

**ESTUDIO - DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DEL COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS CON
PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA**

**JULIÁN ANDRÉS ALEGRÍA GONZÁLEZ
DIEGO ANDRÉS HURTADO CAMACHO
JORGE ELIÉCER FORERO GALÁN
FABIO ANDRÉS JIMÉNEZ BÁEZ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2012

**ESTUDIO - DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DEL COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS CON
PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA**

JULIÁN ANDRÉS ALEGRÍA GONZÁLEZ

DIEGO ANDRÉS HURTADO CAMACHO

JORGE ELIÉCER FORERO GALÁN

FABIO ANDRÉS JIMÉNEZ BÁEZ

**Proyecto de Grado Presentado como Requisito para Optar por el Título
de Ingeniero Electricista**

Director

Ingeniero Ciro Jurado Jeréz

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría y brindarme tantas cosas maravillosas.

*A mi madre Esperanza, quien con su inmenso amor,
siempre me ha apoyado, siendo mi mejor amiga
y la mujer más maravillosa de mi vida.*

*A mi hermanita, a mi hermanito (Q.E.P.D),
y a todos mis familiares quienes con su apoyo y
comprensión me han hecho ser quien soy ahora.*

Gracias Infinitas!

Julián Andrés Alegría González

DEDICATORIA

A Dios por sus grandes bendiciones.

*A mis padres quienes son los grandes impulsores
de este logro por su paciencia y desinteresado apoyo.*

A mis hermanos con quienes he compartido tantos momentos gratos.

*A mis profesores quienes han sido gran apoyo en la
realización de este trabajo y la adquisición de este título.*

*A mis compañeros de proyecto con quienes compartí grandes
momentos en el desarrollo de este trabajo.*

*A mis amigos y familiares quienes de una u otra forma me han
brindado su apoyo y ayuda en los momentos difíciles durante mi carrera.*

Jorge Eliécer Forero Galán

DEDICATORIA

*Dedico esta tesis de grado a mi padre Luis Enrique,
a mi madre Marta Esperanza,
a mi hermano Oscar Enrique, a mi abuelo Jorge Enrique,
y demás familiares, amigos, profesores y a Dios,
por todo el apoyo y la buena energía que me han brindado,
por estar siempre a mi lado, por todo los esfuerzos realizados,
son la fuente de amor, dedicación y perseverancia,
que impulsan mi vida.
Gracias!.*

Diego Andrés Hurtado Camacho

DEDICATORIA

*Gracias a DIOS por darme la fortaleza, sabiduría
y demás bendiciones con las que colmo mi vida
A mi madre Gloria porque a pesar de las adversidades
nunca dudo de mi impulsándome en los momentos más difíciles
de mi carrera sabiendo ser mujer, amiga y madre siendo el centro de mi vida,
a mi padre Fabio quien con sus consejos me dio una guía para mi vida
a mi abuela Rosa quien siempre supo darme su amor incondicional
a mis hermanos Julián y Fredy quienes siempre supieron ser mis amigos y mi sustento
a mis primos, amigos y demás porque gracias a ustedes
soy una persona integral, capaz de lograr sus sueños.*

Fabio Andrés Jiménez Báez

AGRADECIMIENTOS

Los Autores del presente trabajo de grado expresan sus más sentidos agradecimientos a:

Dios quien en su infinita sabiduría ha permitido el desarrollo del presente proyecto con excelencia.

La Doctora Gloria Consuelo Ordúz Valencia, Secretaría de Educación del Municipio de Piedecuesta y ex Rectora del Colegio Humberto Gómez Nigrinis principal gestora para la realización de este trabajo de grado.

Al Ingeniero Ciro Jurado Jerez, Director de este proyecto, por su dedicación, paciencia, enseñanzas y aportes.

A todos y cada uno de los profesores de la Universidad Industrial de Santander por sus conocimientos transmitidos y las enseñanzas impartidas.

A todos y cada uno de los familiares, amigos y allegados de los autores del presente Proyecto de Grado por su apoyo, comprensión y cariño.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos y Afines.

ANSI: American NationalStandarsInstitute (Instituto Nacional Americano de Estandarización).

A.T.: Alta Tensión.

AWG: American WireGage (Galga Americana).

b: Bite (Medida de Almacenamiento de Datos).

B.T.: Baja Tensión.

c.a.: Corriente Alterna.

c.c.: Corriente Continua.

IEC: International ElectrothechnicalCommission (Comisión Electrotécnica Internacional).

EP: Edificio Principal del Colegio

Cv: Regulación de Tensión.

DPS: Dispositivo de Protección contra Sobrecorriente.

ESSA: Electrificadora de Santander S.A.

f.p.: Factor de Potencia.

Hz: Hertz (Unidad de Medida de Frecuencia).

I: Intensidad de Corriente Eléctrica.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos).

M.T.: Media Tensión.

NTC 2050: Norma Técnica Colombiana 2050. Código Eléctrico Colombiano.

Ohm: Unidad de Medida de Resistencia Eléctrica.

Pp: Pérdidas de Potencia.

PT: Puesta a Tierra.

R: Resistencia en Ohm.

r: Resistividad.

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

V: Voltaje. Volts (Unidad de Medida de Tensión).

VA: Volt-Amperes (Unidad de Medida de Potencia Aparente).

°C: Grados Celsius (Unidad de Medida de Temperatura).

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	37
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	38
1.1 OBJETIVOS	38
1.1.1 Objetivo General	38
1.1.2 Objetivos Especificos.....	38
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	39
1.2.1 Reseña del Plantel Educativo	39
1.2.2 Planteamiento del Problema	42
1.2.3 Justificación.....	43
1.2.4 Impacto Esperado	43
1.2.5 Beneficiarios Directos e Indirectos	44
2. MARCO TEÓRICO	45
2.1 NORMATIVIDAD	45
2.1.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009).....	45
2.1.2 Norma Técnica Colombiana NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano. (Primera Actualización)	46
2.1.3 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010).....	46
2.1.4 Norma Técnica de la Electrificadora de Santander ESSA S.A. (Actualización 2005).....	47
2.2 DEFINICIONES	47
2.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES	53
2.4 REGULACIÓN DE TENSIÓN	54
2.5 ILUMINACIÓN.....	57
2.5.1 Definiciones.....	57
2.5.2 Cálculos de Iluminación	58
2.5.2.1 Nivel de Iluminación.....	58
2.5.2.2 Cálculo de Iluminancia Interior.....	59
2.5.2.2.1 Cálculo de la Iluminancia Promedio.....	59
2.5.2.2.2 Método de las Cavidades Zonales.....	60
2.5.2.2.3 Índices de Cavidades	61
2.5.2.3 Iluminación de Aulas de Clase.....	62
2.5.2.4 Iluminación de Salas de Lecturas y Auditorios	62
2.5.2.5 Alumbrado de Emergencia Permanente.....	63
2.5.2.6 Alumbrado de Emergencia No Permanente	63
2.5.2.7 Características del Alumbrado de Emergencia.....	63
2.6 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES	64

2.7 SELECCIÓN DE LA DUCTERÍA.....	64
2.8 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA	65
2.8.1 Selección del Conductor de Puesta a Tierra	66
2.8.2 Métodos para Medición de Puesta a Tierra.....	66
2.8.2.1 Método de Resistividad (Método de Wenner).....	66
2.8.2.2 Método de la Caída de Potencial.....	68
2.8.3 Apantallamiento Contra Descargas Atmosféricas	70
2.8.3.1 Objetivos del Apantallamiento	71
2.9 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO	71
2.9.1 Analizador de Redes	71
2.9.2 Rastreador de Circuitos.....	73
2.9.3 Luxómetro	74
2.9.4 Multímetro con Pinza Amperimétrica.....	74
2.9.5 Otros	75
3. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES .. 76	
3.1 METODOLOGÍA.....	76
3.1.1 Investigación y Recopilación de Información	76
3.1.2 Levantamiento Eléctrico y Obtención de Datos.....	77
3.1.3 Análisis e Interpretación de Datos.....	78
3.1.4 Realización y Presentación del Rediseño Propuesto	79
3.1.5 Elaboración del Presupuesto para Proyectos de Inversión Pública	79
3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES	80
3.2.1 Alimentador	81
3.2.2 Protección del Alimentador del Tablero TGD	85
3.2.3 Medidor	85
3.2.4 Tablero de Medidor (TMT)	86
3.2.5 Edificio Principal.....	88
3.2.5.1 Primer Piso del Edificio Principal	88
3.2.5.1.1 Tablero General de Distribución TGD.....	88
3.2.5.1.2 Tablero de Distribución TA	90
3.2.5.1.3 Tablero de Distribución TB	93
3.2.5.1.4 Cuarto para Tableros TA y TB	96
3.2.5.1.5 Tablero de Distribución TC	97
3.2.5.2 Segundo Piso del Edificio Principal	99
3.2.5.2.1 Tablero de Distribución TD	99
3.2.5.2.2 Tablero de Distribución TE	101
3.2.5.2.3 Tablero de Distribución TF.....	102
3.2.5.2.4 Tablero de Distribución TG	103
3.2.5.2.5 Tablero de Distribución TH	106
3.2.5.2.6 Tablero de Distribución TI.....	107
3.2.5.2.7 Tablero de Distribución TJ.....	109
3.2.5.2.8 Tablero de Distribución TK	110
3.2.6 Casona La Alianza	112

3.2.6.1 Tablero de Distribución TL.....	112
3.2.7 Análisis Tableros Existentes	114
3.3 CUADROS DE CARGA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES	116
3.3.1 Cuadros de Carga del Edificio Principal	116
3.3.1.1 Cuadros de Carga Tableros del Primer Piso	116
3.3.1.1.1 Tablero TMT	117
3.3.1.1.2 Tablero TGD	118
3.3.1.1.3 Tablero TA	119
3.3.1.1.4 Tablero TB	121
3.3.1.1.5 Tablero TC.....	123
3.3.1.2 Cuadros de Carga Tableros del Segundo Piso.....	124
3.3.1.2.1 Tablero TD.....	125
3.3.1.2.2 Tablero TE	126
3.3.1.2.3 Tablero TF	127
3.3.1.2.4 Tablero TG.....	128
3.3.1.2.5 Tablero TH.....	130
3.3.1.2.6 Tablero TI	131
3.3.1.2.7 Tablero TJ.....	132
3.3.1.2.8 Tablero TK.....	133
3.3.2 Cuadros de Carga Tableros de La Alianza	134
3.3.2.1 Tablero TL	134
3.4 CUADROS DE REGULACIÓN.....	136
3.4.1 Cuadros de Regulación para Alimentadores de Tableros	137
3.4.2 Cuadros de Regulación para Circuitos Ramales del Edificio Principal	141
3.4.2.1 Circuitos Ramales de los Tableros del Primer Piso	141
3.4.2.1.1 Para el Tablero TA.....	141
3.4.2.1.2 Para el Tablero TB.....	143
3.4.2.1.3 Para el Tablero TC	144
3.4.2.2 Circuitos Ramales de los Tableros del Segundo Piso	144
3.4.2.2.1 Para el Tablero TD	144
3.4.2.2.2 Para el Tablero TE.....	145
3.4.2.2.3 Para el Tablero TF	145
3.4.2.2.4 Para el Tablero TG	146
3.4.2.2.5 Para el Tablero TH	147
3.4.2.2.6 Para el Tablero TI	148
3.4.2.2.7 Para el Tablero TJ	148
3.4.2.2.8 Para el Tablero TK.....	149
3.4.3 Cuadros de Regulación para Circuitos Ramales de la Casona La Alianza	150
3.4.3.1 Circuitos Ramales del Tablero TL.....	150
3.4.4 Análisis y Observaciones del Estudio de Regulación	151
3.5 CUADROS DE MEDIDAS DE AISLAMIENTO.....	154
3.5.1 Medición de Aislamiento en el Edificio Principal	155
3.5.1.1 Tableros del Primer Piso	155

3.5.1.2 Tableros del Segundo Piso.....	157
3.5.2 Medición de Aislamiento en La Casona La Alianza.....	161
3.6 ANÁLISIS DE LOS CIRCUITOS RAMALES	161
3.7 NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	170
3.7.1 Iluminación Media Actual	170
3.7.2 Iluminancia en el Auditorio	173
3.7.3 Iluminancia en Rectoría.....	174
3.7.4 Iluminancia en Biblioteca.....	175
3.7.5 Iluminancia en Secretaría Académica	176
3.7.6 Iluminancia en Aula 4.....	177
3.7.7 Iluminancia en Aula 3.....	178
3.7.8 Iluminancia en Aula 13.....	179
3.7.9 Iluminancia en Aula 26 (Laboratorio).....	180
3.7.10 Iluminancia en Aula A1.....	181
3.7.11 Iluminancia en Aula A9.....	182
3.7.12 Iluminancia Cancha Múltiple 1 y Gradería.....	183
3.7.13 Iluminancia Cancha Múltiple 2 y Gradería.....	184
3.7.14 Iluminancia Escaleras Edificio Principal	185
3.7.15 Iluminancia en Pasillo del Primer Piso del Edificio Principal	186
3.7.16 Iluminancia en Pasillo del Segundo Piso del Edificio Principal.....	187
3.7.17 Iluminancia Pasillos Casona La Alianza.....	188
3.7.18 Resumen Iluminancia Media Medida	189
3.7.19 Análisis de la Iluminación Existente	190
3.7.19.1 Cálculo de Iluminancia por el Método de Cavidad Zonal.....	191
3.7.19.1.1 Cálculo de Relación de Cavidades	191
3.7.19.1.2 Determinación del Coeficiente de Utilización CU.....	193
3.7.19.1.3 Determinación del Factor de Mantenimiento	193
3.7.19.1.4 Cálculo de Iluminación Media	194
3.7.20 Resumen Resultados Calculados para Todas las Áreas de la Institución.....	197
3.8 ANÁLISIS EN LA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA.....	200
3.8.1 Resultados Globales Obtenidos.....	200
3.8.2 Diagramas De Tensión.....	202
3.8.2.1 Tensiones Máximas.....	202
3.8.2.2 Tensiones Mínimas.....	203
3.8.2.3 Tensiones Promedio.....	205
3.8.3 Diagrama de Corrientes	206
3.8.3.1 Corrientes Máximas.....	207
3.8.3.2 Corrientes Mínimas.....	208
3.8.3.3 Corrientes Promedio.....	210
3.8.4 Diagramas de Tensiones del Período Medido	211
3.8.5 Diagramas de Corrientes del Período Medido	213
3.8.6 Análisis de Armónicos.....	215
3.8.6.1 Diagrama de Armónicos Fase A.....	215

3.8.6.1.1 Tensión	215
3.8.6.1.2 Corriente	217
3.8.6.2 Diagrama de Armónicos Fase B	218
3.8.6.2.1 Tensión	218
3.8.6.2.2 Corriente	219
3.8.6.3 Diagrama de Armónicos Fase C.....	220
3.8.6.3.1 <i>Tensión</i>	220
3.8.6.3.2 Corriente	222
3.8.7 Análisis Detallado.....	223
3.8.7.1 Informe De Potencia MIN/MAX/PRO	223
3.8.7.2 Informe Resumen MIN/MAX/PRO	224
3.8.7.3 Análisis para Demanda y Energía	227
3.9 Estudio de Resistividad del Terreno	229
3.10 Estudio de Resistencia de Puesta a Tierra Aislada de las Salas de Informática 1 y 2	234
4. REDISEÑO Y MEJORAS PROPUESTAS	238
4.1 Cálculos de Iluminación.....	239
4.1.1 Consideraciones Generales	239
4.1.2 Iluminación para las Aulas de Clase	240
4.1.3 Cálculo Tipo para las Aulas de Clase y Oficinas	241
4.1.3.1 Selección de la Luminaria.....	241
4.1.3.2 Selección del Balastro a Utilizar en las Lámparas	243
4.1.3.3 Cálculo de Iluminancia por el Método de Cavidad Zonal	244
4.1.3.4 Cálculo de Relación de Cavidades	245
4.1.3.5 Determinación del Coeficiente de Utilización CU.....	247
4.1.3.6 Determinación del Factor de Mantenimiento	247
4.1.3.7 Cálculo de Iluminación Media	248
4.1.3.8 Cálculo de Índice UGR	249
4.1.3.9 Resumen de Cálculos de Iluminación Interior	250
4.2 Cableado y Ubicación de Salidas para Tomacorrientes.....	255
4.2.1 Cálculos de Aire acondicionado	256
4.3 Tableros de Distribución.....	258
4.4 Selección de Protecciones	258
4.4.1 Selección de los DPS de los Tableros	259
4.5 Cuadros de Carga del Rediseño.....	261
4.5.1 Cuadros de Carga del Rediseño para el Edificio Principal	261
4.5.1.1 Tableros Primer Piso	261
4.5.1.2 Tableros Segundo Piso	268
4.5.2 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros de La Casona La Alianza	279
4.5.3 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros de las Zonas Exteriores	284

4.5.4 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros Generales de Distribución	287
4.6 Cuadros de Regulación del Rediseño.....	290
4.6.1 Cuadros de Regulación del Rediseño para Alimentadores de Tableros	290
4.6.2 Cuadros de Regulación del Rediseño para el Edificio Principal	295
4.6.2.1 Tableros Primer Piso	295
4.6.2.2 Tableros Segundo Piso	298
4.6.3 Cuadros de Regulación del Rediseño para Tableros de la Casona La Alianza	304
4.6.4 Cuadros de Regulación del Rediseño para Tableros en Zonas Exteriores	306
4.7 Análisis de la Carga Instalada	308
4.7.1 Cumplimiento de Cargas de Alumbrado General	309
4.7.2 Cálculo de la Demanda Máxima Instalada	310
4.8 Diseño de la Subestación	312
4.8.1 Cálculos de Conductor y Protecciones de Media Tensión para el Transformador.....	313
4.8.2 Cálculos de Tensión Nominal del Transformador en Vacío	315
4.8.3 Cálculos de Corriente Primaria del Transformador	316
4.8.4 Cálculos de Corriente Secundaria del Transformador.....	316
4.8.5 Selección del Conductor de Baja Tensión.....	317
4.9 Malla de Puesta a Tierra	317
4.9.1 Tipos de Electrodo.....	317
4.9.2 Especificaciones de Construcción para el Sistema de Puesta a Tierra	318
4.9.3 Equipotencialización.....	319
4.10 Análisis de Riesgos por Descargas Atmosféricas.....	322
4.10.1 Evaluación del Factor de Riesgo para Protección Contra Rayos	322
4.10.1.1 Evaluación del Factor N.....	323
4.10.1.2 Evaluación del Factor P	325
4.10.1.3 Evaluación del Factor L	326
4.10.2 Análisis de Riesgo Contra Descargas	328
4.10.2.1 Mapa de Niveles Cerámicos de Colombia	329
4.10.2.2 Determinación de la Densidad de Descargas a Tierra (DDT).....	329
4.10.2.3 Corriente Pico Absoluta Promedia.....	329
4.10.2.4 Componentes de Riesgo, según Normas NTC 4552 y IEC 62 305-2.....	330
4.10.2.5 Evaluación de las Componentes de Riesgo	330
4.10.2.6 Ecuación general para el cálculo de número anual de eventos..	331
4.10.2.7 Área Efectiva de la estructura Ad	332
4.10.2.8 Área de influencia de la estructura Am	332
4.10.2.9 Áreas efectivas Ai y Ai	332

4.10.2.10 Cálculo de los Números Promedio de Descarga Anuales para el Proyecto	333
4.10.2.11 Evaluación de la Probabilidad de Daño Px	333
4.10.2.12 Evaluación de la Cantidad de Pérdidas	334
4.10.2.13 Pérdidas de Vidas Humanas L1	334
4.10.2.14 Pérdida Inaceptable del Servicio Público L2:	335
4.10.2.15 Pérdidas de Valor Cultural Irreemplazables (L3)	335
4.10.2.16 Pérdidas Económicas (L4)	335
4.10.2.17 Cálculo de los Componentes de Riesgo	336
4.10.2.18 Riesgo Tolerable RT	338
4.10.3 Conclusiones	338
5. PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA	339
5.1 Definiciones	339
5.2 Marco de Referencia	342
5.3 Matriz de Marco Lógico	344
5.4 Ciclo de Vida de los Proyectos	344
5.4.1 Etapa de Preinversión	345
5.4.1.1 Formulación	345
5.4.1.2 Evaluación Ex Ante	346
5.4.2 Etapa de Inversión o Ejecución	346
5.4.2.1 Ejecución	346
5.4.2.2 Seguimiento	347
5.4.3 Etapa de Operación y Mantenimiento	347
5.4.4 Etapa de Evaluación Ex Post	347
5.4.5 Calidad de la Información durante el Ciclo de los Proyectos de Inversión	347
5.5 Procedimiento para el Registro en el BPIN	348
5.5.1 Registro del Proyecto ante el BPIN	349
5.5.2 Alistamiento del Proyecto	350
5.6 PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA	352
6. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	418

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores de Corrección para otras Conexiones.....	55
Tabla 2. Porcentajes de Regulación.....	56
Tabla 3. Porcentaje de Sección Transversal en Tubos Conduit y Tuberías.....	65
Tabla 4. Nomenclatura de los Tableros Existentes.....	81
Tabla 5. Datos de Placa del Transformador de Potencia.....	83
Tabla 6. Circuitos del Tablero TMT.....	87
Tabla 7. Circuitos del Tablero TGD.....	89
Tabla 8. Circuitos del Tablero TA.....	92
Tabla 9. Circuitos Tablero TB.....	95
Tabla 10. Circuitos Tablero TC.....	99
Tabla 11. Circuitos Tablero TD.....	100
Tabla 12. Circuitos Tablero TE.....	102
Tabla 13. Circuitos Tablero TF.....	103
Tabla 14. Circuitos Tablero TG.....	105
Tabla 15. Circuitos Tablero TH.....	106
Tabla 16. Circuitos Tablero TI.....	109
Tabla 17. Circuitos Tablero TJ.....	110
Tabla 18. Circuitos Tablero TK.....	112
Tabla 19. Circuitos Tablero TL.....	113
Tabla 20. Fallas en los Tableros Existentes.....	114
Tabla 21. Cuadro de Aislamiento para TA.....	155
Tabla 22. Cuadro de Aislamiento para TB.....	156
Tabla 23. Cuadro de Aislamiento para TC.....	157
Tabla 24. Cuadro de Aislamiento para TD.....	157
Tabla 25. Cuadro de Aislamiento para TE.....	157
Tabla 26. Cuadro de Aislamiento para TF.....	158
Tabla 27. Cuadro de Aislamiento para TG.....	158
Tabla 28. Cuadro de Aislamiento para TH.....	159
Tabla 29. Cuadro de Aislamiento para TI.....	159
Tabla 30. Cuadro de Aislamiento para TJ.....	160
Tabla 31. Cuadro de Aislamiento para TK.....	160
Tabla 32. Cuadro de Aislamiento para TL.....	161
Tabla 33. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TA.....	162
Tabla 34. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TB.....	163
Tabla 35. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TC.....	164
Tabla 36. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TD.....	165
Tabla 37. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TE.....	165
Tabla 38. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TF.....	165
Tabla 39. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TG.....	166
Tabla 40. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TH.....	166
Tabla 41. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TI.....	167
Tabla 42. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TJ.....	167

Tabla 43. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TK.....	168
Tabla 44. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TL.....	168
Tabla 45. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TGD.....	169
Tabla 46. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TMT.....	169
Tabla 47. Reflectancias Medidas para Diversas Superficies.....	172
Tabla 48. Iluminancia Medida en el Auditorio.....	173
Tabla 49. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Auditorio.....	174
Tabla 50. Iluminancia Medida en la Rectoría.....	175
Tabla 51. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Rectoría.....	175
Tabla 52. Iluminancia Medida en Biblioteca.....	176
Tabla 53. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Biblioteca.....	176
Tabla 54. Iluminancia Medida en Secretaría Académica.....	177
Tabla 55. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Secretaría Académica.....	177
Tabla 56. Iluminancia Medida en Aula 4.....	178
Tabla 57. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 4.....	178
Tabla 58. Iluminancia Medida en Aula 3.....	179
Tabla 59. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 3.....	179
Tabla 60. Iluminancia Medida en Aula 13.....	180
Tabla 61. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 13.....	180
Tabla 62. Iluminancia Medida en Aula 26 (Laboratorio).....	181
Tabla 63. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 26 (Laboratorio).....	181
Tabla 64. Iluminancia Medida en Aula A1.....	182
Tabla 65. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula A1.....	182
Tabla 66. Iluminancia Medida en Aula A9.....	183
Tabla 67. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula A9.....	183
Tabla 68. Iluminancia Medida en Cancha Múltiple 1 y Gradería.....	184
Tabla 69. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Cancha Múltiple 1 y Gradería.....	184
Tabla 70. Iluminancia Medida en Cancha Múltiple 2 y Gradería.....	185
Tabla 71. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Cancha Múltiple 2 y Gradería.....	185
Tabla 72. Iluminancia Medida en Escaleras Edificio Principal.....	186
Tabla 73. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Escaleras Edificio Principal.....	186
Tabla 74. Iluminancia Medida en Pasillo del Primer Piso del E.P.....	187
Tabla 75. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillo del Primer Piso del E.P.....	187
Tabla 76. Iluminancia Medida en Pasillo del Segundo Piso del E.P.....	188
Tabla 77. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillo del Segundo Piso del E.P.....	188
Tabla 78. Iluminancia Medida en Pasillos Casona La Alianza.....	189
Tabla 79. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillos Casona La Alianza.....	189

Tabla 80. Resumen Iluminancia Media Medida en las Instalaciones.....	189
Tabla 81. Coeficientes de Iluminación para Reflectancia del Suelo.....	193
Tabla 82. Resultados Iluminancia de Dialux para el Aula Prueba.....	196
Tabla 83. Resumen Resultados de Iluminación para Todas las Áreas del Colegio.	197
Tabla 84. Valores obtenidos de Resistividad por el método de Wenner.....	229
Tabla 85. Tabla para al Cálculo del Factor de Peso.....	240
Tabla 86. Factor de Utilización Luminaria Philips.....	242
Tabla 87. Factores de Deslumbramiento.....	243
Tabla 88. Datos Balastro Centium ICN-2M32-MC Philips.....	243
Tabla 89. Coeficientes de Iluminación para Reflectancia del Suelo de 10%.....	247
Tabla 90. Resumen de Cálculos del Rediseño de Iluminación Interior del Edif. Principal.....	250
Tabla 91. Resumen de Cálculos del Rediseño de Iluminación Interior Alianza.....	253
Tabla 92. Resumen de Cálculos del Rediseño de las Canchas Múltiples.....	254
Tabla 93. Resumen de Cálculos del Rediseño de las Zonas Comunes y Teatro.	255
Tabla 94. Cálculo de Aires Acondicionados.....	257
Tabla 95. Selección de Aires Acondicionados Comerciales.....	258
Tabla 96. Totalizadores para Tableros.....	259
Tabla 97. DPS seleccionado para Tableros de Distribución.....	260
Tabla 98. DPS seleccionado para Tableros Generales de Distribución.....	260
Tabla 99. Barrajes de Tierra para Transformadores.....	314
Tabla 100. Características del Transformador para S.E. Tipo Bóveda.....	315
Tabla 101. Factor de Localización Relativa.....	323
Tabla 102. Área Efectiva de Descarga.....	324
Tabla 103. Ambiente.....	324
Tabla 104. Medida de Protección.....	325
Tabla 105. Características de la Estructura.....	325
Tabla 106. Nivel de Protección contra Rayos.....	326
Tabla 107. Tipo de Estructura.....	326
Tabla 108. Tipo de Superficie.....	327
Tabla 109. Medida de Prevención.....	327
Tabla 110. Riesgos de Fuego.....	327
Tabla 111. Clase Especial de Riesgo.....	328
Tabla 112. Tipo de Servicio.....	328
Tabla 113. Componentes del Riesgo.....	330
Tabla 114. Riesgo Tolerable.....	338
Tabla 115. Formato de Matriz de Marco Lógico.....	344
Tabla 116. Información necesaria para el registro en el BPIN.....	350
Tabla 117. Cantidades de Obra y Presupuesto.....	352
Tabla 118. Presupuesto Subestación.....	353
Tabla 119. Presupuesto Tablero TGD1.....	356
Tabla 120. Presupuesto TGD2.....	358
Tabla 121. Presupuesto Tablero TA.....	361

Tabla 122. Presupuesto Tablero TB.....	365
Tabla 123. Presupuesto Tablero TC.....	369
Tabla 124. Presupuesto Tablero TD.....	373
Tabla 125. Presupuesto Tablero TE.....	376
Tabla 126. Presupuesto Tablero TF.....	380
Tabla 127. Presupuesto Tablero TG.....	383
Tabla 128. Presupuesto Tablero TH.....	386
Tabla 129. Presupuesto Tablero TI.....	390
Tabla 130. Presupuesto Tablero TJ.....	393
Tabla 131. Presupuesto Tablero TK.....	397
Tabla 132. Presupuesto Tablero TL.....	401
Tabla 133. Presupuesto Tablero TM.....	404
Tabla 134. Presupuesto Tablero TN.....	406
Tabla 135. Presupuesto Tablero TO.....	409
Tabla 136. Presupuesto Tablero TP.....	412
Tabla 137. Presupuesto Tablero TQ.....	415
Tabla 138. P_T/C para varios valores de μ	431

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TMT.....	117
Cuadro 2. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TGD.	118
Cuadro 3. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TA.	119
Cuadro 4. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TB.	121
Cuadro 5. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TC.	123
Cuadro 6. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TD.	125
Cuadro 7. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TE.	126
Cuadro 8. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TF.....	127
Cuadro 9. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TG.	128
Cuadro 10. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TH.	130
Cuadro 11. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TI.....	131
Cuadro 12. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TJ.	132
Cuadro 13. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TK.	133
Cuadro 14. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TL.....	134
Cuadro 15. Cuadro de Regulación Levantamiento para Alimentadores de Tableros.	137
Cuadro 16. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TA.	141
Cuadro 17. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TB.	143
Cuadro 18. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TC.....	144
Cuadro 19. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TD.....	144
Cuadro 20. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TE.	145
Cuadro 21. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TF.	145
Cuadro 22. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TG.....	146
Cuadro 23. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TH.....	147
Cuadro 24. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TI.	148
Cuadro 25. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TJ.....	148
Cuadro 26. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TK.	149
Cuadro 27. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TL.	150
Cuadro 28. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TA.....	262
Cuadro 29. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TB.....	264
Cuadro 30. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TC.....	266
Cuadro 31. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TD.....	268
Cuadro 32. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TE.....	270
Cuadro 33. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TF.....	272
Cuadro 34. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TG.	273
Cuadro 35. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TH.....	274
Cuadro 36. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TK.....	276
Cuadro 37. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TM.	277
Cuadro 38. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TP.....	278
Cuadro 39. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TI.	279
Cuadro 40. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TJ.	281

Cuadro 41.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TL.</i>	283
Cuadro 42.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TN.</i>	284
Cuadro 43.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TO.</i>	285
Cuadro 44.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TQ.</i>	286
Cuadro 45.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TGD1.</i>	287
Cuadro 46.	<i>Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TGD2.</i>	289
Cuadro 47.	<i>Regulación para Alimentadores de Tableros del Rediseño</i>	290
Cuadro 48.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TA del Rediseño.</i>	295
Cuadro 49.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TB del Rediseño.</i>	296
Cuadro 50.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TC del Rediseño.</i>	297
Cuadro 51.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TD del Rediseño.</i>	298
Cuadro 52.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TE del Rediseño.</i>	299
Cuadro 53.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TF del Rediseño.</i>	300
Cuadro 54.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TG del Rediseño.</i>	300
Cuadro 55.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TH del Rediseño.</i>	301
Cuadro 56.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TK del Rediseño.</i>	302
Cuadro 57.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TM del Rediseño.</i>	303
Cuadro 58.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TP del Rediseño.</i>	303
Cuadro 59.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TI del Rediseño.</i>	304
Cuadro 60.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TJ del Rediseño.</i>	305
Cuadro 61.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TL del Rediseño.</i>	306
Cuadro 62.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TN del Rediseño.</i>	306
Cuadro 63.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TO del Rediseño.</i>	307
Cuadro 64.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TP del Rediseño.</i>	307
Cuadro 65.	<i>Cuadro de Regulación Tablero TQ del Rediseño.</i>	307

