero Alumbrado Tomas Normales Pisos 1 y 2 | | |
| Carga Instalada: | 24480 | VA |
| Luego Carga Total= | 24480 | VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | 68,0 | A |
| Longitud Alimentador = | 7 | m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (#4)= | 0,99 | Ohmio-m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | 0,47 | V |
| Vff = Vfn x 1,73 | 0,82 | V |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | 0,39 | % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego el Alimentador: | 3#4+1#4+1#6T | |
| Cálculo Protección (Inom x 1,25): | 85,0 | A |
| | 3x80A | |
| Cálculo Canalización para Alimentador: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm2 | | |
| Cable Cu #4: | 64,94 | mm2 |
| Cable Cu #6: | 48,7 | mm2 |
| Área interior ducto 1 1/2" emt: | 1587 | mm2 |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 19,44 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria Emt: | 1 1/2" | |

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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. 15 de 34 |

| | | |
|--|-----------------------|-----------------|
| Cálculos Tablero Regulado | | |
| Carga Instalada: | | 10600 VA |
| Luego Carga Total= | | 10600 VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | | 29,5 A |
| Longitud Alimentador = | | 7 m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (#8)= | | 2,38 Ohmio- m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | | 0,49 V |
| Vff= Vfn x 1,73 = | | 0,85 |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | | 0,41 % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego el Alimentador: | 3#10+1#8+1#10T | |
| Cálculo Protección (Inom x 1,25): | 36,8 | A |
| | 3x40A | |
| Cálculo Canalización para Alimentador: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm2 | | |
| Cable Cu #8: | 32,82 | mm2 |
| Cable Cu #10: | 19,54 | mm2 |
| Área interior ducto 3/4" emt: | 658 | mm2 |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 16,87 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria Emt: | 3/4" | |

| | | | |
|--|---|---|----------------------|
|  <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. 16 de 34</p> |

| | | |
|---|--|--------------|
| Cálculo PLANTA EMERGENCIA 63KW / 70KVA | | |
| Tablero Emergencia = | | 3519,7 VA |
| Bomba Contra Incendio 10KVA, (6*Inominal)= | | 60000 VA |
| | | 63519,7 VA |
| Luego se proyecta una Planta de Emergencia de: | | 70KVA |

| | | |
|--|--------------------------|----------------|
| Cálculos Tablero Bomba Contra Incendio | | |
| Carga Instalada: | | 9950 VA |
| Luego Carga Total= | | 9950 VA |
| Calculo Corriente = (S / (208*1,73)) = | | 27,7 A |
| Longitud Alimentador = | | 20 m |
| Cálculo Regulación Tensión: | | |
| Zef (#1/0)= | | 0,41 Ohmio-m |
| Vfn = (Zef x L x I) = | | 0,23 V |
| Vff = Vfn x 1,73 | | 0,39 V |
| % Reg= (Vff/Vnom)x100 = | | 0,19 % |
| Por ser menor al 3% Cumple. | | |
| Luego el Alimentador: | 3#1/0+1#8+1#2T | |
| Cálculo Protección (Inom x 6): | 165,9 | A |
| | 3x180A, MAGNETICO | |
| Cálculo Canalización para Alimentador: | | |
| Área Ocupación Conductores en mm2 | | |
| Cable Cu #1/0: | 142,06 | mm2 |
| Cable Cu #8: | 32,82 | mm3 |
| Cable Cu #2: | 88,53 | mm2 |
| Área interior ducto 3" IMC: | 5114 | mm2 |
| % Ocupación Ducto (Á. Conduct./Á interior Ducto)x100 = | 10,71 | % |
| Cumple por ser menor o igual al 40% | | |
| Ducteria IMC: | 3" | |

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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 34 |

10.1.2. 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 de 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.

10.1.3. Conductores de Tierra

10.1.3.1. 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.

10.1.3.2. 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.