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Colegio Humberto Gómez Nigrinis.	42
Figura 2. Distancias y Cavidades para la Aplicación del Método de Coeficiente del Local.....	60
Figura 3. Método de Wenner para Determinación de Resistividad	67
Figura 4. Esquema para la medida de la resistencia de puesta a tierra.	69
Figura 5. Método de la curva de caída de potencial.	70
Figura 6. Analizador de Redes.	72
Figura 7. Rastreador de Circuitos.....	73
Figura 8. Luxómetro	74
Figura 9. Multímetro con Pinza Amperimétrica.....	75
Figura 10. Transformador de Potencia de 45kVA-Trifásico.....	82
Figura 11. Fotografía del Totalizador.....	85
Figura 12. Fotografía del Medidor.	86
Figura 13. Fotografía del Tablero TMT.....	87
Figura 14. Fotografía Tablero TGD.	89
Figura 15. Fotografía del Tablero A.....	92
Figura 16. Fotografía del Tablero TB.....	95
Figura 17. Cuarto de Tableros TA y TB.....	96
Figura 18. Vistas planta y perfil cuarto de TA y TB.....	97
Figura 19. Fotografía del Tablero TC.	98
Figura 20. Fotografía del Tablero TD.	100
Figura 21. Fotografía del Tablero TE.....	101
Figura 22. Fotografía del Tablero TF.....	103
Figura 23. Fotografía del Tablero TG.	104
Figura 24. Fotografía del Regulador 7kVA.	107
Figura 25. Fotografía del Tablero TI.....	108
Figura 26. Fotografía del Tablero TJ.	110
Figura 27. Fotografía del Tablero TK.....	111
Figura 28. Fotografía del Tablero TL.....	113
Figura 29. Esquema de medida de iluminancia directa.	171
Figura 30. Esquema de Medida de Iluminancia Indirecta.....	171
Figura 31. Cuadrícula para Medición Iluminancia Auditorio.	173
Figura 32. Cuadrícula para Medición Iluminancia Rectoría.	174
Figura 33. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Biblioteca.	175
Figura 34. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Secretaría Académica	176
Figura 35. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 4.	177
Figura 36. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 3	178
Figura 37. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 13.....	179
Figura 38. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 26 (Laboratorio)	180
Figura 39. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula A1	181
Figura 40. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula A9	182

Figura 41. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Cancha Múltiple 1 y Gradería	183
Figura 42. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Cancha Múltiple 2 y Gradería	184
Figura 43. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Escaleras Edificio Principal.	185
Figura 44. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillo del Primer Piso del E.P.	186
Figura 45. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillo del Segundo Piso del E.P.	187
Figura 46. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillos Casona La Alianza	188
Figura 47. Dimensiones Aula 1, dimensiones en metros.....	192
Figura 48. Reflectancia Efectiva del Piso.	193
Figura 49. Descripción Luminaria en Dialux.	195
Figura 50. Aula Prueba para Calculo Tipo en Dialux.	195
Figura 51. Curvas Isolux de Dialux para el Aula Prueba.	196
Figura 52. Curvas de Grises Isolux en Dialux para Aula Prueba.....	197
Figura 53. Fotografía del Montaje del Analizador de Redes.....	200
Figura 54. Resultados Globales Obtenidos del Análisis de la Calidad.	200
Figura 55. Ubicación del Analizador de Redes.....	201
Figura 56. Tensión Máxima para Fase A.....	202
Figura 57. Tensión Máxima para Fase B.....	202
Figura 58. Tensión Máxima para Fase C.	203
Figura 59. Tensión Mínima para Fase A.	203
Figura 60. Tensión Mínima para Fase B.	204
Figura 61. Tensión Mínima para Fase C.	204
Figura 62. Tensión Promedio Fase A.....	205
Figura 63. Tensión Promedio Fase B.....	205
Figura 64. Tensión Promedio Fase C.....	206
Figura 65. Corriente Máxima para Fase A.....	207
Figura 66. Corriente Máxima para Fase B.....	207
Figura 67. Corriente Máxima para Fase C.	208
Figura 68. Corriente Mínima para Fase A.	208
Figura 69. Corriente Mínima para Fase B.	209
Figura 70. Corriente Mínima para Fase C.	209
Figura 71. Corriente Promedio para Fase A.....	210
Figura 72. Corriente Promedio para Fase B.....	210
Figura 73. Corriente Promedio para Fase C.....	211
Figura 74. Diagrama de Tensiones del Período Completo.....	212
Figura 75. Diagrama de Corrientes del Período Completo.....	214
Figura 76. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase A.	216
Figura 77. Armónicos de Tensión de la Fase A.....	216
Figura 78. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase A.	217
Figura 79. Armónicos de Corriente de la Fase A.....	217

Figura 80. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase B.	218
Figura 81. Armónicos de Tensión de la Fase B.	219
Figura 82. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase B.	219
Figura 83. Armónicos de Corriente de la Fase B.	220
Figura 84. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase C.	221
Figura 85. Armónicos de Tensión de la Fase C.	221
Figura 86. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase C.	222
Figura 87. Armónicos de Corriente de la Fase C.	222
Figura 88. Gráfica de Demanda y Energía.	227
Figura 89. Resistividad Vs Profundidad.	230
Figura 90. Resistividad Promedio.	231
Figura 91. Gráfico de Sunde.	232
Figura 92. Resistividad Promedio Vs. Separación de Electrodo.	233
Figura 93. Datos Obtenidos para la Tierra Aislada.	234
Figura 94. Resistencia Vs. Distancia del Electrodo 1.	235
Figura 95. Resistencia Vs. Distancia del Electrodo 2.	236
Figura 96. Método de la Pendiente.	236
Figura 97. Luminaria Seleccionada.	241
Figura 98. Diagrama Polar Luminaria Philips.	242
Figura 99. Flujo Luminoso Lámpara Philips.	245
Figura 100. Dimensiones Aula 1, dimensiones en metros.	246
Figura 101. Reflectancia Efectiva (Fuente: RETILAP).	246
Figura 102. Vista de Simulación para Aula en DIALUX.	249
Figura 103. Resultados DIALUX para Rediseño.	250
Figura 104. Vista Rediseño Iluminación Cancha Múltiple.	254
Figura 105. Ubicación de la Subestación.	313
Figura 106. Área de Influencia de la Estructura.	332
Figura 107. Cadena de Valor de un Proyecto Típico de Inversión.	343
Figura 108. Etapas del Ciclo de Vida del Proyecto.	345
Figura 109. Estructura del Sistema Unificado de Inversiones Públicas.	349
Figura 110. Marco General del Proyecto de Inversión.	349
Figura 111. Proceso de Registro de un Proyecto ante el BPIN.	351

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Constantes de Regulación para Conductores de Cobre Aislado en Ducto no Metálico.....	421
Anexo B. Índice UGR Máximo y Niveles de Iluminancia Exigibles para Diferentes Áreas y Actividades.....	4232
Anexo C. Uso de las Tablas Fotométricas de Coeficiente de Utilización –CU- ...	424
Anexo D. Reflectancias Efectivas de las Cavidades Zonales.....	425
Anexo E. Calibre Mínimo de los Conductores de Puesta a Tierra de Equipos para Puesta a Tierra de Canalizaciones y Equipos	426
Anexo F. Tablas de Cargabilidad del Transformador (Fuente: ESSA S.A.)	4297
Anexo G. Método de la Pendiente Para Medición de la Resistencia de Puesta a Tierra.....	430
Anexo H. Planos del Levantamiento.....	432
Anexo I. Planos del Rediseño Eléctrico.....	433
Anexo J. Planos de Diseño de Sonido.....	434

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO-DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS CON PRESUPUESTO PARA PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA.¹

AUTORES:

ALEGRÍA GONZÁLEZ, Julián Andrés.

HURTADO CAMACHO, Diego Andrés.

JIMÉNEZ BÁEZ, Fabio Andrés.

FORERO GALÁN, Jorge Eliécer.²

PALABRAS CLAVE: Instalaciones Eléctricas, Levantamiento Eléctrico, Normatividad, Análisis de Redes, Regulación de Tensión, Seguridad Eléctrica.

A través del presente estudio y análisis se pretende realizar un diagnóstico que permita conocer el estado actual de la instalación eléctrica del Colegio Humberto Gómez Nigrinis con el fin de ofrecer alternativas de solución a los problemas y deficiencias que presenta y que ponen en riesgo la integridad de la comunidad educativa.

Teniendo como objetivo primordial otorgar al plantel educativo un diseño óptimo, acorde con las necesidades de la comunidad y que cumpla con la normatividad vigente se prosiguió de la siguiente manera: (1) Obtención de Datos, a través del levantamiento y mediciones; (2) Análisis de los Datos Obtenidos; (3) Rediseño del Sistema Eléctrico de la Institución y, (4) Elaboración del Presupuesto, con énfasis en proyectos de inversión pública para facilitar su ejecución.

Como resultado del presente proyecto, el plantel educativo podrá contar con una herramienta, que a través de su implementación, les permitirá contar con unas instalaciones eléctricas seguras, confiables y enmarcadas dentro de la normatividad eléctrica colombiana. Se proyectó en el rediseño eléctrico implementar procesos acordes al ahorro de energía utilizando sensores en pasillos y zonas poco concurridas y tres líneas de control de luminarias en cada salón, siendo efectivo este ahorro por medio de la concientización del buen uso de estos cuando no se requiera iluminación en las áreas respectivas.

¹ Proyecto de Grado Presentado como Requisito para Optar por el Título de Ingeniero Electricista. Director: Ing. Ciro Jurado Jerez.

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSTIC-STUDY AND REDESIGN OF HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS COLLEGE'S ELECTRICAL INSTALLATIONS WITH BUDGET FOR PROJECT OF PUBLIC INVESTMENT.³

AUTHORS:

ALEGRÍA GONZÁLEZ, Julián Andrés.

HURTADO CAMACHO, Diego Andrés.

JIMÉNEZ BÁEZ, Fabio Andrés.

FORERO GALÁN, Jorge Eliécer.⁴

KEY WORDS: Electrical Installations, Electrical Raising, Regulations, Network Analysis, Voltage Regulation, Electrical Security.

Through the present study and analysis it's pretend to perform a diagnostic which allows to know the actual condition of Humberto Gómez Nigrinis College's electrical installation, to offer some alternative solutions to the problems and deficiencies that it has, and which represent a risk to the educational community's integrity.

Having as main objective to give the school an optimum design, that meets the needs of the community and which is in accordance with the present regulations. The process was performed as follows: (1) Obtaining data, by the raising and measures, (2) analysis of the information obtained, (3) redesign the school's electrical system and, (4) elaboration of its budget, with emphasis in public investment's project to ease its execution.

As result of this Project, the college could have a tool, which through its implementation, would make it possible to have safe, reliable electrical installations, which comply with the Colombian electrical standards.

In the electrical redesigning was projected to implement consistents processes to the energy saving by using sensors in hallways and uncrowded areas, and three luminaires control lines in each room; being this saving effective through awareness of the proper use of these when not required enlightenment in the respective areas.

³ Degree Project submitted as a requirement to qualify for the title of electrical engineer.

Director: Eng. Ciro Jurado Jerez.

⁴ Physic-Mechanic Science Faculty. Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering School.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se prioriza el cumplimiento de lo establecido en las Normas y Reglamentos vigentes como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010) y, basados en las Normas Técnicas Colombianas NTC 2050 (Primera Actualización) y la Norma Técnica de la ESSA (Actualización 2005) para en base a lo dispuesto en estas, realizar un análisis y una evaluación del sistema eléctrico del Colegio Humberto Gómez Nigrinis, ubicado en el Municipio de Piedecuesta (Santander), para diagnosticar el estado en que se encuentran las instalaciones y efectuar un rediseño del sistema eléctrico en general que cumpla con los requisitos de las normas y brinde seguridad, eficiencia, calidad y comodidad para todos los miembros de esta comunidad educativa.

A través de este estudio se conocerá el estado en que se encuentra la instalación eléctrica, el cumplimiento de las normas existentes en cuanto a regulación de tensión, protección para las personas y los equipos, niveles de iluminación, sistema de puesta a tierra, entre otros aspectos que son indispensables y que permitirán determinar el riesgo inminente al que las personas y equipos del plantel educativo se encuentran expuestos y, en base a esto, se plantearán medidas correctivas acordes a las necesidades de la comunidad y a las normas mencionadas anteriormente.

Por último se realizará el análisis técnico-económico del nuevo diseño de la instalación eléctrica y se presentará en un formato de presupuesto para proyectos de inversión pública que permita facilitar la ejecución del proyecto propuesto.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Proporcionar a través de un estudio y análisis de la red eléctrica del Colegio Humberto Gómez Nigrinis del Municipio de Piedecuesta, seguridad y confiabilidad de las instalaciones eléctricas para la comunidad estudiantil, ofreciendo alternativas de solución a los problemas cumpliendo con lo establecido en Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010) y entregando un presupuesto basado en normas para proyecto de inversión pública para su posible desarrollo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Otorgar, a través de una auditoria energética y un estudio-diagnóstico, alternativas de solución a los problemas del sistema eléctrico del claustro educativo, que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas a todas las personas de la comunidad estudiantil.
- Efectuar estudios de regulación de tensión, aislamiento y dimensionamiento de conductores, iluminación y cargabilidad del plantel educativo, realizar un estudio de apantallamiento (SIPRA) para determinar si se requiere apantallar las instalaciones del colegio.

- Analizar el sistema de puesta a tierra y protecciones de las instalaciones eléctricas de la planta física o en su defecto diseñarlo si este no existe.
- Rediseñar las instalaciones eléctricas para cumplir con las Normas y Reglamentos vigentes como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010) y, apoyados en las Normas Técnicas Colombianas NTC 2050 (Primera Actualización) y la Norma Técnica de la ESSA (Actualización 2005).
- Realizar memorias de cálculo de los datos y medidas obtenidas de los respectivos estudios y entregar detalles, observaciones, recomendaciones y propuestas de un rediseño óptimo que ofrezca el mejoramiento de la red eléctrica del Colegio Humberto Gómez Nigrinis que cumpla con los normas establecidas en el RETIE (Actualización 2009), el RETILAP (Actualización 2010), la NTC 2050 (Primera Actualización) y de la ESSA (Actualización 2005).
- Elaborar un presupuesto como proyecto de inversión pública que otorgue viabilidad para la ejecución del presente trabajo de investigación.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.2.1 Reseña del Plantel Educativo

La institución a la cual va dirigido el presente proyecto es el **COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS** que fue creado mediante el Acuerdo 049 de 11 de diciembre de 1998 del Concejo de Piedecuesta, como respuesta al déficit de cupos para jóvenes estudiantes del nivel Secundaria y Media, al Alcalde se le dan amplias facultades para poner en marcha el plantel a través del acuerdo número 001 de Enero 24 de 1989. Luego mediante el decreto 006 de Febrero 2 de 1989

considerando oportuno efectuar un reconocimiento al pedagogo HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS quien consagro parte de su vida (34 años) al desempeño comomaestro y rector de la normal de Piedecuesta, se decide colocarle a la institución el nombre “Colegio Municipal de Bachillerato Humberto Gómez Nigrinis”.

El 6 de Febrero de 1989 empezó a funcionar esta institución dirigida por la Magíster Belén Cárdenas Calderón, con un total de 89 estudiantes de los grados sexto y séptimo, en quienes se sembró la semilla del trabajo amor y dedicación, en este mismo año se aprueban estos estudios por parte de la Secretaria de Educación. En 1990 asume la Rectoría la Trabajadora Social, Gloria Consuelo Ordúz Valencia quien hasta el día de hoy ha venido desempeñando una extraordinaria labor con esmero y amor al prójimo.

En el año 1993 se inaugura la planta física, propia del Colegio Municipal Humberto Gómez Nigrinis ubicada en la Calle 6 #13-42 del Municipio de Piedecuesta (Santander), luego de haber compartido durante 4 años las instalaciones de la Normal Nacional, obra impulsada y llevada a feliz término por los Doctores LUIS JESÚS GARCÍA RANGEL, MIGUEL ÁNGEL SANTOS GALVIS y el Licenciado ALFREDO CAMARGO ACEVEDO.

En 1998 se materializa el convenio SENA-HUGONI, con el deseo de proporcionar a la juventud Piedecuestana una formación laboral que facilite mejores posibilidades para su desarrollo, en una sociedad que cada día es más exigente y competitiva.

En junio del 2002, mediante la ordenanza de la Gobernación de Santander, se fusiona el Colegio Municipal Humberto Gómez Nigrinis con la Concentración

Escolar Alianza para el Progreso, con la cual se compartía la planta física desde 1994. De esta fusión nace una nueva institución que en adelante llevará el nombre de COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS e impartirá educación a más de 1900 estudiantes de pre-escolar a undécimo grado.

Actualmente el Colegio Humberto Gómez Nigrinis, es una entidad educativa de carácter oficial con calendario A, técnico con convenio con el Servicio Nacional De Aprendizaje “SENA” que permite ofrecer formación técnica laboral en dos estructuras: Técnico en desarrollo de operaciones en almacén, bodega y centro de distribución, Técnico en Guianza turística, y convenio con las Unidades Tecnológicas De Santander “UTS” a través de este convenio se garantiza la movilidad académica hacia las tecnologías afines.

El proceso de formación se imparte a 1950 niños(as) y jóvenes desde el grado preescolar a once, ubicados en dos jornadas, también un curso de aceleración, un curso multigradual y capacitación para población vulnerable y adultos con y sin necesidades educativas especiales con la metodología CAFAM, los sábados y en la noche, todo lo anterior con gran sentido humano, con visión futurista y emprendedores, con espíritu de servicio a los demás y que contribuyan al engrandecimiento de la Patria, es decir con una formación integral y, para ello cuenta con un equipo humano conformado por 4 directivos docentes, 1 orientadora escolar, 65 docentes y 10 funcionarios administrativos y de servicios generales.

A continuación se muestra el mapa con la ubicación geográfica de la institución.

Figura 1. Ubicación Colegio Humberto Gómez Nigrinis.



Fuente: Google Maps

1.2.2 Planteamiento del Problema

Después de realizar un análisis sensorial de las condiciones en que se encuentra la red eléctrica del Colegio Humberto Gómez Nigrinis, se hace notorio el estado crítico en el que se encuentra y que pone en alto riesgo la integridad física de la comunidad estudiantil principalmente por exposición de conductores vivos por falta tomacorrientes y luminarias o por su deplorable estado, también por la falta de aterrizamiento de estructuras y equipos existentes, además se encuentra en general en mal estado por la falta de mantenimiento de sus instalaciones. Esto debido principalmente a los años de construido el plantel y se evidencian también falencias en el diseño actual que incumplen prácticamente en su totalidad las normas actuales, en cuanto a mal dimensionamiento de conductores, ausencia de sistema de puesta a tierra, el no cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad, falta o daño de elementos de corte y seccionamiento, disposición

indebida de tomas, medidores, cajas de inspección, entre otros problemas que aquejan a estas instalaciones, por lo que se hace urgente una intervención para examinar y estudiar a fondo el problema y realizar las respectivas correcciones al sistema.

1.2.3 Justificación

Teniendo en cuenta que una institución educativa, ya sea de carácter público o privado, debe ofrecer y garantizar calidad en el servicio educativo, tanto en la parte académica como en su planta física, se hace necesario y obligatorio, otorgar a la comunidad estudiantil una infraestructura en óptimas condiciones, que garantice un buen ambiente académico, pero por sobre todo, otorgue seguridad y comodidad a todos sus miembros; es por lo anteriormente mencionado y por requerimientos de la institución, que se precisa de personas idóneas que aporten conocimientos, con el fin de analizar y posteriormente rediseñar el sistema eléctrico existente, rigiéndose por las Normas y Reglamentos vigentes en el país.

Con todo lo inicialmente expuesto, se realizarán labores que conlleven tanto al mejoramiento de la red eléctrica existente en la institución, como el rediseño de sistemas eficientes en cuanto iluminación, uso racional de la energía eléctrica, realización de un presupuesto para inversión pública que permita su inminente ejecución y sistemas alternativos de enseñanza que permitan ofrecer un mejor servicio educativo, para garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico y brindar seguridad y bienestar a la toda la comunidad.

1.2.4 Impacto Esperado

Al concluir el presente trabajo de análisis-diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas del Colegio Humberto Gómez Nigrinis, se podrá contar con una herramienta que permitirá conocer las falencias del sistema eléctrico general del plantel, para poder llevar a cabo las respectivas correcciones y que ofrezca a

la comunidad condiciones óptimas e idóneas para ejercer la labor educativa de forma adecuada.

Así mismo, al ofrecer una alterna como es la del presupuesto para proyecto de inversión pública, se tendrá una amplia viabilidad para la ejecución de lo planteado en este texto, que incidirá de manera directa en los aspectos económico, técnico, ambiental y social al elevar los niveles de comodidad, reducir costos por pérdidas de energía y otorgar un nivel alto de confiabilidad de la instalación eléctrica de la institución educativa.

1.2.5 Beneficiarios Directos e Indirectos

Con la ejecución de las mejoras planteadas en este documento, se beneficiarán en gran medida los educandos y educadores, así como todas las personas que transiten o de manera esporádica permanezcan o tengan relación con el plantel educativo.

De igual manera, resultará de gran utilidad al personal de mantenimiento, directivas del Colegio Humberto Gómez Nigrinis y demás entes encargados de la educación municipal y departamental contar con esta herramienta que optimiza en todo sentido el sistema eléctrico del plantel y garantiza el cumplimiento de normas y requisitos técnicos.

Con este proyecto también se verán beneficiados los autores, que por medio este cumplen con el requisito de Trabajo de Grado estipulado en el Reglamento de la Universidad Industrial de Santander.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 NORMATIVIDAD

Teniendo en cuenta que en el año en que se realizó la construcción del Colegio Humberto Gómez Nigrinis en el país no existían entes ni normas que regularán el diseño de instalaciones eléctricas y que además, por el tiempo de utilización, falta de mantenimiento y uso indebido de las mismas el plantel se encuentra en un estado deplorable y omite en gran medida las especificaciones de los reglamentos y normas, se presentan a continuación estos requisitos que serán tenidos en cuenta para la realización del presente trabajo.

2.1.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009)

Los requisitos planteados en este reglamento propenden por la seguridad de las personas, la preservación del medio ambiente y están diseñados para prevenir, minimizar y eliminar los riesgos de origen eléctrico. Estas medidas deben ser cumplidas por todas las personas que estén involucradas en la dirección, construcción y diseño de instalaciones eléctricas y para remodelación, ampliación o instalaciones nuevas hechas a partir de la entrada en vigencia de este reglamento (2005).

También se especifica que este reglamento ha de servir como un instrumento técnico-legal que permite fijar las condiciones para evitar accidentes por contacto eléctrico, minimizar las deficiencias de las instalaciones eléctricas, preservar la vida humana y animal y establecer unos requisitos y responsabilidades que deben cumplir los diseñadores, constructores, operadores y usuarios de las instalaciones eléctricas que conlleven a garantizar confiabilidad y seguridad en su funcionamiento.

2.1.2 Norma Técnica Colombiana NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano. (Primera Actualización)

La finalidad de este código es la de salvaguardar la vida y el bienestar de las personas y bienes, eximiéndoles de cualquier riesgo por el uso indebido de la electricidad. En este se pueden encontrar los criterios y recomendaciones que se deben tener en cuenta en el diseño y construcción de instalaciones eléctricas para con esto, garantizar la seguridad y ofrecerle al usuario confort y protección.

Con este código se tiene un marco de referencia en el diseño para personas aptas para esta labor y no debe ser utilizado como un manual de instrucciones para personal no calificado.

2.1.3 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010)

Por medio de este reglamento se establecen los requisitos mínimos y parámetros a tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior, incluyendo el alumbrado público. Estas estipulaciones son tendientes a garantizar calidad, seguridad y confort en las instalaciones de iluminación, especificando claramente los diversos ambientes y exigencias mínimas para cada uno de estos a través de diseños óptimos y calidad de los elementos empleados.

Es por esto, que el objetivo primordial de este Reglamento Técnico es el de garantizar la calidad de la energía lumínica, protección al usuario y preservación del medio ambiente a través de parámetros de estandarización que han de ser tenidos en cuenta para la realización de cualquier proyecto que implique sistemas de iluminación eficientes y seguros para los usuarios.

2.1.4 Norma Técnica de la Electrificadora de Santander ESSA S.A. (Actualización 2005)

Esta Norma Técnica se tiene en cuenta para el presente proyecto ya que la Electrificadora de Santander ESSA S.A. es la empresa que suministra la energía eléctrica a la Institución Educativa y tiene como objetivo el de establecer la metodología a seguir, exigencias mínimas y especificaciones necesarias para el cálculo de sistemas de distribución e instalaciones eléctricas internas garantizando con esto que cumplan con los requerimientos impuestos para ofrecer confiabilidad, eficiencia económica, seguridad y calidad en el servicio.

El cumplimiento a cabalidad de este Reglamento garantizará:

- La protección de la vida y la salud humana.
- La protección de la vida animal o vegetal.
- La preservación del medio ambiente.
- La prevención de prácticas que puedan inducir al error al usuario.

2.2 DEFINICIONES

Con el propósito de facilitar el entendimiento del presente trabajo de grado se enuncian algunas de las definiciones más comunes contempladas en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 de elementos y términos concernientes a las instalaciones eléctricas y se realiza una descripción de algunos temas importantes para la realización del mismo:

Acometida: derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.

Acometida Aérea: los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, incluidos los conectores de derivación, si los hay, hasta los conductores de entrada de acometida de la edificación u otra estructura.

Acometida Subterránea: conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores hasta el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación.

Alimentador: todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, o la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Bandeja Portacables: unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Barraje de Puesta a Tierra (Equipotencial): conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

Cable de Acometida: conductores de acometida en forma de cable.

Capacidad de Corriente: corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

Capacidad de Interrupción Nominal: la mayor corriente a tensión nominal, que un dispositivo eléctrico tiene previsto interrumpir, bajo unas condiciones normales de prueba.

Carga Continua: carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

Circuito: lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobrecorrientes.

Circuito Alimentador: línea de distribución que lleva potencia eléctrica de una central generadora o una subestación a un centro de consumo.

Circuito Ramal en baja tensión: conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y la salida o salidas.

Conductor de Puesta a Tierra de los equipos: conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no transportan corriente de los equipos, canalizaciones y otros encerramientos, al conductor puesto a tierra, al conductor del electrodo de tierra de la instalación o a ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema derivado independiente.

Conductor Puesto a Tierra (*Grounded conductor*): conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra, generalmente es el neutro de un sistema monofásico o de un sistema trifásico en estrella.

Conductor de Puesta a Tierra (*Grounding conductor*): conductor utilizado para conectar los equipos o el circuito puesto a tierra de una instalación, al electrodo o electrodos de tierra de la instalación.

Conduit: tubo rígido metálico o no metálico, destinado para alojar conductores eléctricos.

Conexión Equipotencial: unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad cualquier corriente que pudiera pasar.

Cortocircuito: Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

Cuadro o Tablero de Distribución (*Switchboard*): un panel sencillo, bastidor o conjunto de paneles, de tamaño grande, en los que se montan, por delante o por detrás o por los dos lados, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, elementos de conexión y usualmente instrumentos. Los cuadros de distribución son accesibles generalmente por delante y por detrás y no necesariamente están destinados para instalarse dentro de armarios.

Electrodo de Puesta a Tierra: elemento o conjunto metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física o suelo, ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, la tubería metálica de agua en contacto directo con la tierra, un anillo o una malla formados por uno o más conductores desnudos destinados para este uso.

Energizado, con tensión: conectado eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

Equipo de corte de acometida: el equipo necesario que consiste generalmente en un interruptor automático, o interruptor y fusibles, con sus accesorios, situado cerca del punto de acometida de un edificio, otra estructura o en una zona definida, destinada para servir de control principal y de medio de desconexión del suministro.

Factor de demanda: relación entre la demanda máxima de una instalación o parte de una instalación y la carga total conectada a la instalación o parte de la instalación considerada.

Factor de potencia: relación entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) del mismo sistema eléctrico o parte de él.

Interruptor automático: dispositivo diseñado para que energice y desenergice un circuito de manera automática y para que desenergice el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada sin daños para el mismo cuando se aplique adecuadamente dentro de sus valores nominales.

Instalación eléctrica: conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Interruptor automático: dispositivo diseñado para que se abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente.

Línea muerta: término aplicado a una línea sin tensión o desenergizada.

Neutro: conductor activo conectado el cual tiene la misma diferencia de potencial respecto a todas las fases del sistema polifásico.

Plano: representación de una superficie en un dibujo a escala.

Puesta a tierra: grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Red de distribución: conjunto de conductores que llevan energía desde una subestación a toda el área de consumo.

Red interna: es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro del servicio público al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

Resistencia de puesta a tierra: es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye neutro estos dos puntos.

Sistema de puesta a tierra (SPT): conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y el cableado puesto a tierra.

Sistema de puesta a tierra de protección: conjunto de conexión, encerramiento, canalización, cable y clavija que se acoplan a un equipo eléctrico, para prevenir electrocuciones por contactos con partes metálicas energizadas accidentalmente.

Sobrecorriente: corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Sobrecarga: funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros nominales normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

Sobretensión: tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

Subestación: conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.

Tablero de distribución: conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.

2.3 SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Una apropiada selección y dimensionamiento de los conductores garantizará una operación eficiente, seguridad y confiabilidad de la instalación eléctrica, además de evitar pérdidas de energía por calentamiento, fluctuaciones de tensión, cortes en el suministro de la energía e incendios.

En la Norma ANSI/IEEE C57.110-1986 se recomienda que los equipos de potencia que alimentan cargas no lineales (ordenadores), operen a no más de un 80% de su capacidad nominal, es decir, los sistemas deben calcularse para una potencia del orden del 125% de la potencia de trabajo en régimen efectivo, recomendación que debe ser tomada en cuenta principalmente en el diseño de instalaciones eléctricas que alimenten cantidades considerables de equipos de computo y en general, cargas no lineales, el neutro de los alimentadores trifásicos de tableros de distribución de cargas de computo se debe sobredimensionar un 173% como se especifica en la sección 4.2.2 de la norma ESSA .

2.4 REGULACIÓN DE TENSIÓN

Al momento de realizar la selección de conductores, en primera instancia se tiene en cuenta que se cumpla el requisito de capacidad amperimétrica o térmica, pero además, se debe verificar que esta selección cumpla con un requisito básico que es el de regulación o porcentaje de tensión, que consiste en evitar variaciones en el módulo de la tensión que se puedan presentar a lo largo del conductor.

La importancia de mantener lo más constante posible la magnitud de la tensión radica en que si se presenta un voltaje elevado, la vida útil de los aparatos o artefactos conectados a la instalación disminuye y en algunos casos se pueden producir daños irreparables.

Por las características del conductor, este puede ser considerado como un elemento de parámetros concentrados de cierta resistencia y reactancia, y cuando conduce determinada corriente, la variación de tensión que por su causa produce es:

$$\delta_v = \frac{(R * \text{Cos}\varphi + X * \text{sen}\varphi) * L * I}{V} * 100$$

Donde:

- **v**: el valor de la regulación en por ciento [%].
- **R y X**: resistencia y reactancia por unidad de longitud [/m].
- **Cos** : el factor de potencia (valor adimensional).
- **L**: la longitud del cable en metros [m].
- **V**: la tensión en voltios [V].

Luego de establecer los parámetros anteriormente mencionados, se procede a determinar la constante de regulación del conductor, la cual permite seleccionar el calibre del conductor a utilizar y que se debe interpretar como una resistencia

aparente K , que permite calcular la variación de la tensión como si fuera una caída en corriente continua en un cable de resistencia rK . Para los cables considerados, los valores de K para las distintas secciones, se calculan con base a distintos factores de potencia ($\cos \phi$). Para obtener la constante de regulación K , se divide el valor de la constante generalizada K_g , entre el voltaje de línea al cuadrado.