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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. 18 de 34 |

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:

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

| Tabla 1. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, 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 mm² para Ducterías conduit:

| Diámetro Nomin. Pulg. | Diámetro interior (m.m.) | | | Área Interior mm ² | | | 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. 19 de 34 |

Tabla de Área ocupación Conductores en mm²:
Tabla de Diámetro Conductores en mm:

| Calibre AWG | Área ocupación mm ² | | |
|-------------|--------------------------------|--------|-----------|
| | 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>Findeter 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. 20 de 34</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 | 3,38 | 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 de 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.

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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 34 |

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 - IE Seminario.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. 22 de 34 |

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:

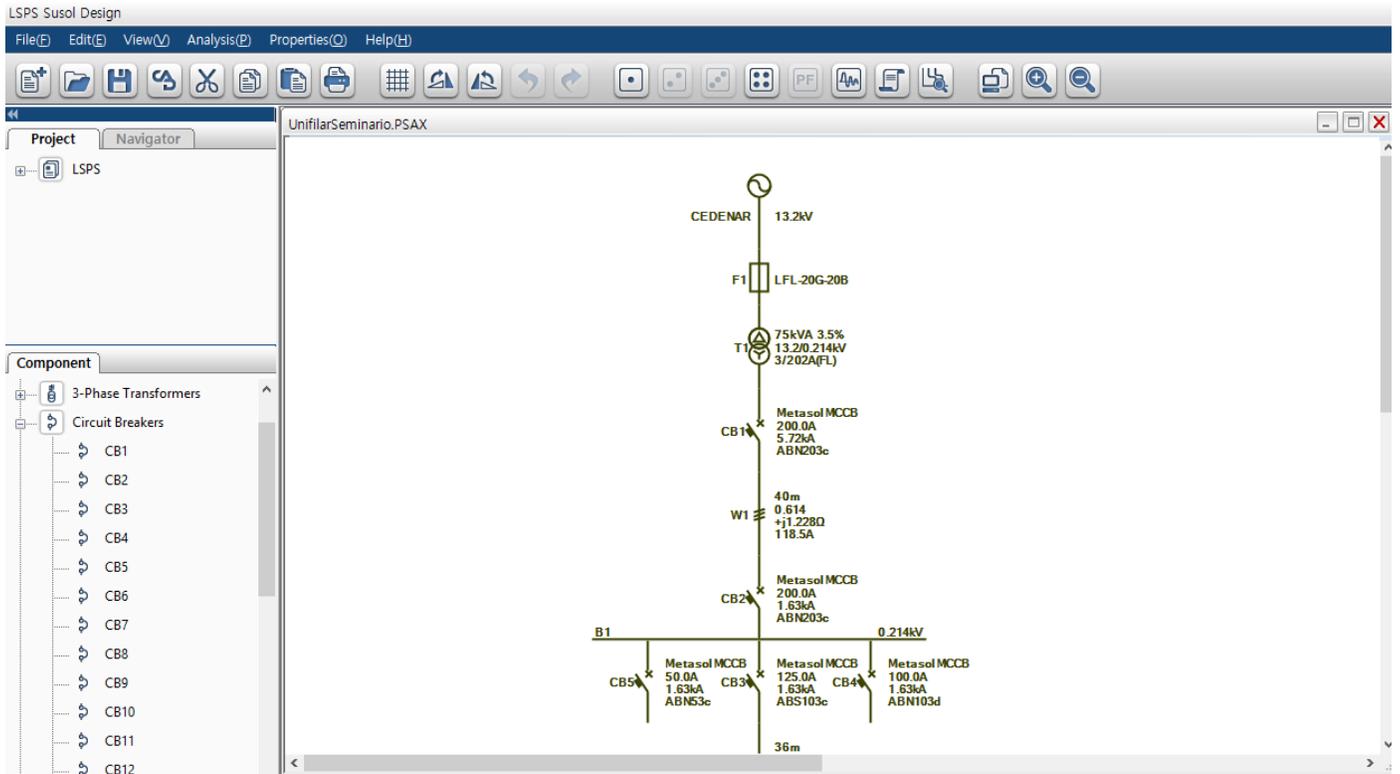
Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 23 de 34

SIMULACIÓN PARA CÁLCULO DE LOS NIVELES DE CORTOCIRCUITO:



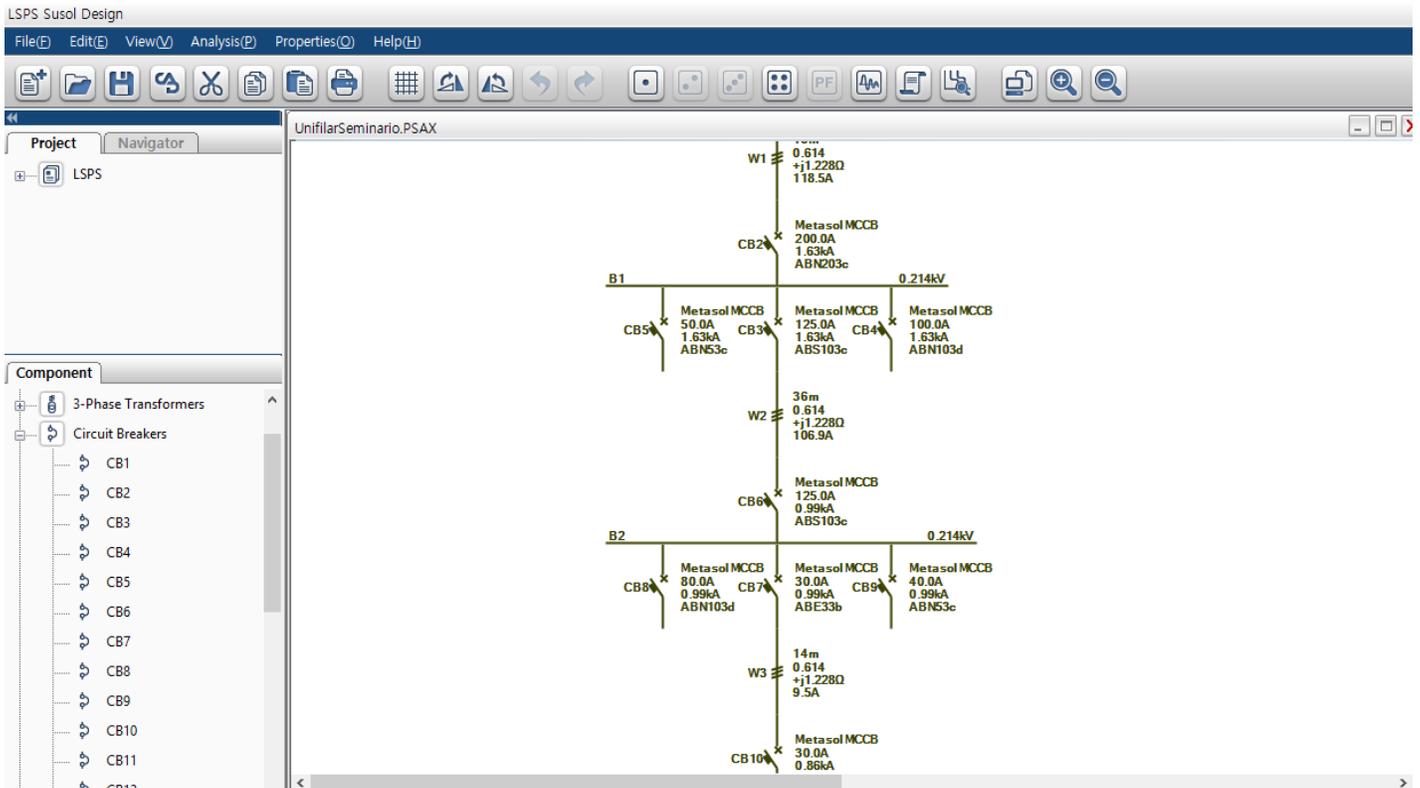
Código Documento:

Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 24 de 34



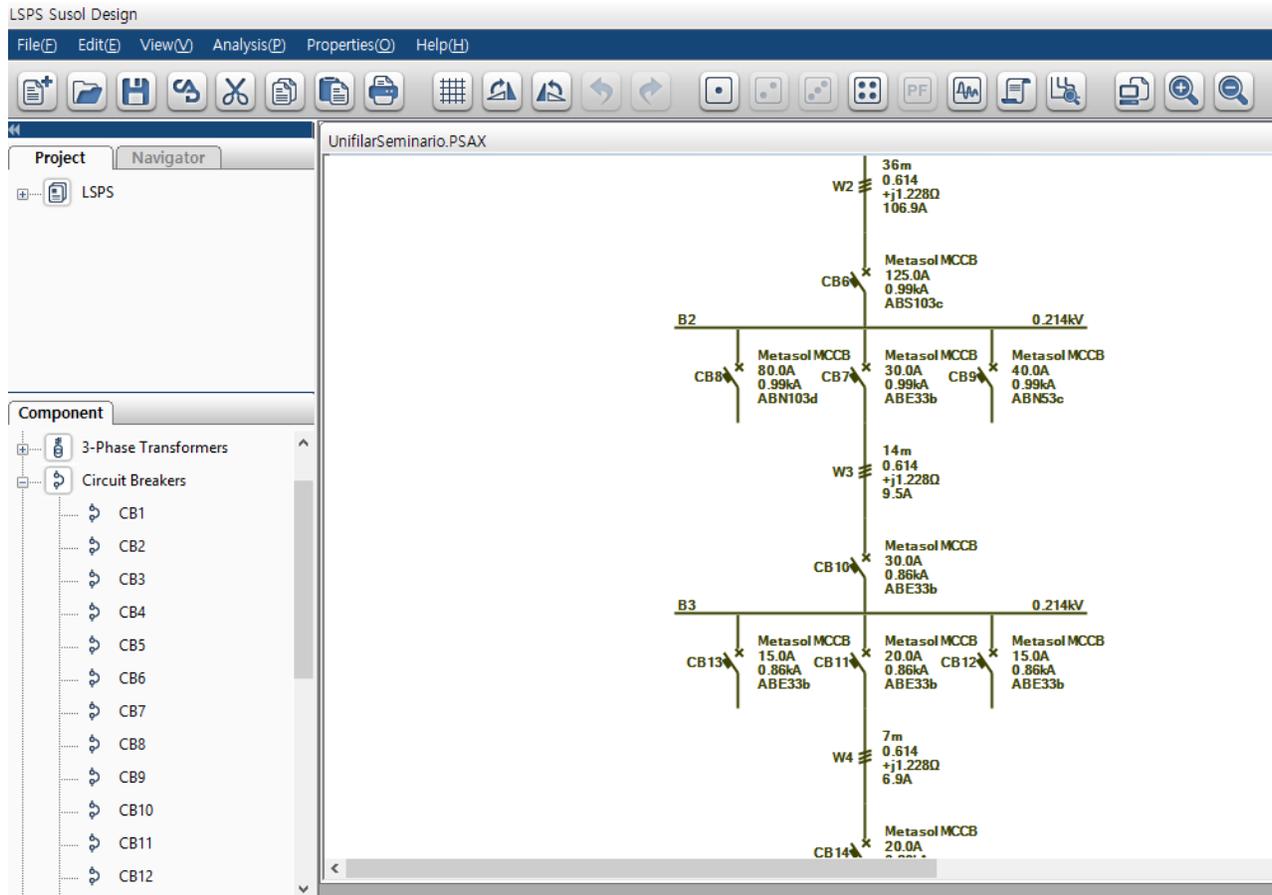
Código Documento:

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 25 de 34

Fecha: 05-09-2016



Código Documento:

Fecha: 05-09-2016

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

Pág. 26 de 34

LSPS Susol Design

File Edit View Analysis Properties Help



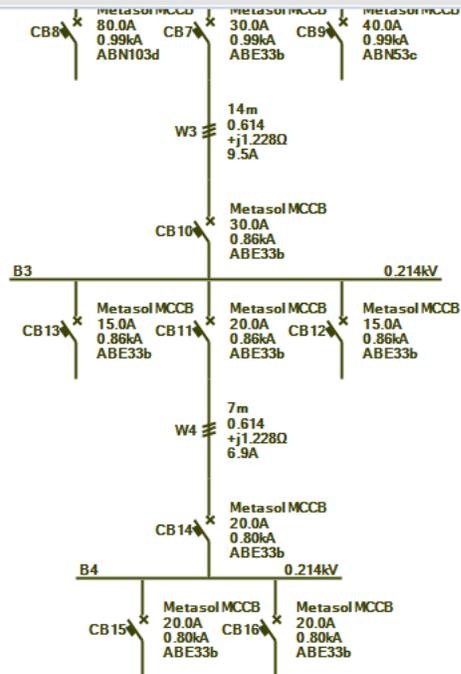
Project Navigator

- LSPS

Component

- 3-Phase Transformers
- Circuit Breakers
 - CB1
 - CB2
 - CB3
 - CB4
 - CB5
 - CB6
 - CB7
 - CB8
 - CB9
 - CB10
 - CB11
 - CB12

UnifilarSeminario.PSAX



Código Documento:

MEMORIAS DE CALCULO

Rev. 0

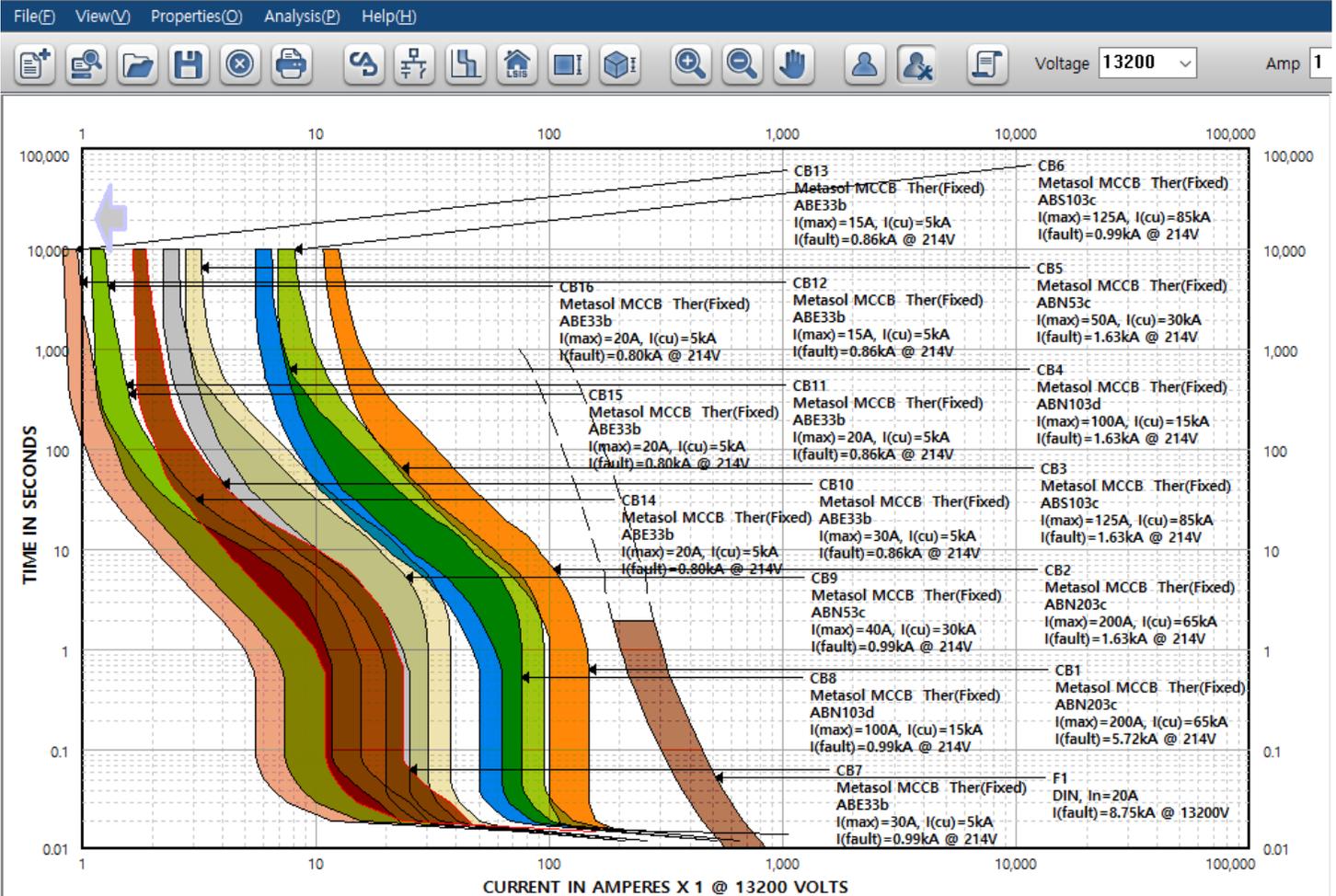
Pág. 27 de 34

Fecha: 05-09-2016

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

Los Interruptores que se muestran a continuación cumplen los niveles de Icu e Ics 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.

LSPS Susol T-C Curve



| | | | |
|--|---|---|----------------------|
|  <p>Findeter 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. 29 de 34</p> |

| Interruptores Tipo Abierto ACB - 2000 hasta 4000 Amperios | |
|--|--|
| <i>Característica técnica</i> | <i>Solicitado</i> |
| Tamaño ACB Fijo AnchoxAltoxFondo en (mm) | 300x378x295 |
| Tamaño ACB Extraíble AnchoxAltoxFondo 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 |
| Accesorios suministrados con el Interruptor sin costo adicional | |
| 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 |

| Interruptores Tipo Abierto ACB - 4000 hasta 6300 Amperios | |
|--|--|
| <i>Característica técnica</i> | <i>Solicitado</i> |
| Tamaño ACB Fijo AnchoxAltoxFondo en (mm) | 300x751x295 |
| Tamaño ACB Extraíble AnchoxAltoxFondo 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 |
| Accesorios suministrados con el Interruptor sin costo adicional | |
| 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 |

| | | | |
|--|---|---|----------------------|
|  <p>Findeter 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. 30 de 34</p> |

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 ² |
| 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 ² |
| 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. 31 de 34 |

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

Dado que la acometida 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 y los tableros eléctricos principales deben estar protegidos 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. 32 de 34 |

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: Evaluación del Nivel de Riesgo según la IEC 62305-2