Teniendo en cuenta el Factor de Corrección para Transformadores y Circuitos no Trifásicos F_s que depende del tipo de subestación y del tipo de red, y que se muestra en la Tabla 3.26 (Pág. 50) de la Norma Técnica de la ESSA y que se expone en la Tabla 1, la regulación de tensión se deriva de la siguiente fórmula:

$$\delta\% = \frac{K_g * S * L * F_s}{V^2}$$

Donde:

- v : el valor de la regulación en por ciento [%].
- F_s : factor de corrección para transformadores y circuitos no trifásicos.
- V : tensión de línea en el extremo receptor [V].
- K_g : constante de regulación del conductor [$V^2/m \cdot kVA$].
- L : longitud del conductor [m].
- S : demanda máxima [kVA].

Tabla 1. Factores de Corrección para otras Conexiones.

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	Bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	2	2,25

Fuente: Norma Técnica ESSA.

La constante de regulación del conductor o constante generalizada K_g , es un valor que depende del factor de potencia ($\cos \phi$) y de la tensión en la red. En la Tabla

3.25 de la Norma Técnica de la ESSA se especifican los valores de esta constante para conductores de cobre aislado en ducto no metálico, esta Tabla es para algunos calibres de conductores y a un determinado factor de potencia ($\cos \phi$) se muestra en el Anexo A del presente documento.

Para el cálculo de la regulación en circuitos ramales, se considera el momento eléctrico a partir de la carga instalada. La caída de tensión en el conductor se origina debido a la resistencia eléctrica al paso de la corriente. Esta resistencia eléctrica, depende de la longitud del circuito, el material, el calibre, la temperatura de operación del conductor y la configuración del circuito.

Al aumentar la longitud del conductor, la diferencia de potencial entre sus extremos crece debido a la resistencia interna del mismo, siendo necesario realizar los cálculos de caída de tensión.

En el numeral 2.1.4.2 y la Tabla 2.3 de la Norma Técnica de la ESSA se muestran los porcentajes parciales de regulación admitidos para circuitos en baja tensión y se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentajes de Regulación.

Descripción	%
Redes de distribución, B.T., zona urbana	5
Redes de distribución, B.T., zona rural	7
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) para cargas concentradas o multiusuarios desde bornes del transformador	3
Acometida y alimentador (hasta tablero de distribución) desde redes de la Empresa	2
Circuito ramal	2
Alumbrado público	4

Fuente: Norma Técnica ESSA

2.5 ILUMINACIÓN

Con la iluminación se pretende lograr unos niveles de iluminación, ya sean para interiores o exteriores, que sean adecuados para el uso que se le pretende dar al espacio iluminado o para la tarea que se vaya a realizar en él.

Uno de los grandes problemas ocasionados por una deficiente iluminación es la fatiga visual producida por un esfuerzo excesivo del aparato ocular y que se puede sintomatizar como trastornos visuales, cefaleas, vértigo, entre otros problemas.

A continuación se presentan algunas definiciones asociadas a este tema que facilitan la comprensión del mismo.

2.5.1 Definiciones

Es importante, para el entendimiento del tema de iluminación, conocer algunas definiciones expuestas en el RETILAP, estas se enuncian a continuación:

Área de trabajo: es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

Deslumbramiento: es cualquier brillo que produce molestia, interferencia con la visión o fatiga visual.

Iluminación: flujo luminoso por unidad de superficie. Cuando la luz emitida por una fuente incide sobre una superficie, se dice que esta se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso.

Iluminación Promedio: valor dado por el promedio ponderado de las iluminaciones obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la superficie considerada.

Iluminancia: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en Lux.

Luxómetro: instrumento para la medición del nivel de iluminación.

Plano de trabajo: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

Tarea visual: actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación. Los niveles promedio de iluminación horizontal, medidos en luxes, según la Tabla 410.1 (Pág. 77) “Índice UGR Máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades” del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP se presentan en el Anexo B.

2.5.2 Cálculos de Iluminación

2.5.2.1 Nivel de Iluminación

El nivel de iluminación a usar en cada una de las áreas se debe calcular según como se recomienda en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010), tal como se indica en la Tabla 410.1 (Pág. 77) “Índice UGR Máximo y Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades” del mismo que se encuentra en el Anexo B de este proyecto.

2.5.2.2 Cálculo de Iluminancia Interior

2.5.2.2.1 Cálculo de la Iluminancia Promedio

La iluminancia promedio está dada por la cantidad de lúmenes que producen las distintas fuentes luminosas ajustadas por un factor de mantenimiento y un factor de utilización, dividido entre el área total que tiene el área de trabajo.

La iluminancia promedio para la cavidad del local se calculará entonces mediante la siguiente fórmula:

$$E_{prom} = \frac{\Phi_{total} * FM * CU}{A}$$

Donde:

- **E_{prom}**: Iluminancia promedio.
- **total**: Flujo luminoso total de las bombillas.
- **CU**: Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.
- **FM**: Factor de mantenimiento.
- **A**: Área del plano de trabajo en m².

El factor de utilización se calcula como el producto de la eficiencia luminosa del local por la eficiencia luminosa de la lámpara utilizada.

$$Cu = nl * nr$$

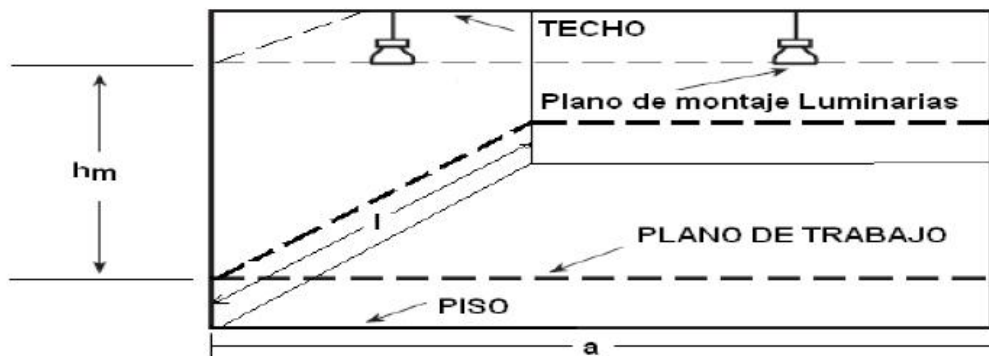
Si no se dispone de estos valores el factor de utilización puede calcularse a partir de los índices de cavidades zonales de acuerdo al Numeral 430.2.3 (Pág. 95) "Uso de las Tablas Fotométricas de Coeficiente de Utilización –CU–" proporcionada en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Ver Anexo C).

2.5.2.2.2 Método de las Cavidades Zonales

Para un local dado se consideran tres cavidades, las cuales tienen como límites intermedios planos imaginarios situados uno a la altura del plano de trabajo, y otro a la altura de montaje de las luminarias.

Las cavidades así delimitadas reciben las denominaciones de cavidad de techo, cavidad del local y cavidad del piso, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Distancias y Cavidades para la Aplicación del Método de Coeficiente del Local.



Fuente: RETILAP (Actualización 2010), Página 93.

La iluminancia promedio se calcula de acuerdo a la ecuación:

$$E_{prom} = \frac{N \cdot n \cdot \phi_l \cdot CU \cdot FM}{l \cdot a}$$

Donde:

- **N:** número de luminarias en el local.
- **n:** número de bombillas por luminaria.
- ϕ_l : flujo luminoso de una Bombilla de la luminaria.
- **CU:** coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.
- **FM:** factor de mantenimiento de la instalación.

- **l**: longitud del local en metros.
- **a**: ancho del local en metros.

Las reflexiones de las cavidades de techo y piso son tenidas en cuenta mediante factores de corrección de la aplicación del método.

2.5.2.2.3 Índices de Cavidades

Los índices de cavidades para un espacio rectangular se dan en función de sus dimensiones y la altura de la luminaria así:

$$\text{Índice de la cavidad de techo} = \frac{5 \cdot hc \cdot (l \cdot a)}{l \cdot a}$$

$$\text{Índice de la cavidad de local} = \frac{5 \cdot hm \cdot (l \cdot a)}{l \cdot a}$$

$$\text{Índice de la cavidad de piso} = \frac{5 \cdot hf \cdot (l \cdot a)}{l \cdot a}$$

Donde:

- **hc**: altura de la cavidad del techo
- **hm**: altura de la cavidad del local
- **hf**: altura de la cavidad del piso
- **l**: longitud del local
- **a**: ancho de local

Con los valores obtenidos de los índices de cavidad se obtienen las reflectancias efectivas de las cavidades zonales y se muestran en las Tablas del Numeral 430.2.2 (Pág. 94) “Reflectancias Efectivas de las Cavidades Zonales” en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Ver Anexo D).

2.5.2.3 Iluminación de Aulas de Clase

En estas áreas se tiene la necesidad de contar con niveles de iluminación que ofrezcan a los usuarios de las mismas una iluminación eficiente y confort visual para poder desarrollar adecuadamente la labor allí propuesta.

Se debe tener especial cuidado con la iluminación de zonas como el tablero ya que uno de los factores que afectan la visibilidad es el deslumbramiento que se origina por una excesiva fuente luminosa en el campo visual o por reflexiones en las superficies del local. Es por esto, que se debe diseñar un sistema de iluminación que disminuya los efectos deslumbrantes de ventanas y lámparas en la dirección que más afecten la visibilidad.

2.5.2.4 Iluminación de Salas de Lecturas y Auditorios

En salas de lectura y auditorios encontramos normalmente poco nivel iluminación natural, para iluminar estos espacios se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura.
- Tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento.
- Se debe disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y diapositivas.
- Instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes.
- Contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.
- En estos recintos se debe contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas.

2.5.2.5 Alumbrado de Emergencia Permanente

Sistema de alumbrado eléctrico separado y automantenido, el sistema de alumbrado de emergencia permanente solo requiere de la red de alumbrado eléctrico para carga de las baterías recargables incorporadas en cada una de las luminarias de emergencia. En caso de fallo eléctrico las baterías entran automáticamente, al volver la energía las baterías se auto recargan, la autonomía mínima exigida por el RETILAP (Actualización 2010) debe ser de 1 hora, este sistema de emergencia es el más óptimo, debido a que si se presenta incendio o daño en la estructura del edificio y las redes adyacentes a la luminaria dejan de existir de todas formas las luminarias tienen su alimentación por batería independiente.

2.5.2.6 Alumbrado de Emergencia No Permanente

Se opera con una planta generadora de emergencias o un centro de baterías que entran en operación justo después de una interrupción del suministro de energía eléctrica para la posible evacuación del edificio, el objetivo de este alumbrado es permitir el desalojo del edificio de una manera rápida y segura a las personas que estén en él en caso de presentarse una emergencia, las desventajas del sistema con planta emergencia es la necesidad de mantenimiento periódico para la planta y la necesidad de la red de alumbrado eléctrico existente para el funcionamiento del alumbrado de emergencia, un incendio, terremoto u otro tipo de daño de infraestructura podría dejar por fuera la iluminación de emergencia.

2.5.2.7 Características del Alumbrado de Emergencia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010), todo edificio con concentraciones mayores a 100 personas debe disponer de un alumbrado de emergencia, de tal manera que en caso de un suceso eventual de riesgo, se pueda evacuar el edificio de una manera rápida y

segura evitando situaciones de pánico y permitiendo la visualización de las señales indicativas de las salidas del recinto.

Las características del alumbrado de emergencia están normalizadas y pueden ser consultadas en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (Actualización 2010) en la Sección 470 (Pág. 103) “Alumbrado de Emergencia”, al igual que la manera de los métodos para iluminar la señalización y los medios de evacuación.

2.6 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

Una deficiencia en el sistema de protecciones de una instalación eléctrica puede contribuir a la aparición de sobrecargas y cortocircuitos que a su vez pueden generar daños a las edificaciones, a los equipos asociados a esta y presentar un alto riesgo a los usuarios de la misma.

Es por esto, que la selección de las protecciones debe realizarse teniendo en cuenta lo establecido por la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 en la Sección 240 “Protección contra Sobrecorriente”, haciendo énfasis que la selección de los interruptores de disparo fijo para alimentadores y circuitos ramales, se realizará tomando el valor inmediatamente superior al encontrado en el cálculo de la demanda e inferior al de la capacidad del calibre seleccionado para el mismo.

2.7 SELECCIÓN DE LA DUCTERÍA

Los ductos son canales cerrados de material metálico o no metálico que se utilizan para el alojamiento de los conductores y que además sirven para salvaguardar el cableado de posibles rupturas, daños o de las inclemencias climáticas.

La selección de la ductería para el presente proyecto se realizará teniendo en cuenta los lineamientos de la Sección 3.1.10 del Reglamento Técnico de la Electrificadora de Santander ESSA S.A. Para la selección del número máximo de conductores por ducto, se aplicará la Tabla que se refiere a los porcentajes de ocupación de los tubos conduit en la ductería.

Tabla 3. Porcentaje de Sección Transversal en Tubos Conduit y Tuberías.

Número de conductores	1	2	Más de 2
Todos los tipos de conductores	53 %	31 %	40 %

Fuente: Norma Técnica ESSA.

2.8 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra en los sistemas eléctricos es un medio de protección de los elementos, equipos instalados en la red eléctrica y de las personas que puedan estar expuestas a contacto directo con partes que pudieran estar energizadas por falta de aterramiento o puesta a tierra (carcasa en contacto directo con fase, marcos, etc.).

La puesta a tierra protege de los efectos de sobre voltaje producidos por subidas de tensión en la red, rayos, contacto accidental con otra u otras líneas, descargas estáticas, señales de interferencia electromagnética, se pretende que la resistencia de puesta a tierra sea pequeña para que la oposición a la corriente sea baja y la sobre corriente tenga un camino de disipación en la puesta a tierra, así poder disminuir apreciablemente las magnitudes en diferencia de potencial, peligrosas que se pudieran presentar en la red eléctrica como en las instalaciones y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra, dicha de otra forma se puede asociar a un plano equipotencial de diferencia de potencial cero, que puede estar o no al potencial del terreno.

Con una ejecución correcta en el diseño y construcción de la puesta a tierra, brinda importantes beneficios al evitar pérdidas de vidas, daños materiales e interferencias con otras instalaciones.

2.8.1 Selección del Conductor de Puesta a Tierra

Esta selección se debe realizar teniendo en cuenta lo expuesto en la Norma Técnica Colombiana NTC-2050 en la Tabla 250-95 (Pág. 140) “Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos” (Anexo E), de tal forma que se garantice que cualquier parte metálica o de un equipo esté conectada al neutro del transformador que lo alimenta, permitiendo así, el retorno de las corrientes de falla por el conductor de puesta a tierra.

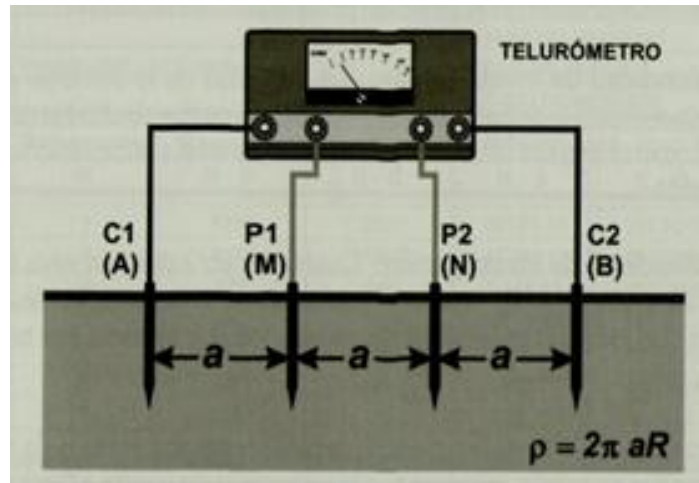
2.8.2 Métodos para Medición de Puesta a Tierra

Estos métodos son los más utilizados, por lo tanto nos van a servir como herramienta de diseño y construcción del sistema de puesta a tierra. Nos permite obtener parámetros que deben tenerse en cuenta para conocer el estado del terreno en el cual se va a trabajar con la puesta a tierra y optar por una solución ingenieril para tal problema, dándole mejores condiciones eléctricas a la instalación, protegiendo elementos, equipos y personas, de graves riesgos de contacto eléctrico.

2.8.2.1 Método de Resistividad (Método de Wenner)

La medición de la resistividad permite obtener el comportamiento del suelo de forma homogénea o por capas según el análisis de los resultados obtenidos en la prueba y tener un análisis del suelo a profundidad donde el rango de profundidad de exploración para un suelo homogéneo es aproximadamente $0.75 \cdot a$, siendo a la separación entre los electrodos.

Figura 3. Método de Wenner para Determinación de Resistividad⁵ .



El método dispone de la colocación en línea recta de 4 electrodos y equidistantes una distancia **a**, simétricamente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad del suelo, no es de importancia la profundidad de los electrodos para profundidades mayores a 30 cm. Los dos electrodos extremos son de inyección de la corriente de medida y los dos electrodos centrales son los electrodos de medida de potencial **V**.

En la práctica se puede decir que la resistividad aparente es básicamente la de las capas comprendidas entre la superficie del suelo y la profundidad a la cual la densidad de corriente se ha reducido a la mitad del valor de superficie, es decir, la profundidad de investigación es $0.75 \cdot a$.

Cuanto mayor extensión vaya a ocupar el electrodo de tierra (**a**), mayor será la profundidad de exploración del suelo. En la práctica normal, no se recomienda separaciones mayores a 8 m para profundidades mayores a 6 m.

⁵Tomada del libro: Favio Casas Ospina, *Tierras: Soporte de la Seguridad Eléctrica - Segunda Edición (Editorial Linotipia Bolívar – Bogotá D.C. - Colombia)*, Página 132.

Para obtener la resistividad, se aplica la siguiente ecuación, que puede ser simplificada, si la profundidad de enterramiento de los electrodos es 1/20 de la separación entre ellos.

$$\rho = \frac{2 * \pi}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2*a} - \frac{1}{2*a} + \frac{1}{a}} \cong 2 * \pi * a * R$$

Donde:

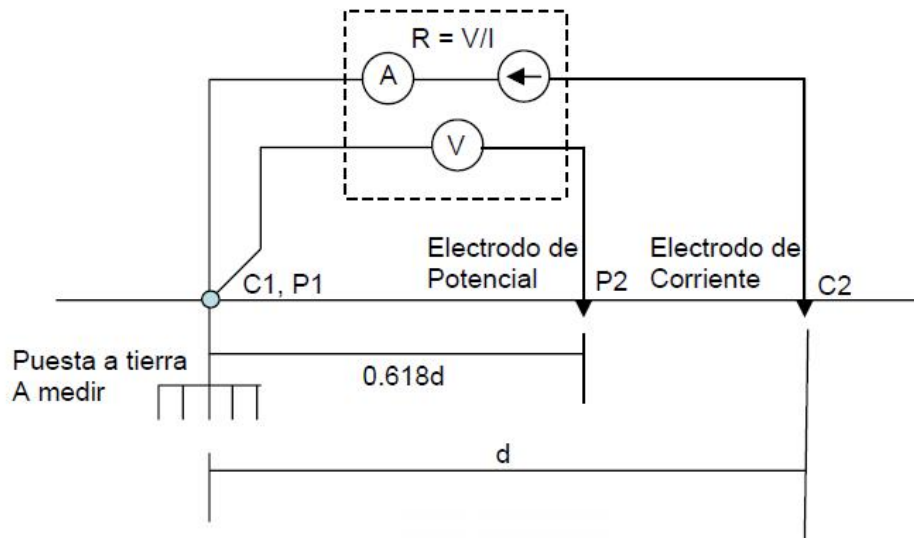
- **R:** resistencia medida por el telurómetro.
- **a:** distancia entre electrodos en metros.

2.8.2.2 Método de la Caída de Potencial

Este método tiene algunas variantes y es aplicable a todos los tipos de medida de resistencia de puesta a tierra. Por lo general, para medir mallas a tierra se emplea el método de la caída de potencial, se realizó el montaje ilustrado en la Figura 4. El método se aplica para medir la resistencia de un electrodo (C1/P1), enterrado en cero (0), con respecto a la tierra circundante; esto se realiza colocando puntas de prueba auxiliares (C2 y P2) a distancias predeterminadas del electrodo bajo prueba, como se muestra en el esquema (Figura 4).

Una corriente que se genera en el instrumento, se inyecta por C1/P1 y se hace regresar por el electrodo auxiliar de corriente (C2). Al pasar la corriente por la tierra, una caída de voltaje existirá entre C1/P1 y el electrodo auxiliar de potencial (P2). Dentro del instrumento se calcula la resistencia por medio de la ley de ohm:

Figura 4. Esquema para la medida de la resistencia de puesta a tierra⁶.



$$R = V/I$$

Donde:

- **R:** resistencia a tierra [Ω]
- **V:** voltaje leído entre el electrodo C1/P1 y el electrodo P2 [V]
- **I:** corriente de prueba inyectada por el instrumento en mA o A, dependiendo del equipo.

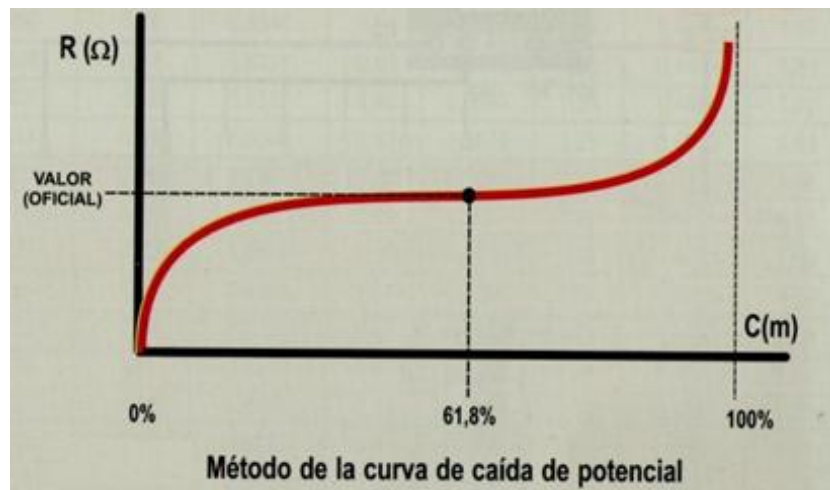
Hay que considerar que en el montaje, los electrodos de prueba y C2, se deben enterrar a una distancia entre sí, no menor de cinco veces la mayor dimensión del electrodo de prueba.

El método principalmente se basa en obtener una curva de Resistencia vs. Distancia en metros (Figura 5), si se hace una investigación de campo con el método de caída de potencial, de manera que se clava el electrodo de corriente a una distancia, de manera que esté fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra incógnita y luego se mide el valor de resistencia de puesta a tierra, variando la distancia del electrodo de tensión, se puede observar que existe una región

⁶Tomada del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2008), Página 65.

llana o plana de la grafica, equivalente a un valor constante de resistencia. Este es por lo tanto el verdadero valor de la resistencia de la puesta a tierra.

Figura 5. Método de la curva de caída de potencial⁷.



Para que la resistencia de puesta a tierra sea efectiva esta debe cumplir con valores máximos, los valores recomendados por la ESSA para la impedancia de puesta a tierra, sección 2.1.6 de la norma ESSA, Tabla 2.5 (pagina 13).

2.8.3 Apantallamiento Contra Descargas Atmosféricas

En cualquier complejo edificado, se debe contar con un sistema de apantallamiento que garantice la protección de todas las personas que frecuentan estos lugares así como la de los equipos y edificaciones expuestos a daños en caso de descargas atmosféricas directas, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE (Actualización 2009) y las Normas ICONTEC 4552 "Protección Contra Descargas Eléctricas Atmosféricas", ANSI/NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems" e IEC 1024 "Protection of Structures against Lightning".

⁷Tomada del libro: Favio Casas Ospina, *Tierras: Soporte de la Seguridad Eléctrica - Segunda Edición (Editorial Linotipia Bolívar – Bogotá D.C. - Colombia)*, pagina 137.

Un estudio y análisis adecuado para determinar si es necesario un óptimo diseño de un sistema de apantallamiento contra descargas atmosféricas directas o no es necesidad para la edificación y en especial para una institución educativa, ya que está es de alto tránsito de personal, cuenta con amplias zonas para la recreación y el deporte y aparte, de la cantidad de equipos electrónicos y demás artefactos existentes en el mismo.

2.8.3.1 Objetivos del Apantallamiento

Los principales objetivos del apantallamiento de una edificación son:

- Protección de las personas de la comunidad estudiantil, edificaciones y equipos ante descargas atmosféricas directas, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, entre otras normas.
- Reducción o eliminación de riesgos que puedan causar daños ya que estos representan un alto costo de reposición y reparación de equipos.

2.9 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO

Con el fin de alcanzar las metas propuestas en el presente proyecto, se requiere de equipo especializado para realizar los estudios y así poder conocer en detalle el estado actual de las instalaciones y proceder a realizar el análisis y las mejoras propuestas. A continuación se describen los aparatos e instrumentos de medida utilizados en este proyecto.

2.9.1 Analizador de Redes

Este es un equipo Marca Power Visa Dranetz 440 y es utilizado para realizar un monitoreo de la calidad de la energía eléctrica, a través de este es posible realizar un registro de magnitudes por fase como tensión mínima y máxima, corrientes mínima y máxima, y los armónicos de cada una de estas, así como también, registrar energía, potencia, frecuencia y factores de cresta. A continuación se

presentan las especificaciones técnicas de este (Tomado de <http://www.siesamx.com/siesamx/content/view/212/98/>).

- Ocho canales, 4 de tensión y 4 de corriente.
- Intuitiva pantalla táctil en color.
- Bajo Peso - Menos de 4 libras, 2 kg - con arranque de goma resistente.
- CA / CD.
- "Tarjeta de informe" anunciador que caracteriza a los eventos al instante.
- Muestreo a 256 muestras / ciclo.
- Disparo Independiente de voltaje y corriente.
- Captura de frecuencias bajas, medias y transitorios.
- THD / espectro armónico y TID / interharmonics espectro a la 63^a.
- Batería o modo CA
- Construido en batería UPS con cargador externo.
- Software DRAN-VIEW (Windows NT, 98, ME, 2000, XP).
- Amplia gama en medición de parámetros, entre ellos un factor de cresta, factor K, factor transformador derating teléfono y factor de interferencia.
- Cumple con la norma IEEE 1159, IEC 61000-4-30 Clase A y EN50160.

Figura 6. Analizador de Redes.



Fuente: <http://www.siesamx.com/siesamx/content/view/212/98/>

2.9.2 Rastreador de Circuitos

Este es un instrumento Marca Merterman CA ECB50 especial para seguimiento y rastreo de haz de conductores para AC y el fin de su utilización es el de conocer cercanamente el recorrido de los diferentes circuitos de la red a través de piso, paredes y techo y poder asignarlos a cada una de las protecciones del tablero de distribución analizado. Sus características principales son:

- Humedad: Válido para $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$, para una humedad relativa menor de 80%.
- Transmisor.
- Rango de voltaje: 100 V a 125 V para ECB50.
- 100 V a 250 V para ECB50-E y ECB50-FGIS.
- Consumo de energía: aproximadamente 1 W.
- Rango de frecuencia: 30 a 70 Hz para ECB50.
- 50 a 60 Hz para ECB50-E y ECB50-FGIS.
- Frecuencia de transmisión: aproximadamente 8 kHz.
- Frecuencia del transmisor: aproximadamente 10 Hz.
- Rango de temperatura: -10°C a 40°C a una humedad relativa.
- máxima del 80%.
- Dimensiones: 70 x 55 x 86 mm (2,8 x 2,1 x 3,4 pulg.).
- Peso: aproximadamente 65 g (65.20 g).
- Categoría de sobrevoltaje: CAT III 150 V ECB50, CAT III 300 V ECB50-E.
- y ECB50-FGIS.
- Grado de polución: 2.
- Clase de protección: IP20.

Figura 7. Rastreador de Circuitos.



Fuente: http://www.globaltestsupply.com/c/181/Meterman_ECB50_Circuit_Breaker_Finder.html

2.9.3 Luxómetro

Instrumento Marca Meterman y se trata de un fotómetro digital de tamaño compacto que esta especialmente diseñado para tomar medidas de iluminancia en un ambiente específico en luxes. Consta de una cabeza de detección, botón de rango, botón retenedor de pico, botón de retener datos, selector de Lux/fc/off, conector de salida y una pantalla LCD. A continuación se muestran las características de este aparato.

- Marca: Meterman LM631
- Pantalla LCD: 3 ½ dígitos con una lectura máxima de 1999
- Frecuencia de medición: 2,5 veces por segundo, nominal.
- Entorno de operación: 0° C a 50°C, uso interior hasta 2000 m de altitud
- Baterías: 4 unidades de 1,5 V, triple AAA
- Peso: 220 g con las baterías
- Rangos: 20 lux, 200 lux, 2000 lux y 20000 lux.

Figura 8. Luxómetro



Fuente: Los Autores.

2.9.4 Multímetro con Pinza Amperimétrica

El instrumento utilizado es Marca DISCOVER M266 y sirve para medir tensiones en AC RMS y en DC, corrientes AC RMS y en DC, continuidad, resistencias, entre otros parámetros. A continuación se presentan las características de este:

- **Voltaje DC:** 1000V±0.8%
- **Voltaje AC:** 750A±1.2%
- **Corriente AC:** 200A±2.5%, 1000A±3.0%
- **Resistencia:** 200 /20k ±1.0%

Figura 9.Multímetro con Pinza Amperimétrica



Fuente: Los Autores.

2.9.5 Otros

Además de los equipos anteriormente descritos, se utilizaron algunas herramientas manuales para poder realizar diferentes tareas como abrir tableros, manipular conductores, abrir tomacorrientes y luminarias, entre otras. Alguna de las herramientas que se utilizaron fueron:

- Decámetro.
- Guantes de protección.
- Gafas de protección.
- Destornilladores punta estrella y pala.
- Alicates y pinzas.
- Casco

3. LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

3.1 METODOLOGÍA

Teniendo como objetivo primordial la realización de un rediseño óptimo de la instalación eléctrica del Colegio Humberto Gómez Nigrinis, se realizó partiendo de un levantamiento eléctrico y un estudio de la instalación eléctrica existente en la Institución Educativa con el fin de determinar su estado actual y el cumplimiento con las normas exigidas en la legislación colombiana, para ello metodología seguida fue la siguiente:

- Investigación y Recopilación de Información.
- Levantamiento Eléctrico y Obtención de Datos.
- Análisis e Interpretación de Datos.
- Realización y Presentación del Rediseño Propuesto.
- Elaboración del Presupuesto para Proyectos de Inversión Pública.

3.1.1 Investigación y Recopilación de Información

En esta etapa se realizó una extensa investigación de las normas y reglamentos vigentes en Colombia en cuanto a instalaciones eléctricas se refiere como son: RETIE, NTC 2050, NTC 4595, NTC 4596, ESSA, RETILAP, entre otras, para complementar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y poder ofrecer un diseño que cumpla con todas las regulaciones exigidas actualmente.

Además, se recurrió a textos afines con el tema del presente proyecto de grado, información en Internet, manuales de equipos, entre otras cosas que fueron relevantes para los autores del presente trabajo para lograr el objetivo primordial

de realizar un rediseño óptimo de las instalaciones eléctricas del colegio en estudio.

Cabe mencionar que en esta etapa era pertinente analizar los planos arquitectónicos y eléctricos de la institución para lograr tener una visión general de la situación actual de las instalaciones, pero no se contaba con material suficiente y actualizado para realizar esta labor, por lo que fue necesario partir desde la elaboración de los planos arquitectónicos del colegio.

3.1.2 Levantamiento Eléctrico y Obtención de Datos

Se realizó una primera inspección sensorial de las instalaciones eléctricas del plantel para ubicar los diferentes tableros y subtableros de distribución, circuitos de alimentación, interruptores automáticos, medidor, totalizador, los puntos frágiles de la misma entre otros ítems indispensables para realizar el levantamiento eléctrico.

Luego de esto, se procedió a realizar el inventario de los equipos y elementos con los que cuenta la instalación eléctrica, recurriendo a catálogos de fabricantes con el fin de conocer las características eléctricas, mecánicas, vida útil y utilización de cada uno de estos, para poder conocer su estado y correcta utilización y así determinar cuáles elementos pueden reutilizarse en el nuevo diseño de la instalación. Paso siguiente, se realizó el rastreo de los diferentes circuitos ramales de cada tablero y subtablero de la instalación eléctrica en estudio y asociación de cada uno de los interruptores de los mismos.

Asimismo, se hicieron las mediciones de acuerdo a la normativa y se procedió a registrar los datos de los siguientes apartados:

- Distancias y ubicación de medidor, totalizador, tableros y subtableros de distribución, luminarias, tomacorrientes, aires acondicionados, equipos de cómputo y demás aparatos conectados a la instalación eléctrica del colegio.
- Niveles de iluminación de los respectivos locales del colegio a través del método de cavidades zonales (Sección 2.5 del presente proyecto) expuesto en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).
- Resistencia de puesta a tierra conforme a lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y expuesto en el presente trabajo en la Sección 2.8.
- Aislamiento eléctrico de los distintos conductores con los que cuenta la instalación eléctrica.
- Caracterización y construcción de las curvas típicas de las potencias activa, reactiva y aparente, tensiones de fase y de línea, corrientes y factores de potencia a través del analizador de redes.

3.1.3 Análisis e Interpretación de Datos

En esta etapa, contando con la información necesaria anteriormente recolectada, se realizaron las siguientes tareas:

- Elaboración de los planos eléctricos de la instalación actual en el software AUTOCAD (Versión de Prueba).
- Realización de los cuadros de carga de los tableros y subtableros de distribución.
- Selección de los elementos y equipos de la instalación que pueden ser reutilizados en el nuevo diseño.

- Análisis de los datos obtenidos a través de las mediciones en la red de alimentación, resistencia de puesta a tierra, niveles de iluminación, aislamiento eléctrico y distancias mínimas exigidas por la normatividad actual.
- Estudio de las diferentes protecciones de la instalación eléctrica actual.
- Diagnóstico general del estado actual de las instalaciones.

3.1.4 Realización y Presentación del Rediseño Propuesto

Ya realizada la recolección e interpretación de la información necesaria para la caracterización detallada de la instalación eléctrica del colegio y teniendo un diagnóstico general de la misma, junto con los planos eléctricos, se procede al rediseño partiendo de la corrección de los elementos, equipos y circuitos de la instalación que representen riesgos inminentes para la integridad de los miembros de la comunidad estudiantil, apropiada selección de protecciones, diseño del sistema de puesta a tierra, entre otras cosas.

En general, se realizará la elaboración de un rediseño que cumpla con las especificaciones establecidas en las normas y los reglamentos técnicos vigentes que permita brindar seguridad y confiabilidad a los usuarios al contar con una instalación eficiente.

3.1.5 Elaboración del Presupuesto para Proyectos de Inversión Pública

Por requerimientos del personal administrativo del plantel educativo objeto del presente estudio, se realizará un presupuesto para proyectos de inversión pública siguiendo los lineamientos que ello implica, con el objetivo de contar con una herramienta que permita gestionar de una manera oportuna los recursos financieros para la ejecución del rediseño aquí propuesto.

Con esto, se garantiza en gran medida, que este estudio tenga una viabilidad para su ejecución y entregue en un corto plazo los beneficios propuestos a toda la comunidad estudiantil.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

El Colegio Humberto Gómez Nigrinis está conformado por dos edificaciones, el Edificio Principal y una Casona denominada La Alianza, además cuenta con tres canchas múltiples, zona de juegos infantiles, áreas de circulación y zonas verdes.

El área total del lote donde se encuentra ubicada la institución es de aproximadamente 5216m² y está organizado de la siguiente manera:

- Área construida del Edificio Principal (2 plantas): 2302 m²
- Área construida de la Casona La Alianza (1 planta): 1298 m²
- Área de canchas múltiples y Zona de Juegos: 2290 m²
- Área de circulación y zonas verdes: 643 m²

Para los tableros de distribución de la institución se escogió la siguiente nomenclatura:

Tabla 4.Nomenclatura de los Tableros Existentes.

NOMENCLATURA	UBICACIÓN	ALIMENTADO DESDE
TMT	Costado occidental de la Cancha Múltiple 1	Bornes de B.T. del Transformador
TGD	Parte posterior del EP	Tablero TMT
TA	Debajo de las escaleras de acceso al segundo piso del EP	Tablero TGD
TB	Justo al lado del Tablero TA	Tablero TGD
TC	Teatro	Tablero TA
TD	Sala de Informática 1	TableroTE
TE	Sala de Informática 1	Barras delTableroTG
TF	Sala de Informática 1	Barras del Tablero TG
TG	Sala de Informática 1	Tablero TA
TH	Almacén Segundo Piso	Barras del Tablero TC
TI	Sala de Informática 1	Tablero TJ
TJ	Sala de Informática 1	Tablero TGD
TK	Sala Informática 2	Barras del Tablero TG
TL	Casona La Alianza	Tablero TGD

Fuente: Los Autores

3.2.1 Alimentador

El Colegio se alimenta en B.T. (208/120 V, 3) desde una subestación aérea propiedad de la Empresa Electrificadora de Santander ESSA S.A., ubicada al costado occidental del plantel sobre la Carrera 13 entre las Calles 6^{ta} y 7^{ma} e

instalada en el apoyo No. 2230747. Esta alimentación viene dada por el Circuito San Cristóbal 3 No. 37503⁸.

La subestación es aérea y tiene capacidad nominal de 45 [kVA] con número de referencia 4185 de la ESSA; la cargabilidad según datos suministrados por el operador de red para el segundo semestre de 2011 fue de 45.67% para el mes con mayor consumo (Agosto) y de 13.48% para el mes con el menor consumo (Diciembre), cabe resaltar que la empresa halla estos valores a partir de la curva de demanda para el sector residencial estrato 3, estos cálculos se presentan en el Anexo F. A continuación se muestran los datos de placa del transformador de potencia en la Tabla 5 y este se puede ver en la Figura 10.

Figura 10. Transformador de Potencia de 45kVA-Trifasico.



Fuente: Los Autores.

⁸**Fuente:** ESSA

Tabla 5. Datos de Placa del Transformador de Potencia.

Capacidad Nominal	45kVA (3)
No. De Serie ESSA	4185
Tensión Primaria	13200V
Tensión Secundaria	220/127V±2x2.5%
Tensión de Cortocircuito	4%
Tensión Primaria soportada al impulso tipo rayo (BIL)	95000V
Tensión Secundaria soportada al impulso tipo rayo (BIL)	30000V
Frecuencia	60Hz
Conexión	Dy5
Refrigeración	ONAN
Dimensiones (Alto x Ancho x Profundo)	0.9x1.0x0.7m
Masa	375kg
Posición del TAP	Posición normal

Fuente: ESSA.

La acometida se deriva desde bornes de B.T. del transformador a través de un ducto metálico galvanizado de 3" de diámetro adherido al poste por medio de 2 cintas Band-it y en la parte inferior cubierta por cemento hasta una altura de 1 metro. El bajante tiene 4 metros de longitud y llega a una caja de inspección de 0.85x0.85x1m de ancho, largo y profundo respectivamente, tipo vehicular ubicada junto a la estructura. De allí continua a través de un ducto tipo PVC con diámetro de 3" hasta otra caja de inspección con las mismas características de la anterior, con distancia entre cajas de 49 metros y ubicada en la parte exterior del Colegio, posteriormente se conecta al Tablero de Medidor y Totalizador TMT, ubicado al

costado occidental de la Cancha Múltiple 1, por medio de un ducto tipo PVC con diámetro de 2", el bajante del conductor de puesta a tierra del transformador es un tubo galvanizado de 1/2" con longitud de 4 metros y conductor 1x4 AWG de Cobre desnudo.

Esta acometida es trifásica tetrafililar con conductores 3x4/0 AWG THHN para las fases, 1x4/0 AWG THHN para neutro y 1x12 AWG TW para la tierra cuyo trayecto entre cajas de inspección fue hurtado, esta acometida tiene una longitud aproximada de la acometida de 56 metros hasta el Tablero TMT.

Observaciones

El conductor de la acometida se encuentra bien seleccionado para la carga que alimenta actualmente, la regulación es de 0,61% desde bornes de B.T. del transformador hasta el Tablero TMT. Como se observa en los resultados arrojados por el análisis de la calidad de la energía (ver en Sección 3.8 del presente trabajo) y en los datos históricos del consumo de la institución (Anexo F) el transformador que alimenta la carga del plantel solo presenta un máximo de cargabilidad del 45.67%, por lo que para las condiciones de carga actual, se encuentra bien seleccionado.

Al revisar las cajas de inspección tipo vehicular por donde la acometida llega desde bornes de B.T. del transformador al Tablero TMT, se encontró que existe una filtración de aguas residuales hacia una de ellas, presentando malos olores, humedad y suciedad en general.

El conductor de la puesta a tierra de los DPS del transformador, así como el bajante del mismo fueron hurtados, por lo que este dispositivo no cuenta con el conductor para la descarga de fallas. Además, una parte del conductor de puesta a tierra del transformador fue hurtado desde la caja de inspección que está junto al apoyo hasta la caja de inspección junto al Tablero TMT; con esto, la mayoría de la instalación está sin un sistema de puesta a tierra, haciendo esta altamente insegura e incurriendo en la violación de Artículo 15 del RETIE.

3.2.2 Protección del Alimentador del Tablero TGD

Este interruptor automático tripolar tiene capacidad nominal de 125A, capacidad de cortocircuito de 18kA, sistema termomagnético, aislamiento 600VCA.

Figura 11. Fotografía del Totalizador.



Fuente: Los Autores.

Observaciones

Como se puede ver en la sección 3.3.1.1.1 y la Tabla 46 del presente trabajo, para la carga instalada y realizando la corrección por temperatura (Tabla 3.16 de la ESSA) y por corrección por conductores en ducto (Tabla 3.17 de la ESSA) se muestra que este elemento de protección cumple con la normatividad al tener una corriente de corte menor a la capacidad de corriente corregida del conductor.

3.2.3 Medidor

La medición del consumo de energía eléctrica de la Institución se realiza en B.T. a través de un Medidor trifásico tetrafilar de medida semidirecta Marca ISKRA 3x208/120V y 20A.

Figura 12. Fotografía del Medidor.



Fuente: Los Autores.

3.2.4 Tablero de Medidor (TMT)

Este es un tablero con tres casilleros en donde se encuentran de izquierda a derecha el medidor, la protección del alimentador del Tablero TGD y los breakers de los circuitos que alimentan la iluminación de las canchas múltiples 1 y 2. Las dimensiones de este tablero son 80x70x30 cm de largo, ancho y profundo respectivamente y esta sobrepuesto sobre una columna de ladrillos hueca de 1 m de altura por donde llega la acometida del mismo. Por la parte de arriba del mismo sale un ducto de acero galvanizado de 2" de diámetro para la alimentación de las canchas múltiples 1 y 2. A continuación se presentan los circuitos del Tablero TMT en la Tabla 6 y la fotografía de este en la Figura 13.

Tabla 6. Circuitos del Tablero TMT.

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	3x125A*	18kA	Luminex	Alimenta Tablero TGD
2	2x15A**	10kA	Luminex	Alimenta Cancha 1
3	2x15A**	10kA	Luminex	Alimenta Cancha 2

Fuente: Los Autores (* Circuito trifásico con breaker tripolar, ** Circuito bifásico con breakers monopolares).

Figura 13. Fotografía del Tablero TMT.



Fuente: Los Autores.

Observaciones

Este tablero presenta un alto riesgo para la integridad de las personas ya que se encuentra ubicado detrás de arco de la Cancha Múltiple 1 apoyado sobre una pared que se encuentra débil por los impactos de balones; aunque al momento de la instalación del tablero fue colocada una estructura de protección, esta se encuentra deteriorada por los impactos, exponiendo el tablero a daños físicos.

3.2.5 Edificio Principal

En esta edificación se encuentran aulas de clase, baterías sanitarias, teatro, oficinas de administración, almacén de deportes, portería y cafetería. A continuación se detallan los elementos que componen la instalación para cada planta del edificio.

3.2.5.1 Primer Piso del Edificio Principal

En esta planta se encuentran los tableros TA, TB y TC; además, se encuentra el tablero general de distribución TGD. En este piso se ubican 7 aulas de clase, portería, teatro y camerinos, secretaría académica y de rectoría, contabilidad, rectoría, papelería y baterías de baños, cuarto de deportes, cafetería y zonas de circulación.

3.2.5.1.1 Tablero General de Distribución TGD

Este tablero se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio principal, justo detrás de la oficina de la secretaría académica, sobre una estructura de cemento de 0.9 metros de altura. Está alimentado desde el Tablero TMT a través de los siguientes conductores: 3x1/0 AWG THHN para las fases, 1x1/0 AWG THHN para el neutro y 1x12 AWG TW para la tierra, los cuales van en un ducto PVC de diámetro de 2", llegan a las barras del tablero y se acoplan a estos por medio de conductores atornillables premoldeados. Esta acometida va desde el Tablero TMT hasta el tablero TGD, pasando primero por una caja de inspección subterránea de 40x40x40cm ubicada a 1.2m del Tablero TGD. La longitud total de esta acometida es de 39 metros aproximadamente.

El Tablero TGD tiene una dimensión útil de 80cm de alto por 50cm de ancho por 30cm de profundidad, con cuatro barras de cobre de 1x1/4" y de 30cm de longitud, pintados de amarillo, azul y rojo para las fases R, S y T respectivamente y color blanco para barra del neutro y tres interruptores tripolar atornillables y un

interruptor bipolar atornillable, que alimentan los Tableros TA, TB, TJ y TL respectivamente.

En la Figura 14 se puede observar el Tablero TGD y en la Tabla 7 la distribución de los circuitos que alimenta.

Figura 14. Fotografía Tablero TGD.



Fuente: Los Autores.

Tabla 7. Circuitos del Tablero TGD

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	3x100A*	10kA	Luminex	Alimenta Tablero TA
2	3x70A*	10kA	Luminex	Alimenta Tablero TB
3	2x70A**	10kA	Luminex	Alimenta Tablero TJ
4	3x50A*	10kA	Westinghouse	Alimenta Tablero TL

Fuente: Los Autores (* Circuito trifásico con breaker tripolar. **Circuito bifásico con breaker bipolar).

Observaciones:

- El tablero no tiene barra de tierra, en lugar de esta, se conecta a la tierra del transformador (conductor hurtado entre las cajas de inspección de la acometida, por lo tanto no existe tal tierra) a través de un conductor #12 AWG TW de Cobre desnudo a la carcasa del mismo y a su vez, se empalma al barraje de neutro a través de un conjunto de tuerca tornillo.
- En general presenta un alto deterioro mecánico, puertas y bisagras en mal estado, pintura desprolija y oxido en su totalidad. Se detalla polvo y partículas dentro del tablero. Las barras están pintadas en su totalidad.
- No posee totalizador y los interruptores no se encuentran rotulados. Además, existen conductores mal dimensionados para su protección, y en algunos casos, el calibre del conductor que entra al breaker no es el mismo del que sale y se han conectado fases y neutro al conjunto de tuerca tornillo que sujetan las barras al tablero.

3.2.5.1.2 Tablero de Distribución TA

El Tablero TA se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio principal dentro de un cuarto existente debajo de las escaleras de acceso al segundo piso. La acometida viene desde el Tablero TGD por medio de un ducto tipo PVC de 3/4" de diámetro, con conductores 3x6 AWG THW para las fases, 1x6 AWG THW para neutro y 1x12 AWG de Cobre desnudo para la tierra. La longitud de la acometida es de aproximadamente 4 metros y se conecta al circuito No. 1 del Tablero TGD.

El Tablero TA es trifásico de 42 puestos sin espacio para totalizador, con 21 de estos de reserva y no posee barra de tierra, se conecta la carcasa y el neutro a la tierra del Tablero TGD. La parte inferior del tablero se encuentra a una altura de

aproximadamente 0.3 metros del nivel del suelo y está justo al lado del Tablero TB y de los controles de iluminación de las aulas de clase.

Observaciones:

En general el tablero se encuentra en regulares condiciones mecánicas, presentando abolladuras, rayones, alto grado de suciedad en general y oxidación. El cuarto donde se encuentra ubicado no cumple con las distancias mínimas de seguridad estipuladas por el RETIE, además este local sirve como bodega de todo tipo de materiales, incluyendo materiales inflamables, incurriendo en la violación a las normas de seguridad. Se observa que los ductos que llegan al Tablero TA no poseen terminales, por lo que se presenta rebaba, algunos se trataron de moldear térmicamente en forma de trompeta, pero posee desperfectos.

Este local se describe más ampliamente en la Sección 3.2.5.1.4 del presente trabajo.

Los interruptores no se encuentran rotulados, además, el cableado no cumple con el código de colores, la distribución de conductores dentro del tablero no se encuentra a escuadra. Se observan empalmes desprotegidos, realizados de manera poco técnica con lo cual incumplen la normatividad.

En la Figura 15 se puede observar una fotografía del Tablero TA y en la Tabla 8 se especifican cada uno de los circuitos que este alimenta.

Figura 15. Fotografía del Tablero A.



Fuente: Los Autores

Tabla 8. Circuitos del Tablero TA.

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	20A	10 kA	Luminex	Luces Aula 1 y 2
2	20A	10 kA	Luminex	Luces Aula 4
3	20A	10 kA	Luminex	Luces Aula 5 y 6
4	15A	10 kA	Luminex	Luces Aula 7 y Pasillo
5	20A	10 kA	Luminex	Tomas Aula 5 y 6
6	15A	10 kA	Luminex	Luces Aulas 2 y 3, Tomas Aula 2
7	15A	10 kA	Luminex	Luces y Tomas Secretaría Rectoría
8	NA	NA	NA	Reserva
9	15A	10 kA	Luminex	Rectoría
10	NA	NA	NA	Reserva

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
11	15A	10 kA	Luminex	Secretaría académica
12	15A	10 kA	Luminex	Contabilidad
13	20A	10 kA	Luminex	Papelería
14	NA	NA	NA	Reserva
15-16-17	3x70A*	10 kA	Luminex	Alimenta tableros TC, TD, TE, TF, TG y TH
18 al 20	NA	NA	NA	Reserva
21	15A	10 kA	Luminex	Iluminación cuarto Tableros TA y TB
22	NA	NA	NA	Reserva
23	20A	10 kA	Luminex	Rectoría
24	20A	10 kA	Luminex	Baños, Tomas Aulas 6 y 7
25	NA	NA	NA	Reserva
26	30A	10 kA	Luminex	Portería
27	15A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
28 al 39	NA	NA	NA	Reserva
40	30A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
41	30A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
42	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (NA: No aplica, *Circuito trifásico con tres breakers iguales).

3.2.5.1.3 Tablero de Distribución TB

El Tablero TB se encuentra ubicado en la parte posterior del edificio principal, justo al lado del Tablero TA, dentro de un cuarto existente debajo de las escaleras de

acceso al segundo piso (Ver Figura 16 y 17). La acometida viene desde el Tablero TGD por medio de un ducto tipo PVC de 3/4" de diámetro, con conductores 3x8 AWG THW para las fases, 1x8 AWG THW para neutro y 1x12 AWG de Cobre desnudo para la tierra. La longitud de la acometida es de aproximadamente 5 metros y se conecta al circuito No.2 del Tablero TGD.

Es un Tablero trifásico de 30 puestos sin espacio para totalizador, con 14 de estos de reserva y no posee barra de tierra, se conecta la carcasa y el neutro a la tierra del Tablero TGD.

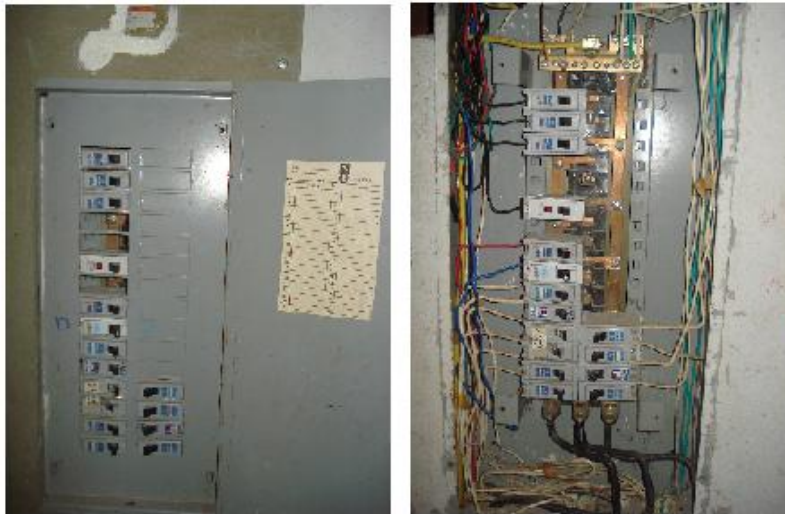
Observaciones:

Presenta los mismos problemas que el Tablero TA al estar ubicado en el mismo cuarto. Los interruptores no se encuentran rotulados, no posee barra de tierra y presenta un alto grado de ocupación por empalmes mal realizados, el cableado no se encuentra a escuadra. Además, los tornillos que soportan la puerta al tablero no están completos y se encuentra instalado aproximadamente a 0.3 metros del piso.

Se observan que la ductería que llega al Tablero TB no posee terminales, por lo que se presenta rebaba, algunos fueron moldeados térmicamente en forma de trompeta, pero con desperfectos.

En la Figura 16 se puede observar una fotografía del Tablero TB y en la Tabla 9 se especifican cada uno de los circuitos que este alimenta.

Figura 16. Fotografía del Tablero TB.



Fuente: Los Autores.

Tabla 9. Circuitos Tablero TB.

Circuito	Corriente Nominal	Corriente COCI	Marca	Observaciones
1	20A	10 kA	Luminex	Iluminación Aulas 8 y 9
2	20A	10 kA	Luminex	Iluminación Aulas 9 y 10
3	20A	10 kA	Luminex	Iluminación Aulas 11 y 12
4-5	NA	NA	NA	Reserva
6	20A	10 kA	Luminex	Iluminación Aula 13 y pasillo
7	NA	NA	NA	Reserva
8	15A	10 kA	Luminex	Oficinas
9	30A	10 kA	Luminex	Tomas Aulas 10, 11, 12 y 13
10	15A	10 kA	Luminex	Iluminación Biblioteca
11	40A	10 kA	Luminex	Biblioteca, Aulas 8, 9 y Oficina
12	15A	10 kA	Luminex	Iluminación Aula 25
13	15A	10 kA	Luminex	Tomas Aula 25

Circuito	Corriente Nominal	Corriente COCI	Marca	Observaciones
14-15	2x15A*	10 kA	Luminex	Toma Bif. Aula 25
16 al 26	NA	NA	NA	Reserva
27	15A	10 kA	Luminex	Tomas Aula 26
28	15A	10 kA	Luminex	Iluminación Aula 26
29-30	15 – 40A**	10 kA	Luminex	Toma Bif. Aula 25

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica, *Circuito bifásico con dos breakers iguales, **Circuito bifásico con dos breakers diferentes).

3.2.5.1.4 Cuarto para Tableros TA y TB

Este cuarto se encuentra ubicado en el espacio existente debajo de las escaleras al margen occidental de acceso al segundo piso del edificio principal (Ver Figura 17), albergando los Tableros TA y TB y los controles de iluminación de las aulas de clase del Edificio Principal. En la Figura 18 se muestra que la altura de este cuarto es inadecuada para poder realizar algún trabajo en los Tableros TA y TB.

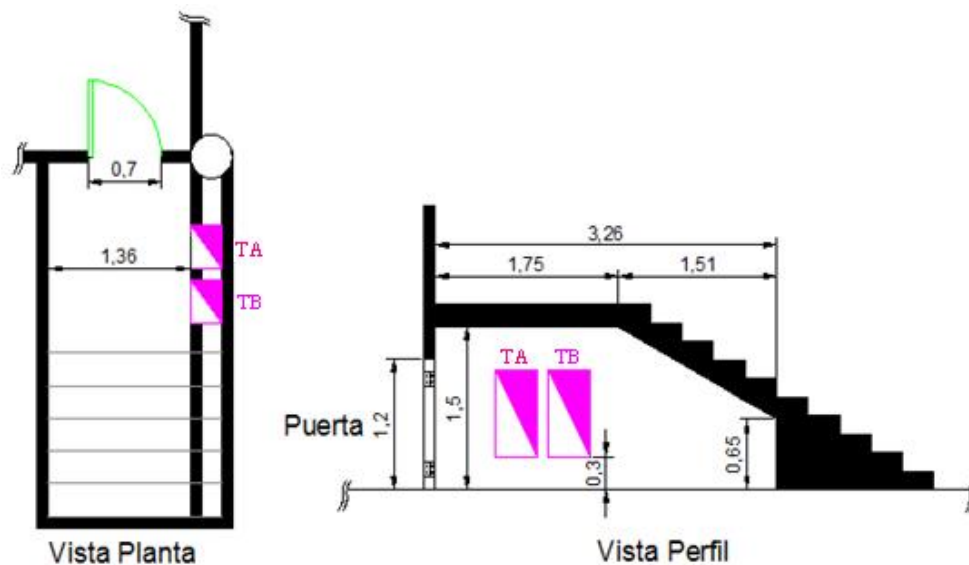
Figura 17. Cuarto de Tableros TA y TB.



Fuente: Los Autores.

Como se puede evidenciar en los planos de planta y de perfil de este local, no se cumplen las distancias mínimas de seguridad y de trabajo establecidas en el RETIE, representando un riesgo para el personal con acceso al mismo. Además, este recinto es utilizado como bodega para toda clase de material, incluyendo sustancias químicas inflamables, tóxicas, madera, cartón, equipos electrónicos obsoletos, entre otras cosas, que en caso de producirse una chispa por alguna eventualidad, podría en llegado caso ocasionar un incendio. También estos materiales acarrear una disminución del espacio de trabajo, lo que puede conllevar a posibles errores humanos aumentando la probabilidad de accidentes por contactos eléctricos.

Figura 18. Vistas planta y perfil cuarto de TA y TB.



Fuente: Los Autores (Todas las cotas están en metros).

3.2.5.1.5 Tablero de Distribución TC

El Tablero TC se encuentra ubicado en el costado occidental del teatro a una altura 1.5 metros desde el nivel del suelo. La alimentación se da a través de un ducto tipo PVC que va dentro de la placa y de diámetro 3/4" el cual lleva 3x6 AWG THW y 1x6 AWG THW para el neutro. La acometida va desde de los circuitos 15,

16 y 17 del Tablero TA y tiene una longitud de 46 metros aproximadamente. Este es un tablero trifásico para 18 circuitos sin lugar para totalizador, con 12 circuitos de reserva, sin barra de tierra y sin aterrizamiento de carcasa. Alimenta el Tablero TH desde barras.

Observaciones:

En general, el estado del tablero es bueno, pero las llegadas de los ductos al tablero no tienen terminales adecuadas, por lo que se presentan bordes filosos que afectan el aislamiento de los conductores, los interruptores no se encuentran rotulados. Los breakers de los circuitos 2, 3 y 4 son utilizados como interruptores para la iluminación del teatro. Además, este tablero no posee barra de tierra ni está equipotencializado por ningún medio.

A continuación se muestra el tablero TC en la Figura 19 y en la Tabla 10 se exhiben los circuitos que este alimenta.

Figura 19. Fotografía del Tablero TC.



Fuente: Los Autores

Tabla 10. Circuitos Tablero TC

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	15 A	10 kA	Luminex	Oficinas, Camerino y Depósito
2	15 A	10 kA	Luminex	Luces Escenario
3	20 A	10 kA	Luminex	Iluminación Auditorio
4	20 A	10 kA	Luminex	Iluminación Auditorio
5	NA	NA	NA	Reserva
6	15 A	10 kA	Luminex	Tomas Auditorio
7	20 A	10 kA	Luminex	Tomas Auditorio
8 a 18	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (NA: No aplica).

3.2.5.2 Segundo Piso del Edificio Principal

En el segundo piso se encuentran los Tableros TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ y TK, además se ubican aulas de clase, biblioteca, laboratorios, aulas de informática, oficinas y almacén. A continuación se describen los tableros existentes en esta parte del edificio.

3.2.5.2.1 Tablero de Distribución TD

El Tablero TD se encuentra ubicado en el segundo piso dentro de la Sala de Informática 1 y está alimentado desde el Circuito 1 del Tablero TE que funciona como totalizador del mismo. La acometida es monofásica y se da a través de un ducto tipo PVC de 1/2" de diámetro y con conductores 1x12 para la fase, 1x12 AWG THW para el neutro y 1x16 AWG THW para la tierra aislada, la acometida tiene una longitud de 3 metros.

Este tablero es monofásico, con capacidad para dos circuitos los cuales alimentan equipos de cómputo, no dispone de barra de tierra, en lugar de ello los conductores de puesta a tierra se conectan a la carcasa del mismo en un solo punto por medio de un tornillo. El tablero esta a una altura de 1.5 metros desde el

nivel del suelo a la parte inferior del mismo y se encuentra superpuesto en la pared oriental de la sala junto a al Tablero TE.

Observaciones:

En general el tablero se encuentra en buenas condiciones mecánicas, la tierra que llega a este proviene del Tablero TE, la cual viene del Tablero TG. Los circuitos de este tablero no tienen rótulo y no posee puerta. Alimenta los circuitos D-1 y D-2 que son de equipos de cómputo alimentados a través de una canaleta.

En la Figura 20 se puede observar el Tablero TD y sus respectivos circuitos en la Tabla 11.

Figura 20. Fotografía del Tablero TD.



Fuente: Los Autores

Tabla 11. Circuitos Tablero TD

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	15A	10 kA	Luminex	Circuito D1
2	20A	10 kA	Luminex	Circuito D2

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica).

3.2.5.2.2 Tablero de Distribución TE

Se encuentra ubicado justo al lado del Tablero TD y está alimentado desde las barras del Tablero TG. La acometida es monofásica y se da a través de un ducto tipo PVC de 1/2" de diámetro y con conductores 1x12 AWG THW para la fase, 1x12 AWG THW para el neutro y 1x16 AWG THW para la tierra aislada, esta acometida tiene una longitud de 2 metros. El tablero es monofásico, con capacidad para dos circuitos, teniendo un puesto de reserva.

Observaciones:

En general el tablero se encuentra en buenas condiciones mecánicas, la pintura está prolija, se notan partículas de polvo y suciedad por falta de mantenimiento y limpieza. Como el Tablero TE no posee barra a tierra, se conecta a esta mediante un conductor de Cobre conectado desde la tierra del Tablero TG y acoplado a la carcasa del TE por medio de un conjunto de tuerca tornillo.

En la Figura 21 se puede observar el Tablero TE y sus respectivos circuitos en la Tabla 12.

Figura 21. Fotografía del Tablero TE.



Fuente: Los Autores

Tabla 12. Circuitos Tablero TE

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	20 ^a	10 kA	Luminex	Tablero TD
2	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica)

3.2.5.2.3 Tablero de Distribución TF

Se encuentra ubicado en el segundo piso en la Sala de Informática 1 alimentado desde las barras del Tablero TG. Su acometida es monofásica y se da a través de un ducto con un diámetro de 1/2” tipo PVC y con conductores 1x12 AWG THW para la fase, 1x12 AWG THW para el neutro y 1x14 AWG TW para la tierra, esta acometida tiene una longitud de 1.5 metros. Este tablero es monofásico, con capacidad para dos circuitos, teniendo un puesto de reserva.

Observaciones:

En general el tablero se encuentra en buenas condiciones mecánicas, la tierra que llega a este proviene del Tablero TG, se encuentra con partículas de polvo y suciedad. Este Tablero esta a una altura de 1.4 metros desde el nivel del piso hasta la parte inferior del tablero. Está diseñado para alimentar un modem y un switch de la Sala de informática 1.