| Dimensiones de la Estructura Longitud de la Estructura (m) = <input type="text" value="37"/> Ancho de la Estructura (m) = <input type="text" value="24"/> Altura del Plano del techo (m)* = <input type="text" value="7,5"/> Altura máxima = <input type="text" value="7,5"/> Tipo estructura <input type="radio"/> Estructura Simple <input checked="" type="radio"/> Estructura compuesta Colección del Área= <input type="text" value="1590,43"/> | Líneas de Servicio entrantes a la estructura Líneas de Potencia Tipo de acometida de la estructura: <input type="text" value="Tv, comunicaciones, l"/> Longitud(m)= <input type="text" value="40"/> Altura acometida(m)= <input type="text" value="-1"/> Tipo de Cableado interno: <input type="text" value="Cable no apantallado, no se e"/> Tensión resistente de los equipos(kV): <input type="text" value="1,5"/> Resistencia del cable de la acometida(ohm/km): <input type="text" value="0,3937"/> Presencia de Transformadores MV/LV= <input type="text" value="Acometida con"/> | características de la Estructura(Nc) Material de la Estructura (C2)= <input type="text" value="Metálica"/> Contenido de la Estructura(C3)= <input type="text" value="Alto valor y moderadar"/> Ocupación de la estructura(C4)= <input type="text" value="Normalmente ocupada"/> Consecuencia del rayo(C5)= <input type="text" value="Se requiere continua"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|---|---|---|--------------------------------|-----------------------------------|--|---|---|--|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|----------------------|-----------------------------------|--|---|--|--|---|
| Atributos de la Estructura Riesgo por daño físico (Incluyendo Fuego)= <input type="text" value="Alto"/> Efectividad del Apantallamiento de la Estructura= <input type="text" value="ComboBox4"/> | Acometida: Subterránea/Aérea Resistividad del suelo(ohm-meter) <input type="text" value="274,47"/> Subterránea/aérea= <input type="text" value="Subterránea"/> | $ra= 1E-02$ $Lt= 1E-1$ $LA= 1E-1$ $Nd= 1,43E$ $rp 1E+01$ $hz 1E+$ $rf 1E-1$ $Lf 5E-1$ $Lfe 0,20$ $RA 1,43E$ $RB 7,16E$ $LB 5E-1$ $PA 1E$ $PB 1E$ $Pu 0,009$ Tipo de Pérdidas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Influencias del medio Ambiente Factor de Localización= <input type="text" value="Objeto aislado"/> Factor del medio Ambiente = <input type="text" value="Urbana"/> Número de días tormentosos al año (NC)= <input type="text" value="90"/> Densidad de descargas a tierra (descar./año*km2) <input type="text" value="9"/> | Medidas de Protección Clase de LPS= <input type="text" value="Estructura sin Protección para LPS"/> Provisiones de Protección contra fuego= <input type="text" value="Sin protección."/> Protección contra sobretensiones= <input type="text" value="Protección I"/> Medidas de Protección.= <input type="text" value="No existen Medidas de Protecció"/> | Tipo 1 Pérdidas de la vida Humana Peligros especiales para la vida= <input type="text" value="Personas interior estr"/> Pérdida de la vida a causa de fuego= <input type="text" value="Industria, Comer"/> Pérdida de la vida debido a sobretensiones= <input type="text" value="Sin riesgo"/> Tipo de Suelo= <input type="text" value="Agricultura, Concreto."/> Lugares especiales= <input type="text" value="Alto nivel de pánico"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo del Riesgo <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><input type="text" value="1e-5"/></td> <td>=> <input type="text" value="7,16E-04"/></td> <td>+ <input type="text" value="3,47E-11"/></td> <td>= <input type="text" value="7,16E-04"/></td> <td>Nd= <input type="text" value="1,43E"/> Nc= <input type="text" value="7,5E-1"/> Ec= <input type="text" value="0,994"/></td> </tr> <tr> <td>Pérdidas del servicio Público:</td> <td><input type="text" value="1e-3"/></td> <td>=> <input type="text" value="1,45E-05"/></td> <td>+ <input type="text" value="2,04E-03"/></td> <td>= <input type="text" value="2,05E-03"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de la Herencia Cultural:</td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td>=> <input type="text" value="0"/></td> <td>+ <input type="text" value="0"/></td> <td>= <input type="text" value="0"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdidas Económicas:</td> <td><input type="text" value="1e-3"/></td> <td>=> <input type="text" value="2,86E-03"/></td> <td>+ <input type="text" value="2,04E-03"/></td> <td>= <input type="text" value="4,9E-03"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | Riesgo Tolerable | Riesgo por Descargas Directas | Riesgo por Descargas Indirectas | Riesgo calculado | Eficiencia | Pérdidas de la vida Humana: | <input type="text" value="1e-5"/> | => <input type="text" value="7,16E-04"/> | + <input type="text" value="3,47E-11"/> | = <input type="text" value="7,16E-04"/> | Nd= <input type="text" value="1,43E"/> Nc= <input type="text" value="7,5E-1"/> Ec= <input type="text" value="0,994"/> | Pérdidas del servicio Público: | <input type="text" value="1e-3"/> | => <input type="text" value="1,45E-05"/> | + <input type="text" value="2,04E-03"/> | = <input type="text" value="2,05E-03"/> | | Pérdida de la Herencia Cultural: | <input type="text" value="0"/> | => <input type="text" value="0"/> | + <input type="text" value="0"/> | = <input type="text" value="0"/> | | Pérdidas Económicas: | <input type="text" value="1e-3"/> | => <input type="text" value="2,86E-03"/> | + <input type="text" value="2,04E-03"/> | = <input type="text" value="4,9E-03"/> | | Tipo 2 Pérdida de los servicios públicos esenciales Pérdidas de servicio debido a fuego= <input type="text" value="ComboBox4"/> Pérdidas del servicio debeido a sobretensiones= <input type="text" value="Combi"/> |
| | Riesgo Tolerable | Riesgo por Descargas Directas | Riesgo por Descargas Indirectas | Riesgo calculado | Eficiencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdidas de la vida Humana: | <input type="text" value="1e-5"/> | => <input type="text" value="7,16E-04"/> | + <input type="text" value="3,47E-11"/> | = <input type="text" value="7,16E-04"/> | Nd= <input type="text" value="1,43E"/> Nc= <input type="text" value="7,5E-1"/> Ec= <input type="text" value="0,994"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdidas del servicio Público: | <input type="text" value="1e-3"/> | => <input type="text" value="1,45E-05"/> | + <input type="text" value="2,04E-03"/> | = <input type="text" value="2,05E-03"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de la Herencia Cultural: | <input type="text" value="0"/> | => <input type="text" value="0"/> | + <input type="text" value="0"/> | = <input type="text" value="0"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdidas Económicas: | <input type="text" value="1e-3"/> | => <input type="text" value="2,86E-03"/> | + <input type="text" value="2,04E-03"/> | = <input type="text" value="4,9E-03"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| El riesgo calculado es mayor al riesgo Tolerable, se requiere Protección contra descar | | Tipo 3 pérdida de la herencia cultural pérdida de la herencia cultural debido al fuego= <input type="text" value="Comb"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tipo 4 Pérdidas económicas Peligros Económicos especiales= <input type="text" value="Colegios, Hoteles, D"/> Pérdidas económicas debido a fuego= <input type="text" value="Museo, Colegio,"/> Pérdida de animales= <input type="text" value="Si"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