En la Figura 22 se puede observar el tablero y sus respectivos circuitos en la Tabla 13.

Figura 22. Fotografía del Tablero TF.



(Fuente: Los Autores).

Tabla 13. Circuitos Tablero TF

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	20 ^a	10 kA	Luminex	Alimenta Modem y Swtich de Sala Inf. 1
2	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (NA: No aplica).

3.2.5.2.4 Tablero de Distribución TG

Se encuentra ubicado en el segundo piso en la Sala de Informática 1. Su acometida es trifásica y consta de conductores 3x6 AWG THW para las fases, 1x6 AWG THW para el neutro y 1x12 AWG de Cobre desnudo para la tierra, los cuales vienen a través de un ducto tipo PVC con un diámetro de 3/4" que viene desde las barras del Tablero TH, esta acometida tiene una longitud de 4 metros.

Observaciones:

Este tablero es trifásico, con capacidad para 18 circuitos, teniendo 2 puestos de reserva y 4 circuitos sin salida que tienen protección de 15, 20 y 30 A, y conductores de calibre 12 AWG TW Cu. El tablero tiene su propia puesta a tierra, la cual consta de un electrodo de Cobre de 5/8" ubicado en el patio del primer piso junto al teatro, conectado al conductor mediante un conector de tornillo en Cobre. El tablero se conecta a la puesta a tierra mediante un conductor calibre 12 AWG THW que viene por ducto tipo PVC flexible 1/2" y se conecta a la barra del neutro y a la carcasa por un conductor atornillablepremoldeado. El conductor de tierra tiene una longitud de 5 metros.

El cableado se encuentra en malas condiciones, observando que como no tiene barra a tierra, se realizaron empalmes dentro del tablero. Los ductos no poseen terminales, en su lugar, fueron emboquillados en caliente.

En la Figura 23 se puede observar el tablero y sus respectivos circuitos en la Tabla 14.

Figura 23. Fotografía del Tablero TG.



Fuente: Los Autores.

Tabla 14. Circuitos Tablero TG

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1 , 17	2x15A *	10 kA	Luminex	Toma Bifásica
2	15 A	10 kA	Luminex	Tomas Unipaz
3	15 A	10 kA	Luminex	Toma Informática 1
4	15 A	10 kA	Luminex	Luces y Tomas Unipaz
5	15 A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 1
6	15 A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 1
7 , 12	30 – 50A**	10 kA	Luminex	Aire Acond. Informática 1
8	15 A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
9	15 A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 1
10	15 A	10 kA	Luminex	Iluminación Sala Inf. 1
11,12	30 – 50A **	10 kA	Luminex	Aire Acond. Informática 1
13	NA	NA	NA	Reserva
14	NA	NA	NA	Reserva
15	20 A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
16	15 A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas
18	30 A	10 kA	Luminex	Circuito sin salidas

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica; *Circuitobifásico con dos breakers iguales; ** Circuito bifásico con dos breakers diferentes).

3.2.5.2.5 Tablero de Distribución TH

Se encuentra ubicado en el segundo piso en el almacén contiguo a la Sala de Informática 2. Su acometida es trifásica y consta de conductores 3x6 AWG THW para las fases y 1x6 AWG THW para el neutro los cuales vienen a través de un ducto con un diámetro de 3/4" tipo PVC desde las barras del Tablero TC. Esta acometida tiene una distancia de 7 metros.

Observaciones:

Este tablero es trifásico, con capacidad para 12 circuitos, teniendo 4 puestos de reserva, tiene un buen estado mecánico en general, no presenta deformaciones. No dispone de espacio para totalizador ni de una barra de tierra, ni de un conductor de tierra. Esta a una altura de 1.5 metros desde el nivel del suelo hasta la parte inferior del mismo. Los ductos no poseen terminales, en su lugar, fueron moldeados térmicamente con forma tipo trompeta.

Se puede observar el tablero y sus respectivos circuitos en la Tabla 15.

Tabla 15. Circuitos Tablero TH

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1,2	30-20A*	10 kA	Luminex	Aire Acondicionado
3	30A	10 kA	Luminex	Luces Informática 2
4	15A	10 kA	Luminex	Luces Oficinas
5	15A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 2
6	15A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 2
7	20A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 2
8	15A	10 kA	Luminex	Tomas Informática 2
9	NA	NA	NA	Reserva

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
10	NA	NA	NA	Reserva
11	NA	NA	NA	Reserva
12	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica, *Circuito bifásico con dos breakers diferentes).

3.2.5.2.6 Tablero de Distribución TI

Este tablero se encuentra ubicado en el segundo piso en la Sala de Informática 1. Su acometida es bifásica y consta de conductores 2x4 AWG THW para las fases, 1x4 AWG THW para el neutro y 1x12 AWG THW para la tierra aislada, los cuales vienen a través de una canaleta de 10x5cm desde un regulador de voltaje de 7 kVA, 208 V (Figura 24), que a su vez es alimentado desde el Tablero TJ; esta acometida tiene una distancia de 2,8 metros. Este tablero es bifásico, con capacidad para 9 circuitos que alimentan equipos de cómputo de las salas de informática 1 y 2, además, el circuito I-9 alimenta al Tablero TK.

Figura 24. Fotografía del Regulador 7kVA.



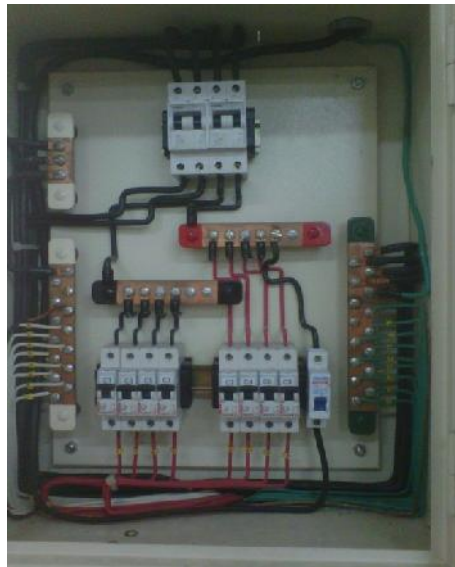
Fuente: Los Autores.

Observaciones:

Todos los circuitos se encuentran debidamente identificados, tiene dos barras de neutro y una de tierra, todos los barrajes se encuentran diferenciados por color, rojo fase A, negro fase B, blanco para neutros y verde para tierra. La tierra proviene de un electrodo de Cobre de 5/8" ubicado en un patio junto al teatro, conectado al conductor mediante un conector de tornillo en Cobre. El tablero se conecta a la puesta a tierra mediante un conductor calibre 12 AWG THW que viene por ducto tipo PVC flexible 1/2" y se conecta a las barras de neutros y a la carcasa con una longitud de 5 metros.

En la Figura 25 se puede observar el Tablero TI y sus respectivos circuitos en la Tabla 16.

Figura 25. Fotografía del Tablero TI.



Fuente: Los Autores

Tabla 16. Circuitos Tablero TI

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
2	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
3	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
4	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
5	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
6	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
7	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
8	15A	10 kA	Sassin	Tomas Sala Inform. 1
9	30A	10 kA	Sassin	Tablero TK

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica).

3.2.5.2.7 Tablero de Distribución TJ

Este tablero se encuentra ubicado en el segundo piso en la Sala de Informática 1. Su acometida es bifásica y consta de conductores 2x4 AWG THW para las fases y 1x4 AWG THW para neutro los cuales vienen a través de un ducto con un diámetro de 3/4" tipo PVC desde el Tablero TGD, esta acometida tiene una distancia de 40.5 metros. Este tablero es trifásico, con capacidad para 3 circuitos, teniendo uno de reserva y alimentando el Tablero TIa través de un regulador de tensión de 7 kVA, 208 V con un circuito bifásico.

Observaciones:

El tablero tiene un buen estado mecánico en general, no presenta deformaciones y funciona como totalizador para el Tablero TI. No dispone de barra a tierra y no se

encuentra aterrizado por ningún medio. Los ductos no poseen terminales, en su lugar, fueron emboquillados en caliente.

En la Figura 26 se puede observar el Tablero TJ y sus respectivos circuitos en la Tabla 17.

Figura 26. Fotografía del Tablero TJ.



Tabla 17. Circuitos Tablero TJ

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1,2	2x40A*	10 kA	ABB	Alimenta TI
3	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica, *Circuito bifásico con dos breakers iguales).

3.2.5.2.8 Tablero de Distribución TK

Este tablero se encuentra ubicado en el segundo piso en la Sala de Informática 2. Su acometida es monofásica y consta de conductores 1x10 AWG THW para la fase, 1x10 AWG THW para neutro y 1x12 AWG THW para la tierra, los cuales

vienen a través de un ducto con un diámetro de 1/2" tipo PVC del circuito 9 del Tablero TI, esta acometida tiene una distancia de 28.8 metros. Este tablero es monofásico, con capacidad para 8 circuitos, teniendo tres de reserva y alimentando tomas destinados a computadores de la Sala de Informática 2.

Observaciones:

El tablero tiene un buen estado mecánico, no presenta deformaciones. Este tablero no necesita ser aterrizado debido a que es de material aislante. El tablero dispone de barra de tierra y esta está conectada a la barra de neutro del Tablero TG.

En la Figura 27 se puede observar el Tablero TK y sus respectivos circuitos en la Tabla 18.

Figura 27. Fotografía del Tablero TK.



Fuente: Los Autores.

Tabla 18. Circuitos Tablero TK.

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	16 A	4,5 kA	ABB	Cto. Computadores
2	16 A	4,5 kA	ABB	Cto. Computadores
3	16 A	4,5 kA	ABB	Cto. Computadores
4	16 A	4,5 kA	ABB	Cto. Computadores
5	16 A	4,5 kA	ABB	Cto. Computadores
6 al 8	NA	NA	NA	Reserva

Fuente: LosAutores.

3.2.6 Casona La Alianza

3.2.6.1 Tablero de Distribución TL

Este tablero se encuentra ubicado en la Casona 'La Alianza' junto a la oficina de coordinación. Su acometida es trifásica y consta de conductores 3x10 AWG THW para las fases y 1x10 AWG THW para neutro los cuales van por vía aérea desde el Tablero General de Distribución TGD sobre el edificio y bajan al tablero por medio de un ducto tipo metálico con un diámetro de 1/2", esta acometida tiene una distancia de 50 metros. Este tablero es trifásico, con capacidad para 18 circuitos, teniendo 9 de reserva y alimentando las cargas ubicadas en la Casona 'La Alianza' y la cafetería de esa zona.

Observaciones:

El tablero tiene un buen estado mecánico, no presenta deformaciones. El tablero dispone de barra de tierra pero no dispone de ningún conductor de puesta a tierra, los ductos que llegan al tablero no disponen de terminal, teniendo en su lugar una

deformación hecha térmicamente en forma de trompeta. La tapa del tablero se abre mediante una llave.

En la Figura 28 se puede observar el Tablero TL y sus respectivos circuitos en la Tabla 19.

Figura 28. Fotografía del Tablero TL.



Fuente: Los Autores

Tabla 19. Circuitos Tablero TL

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
1	15A	10 kA	Luminex	Tomas y Luces Salones A4, A5 Y A6
2	20A	10 kA	Luminex	Tomas y Luces Salones A1, A2 Y A3
3	15A	10 kA	Luminex	Tomas y Luces Salón A12
4	20A	10 kA	Luminex	Tomas y Luces Salones A9, A19 Y A11

Circuito	Corriente Nominal	Corriente de COCI	Marca	Observaciones
5	30A	10 kA	Luminex	Cafetería
6 al 9	-	-	-	Reserva
10	15A	10 kA	Luminex	Luces Pasillos
11	20A	10 kA	Luminex	Tomas y Luces Salón A7
12	15A	10 kA	Luminex	Coordinación y Aula A13
13	15A	10 kA	Luminex	Luces y Tomas Sala de Profesores y Aula A8
14 al 18	-	-	-	Reserva

Fuente: Los Autores (NA: No aplica).

3.2.7 Análisis Tableros Existentes

A continuación se muestra una tabla con el resumen de las fallas que tienen cada uno de los tableros existentes.

Tabla 20. Fallas en los Tableros Existentes.

Tablero	Falla
TMT	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación en lugar no apropiado (estrés mecánico). • Ausencia de puesta a tierra.
TGD	<ul style="list-style-type: none"> • Alto deterioro mecánico. • Barras pintadas completamente. • Ausencia barra puesta a tierra. • Características constructivas del tablero no cumplen RETIE. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores.
TA y TB	<ul style="list-style-type: none"> • Alto deterioro mecánico. • Ubicación inadecuada. • Ausencia barra puesta a tierra y espacio para totalizador. • Alto grado de ocupación.

Tablero	Falla
	<ul style="list-style-type: none"> • Terminales y empalmes mal realizados. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores.
TC	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro mecánico. • Ausencia barra puesta a tierra y espacio para totalizador. • Terminales y empalmes mal realizados. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores.
TE y TF	<ul style="list-style-type: none"> • Protecciones no rotuladas.
TG	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro mecánico. • Ausencia barra puesta a tierra y espacio para totalizador. • Terminales y empalmes mal realizados. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores. • Alto grado de ocupación. • No posee puerta (se encuentra en lugar de alto tránsito de personas).
TH	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia barra puesta a tierra y espacio para totalizador. • Terminales y empalmes mal realizados. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores. • Alto grado de ocupación.
TJ	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia barra puesta a tierra. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores.
TL	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de conductor de puesta a tierra. • Protecciones no rotuladas. • Incumplimiento de código de colores. • Alto grado de ocupación. • Empalmes mal realizados.

Fuente: Los Autores (**NA:** No aplica).

3.3 CUADROS DE CARGA DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

A continuación se presentan los cuadros de carga de las instalaciones eléctricas existentes en el Plantel Educativo, estos se agrupan para cada una de las secciones de la Institución (Primer y Segundo Piso del Edificio Principal y Casona La Alianza) determinados a partir del levantamiento eléctrico. Estos fueron realizados a partir de la carga instalada en cada Tablero.

3.3.1 Cuadros de Carga del Edificio Principal

3.3.1.1 Cuadros de Carga Tableros del Primer Piso

En esta planta se encuentran los Tableros TMT, TGD, TA, TB Y TC. A continuación se muestran los cuadros de carga para estos tableros de distribución:

3.3.1.1.1 Tablero TMT

Cuadro 1. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TMT.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TMT													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	256	-	235	7	-	34080	29120	25760	88960	268.63	3x125*	# 1/0	Alimentación TGD
2	-	8	-	-	-	720	720		1440	7	2x15**	# 8	Alimentación Cancha 1
3	-	4	-	-	-		360	360	720	3	2x15**	# 8	Alimentación Cancha 2
Total	256	12	235	7		34800	30200	26120	91120				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente. (100 o 180 VA)						C: Común Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W.						E: Especial. Tomacorriente Bifásico.							
*Cto. Trifásico con breaker trifásicos.						** Cto. Bifásico con breaker bifásico.							

Fuente: Los Autores.

3.3.1.1.2 Tablero TGD

Cuadro 2.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TGD.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TGD													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	135	-	103	5	-	16800	14420	13020	44240	105	3x100*	# 6	Alimentación TA
2	87	-	37	2	-	3780	7680	8700	20160	56	3x70*	# 8	Alimentación TB
3	-	-	56	-	-	7740	2340	-	10080	67,5	2x70*	# 4	Alimentación TJ
4	45	-	39	-	-	5760	4680	4040	14480	40,2	3x50*	# 10	Alimentación TL
Total	256	0	235	7		34080	29120	25760	88960				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100 o 180VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							
* Cto. Trifásico con breakertrifásico.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.1.3 Tablero TA

Cuadro 3.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TA.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TA													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN				Tensión entre fases: 208 V				
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	12	-	2	0	-	1560	-	-	1560	13	20	#12	Luces Aula 1 y 2
2	6	-	0	0	-	-	600	-	600	5	20	#12	Luces Aula 4
3	12	-	0	0	-	-	-	1200	1200	10	20	#12	Luces Aula 5 y 6
4	13	-	0	0	-	1300	-	-	1300	10,8	15	#12	Luces Aula 7 y Pasillo
5	0	-	4	0	-	-	720	-	720	6	20	#12	Tomas Aula 5 y 6
6	6	-	4	0	-	-	-	1320	1320	11	15	#12	Luces Aulas 2 y 3 Tomas Aula 2
7	2	-	2	0	-	-	560	-	560	4,67	15	#12	Luces y Tomas Secretaría
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	#12	Reserva
9	5	-	4	0	-	-	1220	-	1220	10,2	15	#12	Rectoría
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	5	-	3	0	-	-	-	1040	1040	8,67	15	#12	Secretaría Académica
12	2	-	2	0	-	560	-	-	560	4,67	15	#12	Contabilidad
13	1	-	2	0	-	-	460	-	460	3,83	20	#12	Papelería
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15-16-17	60	-	69	5	-	11980	10380	8260	30620	105	3x70*	#6	Alimenta tableros TG,TH,TC,TE,TD,TF
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	1	-	0	0	-	-	-	100	100	0,83	15	#14	Iluminación cuarto tableros

CUADRO DE CARGAS TABLERO TA													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
23	2	-	5	0	-	-	-	1100	1100	9,17	20	#12	Rectoría
24	5	-	5	0	-	1400	-	-	1400	11,7	20	#12	Baños, Tomas Aulas 6 y 7
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
26	3	-	1	0	-	-	480	-	480	4	30	#12	Portería
27	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	15	#12	Circuito sin salidas
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
40	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	30	#12	Circuito sin salidas
41	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	30	#12	Circuito sin salidas
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	135	0	103	5		16800	14420	13020	44240				
Luces							Tomas						
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)							C: Común. Tomacorriente Monofásico						
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W							E: Especial. Tomacorriente Bifásico						
* Cto. Trifásico con tres breakers monopolares.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.1.4 Tablero TB

Cuadro 4.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TB.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TB													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	12	-	0	0	-	1200	-	-	1200	10	20	# 12	Iluminación Aulas 8 y Sala Lectura
2	12	-	0	0	-	-	1200	-	1200	10	20	# 12	Iluminación Aulas 9 y 10
3	12	-	0	0	-	-	-	1200	1200	10	20	# 12	Iluminación Aulas 11 y 12
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
6	15	-	1	0	-	-	-	1680	1680	14	20	# 12	Iluminación Aula 13 y pasillo
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	8	-	4	0	-	-	1520	-	1520	12,7	15	# 12	Oficinas
9	0	-	8	0	-	-	-	1440	1440	12	30	# 12	Tomas Aulas 10,11, 12 y 13
10	6	-	0	0	-	600	-	-	600	5	15	# 12	Iluminación Biblioteca
11	4	-	12	0	-	-	2560	-	2560	21,3	40	# 12	Biblioteca, Aulas 8, 9 y Oficina
12	9	-	0	0	-	-	-	900	900	7,5	15	# 12	Iluminación Aula 25
13	0	-	6	0	-	1080	-	-	1080	9	15	# 12	Tomas Aula 25
14, 15	0	-	0	1	-	-	1200	1200	2400	11,5	2x15*	# 12	Toma Bif. Aula 25
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TB													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
27	0	-	6	0	-			1080	1080	9	15	# 12	Tomas Aula 26
28	9	-	0	0	-	900			900	7,5	15	# 12	Iluminación Aula 26
29-30	0	-	0	1	-	-	1200	1200	2400	11,5	15-40**	# 12	Toma Bif. Aula 25
Total	87	0	37	2	-	3780	7680	8700	20160				
Luces							Tomas						
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)							C: Común. Tomacorriente Monofásico						
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W							E: Especial. Tomacorriente Bifásico						
* Cto. Bifásico con dos breakers monopolares.													
** Cto. Bifásico con dos breakers monopolares diferentes.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.1.5 Tablero TC

Cuadro 5.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TC.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TC													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	6	-	3	0	-	1140	-	-	1140	9,5	15	# 12	Vestieres
2	6	-	0	0	-		600	-	600	5	15	# 12	Iluminación Escenario
3	10	-	0	0	-	-	-	1000	1000	8,33	20	# 12	Iluminación Auditorio
4	10	-	0	0	-	1000	-	-	1000	8,33	20	# 12	Iluminación Auditorio
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
6	0	-	2	0	-	-	-	360	360	3	15	# 12	Tomas Auditorio
7	0	-	4	0	-	720	-	-	720	6	20	# 12	Tomas Auditorio
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TC												
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V		
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	32	0	9	0		2860	600	1360	4820			
Luces						Tomas						
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico						
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico						

Fuente: Los Autores

3.3.1.2 Cuadros de Carga Tableros del Segundo Piso

En esta planta se encuentran los Tableros TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ y TK. A continuación se muestran los cuadros de carga para estos tableros de distribución:

3.3.1.2.1 Tablero TD

Cuadro 6.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TD.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD													
Tipo de red: MONOFÁSICA					Acometida: BIFILAR FN					Tensión entre fases: 120 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	0	0	3	0	0	-	-	540	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
2	0	0	4	0	0	-	-	720	720	6	20	# 12	Computadores Sala Inf. 1
Total	0	0	7	0		-	-	1260	1260				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.2 Tablero TE

Cuadro 7. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TE.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TE													
Tipo de red: MONOFÁSICA					Acometida: BIFILAR FN					Tensión entre fases: 120 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	7	-	-	-	-	1260	1260	10,5	20	# 12	Alimentador T3
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	-	-	7	-		-	-	1260	1260				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.3 Tablero TF

Cuadro 8.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TF.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TF													
Tipo de red: MONOFÁSICA					Acometida: BIFILAR FN				Tensión entre fases: 120 V				
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	-	1	-	-	2400	-	2400	20	20	Nro. 12	Modem y Switch Sala de Inf. 1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	-	-	-	1	-	-	2400	-	2400				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.4 Tablero TG

Cuadro 9. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TG.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TG													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN				Tensión entre fases: 208 V				
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1-17	0	-	1	1	-	1380	1200	-	2580	12	2x15*	# 12	Toma Bifásica
2	0	-	8	0	-	-	1440	-	1440	12	15	# 12	Tomas Unipaz
3	0	-	1	0	-	-	-	180	180	1,5	15	# 12	Toma Informática 1
4	3	-	4	0	-	1020	-	-	1020	8,5	15	# 12	Luces y Tomas Unipaz
5	0	-	6	0	-	-	1080	-	1080	9	15	# 12	Toma Informática 1
6	0	-	6	0	-	-	-	1080	1080	9	15	# 12	Toma Informática 1
7-12	0	-	0	1	-	1200	-	1200	2400	12	30-50**	# 12	Toma Informática 1
8	0	-	0	0	-	-	0	-	0	0	15	# 12	Circuito sin salidas
9	0	-	5	0	-	-	-	900	900	7,5	15	# 12	Toma Informática 1
10	12	-	0	0	-	1200	-	-	1200	10	15	# 12	Iluminación Sala Inf. 1
11-12	0	-	0	1	-	1200	1200	-	2400	12	30-50**	# 12	Aire Acond Informática 1
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	0	-	0	0	-	-	-	0	0	0	20	# 12	Circuito sin salidas
16	0	-	0	0	-	0	-	-	0	0	15	# 12	Circuito sin salidas

CUADRO DE CARGAS TABLERO TG													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
18	0	-	0	0	-	-	-	-	0	0	30	# 12	Circuito sin salidas
Total	15	0	31	3	-	6000	4920	3360	14280				
Luces							Tomas						
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)							C: Común. Tomacorriente Monofásico						
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W							E: Especial. Tomacorriente Bifásico						
* Cto. Bifásico con dos breakers monopolares.													
** Cto. Bifásico con dos breakers monopolares diferentes.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.5 Tablero TH

Cuadro 10. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TH.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TH													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN				Tensión entre fases: 208 V				
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1,2	0	-	1	1	-	1200	1380	-	2580	13	30-20*	# 12	Aire Acond.Inform. 2
3	12	-	0	0	-	-	-	1200	1200	10	30	# 12	Luces Sala Informática 2
4	3	-	2	0	-	660	-	-	660	5,5	15	# 12	Luces de Oficinas
5	0	-	4	0	-	-	720	-	720	6	15	# 12	Toma Sala Informática 2
6	0	-	6	0	-	-	-	1080	1080	9	15	# 12	Toma Sala Informática 2
7	0	-	7	0	-	1260	-	-	1260	10,5	20	# 12	Toma Sala Informática 2
8	0	-	2	0	-	-	360	-	360	3	15	# 12	Toma Sala Informática 2
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	15	0	22	1		3120	2460	2280	7860				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							
* Cto. Bifásico con dos breakers monopolares diferentes.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.6 Tablero TI

Cuadro 11.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TI.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TI													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: FFN desde regulador de tensión					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	0	0	4	0	-	720	-	-	720	6	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
2	0	0	4	0	-	-	720	-	720	6	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
3	0	0	3	0	-	540	-	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
4	0	0	3	0	-	-	540	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
5	0	0	3	0	-	540	-	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
6	0	0	3	0	-	-	540	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
7	0	0	3	0	-	540	-	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
8	0	0	3	0	-	-	540	-	540	4,5	15	# 12	Computadores Sala Inf. 1
9	-	-	30	-	-	5400			5400	16.8	30	# 10	Tablero TK
Total	0	0	56	0	-	7740	2340	-	10080				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.7 Tablero TJ

Cuadro 12. Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TJ.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TJ													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: FFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protección (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1,2	-	-	56	-	-	7740	2340	-	10080	45,8	2x40*	Nro. 8	Regulador de Tensión (Para T9 y T11)
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	-	-	56	-		7740	2340	-	10080				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescent 100VA						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							
* Cto. Bifásico con dos breakers monopolares.													

Fuente: Los Autores

3.3.1.2.8 Tablero TK

Cuadro 13.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TK.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TK													
Tipo de red: MONOFÁSICA					Acometida: FN					Tensión entre fases: 120 V			
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	0	0	6	0	-	1080	-	-	1080	9	16	Nro. 12	Computadores Sala Inf. 2
2	0	0	6	0	-	1080	-	-	1080	9	16	Nro. 12	Computadores Sala Inf. 2
3	0	0	6	0	-	1080	-	-	1080	9	16	Nro. 12	Computadores Sala Inf. 2
4	0	0	6	0	-	1080	-	-	1080	9	16	Nro. 12	Computadores Sala Inf. 2
5	0	0	6	0	-	1080	-	-	1080	9	16	Nro. 12	Computadores Sala Inf. 2
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	0	0	30	0		5400	0	0	5400				
Luces						Tomas							
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente (100VA)						C: Común. Tomacorriente Monofásico							
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W						E: Especial. Tomacorriente Bifásico							

Fuente: Los Autores

3.3.2 Cuadros de Carga Tableros de La Alianza

En esta edificación se encuentra el Tablero TL. A continuación se muestran los cuadros de carga para este tablero de distribución:

3.3.2.1 Tablero TL

Cuadro 14.Cuadro de Cargas Levantamiento Tablero TL.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TL													
Tipo de red: TRIFÁSICA			Acometida: TETRAFILAR FFFN						Tensión entre fases: 208 V				
Cto. Ramal	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda (VA)	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	6	0	8	0	-	2520	-	-	2520	21	15	# 12	Tomas y Luces Salones A4, A5 y A6
2	6	0	5	0	-	-	1980	-	1980	17	20	# 12	Tomas y Luces Salones A1, A2 y A3
3	2	0	3	0	-	-	-	900	900	7,5	15	# 12	Tomas y Luces Salones A12
4	6	0	6	0	-	2160	-	-	2160	18	20	# 12	Tomas y Luces Salones A9, A10 y A11
5	3	0	5	0	-	-	1440	-	1440	12	30	# 10	Cafetería
6	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
7	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	8	0	0	0	-	-	-	800	800	6,7	15	# 12	Luces Pasillos
11	2	0	4	0	-	1080	-	-	1080	9	20	# 12	Tomas y Luces Salones A7

CUADRO DE CARGAS TABLERO TL													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
12	4	0	3	0	-	-	1260	-	1260	11	15	# 12	Coordinación
13	8	0	5	0	-	-	-	2340	2340	20	15	# 12	Luces y Tomas sala de profesores y Salón A8
14	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
17	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
18	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	45	0	39	0		5760	4680	4040	14480				
Luces							Tomas						
C: Común. Luminaria Fluorescente o Incandescente							C: Común. Tomacorriente Monofásico						
E: Especial. Luminaria de Mercurio 150W							E: Especial. Tomacorriente Bifásico						

Fuente: Los Autores

3.4 CUADROS DE REGULACIÓN

Con el fin de garantizar un entendimiento óptimo del presente proyecto, se dividió por secciones el Plantel educativo, como se hizo para las anteriores mediciones, análisis y presentación de los resultados.

Primeramente se muestran los cálculos realizados en Excel para los alimentadores de cada uno de los tableros existentes en la institución y acto seguido se hace lo mismo con los circuitos ramales de cada uno de ellos.

Para cálculos de regulación eléctrica se tomaron las luminarias así, la potencia nominal de la mayoría de la instalación de iluminación son luminarias T12 de dos tubos de 40 W c/u, las cuales se tomaron a 100 VA (2x40 VA más 20VA por pérdidas de balastro magnético, por ser luminarias de más de 20 años), en la Casona la Alianza (luminarias de 2x75 W), se tomo la demanda por luminaria de 180 VA (2x75 VA más 30VA por pérdidas de balastro magnético, por ser luminarias de más de 20 años), para cálculos de regulación, se aplica un factor de demanda permitido en la NTC 2050 (sección 220-37 de la NTC 2050) para cálculo de regulación, tomando las cargas de tomacorrientes de carga general con un factor de demanda de $FD=1500 \text{ VA}/2400 \text{ VA}$, aproximado las cargas de tomacorriente general a 100 VA, siendo un valor ajustado a una instalación que solo tiene uso constante en oficinas, rectoría, papelería, se puede aplicar un factor de damanda para las cargas de tomas sin perjudicar el análisis y justando a un valor mas acorde.

A continuación se presentan por secciones, los cuadros de regulación para los dos pisos del Edificio Principal y para la Casona La Alianza siguiendo lo recomendado en la Norma Técnica de la ESSA y expuesto en el presente trabajo en la Sección 2.4 para el cálculo de la regulación.

Las celdas con fondo rojo en las tablas de los cuadros de regulación, significa que no cumplen con los porcentajes establecidos en la norma para la regulación.

Nota: El cálculo de regulación para los circuitos ramales se realiza teniendo en cuenta que la carga no se encuentra en su totalidad ubicada al final del circuito ramal, por lo tanto este cálculo se hace tramo a tramo.

3.4.1 Cuadros de Regulación para Alimentadores de Tableros

Cuadro 15. Cuadro de Regulación Levantamiento para Alimentadores de Tableros.

Acometida Desde Bornes del Transformador Hasta TMT									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	91.12	22.72	56	1272.320	20.737	0.610	0.610	4/0 AWG	3"

Alimentador de Tablero TGD desde TMT									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	88.96	20.8	39	811.200	38.592	0.724	1.333	1/0 AWG	2"

Alimentador del Tablero TA desde TGD									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	52.22	16.8	4	67.200	144.6	0.225	1.558	6 AWG	3/4"

Alimentador del Tablero TB desde TGD									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	27.12	9.048	5	45.240	227.59	0.238	1.571	8 AWG	3/4"

Alimentador del Tablero TL desde TGD									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	15.12	6.4	50	320.000	353.67	2.616	3.949	10 AWG	1/2"

Alimentador Del Tablero TJ desde TGD									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	10.08	5.6	40.5	226.800	92.403	1.090	2.423	4 AWG	3/4"

Alimentador Del Tablero TD desde TE									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	1.26	0.7	3	2.100	559.37	0.163	4.427	12 AWG	1/2"

Alimentador Del Tablero TE desde TG									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	1.26	0.7	2	1.400	559.37	0.109	4.264	12 AWG	1/2"

Alimentador Del Tablero TF desde TG									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	2.4	2.4	1.5	3.600	559.37	0.279	4.435	12 AWG	1/2"

Alimentador Del Tablero TG desde TH									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	16.6	9.7	4	38.800	144.6	0.130	4.155	6 AWG	3/4"

Alimentador Del Tablero TH desde TC									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	25.48	11.5	7	80.500	144.6	0.269	4.026	6 AWG	3/4"

Alimentador Del Tablero TC desde TA									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	32.68	14.3	46	657.800	144.6	2.199	3.757	6 AWG	3/4"

Alimentador Del Tablero TI desde TJ									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	10.08	5.6	2.8	15.680	92.403	0.075	2.499	4 AWG	Canaleta

Alimentador Del Tablero TK desde TI									
Cto.	Carga (kVA)	Dem (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	Reg T(%)	Calibre Conductor	Ducto
-	5.4	3	28.8	86.400	353.67	4.238	6.736	10 AWG	1/2"

Fuente: Los Autores.

3.4.2 Cuadros de Regulación para Circuitos Ramales del Edificio Principal

3.4.2.1 Circuitos Ramales de los Tableros del Primer Piso

3.4.2.1.1 Para el Tablero TA

Cuadro 16. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TA.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1.56	1.4	44.4	38.030	559.367	2.950	4.508	12 AWG	1/2"	Luces Aula 1 y 2
2	0.6	0.6	21.6	10.380	559.367	0.805	2.363	12 AWG	1/2"	Luces Aula 4
3	1.2	1.2	36.1	26.43	559.367	2.050	3.608	12 AWG	1/2"	Luces Aula 5 y 6
4	1.3	1.3	45.9	28.135	559.367	2.183	3.741	12 AWG	1/2"	Luces Aula 7 y Pasillo
5	0.72	0.4	32.1	8.88	559.367	0.689	2.247	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 5 y 6
6	1.32	1	40	15.7	559.367	1.218	2.776	12 AWG	1/2"	Luces Aulas 2 y 3 Tomas Aula 2
7	0.56	0.4	22.8	8.3	559.367	0.644	2.202	12 AWG	1/2"	Luces y Tomas Secretaría
9	1.22	0.9	32.5	21.87	559.367	1.697	3.255	12 AWG	1/2"	Rectoría
11	1.04	0.8	20.8	10.95	559.367	0.849	2.408	12 AWG	1/2"	Secretaría Académica
12	0.56	0.4	12.4	4.51	559.367	0.350	1.908	12 AWG	1/2"	Contabilidad
13	0.46	0.3	14.2	3.420	559.367	0.265	1.823	12 AWG	1/2"	Papelería
15-16-17	1	1	26.5	31.842	559.367	2.470	6.227	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TC (Regulación C-3)

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
15-16-17	0.72	0.4	15	9.54	559.367	0.7401	5.167	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TD (Regulación D-2)
15-16-17	1.26	0.7	2	1.4	559.367	0.1086	4.373	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TE (Regulación E-1)
15-16-17	2.4	2.4	2	4.8	559.367	0.3724	4.807	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TF (Regulación F-1)
15-16-17	1.44	0.8	29.9	20.27	559.367	1.5724	5.728	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TG (Regulación G-2)
15-16-17	1.2	1.2	20	16.13	559.367	1.2513	5.277	12 AWG	1/2"	Alimenta Tablero TH (Regulación H-2)
21	0.1	0.1	2	0.200	886.377	0.025	1.583	14 AWG	1/2"	Iluminación Cuarto Tableros
23	1.1	0.7	28.5	19.970	559.367	1.549	3.107	12 AWG	1/2"	Rectoría
24	1.4	1	60	48.270	559.367	3.745	5.303	12 AWG	1/2"	Baños, Tomas Aulas 6 y 7
26	0.48	0.4	28.9	10.640	559.367	0.825	2.383	12 AWG	1/2"	Portería

Fuente: Los Autores.

3.4.2.1.2 Para el Tablero TB

Cuadro 17.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TB.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1.2	1.2	47.1	36.100	559.367	2.800	4.372	12 AWG	1/2"	Iluminación Aulas 8 y Sala Lectura
2	1.2	1.2	30.4	21.420	559.367	1.662	3.233	12 AWG	1/2"	Iluminación Aulas 9 y 10
3	1.2	1.2	45	34.37	559.367	2.666	4.238	12 AWG	1/2"	Iluminación Aulas 11 y 12
6	1.68	1.6	51.6	34.37	559.367	2.666	4.238	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 13 y pasillo
8	1.52	1.2	60.8	65.565	559.367	5.086	6.658	12 AWG	1/2"	Oficinas
9	1.44	0.8	48.2	27.5	559.367	2.133	3.705	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas 10,11, 12 y 13
10	0.6	0.6	50	28.05	559.367	2.176	3.747	12 AWG	1/2"	Iluminación Biblioteca
11	2.56	1.6	44.6	28.05	559.367	2.176	3.747	12 AWG	1/2"	Biblioteca, Aulas 8, 9 y Oficina
12	0.9	0.9	33.2	24.15	559.367	1.873	3.445	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 25
13	1.08	0.6	33	13.94	559.367	1.081	2.653	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 25
14-15	2.4	2.4	30.4	72.960	559.367	1.887	3.458	12 AWG	1/2"	Toma Bif. Aula 25
27	1.08	0.6	23.1	8.030	559.367	0.208	1.779	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 26
28	0.9	0.9	22.1	14.160	559.367	1.098	2.670	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 26
29-30	2.4	2.4	20.7	49.68	559.367	1.285	2.856	12 AWG	1/2"	Toma Bif. Aula 25

3.4.2.1.3 Para el Tablero TC

Cuadro 18.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TC.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1.14	0.9	16.3	8.400	559.367	0.652	4.408	12 AWG	1/2"	Vestieres
2	0.6	0.6	14.5	5.690	559.367	0.441	4.198	12 AWG	1/2"	Iluminación Escenario
3	1	1	26.5	31.842	559.367	2.470	6.227	12 AWG	1/2"	Iluminación Auditorio
4	1	1	18	17.730	559.367	1.375	5.132	12 AWG	1/2"	Iluminación Auditorio
6	0.36	0.2	5.8	1.854	559.367	0.144	3.900	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
7	0.72	0.4	11.9	7.164	559.367	0.556	4.312	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio

Fuente: Los Autores

3.4.2.2 Circuitos Ramales de los Tableros del Segundo Piso

3.4.2.2.1 Para el Tablero TD

Cuadro 19.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TD.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0.54	0.3	10.2	1.930	559.4	0.150	4.577	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
2	0.72	0.4	15	9.540	559.4	0.740	5.167	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.2 Para el Tablero TE

Cuadro 20.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TE.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1.26	0.7	2	1.400	559.37	0.109	4.373	12 AWG	1/2"	Alimentador TD

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.3 Para el Tablero TF

Cuadro 21.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TF.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	2.4	2.4	2	4.800	559.367	0.372	4.807	12 AWG	1/2"	Modem y Switch Sala de Inf. 1

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.4 Para el Tablero TG

Cuadro 22.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TG.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1-17	2.58	2.5	4.5	14.880	559.367	0.385	4.540	12 AWG	1/2"	Toma Bifásica
2	1.44	0.8	29.9	20.270	559.367	1.572	5.728	12 AWG	1/2"	Tomas Unipaz
3	0.18	0.1	31.8	3.18	559.367	0.247	4.402	12 AWG	1/2"	Toma Informática 1
4	1.02	0.7	19.1	8.37	559.367	0.649	4.805	12 AWG	1/2"	Luces y Tomas Unipaz
5	1.08	0.6	22.4	10.24	559.367	0.794	4.950	12 AWG	1/2"	Toma Informática 1
6	1.08	0.6	19.6	8.15	559.367	0.632	4.788	12 AWG	1/2"	Toma Informática 1
7-12	2.4	2.4	18.9	45.36	559.367	1.173	5.328	12 AWG	1/2"	Toma Informática 1
8	0	0.0	0	0	559.367	0	4.155	12 AWG	1/2"	Circuito sin salidas
9	0.9	0.5	29.6	12.78	559.367	0.991	5.147	12 AWG	1/2"	Toma Informática 1
10	1.2	1.2	19.9	19.085	559.367	1.481	5.636	12 AWG	1/2"	Iluminación Sala Inf. 1
11-12	2.4	2.4	18.6	44.64	559.367	1.154	5.310	12 AWG	1/2"	Aire Acond Informática 1
15	0	0	0	0.000	559.367	0.000	4.155	12 AWG	1/2"	Cto. sin Salidas
16	0	0	0	0.000	559.367	0.000	4.155	12 AWG	1/2"	Cto. sin Salidas
17	0	0	0	0	559.367	0.000	4.155	12 AWG	1/2"	Cto. sin Salidas

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.5 Para el Tablero TH

Cuadro 23.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TH.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1-2	2.58	2.5	15.5	37.200	559.37	0.962	4.988	12 AWG	1/2"	Aire Acondicionado Sala Inform. 2
3	1.2	1.2	20	16.130	559.37	1.251	5.277	12 AWG	1/2"	Luces Sala Informática 2
4	0.66	0.5	14	3.08	559.37	0.239	4.265	12 AWG	1/2"	Luces de Oficinas
5	0.72	0.4	14.8	5.12	559.37	0.397	4.423	12 AWG	1/2"	Toma Sala Informática 2
6	1.08	0.6	19.9	9.08	559.37	0.704	4.730	12 AWG	1/2"	Toma Sala Informática 2
7	1.26	0.7	22.1	13.8	559.37	1.071	5.096	12 AWG	1/2"	Toma Sala Informática 2
8	0.36	0.2	3.9	0.68	559.37	0.053	4.078	12 AWG	1/2"	Toma Sala Informática 2

Fuente: Los Autores.

3.4.2.2.6 Para el Tablero TI

Cuadro 24.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TI.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0.72	0.4	14.3	5.390	559.367	0.418	2.917	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
2	0.72	0.4	11.6	4.330	559.367	0.336	2.835	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
3	0.54	0.3	9.1	2.59	559.367	0.201	2.700	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
4	0.54	0.3	7.7	2.09	559.367	0.162	2.661	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
5	0.54	0.3	15.3	4.45	559.367	0.345	2.844	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
6	0.54	0.3	13.9	3.94	559.367	0.306	2.804	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
7	0.54	0.3	11.7	3.38	559.367	0.262	2.761	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
8	0.54	0.3	10.3	2.88	559.367	0.223	2.722	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 1
9	5.4	3.0	28.8	86.4	353.67	4.238	6.736	10 AWG	1/2"	Tablero TK

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.7 Para el Tablero TJ

Cuadro 25.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TJ.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	10.08	5.6	6.1	34.160	227.6	1.078	3.502	8 AWG	1/2"	Regulador de Tensión (Alimentación TI y TK)

Fuente: Los Autores

3.4.2.2.8 Para el Tablero TK

Cuadro 26.Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TK.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1.08	0.6	22.8	12.760	559.367	0.990	7.726	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 2
2	1.08	0.6	18.6	9.960	559.367	0.773	7.509	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 2
3	1.08	0.6	13.2	7.12	559.367	0.552	7.289	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 2
4	1.08	0.6	7.8	3.58	559.367	0.278	7.014	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 2
5	1.08	0.6	12.1	6.24	559.367	0.484	7.221	12 AWG	1/2"	Computadores Sala Inf. 2

Fuente: Los Autores

3.4.3 Cuadros de Regulación para Circuitos Ramales de la Casona La Alianza

3.4.3.1 Circuitos Ramales del Tablero TL

Cuadro 27. Cuadro de Regulación Levantamiento Tablero TL.

Cto.	Carga (kVA)	Demanda (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	2.52	1.4	39.9	32.485	559.367	2.520	6.469	12 AWG	1/2"	Tomas y Luces Salones A4, A5 y A6
2	1.98	1.1	57.8	47.990	559.367	3.723	7.672	12 AWG	1/2"	Tomas y Luces Salones A1, A2 y A3
3	0.9	0.5	49.4	20.06	559.367	1.556	5.506	12 AWG	1/2"	Tomas y Luces Salones A12
4	2.16	1.2	69.7	56.6	559.367	4.391	8.340	12 AWG	1/2"	Tomas y Luces Salones A9, A10 y A11
5	1.44	0.8	52.3	34.38	353.67	1.686	5.636	10 AWG	1/2"	Cafetería
10	0.8	0.8	52.1	21.93	559.367	1.701	5.651	12 AWG	1/2"	Luces Pasillos
11	1.08	0.60	19.3	8.73	559.367	0.677	4.627	12 AWG	1/2"	Tomas y Luces Salones A7
12	1.26	0.7	25.2	13.61	559.367	1.056	5.005	12 AWG	1/2"	Coordinación
13	2.34	1.30	37.1	19.2	559.367	1.489	5.439	12 AWG	1/2"	Luces y Tomas Sala de Profesores y Salón A8

Fuente: Los Autores

3.4.4 Análisis y Observaciones del Estudio de Regulación

Para el análisis de la regulación se tienen en cuenta los valores teóricos de la longitud máxima y momento máximo, para circuitos de calibre 12 AWG TW Cu, con los siguientes parámetros:

- Regulación de circuito de 2% según Norma Para Cálculos y Diseño de Sistemas de Distribución ESSA (Sección 2.1.4.2).
- Factor de corrección $F_c=6$ para conexiones monofásicas desde una subestación trifásica, $F_c=2$ para conexiones bifásicas desde una subestación trifásica, $F_c=2,25$ para conexiones bifásicas con neutro desde una subestación trifásica y $F_c=1$ para conexiones trifásicas desde una subestación trifásica de la Tabla 3.26 de la Norma Para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la ESSA.
- Potencia de carga para cálculos de momento de 100 VA para las luminarias (2x40VA más 20VA por pérdidas de balastro magnético, por ser luminarias de más de 20 años), 100 VA para salidas de tomacorrientes monofásicos y 2400VA para salidas de tomacorrientes especiales (Bifásicos), se aplica un factor de demanda permitido en la NTC 2050 (sección 220-37 de la NTC 2050) para cálculo de regulación, tomando las cargas de tomacorrientes de carga general con un factor de demanda de $FD=1500VA/2400VA$, aproximado las cargas de tomacorriente general a 100 VA, siendo este un valor de cálculo para regulación de condición óptima para los cálculos en cargas aleatorias (cargas no continuas o permanentes).

Estos valores pueden dar una pauta de la problemática presente en las instalaciones que tienen problemas de regulación, se seleccionaron valores teóricos de momento y longitud máxima, basados en los valores de la Norma Técnica ESSA (Sección 2.1.4.2), por ser los parámetros más estrictos en cuanto a circuitos ramales.

A continuación se realizan cálculos teóricos de momentos y distancias de circuitos ramales para conductores de calibre 12 AWG TW Cu, por ser este el conductor predominante en la instalación eléctrica:

Momento Máximo Teórico:

$$M_{\#12 AWG TW,Cu} = \frac{\delta\% * V_L^2}{K_G * F_C} = \frac{2\% * 208^2}{6 * 559,367} = 25,7815 \text{ kVA} * m$$

Longitud Máxima Teórica aproximada:

$$p = \frac{180}{3,6} = 50 \frac{VA}{m}$$

$$l = \sqrt{\frac{M_{\#12 AWG TW,Cu}}{\frac{1}{2} * p}} = \sqrt{\frac{25,7815}{0,5 * 50}} = 32,11 \text{ m}$$

El Tablero TA tiene problemas de regulación en 5 circuitos ramales, de los cuales los circuitos A-1, A-3, A-4, A-24 y el alimentador del Tablero TC, incumplen la norma ESSA en su sección 2.1.4.2, la regulación de los circuitos ramales superan el valor máximo del 2%, el circuito trifásico A-15,A-16,A-17 que alimenta los Tableros TC, TH, TG, TD, TE y TF tiene problemas de regulación en 4 circuitos que alimentan los Tableros TC, TD, TG y TH ya que incumplen la Norma ESSA en su Sección 2.1.4.2, la regulación desde los bornes del transformador hasta el último punto de carga de circuito ramal supera el valor máximo del 5%.

La regulación desde bornes del transformador hasta el Tablero TA cumple con las normas, Norma Técnica ESSA, esta regulación es de 1,558%. Uno de los motivos para que los circuitos ramales del Tablero TA no cumplan con regulación, son las grandes distancias que hay en los circuitos (A-1, A-3, A-4 y A-24) la distancia teórica para el calibre 12 AWG TW Cu, con regulación de 2% para circuitos ramales, según Norma ESSA es de 32,11 m, hasta las últimas cargas de estos

circuitos supera los 40 metros de distancia (44,4m para A-1, 36.1m para A-3, 45.9m para A-4 y 60m para A-24) , la peor regulación de este tablero es de 6,227% (alimentador del Tablero TC).

En el Tablero TB existen problemas de regulación en un circuito ramal (B-8 de 5.056%), la regulación desde bornes del transformador hasta el Tablero TB cumple con la Norma ESSA, esta regulación es de 1,571 %. El motivo para que el circuito del Tablero TB no cumpla con regulación es la gran distancia que hay hasta la última carga del circuito, la cual supera los 60 metros de distancia (60,8 m para B-8), además la regulación desde los bornes del transformador hasta el último punto de carga de este circuito ramal supera el valor máximo del 5%, permitido por la norma ESSA, siendo esta regulación de 6,658%.

Para el Tablero TI se presenta falla en la regulación para el circuito I-9, este valor alcanza 4.238%, destacándose un gran momento para este circuito ya que alimenta el Tablero TK (Momento=86.4 kVA*m), siendo esta la causa por la cual no se cumple con regulación.

La regulación de los circuitos del Tablero TL se incumple en tres circuitos ramales (L-1, L-2, L-3 y L-4), la regulación desde bornes del transformador hasta el Tablero TL no cumple con la Norma Para Cálculos y Diseño de Sistemas de Distribución ESSA, esta regulación es de 3,949 %. El motivo para que estos circuitos del Tablero TL no cumplan con regulación, son las grandes distancias que hay hasta las últimas cargas de los circuitos, las cuales superan los 39 metros de distancia (39,9m para L-1, 57,8m para L-2 y 69,7m para L-4), además en estos circuitos predominan los altos momentos siendo 32,485kVA*m para L1, 57,8kVA*m para L-2 y 56,6kVA*m para L-4 y, teniendo en cuenta que el momento teórico para el calibre 12 AWG es de 25,781kVA*m, estos circuitos se encuentran muy por encima de este valor. En conclusión, casi el 60% de los tableros de la institución no cumple con los porcentajes de regulación establecidos en la NTC 2050 (Tableros TC, TE, TF, TG, TH, TK Y TL) y cerca de un 35% de los circuitos ramales de los diferentes tableros existentes tampoco cumplen con regulación. La mayoría de circuitos que tienen problemas de regulación es por una mala

distribución de los tableros de distribución, teniendo distancias muy largas para los circuitos ramales, esto también debido a que los switch apagadores de luminarias se encuentran en el primer piso, al lado de TA y TB, aumentando mucho las longitudes de los circuitos.

Algunos circuitos pueden realmente presentar sobrecarga, debido a que hay más de 15 puntos eléctricos, tomando el caso de un factor de potencia de 0,9 y una potencia de balasto de 20 VA, se puede ver que cada carga de luminaria de 2*75 VA puede aproximarse a 180 VA, y las luminarias de 2*40 VA a 100 VA. Permitiendo en la instalación de iluminación perdidas por tratarse de luminarias fluorescentes T12 antiguas.

3.5 CUADROS DE MEDIDAS DE AISLAMIENTO

La medición de aislamiento se realizó con el fin de conocer si existen posibles daños en los conductores a causa de sobretensiones o deterioro por calentamiento. Esta prueba es de alta importancia en el presente estudio, ya que la Institución educativa cuenta con tres salas de informática, además de otros equipos en diferentes áreas, y siendo los equipos de cómputo muy sensibles, pueden llegar a sufrir daños o inclusive la destrucción total del aparato si no están propiamente protegidos en caso de una eventual falla por cortocircuito entre conductores alimentadores de los circuitos.

En conclusión, a través de la medición del aislamiento se puede conocer el estado actual de seguridad de las instalaciones del plantel educativo. Si la resistencia es muy baja los cables tendrán fugas de corriente a tierra que pueden convertirse en puntos calientes e incluso causar un incendio.

Esta medición se realizó por medio del Megóhmetro a través del siguiente procedimiento:

- Desconexión de los diferentes equipos y apertura de interruptores asociados a luminarias del circuito a medir.

- Desenergización del circuito en el que se va a realizar la medición.
- Medición entre fases y neutro.
- Medición entre fases y tierra.
- Tabulación de los datos obtenidos.

A continuación se presentan organizados los datos medidos en esta etapa para cada edificio del Colegio que han de revelar si los conductores actuales necesitan o no ser remplazados (No se realizaron medidas para los circuitos sin salidas, ya que estos se recomienda que sean retirados).

3.5.1 Medición de Aislamiento en el Edificio Principal

3.5.1.1 Tableros del Primer Piso

Tabla 21. Cuadro de Aislamiento para TA.

Tablero TA				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,5G	1,5G	Luces Aula 1 y 2
2	12 AWG	1,4G	1,4G	Luces Aula 4
3	12 AWG	1,8G	1,8G	Luces Aula 5 y 6
4	12 AWG	1,5G	1,5G	Luces Aula 7 y Pasillo
5	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas Aula 5 y 6
6	12 AWG	1,2G	1,2G	Luces Aulas 2 y 3, Tomas Aula 2
7	12 AWG	1,5G	1,5G	Luces y Tomas Secretaría Rectoría
9	12 AWG	1,2G	1,2G	Rectoría
11	12 AWG	1,5G	1,5G	Secretaría académica
12	12 AWG	1,2G	1,2G	Contabilidad
13	12 AWG	1,2G	1,2G	Papelería
15-16-17	6 AWG	1,5G	1,5G	Alimenta tableros TG,TH, TC

Tablero TA				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
21	14 AWG	1,4G	1,4G	Iluminación cuarto tableros
23	12 AWG	1,5G	1,5G	Rectoría
24	12 AWG	1,4G	1,4G	Baños, Tomas Aulas 6 y 7
26	12 AWG	1,4G	1,4G	Portería

Fuente: Los Autores.

Tabla 22. Cuadro de Aislamiento para TB.

Tablero TB				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,4G	1,4G	Iluminación Aulas 8 y 9
2	12 AWG	1,2G	1,2G	Iluminación Aulas 9 y 10
3	12 AWG	1,4G	1,4G	Iluminación Aulas 11 y 12
6	12 AWG	1,5G	1,5G	Iluminación Aula 13 y pasillo
8	12 AWG	1,5G	1,5G	Oficinas
9	12 AWG	1,7G	1,7G	Tomas Aulas 10, 11, 12 y 13
10	12 AWG	1,7G	1,7G	Iluminación Biblioteca
11	12 AWG	1,4G	1,4G	Biblioteca, Aulas 8 y 9 y Oficina
12	12 AWG	1,4G	1,4G	Iluminación Aula 25
13	12 AWG	1,4G	1,4G	Tomas Aula 25
14, 15	12 AWG	1,2G	1,2G	Toma Bif. Aula 25
27	12 AWG	1,2G	1,2G	Tomas Aula 26
28	12 AWG	1,4G	1,4G	Iluminación Aula 26
29-30	12 AWG	1,7G	1,7G	Toma Bif. Aula 25

Fuente: Los Autores.

Tabla 23. Cuadro de Aislamiento para TC.

Tablero TC				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,2G	1,2G	Vestieres
2	12 AWG	1,5G	1,5G	Luces Escenario
3	12 AWG	1,5G	1,5G	Iluminación Auditorio
4	12 AWG	1,2G	1,2G	Iluminación Auditorio
6	12 AWG	1,4G	1,4G	Tomas Auditorio
7	12 AWG	6,3M	6,3M	Tomas Auditorio

Fuente: Los Autores.

3.5.1.2 Tableros del Segundo Piso

Tabla 24. Cuadro de Aislamiento para TD.

Tablero TD				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,8G	1,8G	Circuito B1
2	12 AWG	1,6G	1,6G	Circuito B2

Fuente: Los Autores.

Tabla 25. Cuadro de Aislamiento para TE.

Tablero TE				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,2G	1,2G	Alimenta TD

Fuente: Los Autores.

Tabla 26. Cuadro de Aislamiento para TF.

Tablero TF				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,5G	1,5G	Alimenta UPS del Router

Fuente: Los Autores.

Tabla 27. Cuadro de Aislamiento para TG.

Tablero TG				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,5G	1,5G	Toma Informática 1
2	12 AWG	1,2G	1,2G	Tomas Unipaz
3	12 AWG	1,5G	1,5G	Toma Informática 1
4	12 AWG	1,2G	1,2G	Luces y Tomas Unipaz
5	12 AWG	1,8G	1,8G	Tomas Informática 1
6	12 AWG	44M	44M	Tomas Informática 1
7	12 AWG	1,5G	1,5G	Aire Acond. Informática 1
8	12 AWG	1,8G	1,8G	Circuito sin salidas
9	12 AWG	1,0G	1,0G	Tomas Informática 1
11	12 AWG	1,5G	1,5G	Aire Acond. Informática 1
12	12 AWG	1,5G	1,5G	Aire Acond. Informática 1
16	12 AWG	1,5G	1,5G	Toma Informática 1

Fuente: Los Autores.

Tabla 28. Cuadro de Aislamiento para TH.

Tablero TH				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,2G	1,2G	Aire Acondicionado
2	12 AWG	1,2G	1,2G	Toma Informática 2
3	12 AWG	1,5G	1,5G	Luces
4	12 AWG	1,4G	1,4G	Luces
5	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas
6	12 AWG	1,8G	1,8G	Tomas
7	12 AWG	1,7G	1,7G	Tomas
8	12 AWG	1,2G	1,2G	Tomas

Fuente: Los Autores.

Tabla 29. Cuadro de Aislamiento para TI.

Tablero TI				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,5G	1,4G	Tomas Sala Inform. 1
2	12 AWG	1,5G	1,4G	Tomas Sala Inform. 1
3	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas Sala Inform. 1
4	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas Sala Inform. 1
5	12 AWG	1,5G	1,4G	Tomas Sala Inform. 1
6	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas Sala Inform. 1
7	12 AWG	1,7G	1,6G	Tomas Sala Inform. 1
8	12 AWG	1,9G	1,8G	Tomas Sala Inform. 1
9	10 AWG	1,2G	1,2G	Tablero TK

Fuente: Los Autores.

Tabla 30. Cuadro de Aislamiento para TJ.

Tablero TJ				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	4 AWG	1,8G	1,8G	Alimenta TI

Fuente: Los Autores.

Tabla 31. Cuadro de Aislamiento para TK.

Tablero TK				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	1,4G	1,4G	Cto. Computadores
2	12 AWG	1,2G	1,3G	Cto. Computadores
3	12 AWG	1,2G	1,2G	Cto. Computadores
4	12 AWG	1,2G	1,2G	Cto. Computadores

Fuente: Los Autores.

3.5.2 Medición de Aislamiento en La Casona La Alianza

Tabla 32. Cuadro de Aislamiento para TL.

Tablero TL				
Cto.	Calibre Conductor	Tipo de Medida		Observaciones
		Fase-Neutro	Fase-Tierra	
1	12 AWG	430M	430M	Tomas y Luces Salones
2	12 AWG	1,2G	1,2G	Tomas y Luces Salones
3	12 AWG	520M	520M	Tomas y Luces Salones
4	12 AWG	751M	751M	Tomas y Luces Salones
5	10 AWG	1,8G	1,8G	Cafetería
10	12 AWG	1,1G	1,1G	Tomas y Luces Salones
11	12 AWG	1,5G	1,5G	Tomas y Luces Salones
12	12 AWG	540M	540M	Tomas y Luces Oficina

Fuente: Los Autores.

3.6 ANÁLISIS DE LOS CIRCUITOS RAMALES

Después de realizados los cuadros de carga, haber realizado los cálculos de la regulación y realizado las mediciones de aislamiento para cada uno de los circuitos ramales existentes, se procede a realizar una descripción de las fallas encontradas.

La gran mayoría de los circuitos ramales tiene una regulación superior al 5% desde bornes de transformador hasta la carga más lejana del mismo, incumpliendo con lo expuesto en la Tabla 2.3 de la Norma de la ESSA.

Para el cálculo de la capacidad de corriente de los circuitos se realizó siguiendo la metodología mencionada en la norma ESSA de acuerdo a la sección 3.1.12.4 y 3.1.12.5, como se muestra a continuación:

$$I = I_n * F_{c_T} * F_{c_m}$$

Donde:

I = Capacidad de corriente corregida del conductor.

I_n = Capacidad de corriente nominal del conductor (Tabla 3.15 ESSA).

F_{c_T} = Factor de corrección por temperatura (Tabla 3.16 ESSA). Para conductores con aislamiento TW y THW se tomaron valores de temperatura entre 31-35 °C.

F_{c_M} = Factor de corrección por número de conductores por ducto (Tabla 3.17 ESSA).

A continuación se muestran las capacidades de corriente que tienen los conductores en cada uno de los circuitos ramales, los circuitos cuya capacidad de corriente está resaltada en rojo significa que la corriente del circuito ramal supera la capacidad de corriente corregida del conductor. Además se muestra si la protección que se tiene para el circuito ramal cumple con el artículo 310-15 de la norma NTC 2050 o no. Las tablas que se muestran a continuación fueron realizadas por los autores del presente proyecto.