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. 33 de 34 |

 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

I.E. SEMINARIO IPIALES

Información de la Estructura

Largo(m)
 37

Ancho(m)
 24

Altura(m)
 7,5

Colección de Áreas de estructura y línea

Colección Área Estructura(Ad, m2)
 1590,43

Colección de Área Línea(Al, m2)
 339,63

Número Anual de eventos peligrosos esperados

Número eventos para la estructura(Nd)
 14,31E-03

Número eventos cerca de la estructura(NM)

| | | | |
|---|--|---|---------------|
|  | 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 34 |

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

MALLA DE PUESTA A TIERRA

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

FECHA: 8-sep.-16

CALCULÓ: ING. GUSTAVO ARBOLEDA

PROYECTO : MALLA TIERRA RED REGULADA I.E. SEMINARIO

| Item | Descripción | Indice | Soldada | Pernada |
|--|--|------------|---------|---------|
| DATOS DE ENTRADA | | | | |
| 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) <small>Tierra con carbon-minimo = 20 Ω*m</small> | Ro | 20 | 20 |
| 8 | Resistividad de la superficie (ohm) <small>Piso cubierto con vinilo = 20.000 Ω*m</small> | 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 |
| iii Cumple requisitos!!! | | | | |
| 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) <small>200 miliseg</small> | | 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 (mm ²) | 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 |
| Valor aproximado de la malla \$ 1.524.841 | | | | |
| Para actualizar precios presione aquí  | | | | |
| RESULTADOS | | | | |
| 27 | Valor resistencia de la malla (Ohm) <i>Se verifica que la resistencia de la malla es inferior a 10 ohmios - Tabla No. 24 - RETE</i> | Rm | 3,21 | 3,21 |
| 28 | Tensión transferida La tensión transferida es inferior a la tensión de contacto tolerable ? Si la tensión transferida > Tensión de contacto se debe calcular las tensiones de paso y de contacto y luego compararlas con las tolerables | GPR | 18.309 | 18.309 |
| 29 | Tensión de paso en caso de falla (Voltios) | Vpc | 2.680 | 2.534 |
| 30 | Tensión de paso tolerable (Voltios) CONCLUSION: La tensión de paso es inferior al tolerable ? | Vpt | 13.343 | 13.343 |
| 31 | Tensión de malla en caso de falla (V) | Vcc | 2.704 | 2.556 |
| 32 | Tensión de contacto tolerable (V) CONCLUSION: La tensión de malla es inferior a la tensión de contacto tolerable ? | Vc | 3.599 | 3.599 |