Tabla 33. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TA.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TA									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección Adecuada
1	1.4	11,67	20	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
2	0.6	5	20	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
3	1.2	10	20	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TA									
Cto.	Demanda	I (A)	Protec.	Cond.	Icond	Nro.	Fcm	Icond	Protección
4	1.3	10,83	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
5	0.4	3,33	20	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
6	1	8,33	15	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
7	0.4	3,33	15	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	Cumple
9	0.9	7,5	15	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	Cumple
11	0.8	6,67	15	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	Cumple
12	0.4	3,33	15	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	Cumple
13	0.3	2,5	20	Nro. 12	25	3	1	20	Cumple
15-16-17	10,25	28,45	3x70	Nro. 6	65	4	0,8	48,88	No cumple
21	0.1	0,83	15	Nro. 14	20	2	1	15	Cumple
23	0.7	5,83	20	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	No cumple
24	1	8,33	20	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
26	0.4	3,33	30	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	No cumple

Tabla 34. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TB.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TB									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	1.2	10	20	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
2	1.2	10	20	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
3	1.2	10	20	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
6	1.6	13,33	20	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
8	1.2	10	15	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	Cumple
9	0.8	6,66	30	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TB									
Cto.	Demanda	I (A)	Protec.	Cond.	Icond	Nro.	Fcm	Icond	Protección
10	0.6	5	15	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	Cumple
11	1.6	13,33	40	Nro. 12	25	10	0,5	11,375	No cumple
12	0.9	7,5	15	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	Cumple
13	0.6	5	15	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	Cumple
14, 15	2.4	11,53	2x15	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	Cumple
27	0.6	5	15	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	Cumple
28	0.9	7,5	15	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	Cumple
29- 30	2.4	11,53	15 - 40	Nro. 12	25	7	0,7	15,925	No cumple

Tabla 35. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TC.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TC									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	0.9	7,5	15	Nro. 12	25	3	1	20	Cumple
2	0.6	5	15	Nro. 12	25	2	1	20	Cumple
3	1	8,33	20	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	No cumple
4	1	8,33	20	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	No cumple
6	0.2	1,66	15	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	Cumple
7	0.4	3,33	20	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	No cumple

Tabla 36. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TD.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TD									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	0.3	2,5	15	Nro.12	25	4	0,8	18,2	Cumple
2	0.4	3,33	20	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	No cumple

Tabla 37. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TE.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TE									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	0.7	7,83	20	Nro.12	25	2	1	20	Cumple

Tabla 38. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TF.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TF									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	2,4	20	20	Nro. 12	25	2	1	20	Cumple

Tabla 39. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TG.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TG									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1 , 17	2.5	12,02	2x15	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	Cumple
2	0.8	6,67	15	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	Cumple
3	0.1	0,83	15	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	Cumple
4	0.7	5,83	15	Nro. 12	25	4	0,8	18,2	Cumple
5	0.6	5	15	Nro. 12	25	5	0,8	18,2	Cumple
6	0.6	5	15	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	Cumple
7 , 12	2.4	11,54	30 - 50	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	No cumple
9	0.5	4,16	15	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	Cumple
10	1.2	10	15	Nro. 12	25	3	1	20	Cumple
11,12	2.4	11,54	30 - 50	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	No cumple

Tabla 40. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TH.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TH									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1,2	2.5	12,02	30-20	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
3	1.2	10	30	Nro.12	25	4	0,8	18,2	No cumple
4	0.5	4,16	15	Nro. 12	25	2	1	20	Cumple
5	0.4	3,33	15	Nro. 12	25	2	1	20	Cumple
6	0.6	5	15	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	Cumple
7	0.7	5,83	20	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
8	0.2	1,66	15	Nro. 12	25	9	0,7	15,925	Cumple

Tabla 41. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TI

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TI									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	0.4	3,33	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
2	0.4	3,33	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
3	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
4	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
5	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
6	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
7	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
8	0.3	2,5	15	Nro. 12	25	11	0,5	11,375	No cumple
9	3.0	25	30	Nro. 10	35	2	1	30	Cumple

Tabla 42. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TJ.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TJ									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1,2	5,6	26,92	2x40	Nro. 4	85	11	0,5	39,95	No cumple

Tabla 43. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TK

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TK									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	0,6	5	16	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
2	0,6	5	16	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
3	0,6	5	16	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
4	0,6	5	16	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple
5	0,6	5	16	Nro. 12	25	8	0,7	15,925	No cumple

Tabla 44. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TL.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TL									
Cto.	Demanda VA	I (A)	Prote c. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protecció n adecuada
1	1,4	11,66	15	12	25	10	0,5	11,375	No cumple
2	1,1	9,16	20	12	25	10	0,5	11,375	No cumple
3	0,5	4,16	15	12	25	10	0,5	11,375	No cumple
4	1,2	10	20	12	25	10	0,5	11,375	No cumple
5	0,8	6,66	30	10	35	2	1	30	Cumple
10	0,8	6,66	15	12	25	10	0,5	11,375	No cumple
11	0,6	5	20	12	25	4	0,8	18,2	No cumple
12	0,7	5,83	15	12	25	3	1	20	Cumple
13	1,3	10,83	15	12	25	4	0,8	18,2	Cumple

Tabla 45. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TGD.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TGD									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond. (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond. Correg (A)	Protección adecuada
1	16,8	46,6	3x100	6	65	4	0,8	48,88	No cumple
2	9,048	25,11	3x70	8	50	4	0,8	37,6	No cumple
3	5,6	26,92	2x70	4	85	3	1	79,9	Cumple
4	6,4	17,76	3x50	10	35	4	0,8	26,32	No cumple

Tabla 46. Capacidad de Corriente para Circuitos de Tablero TMT.

Capacidad de corriente de los conductores en circuitos ramales Tablero TMT									
Cto.	Demanda kVA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Icond (A)	Nro. Cond.	Fcm	Icond correg. (A)	Protección adecuada
1	20,8	57,74	3x125	1/0	150	4	0,8	112,8	No cumple
2	1,44	7	2x15	8	50	2	1	47	Cumple
3	0,48	2,3	2x15	8	50	2	1	47	Cumple

Se puede evidenciar que el 31.1% de los circuitos ramales están mal dimensionados por corriente, además el 53% de los circuitos no está protegido adecuadamente. Lo que se hace necesario al momento de realizar un rediseño tomar las medidas correctivas necesarias.

Además los circuitos ramales no cumplen con el rótulo de conductores no puestos a tierra (Artículo 210-4), código de colores (Artículo 210-5), ni rotulado de protecciones (Artículo 240-83). En circuito 4 del Tablero TGD que sirve de acometida al Tablero TL se perdió el aislamiento debido a que el aislamiento no es el adecuado para exposición a la luz solar directa.

3.7 NIVELES DE ILUMINACIÓN

El Colegio Humberto Gómez Nigrinis es un plantel educativo en el cual se desarrollan actividades académicas, administrativas y deportivas desde tempranas horas de la mañana hasta horas de la noche, debido a que las aulas de esta sede también son utilizadas por la Universidad Unipaz y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en modalidad nocturna cada una.

El Colegio dispone de dos edificios, en los cuales se han llevado a cabo remodelaciones tanto estructurales como eléctricas caracterizadas éstas, por no tener en cuenta el nivel de iluminación requerido para las actividades allí desarrolladas. Por consiguiente, con este proyecto se pretende cumplir con los niveles de iluminación de todas las partes del Colegio como se recomienda en el RETILAP, y así mejorar el confort y el rendimiento en las actividades desarrolladas.

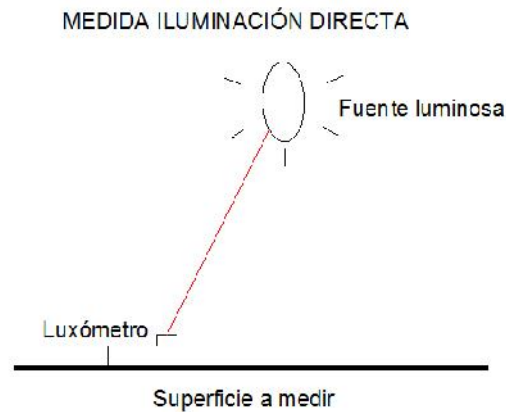
3.7.1 Iluminación Media Actual

Con la utilización del luxómetro descrito en la Sección 2.9.3 del presente trabajo, se realizaron mediciones en horas de la noche para contar con la menor incidencia de la luz del sol (condición más desfavorable) en algunas aulas y oficinas a una altura de 0.75 m (altura del plano de trabajo), la cual es la altura que se recomienda en el RETILAP para actividades en las cuales la personas permanezcan sentadas, también se midió la reflectancia de las paredes, techos y pisos dependiendo del color y material. La toma de datos para las canchas múltiples se realizó a la altura del piso por la naturaleza de estos lugares, se tomaron medidas en dos de las tres canchas existentes en la Institución, ya que la Cancha Múltiple 3 no cuenta con iluminación alguna.

Con los datos recolectados en la medición de niveles de iluminación, se pudo conocer las fallas en este sistema y así poder contar con una referencia precisa para realizar el rediseño.

La reflectancia es la relación entre flujo radiante luminoso reflejado y el flujo incidente sobre una superficie, y se expresa por la ecuación $\rho = \frac{\phi_r}{\phi_i}$, por lo tanto, primero se midió la iluminancia en cada superficie como se puede observar en la Figura 29 obteniendo así la iluminancia (E) en unidades de luxes (Lux).

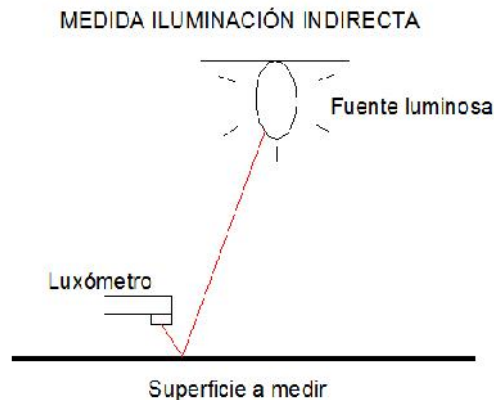
Figura 29. Esquema de medida de iluminancia directa.



Fuente: Los Autores.

Posteriormente se toman las medidas de la iluminancia reflejada por cada superficie, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 30. Esquema de Medida de Iluminancia Indirecta.



Fuente: Los Autores.

Se debe tener en cuenta que estos valores son datos puntuales y por lo tanto deben realizarse varias medidas de la iluminancia incidente y reflejada en cada punto para obtener la reflectancia promedio de cada superficie. A continuación se muestra los datos obtenidos y las reflectancias promedio para cada una de las superficies existentes en el Colegio.

Tabla 47. Reflectancias Medidas para Diversas Superficies.

SUPERFICIE	REFLEC. INCIDENTE	REFLEC. REFLEJADA	REFLEC. EN %	REFLEC. PROMEDIO
PARED BLANCA	92	73	79,35	67,05
	107	70	65,42	
	94	53	56,38	
TABLETA ROJA	159	14	8,81	11,12
	135	17	12,59	
	159	19	11,95	
PUERTA METÁLICA BLANCA	50	32,5	65	63,33
	72	50,4	70	
	83	45,65	55,01	
PARED VERDE	11	51	45,95	42,3
	97	49	50,52	
	115	35	30,43	
VENTANAS DE VIDRIO OPACO	54	12	22,22	12,54
	117	9	7,69	
	91	7	7,69	
PARED AMARILLA	105	66	62,86	52,89
	148	53	35,81	
	50	30	60,00	
BALDOSA MARRÓN	96	21	21,88	23,35
	91	20	21,98	
	145	38	26,21	
TECHO BLANCO	65	34,8	53,54	52,93
	53	27,6	52,08	
	41	21,8	53,17	

Fuente: Los Autores.

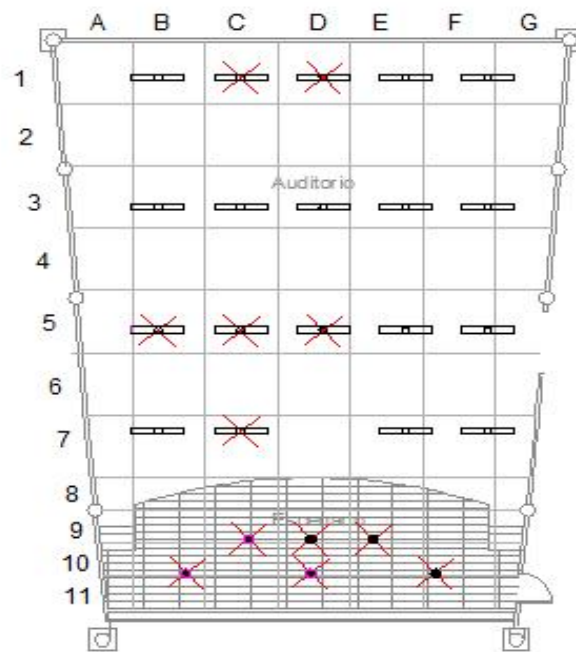
Para el cálculo de la iluminancia existente se utilizaron cuadrículas debido a que las aulas de clase no tienen distribuciones uniformes de luminarias similares a las existentes en el RETILAP ya que muchas luminarias no están funcionando. A continuación se muestran los cálculos de iluminancia para la institución, algunas

Aulas y otros locales no se midieron debido a que son idénticas entre sí, por lo tanto los datos obtenidos en la medición serán muy similares.

3.7.2 Iluminancia en el Auditorio

Para medir el auditorio se utilizó una cuadrícula de 2x2m en el lugar destinado al público y una cuadrícula menor en el escenario, a continuación se muestra la distribución de la cuadrícula y los datos obtenidos.

Figura 31. Cuadrícula para Medición Iluminancia Auditorio.



Fuente: Los Autores.

Tabla 48. Iluminancia Medida en el Auditorio.

	A	B	C	D	E	F	G
1	43	56	54	57	92	112	85
2	42	56	65	79	94	100	87
3	45	41	92	106	117	111	90
4	45	55	71	80	101	97	70
5	25	78	42	55	92	90	90

	A	B	C	D	E	F	G
6	48	68	42	52	72	94	89
7	49	67	46	36	54	82	68
8	14	13	12	12	13	15	18
9	13	21	26	15	15	17	27
10	23	18	18	20	24	20	25
11	28	25	20	13	15	19	14

Fuente: Los Autores.

Tabla 49. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Auditorio.

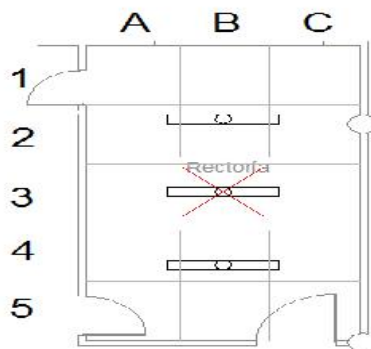
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
51,88	12	117	0,23	0,10

Fuente: Los Autores.

3.7.3 Iluminancia en Rectoría

En rectoría se utilizó una cuadrícula de 1x1m, y se midió como recomienda la norma a una altura de 0.75 m del nivel del suelo, los valores obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 32. Cuadrícula para Medición Iluminancia Rectoría.



Fuente: Los Autores.

Tabla 50. Iluminancia Medida en la Rectoría.

	A	B	C
1	163	183	130
2	173	253	165
3	176	240	168
4	211	251	179
5	231	283	155

Fuente: Los Autores.

Tabla 51. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Rectoría.

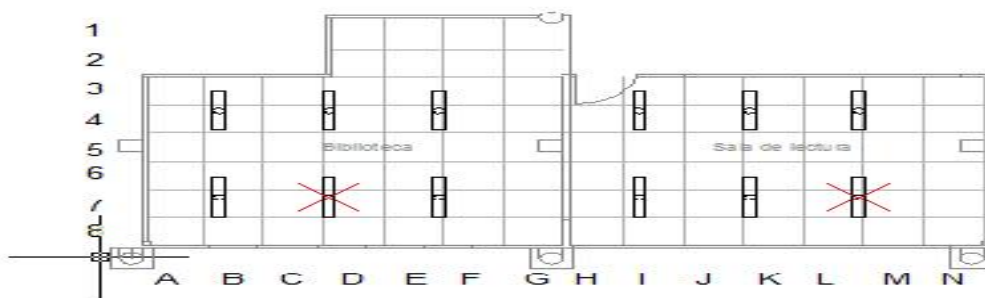
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
197,4	130	283	0,66	0,46

Fuente: Los Autores.

3.7.4 Iluminancia en Biblioteca

En la biblioteca se utilizó una cuadrícula de 1x1m, a continuación se tabulan los resultados obtenidos a una altura de 0.75 m del nivel del suelo.

Figura 33. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Biblioteca.



Fuente: Los Autores.

Tabla 52. Iluminancia Medida en Biblioteca.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	-	-	-	-	16	24	19	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	31	49	40	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	63	113	90	88	135	155	155	154	142	118
4	-	-	-	-	61	157	110	134	172	187	180	173	166	133
5	-	-	-	-	119	135	126	130	170	173	138	138	122	108
6	98	105	107	55	134	144	113	151	176	103	176	134	101	80
7	82	115	111	68	158	130	94	130	154	162	140	113	76	60
8	84	80	73	64	98	71	85	105	105	119	104	95	73	50

Fuente: Los Autores.

Tabla 53. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Biblioteca.

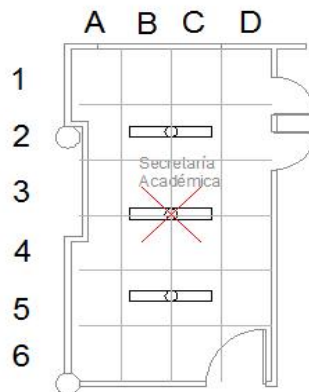
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
111,54	16	187	0,14	0,09

Fuente: Los Autores.

3.7.5 Iluminancia en Secretaría Académica

En la secretaría académica se utilizó una cuadrícula de 1x1m, y se midió a una altura de 0.75 m del nivel del suelo, a continuación se tabulan los resultados obtenidos.

Figura 34. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Secretaría Académica



Fuente: Los Autores.

Tabla 54. Iluminancia Medida en Secretaría Académica

	A	B	C	D
1	98	116	108	62
2	121	57	114	73
3	97	133	96	89
4	99	122	108	113
5	103	162	114	101
6	82	122	99	94

Fuente: Los Autores.

Tabla 55. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Secretaría Académica

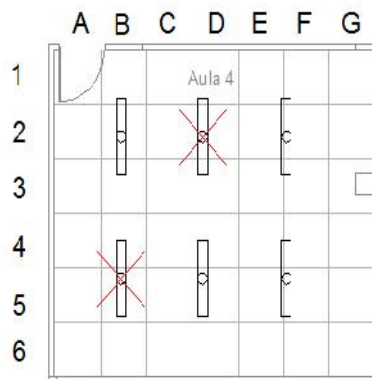
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
103,4	57	162	0,55	0,35

Fuente: Los Autores.

3.7.6 Iluminancia en Aula 4

En el aula 4 se utilizó una cuadrícula de 1x1m, y se midió a una altura de 0.75 m del nivel del suelo, a continuación se tabulan los datos obtenidos.

Figura 35. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 4.



Fuente: Los Autores.

Tabla 56. Iluminancia Medida en Aula 4

	A	B	C	D	E	F	G
1	111	133	108	124	135	118	92
2	180	209	190	163	200	196	128
3	131	190	187	193	188	175	112
4	103	140	186	218	202	163	122
5	59	104	149	198	165	134	92
6	46	67	82	96	106	82	58

Fuente: Los Autores.

Tabla 57. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 4

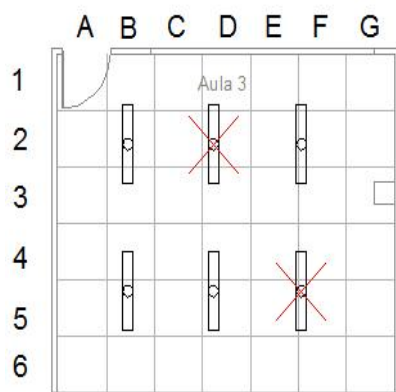
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
138,9	46	218	0,33	0,21

Fuente: Los Autores.

3.7.7 Iluminancia en Aula 3

El aula 3 es similar al Aula 1, Aula 2, Aula 4, Aula 5, Aula 6, Aula 7, Aula 8, Aula 9, Aula 10, Aula 11 y Aula 12, los resultados en las aulas no medidas son muy similares.

Figura 36. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 3



Fuente: Los Autores.

Tabla 58. Iluminancia Medida en Aula 3

	A	B	C	D	E	F	G
1	104	130	127	95	102	105	95
2	152	191	167	146	168	165	132
3	162	209	201	167	169	156	117
4	163	198	236	224	171	128	98
5	144	210	233	209	143	93	76
6	120	133	142	126	88	60	51

Fuente: Los Autores.

Tabla 59. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 3

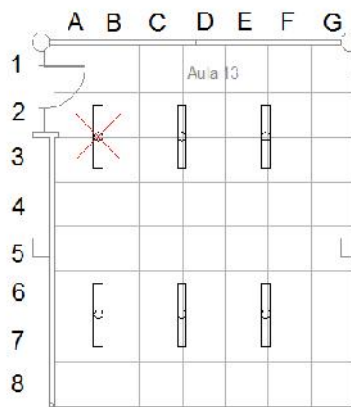
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
145,3	51	236	0,35	0,22

Fuente: Los Autores.

3.7.8 Iluminancia en Aula 13

En el Aula 13 se utilizó una cuadrícula de 1x1m, los datos obtenidos se tabulan a continuación.

Figura 37. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 13



Fuente: Los Autores.

Tabla 60. Iluminancia Medida en Aula 13

	A	B	C	D	E	F	G
1	31	49	79	80	80	76	54
2	50	75	114	126	130	94	78
3	52	76	125	136	159	121	80
4	55	73	105	106	110	88	68
5	86	104	112	110	101	86	59
6	123	170	152	132	152	118	80
7	129	160	142	160	162	117	74
8	87	88	84	96	100	73	58

Fuente: Los Autores.

Tabla 61. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 13

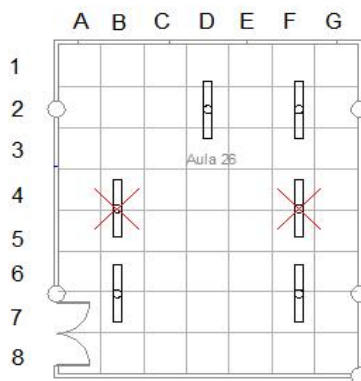
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
99,73	31	170	0,31	0,18

Fuente: Los Autores.

3.7.9 Iluminancia en Aula 26 (Laboratorio)

En el laboratorio se utilizo una cuadrícula de 1x1m, los datos obtenidos se tabulan a continuación.

Figura 38. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula 26 (Laboratorio)



Fuente: Los Autores.

Tabla 62. Iluminancia Medida en Aula 26 (Laboratorio)

	A	B	C	D	E	F	G
1	55	60	106	145	129	152	146
2	42	97	188	254	246	248	206
3	96	87	49	228	220	98	154
4	54	88	200	120	141	138	114
5	45	115	82	87	102	102	92
6	68	114	104	84	117	141	121
7	120	138	103	86	127	178	164
8	90	103	54	80	100	110	95

Fuente: Los Autores.

Tabla 63. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula 26 (Laboratorio)

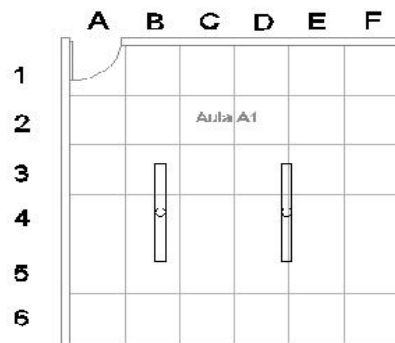
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
121,1	42	254	0,35	0,17

Fuente: Los Autores.

3.7.10 Iluminancia en Aula A1

El aula A1 es igual a las aulas A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, A10, A11, y A12 (ubicadas en la casona La Alianza), los resultados en estas aulas deben ser muy similares a los obtenidos en las Aulas A1 y A9, por lo tanto no se miden, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 39. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula A1



Fuente: Los Autores.

Tabla 64. Iluminancia Medida en Aula A1

	A	B	C	D	E	F
1	92	90	98	105	91	90
2	180	158	146	160	128	138
3	213	340	382	355	245	233
4	215	344	325	320	368	276
5	130	158	240	227	196	197
6	85	106	112	111	98	83

Fuente: Los Autores.

Tabla 65. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula A1

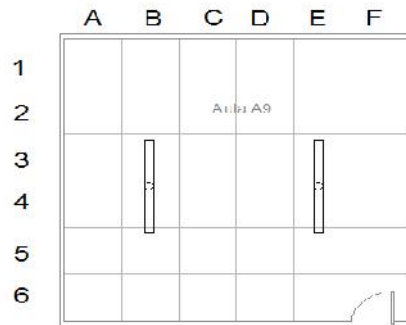
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
189,8	83	382	0,44	0,22

Fuente: Los Autores.

3.7.11 Iluminancia en Aula A9

En el Aula A9 se utilizó una cuadrícula de 1x1m, los resultados obtenidos se tabulan a continuación.

Figura 40. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Aula A9



Fuente: Los Autores.

Tabla 66. Iluminancia Medida en Aula A9

	A	B	C	D	E	F
1	46	54	48	44	74	50
2	112	173	128	141	189	100
3	197	348	205	253	316	163
4	195	310	169	200	304	164
5	111	132	101	96	163	99
6	53	54	31	41	64	47

Fuente: Los Autores.

Tabla 67. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Aula A9

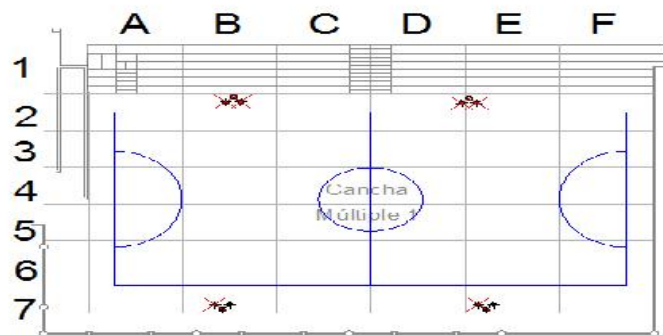
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
138,19	31	348	0,22	0,09

Fuente: Los Autores.

3.7.12 Iluminancia Cancha Múltiple 1 y Gradería

En la Cancha Múltiple 1 y su gradería se utilizó una cuadrícula de 4.32m x 2.32 m, y se midió al nivel del suelo, los datos obtenidos se tabulan a continuación.

Figura 41. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Cancha Múltiple 1 y Gradería



Fuente: Los Autores.

Tabla 68. Iluminancia Medida en Cancha Múltiple 1 y Gradería

	A	B	C	D	E	F
1	1,6	1,7	3,1	3,5	3,9	5,7
2	9,2	11,5	14,2	17,3	16,4	7,5
3	7,5	10,1	13,8	16	14	4,8
4	5,2	6,7	8,6	10,2	8,3	10,3
5	4,6	6,3	6	9,3	10,6	24
6	3,3	3,7	5	6,4	9,5	5,8
7	2,5	4,5	3,8	5,1	6,4	2,5

Fuente: Los Autores.

Tabla 69. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Cancha Múltiple 1 y Gradería

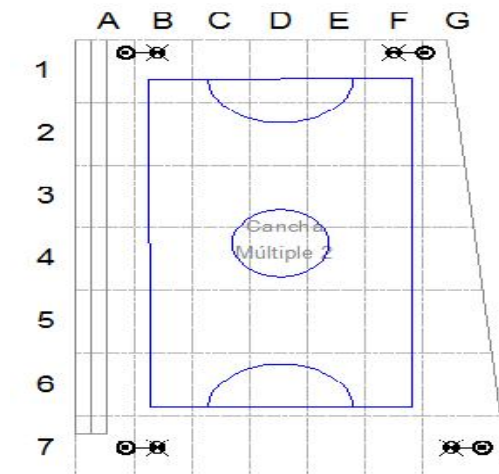
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
7,87	1,6	24	0,20	0,07

Fuente: Los Autores.

3.7.13 Iluminancia Cancha Múltiple 2 y Gradería

En la Cancha Múltiple 2 y su gradería se utilizó una cuadrícula similar a la utilizada en la Cancha Múltiple 1, de 4.38x2.85m, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 42. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Cancha Múltiple 2 y Gradería



Fuente: Los Autores.

Tabla 70. Iluminancia Medida en Cancha Múltiple 2 y Gradería

	A	B	C	D	E	F	G
1	6,7	25	109	127	54	40	17
2	13	12	53	117	102	60	23
3	10,7	27	25	46	73	54	20
4	12,9	16	21	20	19	14	12
5	13,8	22	32	35	40	39	34
6	11,5	63	97	114	97	72	59
7	11,4	205	225	225	208	272	136

Fuente: Los Autores.

Tabla 71. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Cancha Múltiple 2 y Gradería

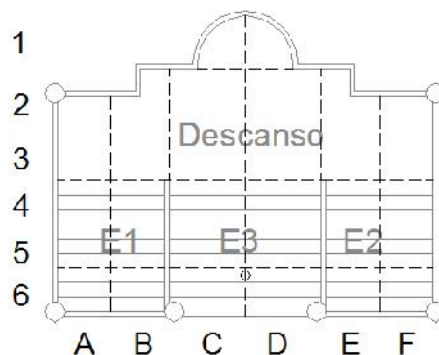
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
64,10	6,7	272	0,10	0,02

Fuente: Los Autores.

3.7.14 Iluminancia Escaleras Edificio Principal

Para las escaleras que llevan al segundo piso del edificio principal se tomaron 4 datos en cada una de las escaleras se utilizó una cuadrícula de 1.33 m x 0.88 m aproximadamente, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 43. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Escaleras Edificio Principal.



Fuente: Los Autores.

Tabla 72. Iluminancia Medida en Escaleras Edificio Principal

	A	B	C	D	E	F
1	-	-	8	9	-	-
2	4	11	13	14	15	9
3	9	10	11	12	14	10
4	14	13	18	20	14	10
5	8	10	30	27	7	7
6	12	13	35	38	14	10

Fuente: Los Autores.

Tabla 73. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Escaleras Edificio Principal

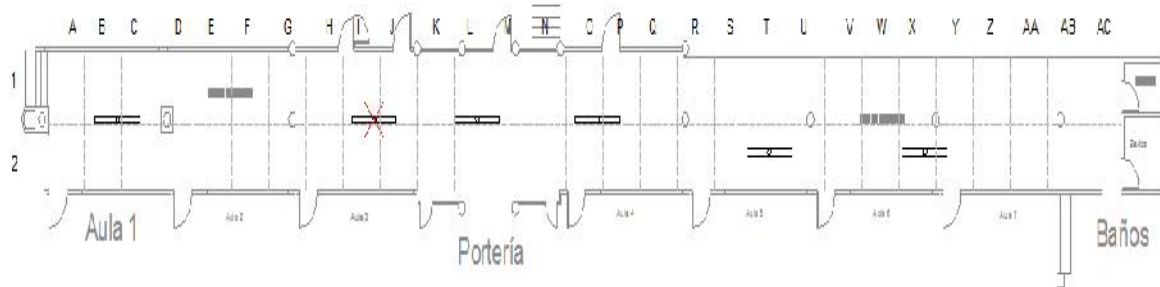
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
13,50	4	38	0,30	0,11

Fuente: Los Autores.

3.7.15 Iluminancia en Pasillo del Primer Piso del Edificio Principal

Para el pasillo del primer piso del edificio principal se utilizó una cuadrícula de 2x2m, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 44. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillo del Primer Piso del E.P.



Fuente: Los Autores.

Tabla 74. Iluminancia Medida en Pasillo del Primer Piso del E.P.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	53	193	168	32	9	7	18	62	198	176	58	106	54	40	135
2	54	206	140	34	9	8	15	70	220	190	55	118	70	43	144
	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
1	194	50	11,5	4,4	3,5	4,7	15	70	180	68	11,4	4,6	2,6	6,7	
2	184	52	6,1	4,3	3,6	5,1	10	58	182	67	13,2	4,7	3	2,3	

Fuente: Los Autores.

Tabla 75. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillo del Primer Piso del E.P.

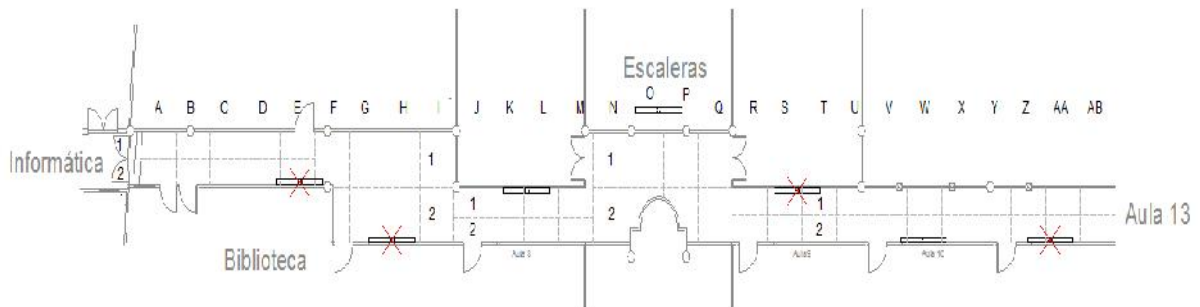
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
67,36	2,3	220	0,03	0,01

Fuente: Los Autores.

3.7.16 Iluminancia en Pasillo del Segundo Piso del Edificio Principal

En el pasillo del segundo piso del edificio principal se utilizó una cuadrícula de 2m x 2m, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 45. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillo del Segundo Piso del E.P.



Fuente: Los Autores.

Tabla 76. Iluminancia Medida en Pasillo del Segundo Piso del E.P.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	17	7,3	3,4	1,7	1,4	10,4	2,8	3,1	3,8	8,5	42,3	60	22,4	10,3
2	13	7,4	4,3	2	1,8	11	3,1	2,8	3,5	8,3	40	55,3	23,2	11
	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	18,1	12,8	19,7	3,8	2,8	2,8	6,5	20,1	89,3	145,4	38	9,6	5,2	4,2
2	17	11,8	20,1	4,1	2,6	2,7	6,8	19,8	87,6	153,2	39,2	9,1	5,1	4,2

Fuente: Los Autores.

Tabla 77. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillo del Segundo Piso del E.P.

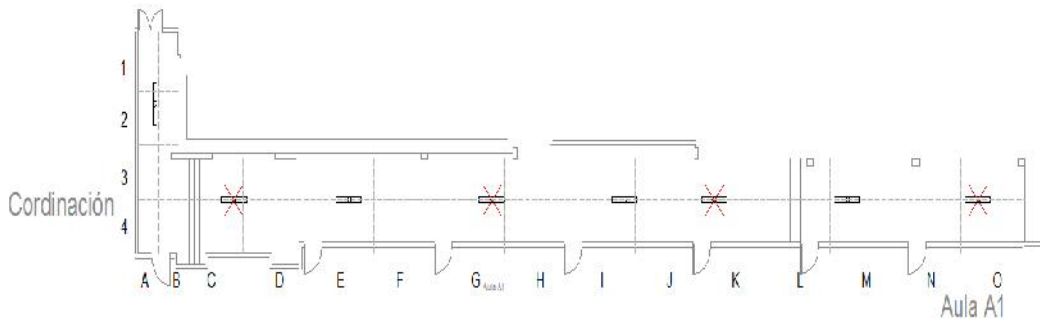
Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
19,78	1,4	153,2	0,07	0,01

Fuente: Los Autores.

3.7.17 Iluminancia Pasillos Casona La Alianza

En la casona La Alianza se utilizó una cuadrícula de 3,5x2m, los resultados obtenidos se tabulan a continuación:

Figura 46. Cuadrícula para Medición Iluminancia en Pasillos Casona La Alianza



Fuente: Los Autores.

Tabla 78. Iluminancia Medida en Pasillos Casona La Alianza

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	53	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	98	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	67	20	2,8	17	2,46	11,9	5,9	27	2,81	13,5	3,2	21,8	128	6,7	2,5
4	63,7	8,7	3,2	19,3	2,39	12,4	6,3	24	2,7	11,4	4,6	22,7	124	5,1	1,7

Fuente: Los Autores.

Tabla 79. Iluminancia, Uniformidad y Deslumbramiento en Pasillos Casona La Alianza

Em (lux)	Emín (lux)	Emáx(lux)	Emín/Em	Emín/Emáx
27,93	1,7	128	0,06	0,01

Fuente: Los Autores.

3.7.18 Resumen Iluminancia Media Medida

A continuación se presenta la Tabla80 con los cálculos realizados para las diferentes áreas de la institución. En algunas zonas no se realizó la medición, ya que son similares a otras que si fueron medidos, por lo que los resultados han de ser muy similares.

Tabla 80. Resumen Iluminancia Media Medida en las Instalaciones.

Ubicación	Área	Em (Medida)	Emín (Norma)	Coef. de Uniform.	Deslumb.	Sistema de Iluminación	Potencia	Eficiencia Energética VEEI
	m2	Lux	Lux	Emín/Em	Emín/Emáx		W	
Auditorio	217,7	51,88	300	0,23	0,1	G/Directa	936	8,287
Rectoría	20,7	197,4	300	0,66	0,46	G/Directa	156	3,817
Biblioteca	91,3	111,54	300	0,14	0,09	G/Directa	780	7,659
Secretaría Académica	20,6	103,4	300	0,55	0,35	G/Directa	156	7,323
Aula 4	42,2	138,9	300	0,33	0,21	G/Directa	312	5,322
Aula 3	39,9	145,3	300	0,35	0,22	G/Directa	312	5,381
Aula 13	55,1	99,73	300	0,31	0,18	G/Directa	390	7,097

Ubicación	Área	Em (Medida)	Emín (Norma)	Coef. de Uniform.	Deslumb.	Sistema de Iluminación	Potencia	Eficiencia Energética VEEI
	m2	Lux	Lux	Emín/Em	Emín/Emáx		W	
Aula 26	55,9	121,1	300	0,35	0,17	G/Directa	312	4,608
Aula A1	48,2	189,8	300	0,44	0,22	G/Directa	440	4,809
Aula A9	59	138,2	300	0,22	0,09	G/Directa	440	5,39
Cancha 1	552	7,87	60	0,2	0,07	G/Directa	250	5,754
Cancha 2	621,9	64,1	60	0,1	0,02	G/Directa	1000	2,508
Cancha 3	502	0	60	-	-	-	0	-
Escaleras Edf. Princ.	37,1	13,5	100	0,3	0,11	G/Directa	220	43,92
Pasillo 2do piso	127,3	19,78	50	0,07	0,01	G/Directa	660	26,2113
Pasillo 1er piso	230,9	67,36	50	0,03	0,01	G/Directa	1100	4,2434
Pasillo Alianza	155,6	27,93	50	0,06	0,01	G/Directa	288	6,626

VEEI= Px100/S*Eprom

Fuente: Los Autores.

3.7.19 Análisis de la Iluminación Existente

En la mayoría de los lugares no se pudo conocer la iluminancia, el deslumbramiento y la uniformidad existente en caso de que todas las luminarias estuvieran funcionando correctamente, por lo tanto se realizaron cálculos para conocer la iluminancia existente por el método de cavidades zonales dado en el RETILAPen este caso y se compararon estos datos con los resultados de un software utilizado para cálculos lumínicos llamado DIALUX, el cual es de distribución gratuita.

3.7.19.1 Cálculo de Iluminancia por el Método de Cavidad Zonal

A continuación se muestra un cálculo tipo para el Aula 1. Este recinto presenta las siguientes características (medidas registradas por Los Autores):

Color del techo: Blanco, reflectancia $c_t=67.05\%$.

Color paredes: Verde, reflectancia $c_l=42.3\%$.

Color piso: Tableta roja $c_p=11.12\%$.

Ventanas: Vidrio opaco $c_{lv}=12.54\%$.

Largo del local (L): 6.9 metros.

Ancho del local (A): 6 metros.

Altura total del local (h): 3 metros.

Altura de cavidad de techo (h_c): 0 metros.

Altura de cavidad de piso (h_f): 0.75 metros.

Altura de cavidad de local (h_m): 2.25 metros.

Tipo de lámpara: Fluorescente 2x39 W desnudos, flujo luminoso de 1820 lumen cada uno.

3.7.19.1.1 Cálculo de Relación de Cavidades

$$R_{CT} = \frac{5 * h_c * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 0 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 0$$
$$R_{CL} = \frac{5 * h_m * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 2.25 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 3.51$$
$$R_{CP} = \frac{5 * h_f * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 0.75 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 1.17$$

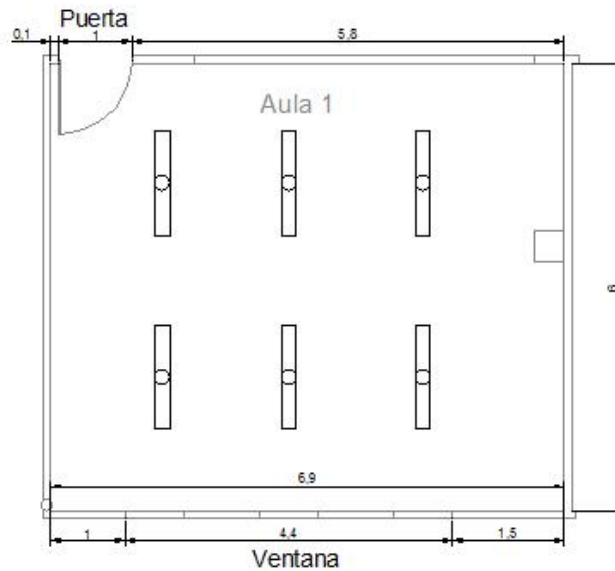
A continuación se calculará la reflectancia efectiva para cada una de las superficies del aula, tal como se especifica en el RETILAP.

En caso de que existan paredes con áreas irregulares debe calcularse la reflectancia media, tal como sucede en esta aula.

$$\rho_m = \frac{\sum \rho_i * A_i}{\sum A_i}$$

A continuación se muestra el aula a calcular con sus dimensiones.

Figura 47. Dimensiones Aula 1, dimensiones en metros.



Fuente: Los Autores.

ρ_{mcl}

$$= \frac{(2 * 1 * 0.633 + 4.4 * 1.9 * 0.1254 + 0.423 * (5.9 * 3 + 6 * 3 * 2 + 1.1 * 6.9 + 1.9 * 1.5 + 1 * 1.9))}{2 * 1 + 4.4 * 1.9 + 5.9 * 3 + 6 * 3 + 1.1 * 6.9 + 1.9 * 1.5 + 1 * 1.9}$$

$$\rho_{ml} = 0.2282 = 22.82\%$$

A continuación se presenta el cálculo de la reflectancia efectiva para el piso, la reflectancia efectiva del techo es de 67% debido a que la luminaria está montada sobre él.

Figura 48. Reflectancia Efectiva del Piso.

Reflectancia Piso		30			11	10		
Reflectancia Pared		50	42	30		50	42	30
Coeficiente de piso	1	27	25,4	23		12	11,2	10
	1,17		25,4		11,91		11,2	
	1,2	27	25,4	23		12	11,2	10

Fuente: Los Autores.

3.7.19.1.2 Determinación del Coeficiente de Utilización CU

Para determinar el Coeficiente de Utilización se utilizaron datos para diferentes tipos de luminarias dados por la IES.

A continuación se muestra el método para el cálculo del coeficiente de utilización por medio de interpolación con los datos obtenidos de las tablas de la IES (Handbook pagina 9-11).

Tabla 81. Coeficientes de Iluminación para Reflectancia del Suelo

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN PARA REFLECTANCIA DEL SUELO DE 10%								
	pct	70			67,05	50		
	pcl	50	42,3	30	-	50	42,3	30
RCL	3	0,71	0,6869	0,65	-	0,67	0,6507	0,62
	3,51		0,7089		0,7036		0,6731	
	4	0,75	0,7307	0,7	-	0,71	0,6946	0,67

Fuente: IES Handbook (Pág. 9-11).

Por lo tanto el coeficiente de utilización a utilizar con este tipo de luminaria en esta aula es de 0.7036 para una reflectancia del piso de 10%, como nuestra reflectancia del piso es de 11% se utilizará este valor y no se corregirá este valor.

3.7.19.1.3 Determinación del Factor de Mantenimiento

Para calcular el factor de mantenimiento se utilizó la siguiente formulada dada en el RETILAP:

$$FM = FE * DLB * Fb$$

Donde:

FM: Factor de mantenimiento de la instalación.

FE: Depreciación de la luminaria por ensuciamiento.

DLB: Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla.

Fb: Factor de balasto.

Para este tubo fluorescente se tiene un factor de depreciación de la luminaria de aproximadamente 0.88, un factor de depreciación por disminución del flujo luminoso por ensuciamiento de 0.78 y un factor de balasto de 0.9. Por lo tanto:

$$FM = 0.88 * 0.78 * 0.85 = 0.5834$$

3.7.19.1.4 Cálculo de Iluminación Media

Para el cálculo de la iluminancia media se utiliza la fórmula del RETILAP dada por:

$$Em = \frac{N * n * \phi_L * CU * FM}{l * a}$$

Donde:

N: Número de luminarias en el local.

n: Número de bombillas por luminaria.

ϕ_L : Flujo luminoso de una bombilla de la luminaria.

CU: Coeficiente de utilización para el plano de trabajo.

l: Longitud del local en metro.

a: Ancho del local en metros.

Para este recinto se tiene:

$$Em = \frac{6 * 2 * 1850 * 0.7036 * 0.5834}{6.9 * 6} = 220.11 \text{ lux}$$

A continuación se presenta la simulación realizada con DIALUX. La luminaria utilizada para la simulación en el Aula 4 es la siguiente:

Figura 49. Descripción Luminaria en Dialux.



Fuente: Dialux.

El aula utilizada en la simulación se presenta a continuación:

Figura 50. Aula Prueba para Calculo Tipo en Dialux.



Fuente: Los Autores.

Los resultados obtenidos por medio de Dialux para esta aula se dan a continuación.

Tabla 82. Resultados Iluminancia de Dialux para el Aula Prueba.

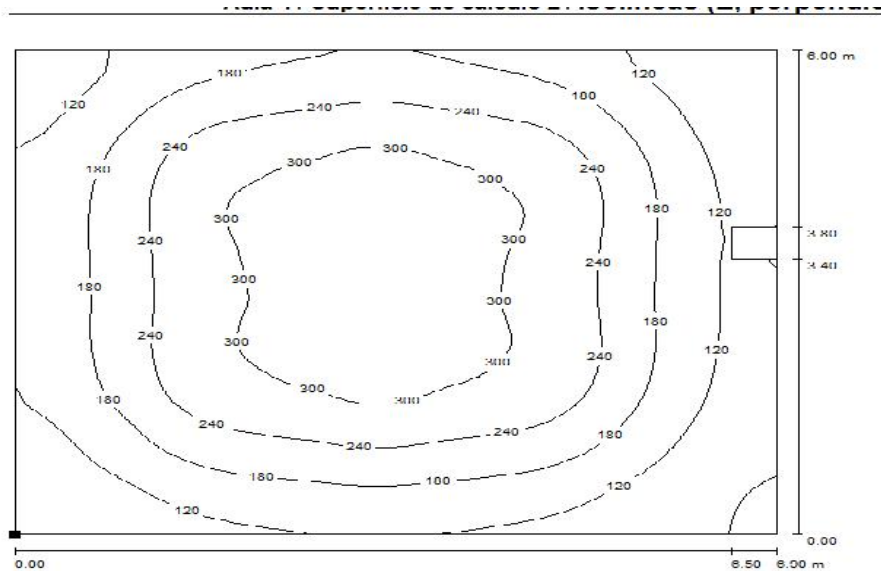
Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.57 Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	209	44	345	0.210
Suelo	11	179	67	277	0.376
Techo	67	23	13	30	0.585
Paredes (5)	43	61	15	143	/

Fuente: Dialux.

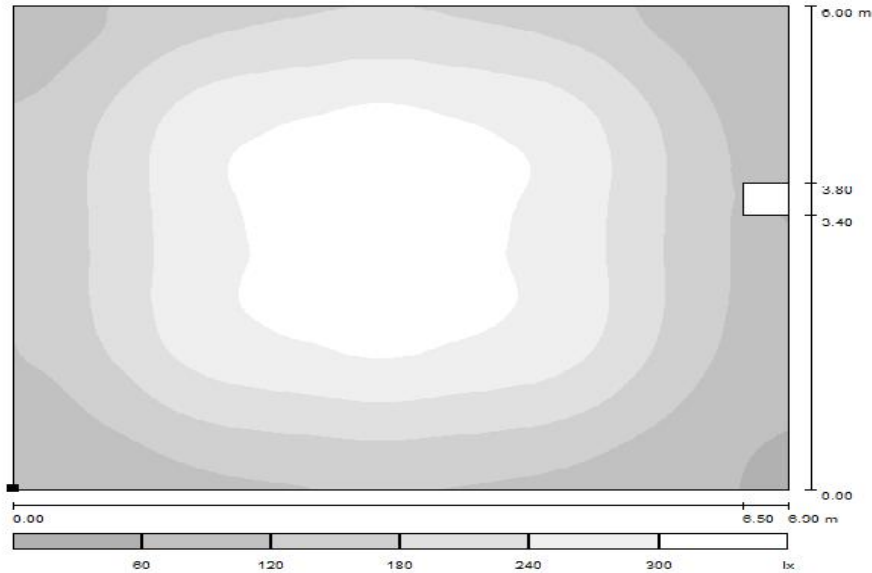
Como se puede apreciar los valor obtenidos en el método de Cavidad Zonal y el uso de software Dialux, son muy cercanos, validando el uso del software con un error de 5.047%, con valor teorico el de Cavidad Zonal.

Figura 51. Curvas Isolux de Dialux para el Aula Prueba.



Fuente: Dialux.

Figura 52. Curvas de Grises Isolux en Dialux para Aula Prueba.



Fuente: Dialux.

3.7.20 Resumen Resultados Calculados para Todas las Áreas de la Institución

A continuación se muestran en la Tabla 83 los resultados obtenidos si todas las lámparas de la institución estuvieran funcionando correctamente.

Se puede observar claramente que no se cumple en la gran mayoría de los casos con la iluminancia, la uniformidad y el deslumbramiento dados en el RETILAP (datos que se encuentran en el Anexo B), por lo que debe rediseñarse en su totalidad el sistema de iluminación del Colegio.

Tabla 83. Resumen Resultados de Iluminación para Todas las Áreas del Colegio.

Ubicación	Área	Em (Medida)	Emín (Norma)	Coef. de Unif.	Deslumb.	P	Efic. Energ. VEEI
	m ²	lux	Lux	Emín/Em	Emín/Emáx	W	
Auditorio	217,7	144	300	0,10	0,07	2100	6,66
Rectoría	20,7	182	300	0,34	0,20	160	6,45
Secretaría Rectoría	15,3	226	300	0,39	0,23	240	6,72

Ubicación	Área	Em (Medida)	Emín (Norma)	Coef. de Unif.	Deslumb.	P	Efic. Energ. VEEI
	m ²	lux	Lux	Emín/Em	Emín/Emáx	W	
Contabilidad	15,3	226	300	0,39	0,23	240	6,72
Secretaría Académica	20,6	182	300	0,34	0,20	160	6,45
Aula 1	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 2	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 3	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 4	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 5	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 6	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 7	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 8	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 9	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 10	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 11	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 12	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Aula 13	55,1	158	300	0,25	0,16	480	5,58
Aula 25	55,9	234	300	0,35	0,23	480	5,57
Aula 26	55,9	234	300	0,35	0,23	480	5,57
Unipaz	50,6	88	300	0,25	0,12	240	5,39
Sala de lectura	42,2	209	300	0,21	0,13	480	5,54
Biblioteca	49,6	172	300	0,13	0,08	480	5,64
Sala Informática 2	90,1	218	300	0,17	0,11	960	5,13
Sala Informática 1	102	188	300	0,10	0,06	960	5,06
Oficinas segundo piso	33,3	224	300	0,04	0,02	310	4,62
Almacén	15,1	80	300	0,29	0,12	180	11,98
Baños 1er piso	49	58	100	0,05	0,01	360	11,56
Vestieres	7,4	127	100	0,50	0,34	80	5,52

Ubicación	Área	Em (Medida)	Emín (Norma)	Coef. de Unif.	Deslumb.	P	Efic. Energ. VEEI
	m ²	lux	Lux	Emín/Em	Emín/Emáx	W	
Deposito	7,4	34	100	0,50	0,33	100	31,52
Aula A1	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A2	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A3	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A4	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A5	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A6	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A7	62,3	128	300	0,15	0,05	440	5,47
Aula A8	48,2	144	300	0,15	0,06	440	5,64
Aula A9	62,3	128	300	0,16	0,06	440	5,64
Aula A10	62,3	128	300	0,16	0,06	440	5,64
Aula A11	62,3	128	300	0,16	0,06	440	5,64
Aula A12	54	117	300	0,12	0,04	440	3,43
Aula A13	18,7	109	300	0,32	0,16	280	14,29
Coordinación	18,7	19	300	0,33	0,15	100	28,27
Cancha 1	552	42	60	0,26	0,10	2000	-
Cancha 2	621,9	48	60	0,42	0,15	1600	-
Cancha 3	502	0	60	-	-	-	-
Escaleras Ed. Princ.	37,1	8,09	100	0,06	0,02	75	23,47
Pasillo 2do piso	127,3	42	50	0,04	0,01	280	11,21
Pasillo 1er piso	230,9	39	50	0,02	0,00	11250	10,98
Pasillo Alianza	155,6	66	50	0,08	0,03	560	5,53
VEEI= Px100/S*Eprom W/(m2*100lux)							

Fuente: Los Autores.

3.8 ANÁLISIS EN LA CALIDAD DEL SUMINISTRO DE LA ENERGÍA

Fecha de la Medición: 21 de Marzo al 29 de Marzo de 2.012.

Datos de la Subestación: Estos datos se presentan en la Tabla 5.

Figura 53. Fotografía del Montaje del Analizador de Redes.



Fuente: Los Autores.

3.8.1 Resultados Globales Obtenidos

Figura 54. Resultados Globales Obtenidos del Análisis de la Calidad.

	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
<u>Vmax</u>	126.74 [V]	125.35 [V]	125.51 [V]	0.144 [V]
<u>Vmin</u>	108.4 [V]	108.6 [V]	108.7[V]	0.031 [V]
<u>I_{max}</u>	80.3 [A]	69.64 [A]	75.8 [A]	0.821 [A]
<u>I_{min}</u>	3.59 [A]	1.95 [A]	2.33 [A]	0.524 [A]

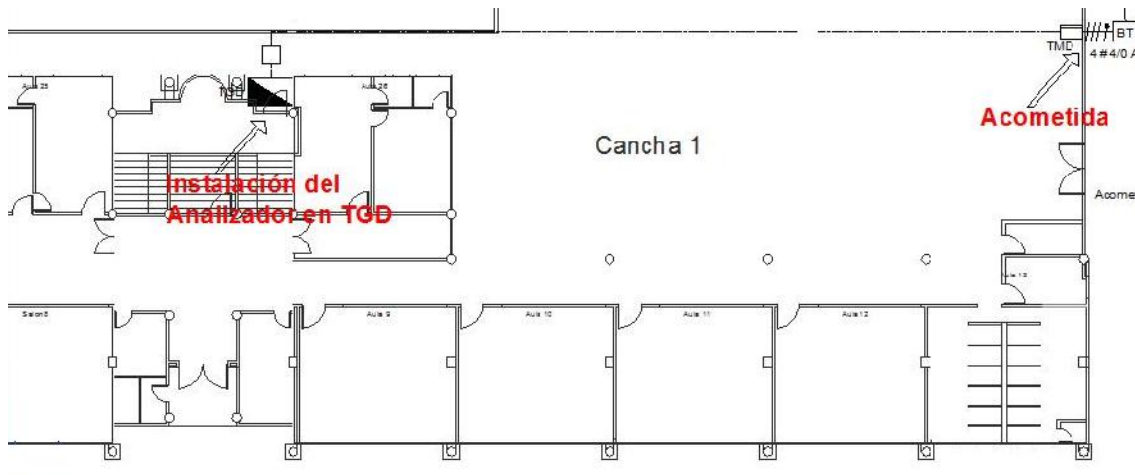
	Fase A	Fase B	Fase C
THD (Tensión)	5.74%	5.17%	5.84%
THD (Corriente)	22.57%	19.97%	18.91%

Demanda del transformador	47.87%
Potencia Aparente <u>max.</u>	20.85 [kVA]
Potencia Activa <u>max.</u>	19.42 [kW]
Potencia Reactiva <u>max.</u>	7.59 [kVAr]
Factor de potencia promedio	0.875

Fuente: Los Autores.

Para el estudio de la calidad de la energía del colegio se instaló un analizador de redes con características descritas en la Sección 2.9.1, se instaló en las barras del Tablero TGD para obtener los datos que concierne la carga total del colegio, enseguida se muestra de la ubicación del analizador de redes.

Figura 55.Ubicación del Analizador de Redes.



Fuente: Los Autores.

Para el estudio de la calidad de la energía se analizan los datos obtenidos de 9 días de conexión de analizador de redes para obtener valores máximos y mínimos de tensión, corriente, potencia y distorsión armónica. Los valores obtenidos se comprobarán más adelante con los valores exigidos por las normas técnicas para calidad de suministro eléctrico, NTC 1340 de 2004 y IEEE 1159 del 2009.

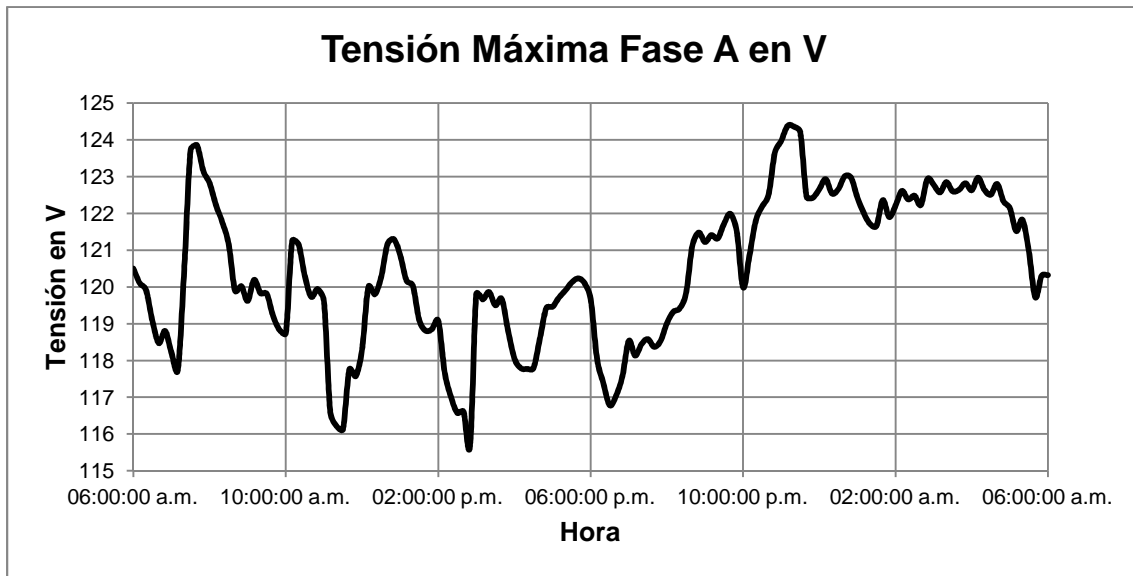
Enseguida se dispone de las gráficas del segundo día de medición (22 de marzo), como un día tipo para análisis de la calidad del suministro eléctrico y después se realizará el análisis de los 9 días completos de medición.

3.8.2 Diagramas De Tensión

Medido desde 22/03/2012 06:00:00.0 a.m. Hasta 22/03/2012 06:00:00.0 a.m.

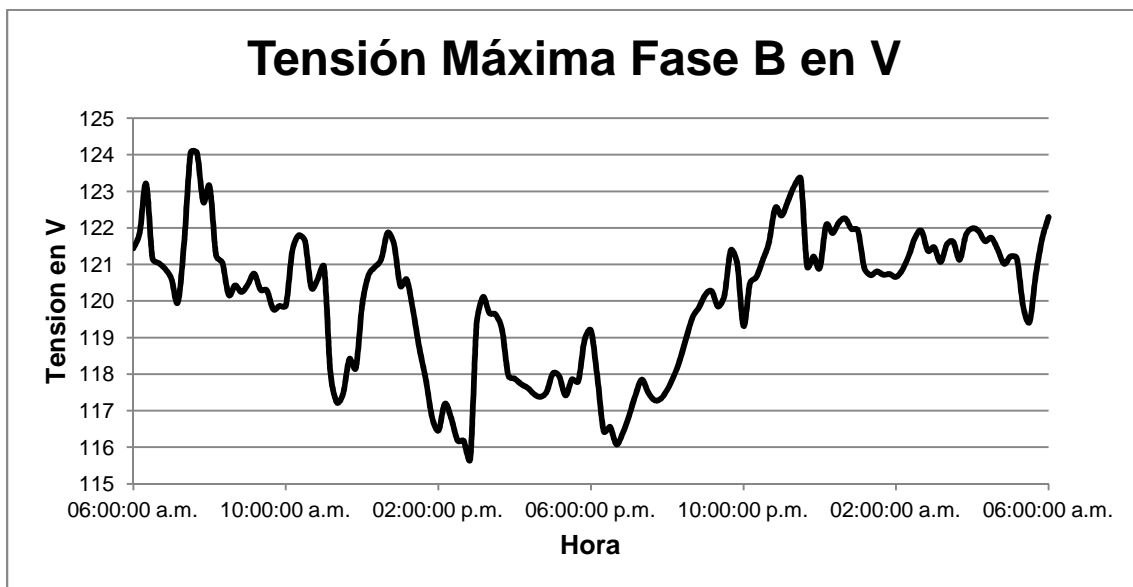
3.8.2.1 Tensiones Máximas

Figura 56. Tensión Máxima para Fase A.



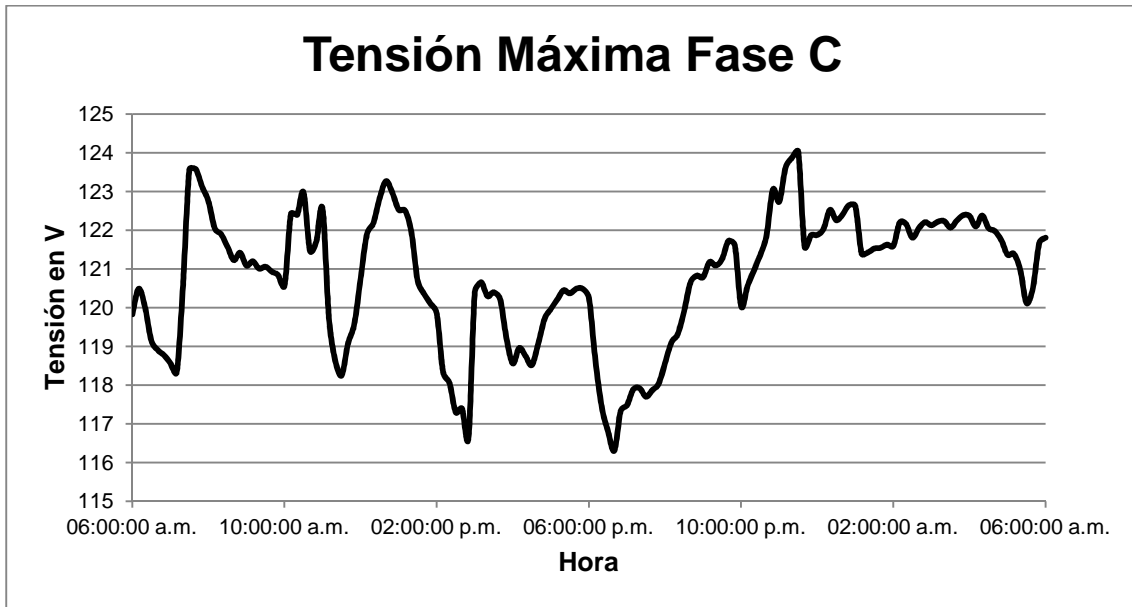
Fuente: Los Autores.

Figura 57. Tensión Máxima para Fase B.



Fuente: Los Autores.

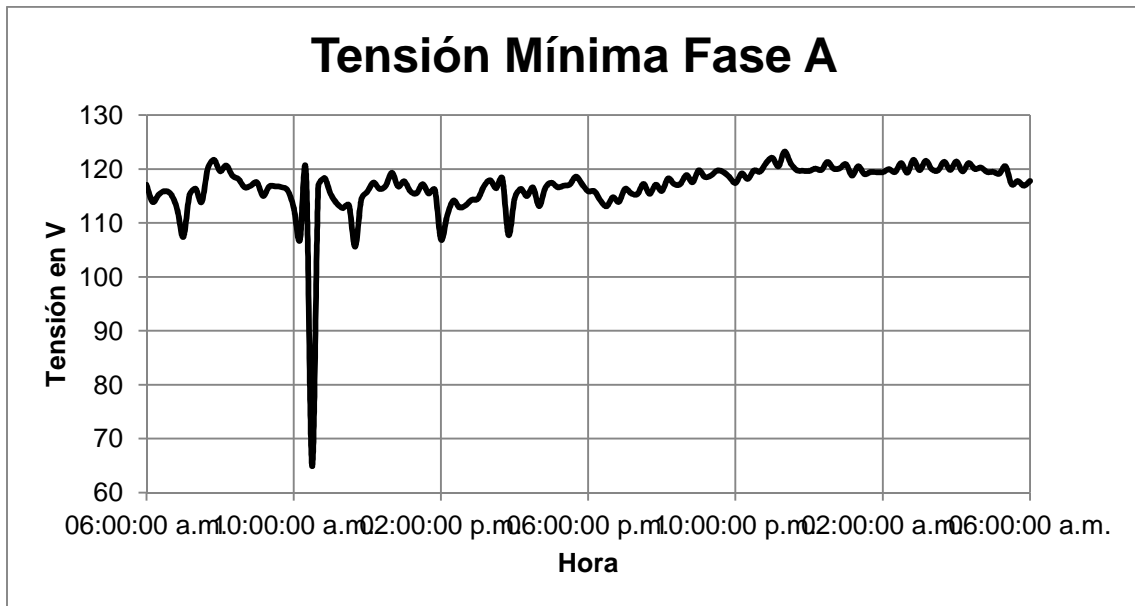
Figura 58. Tensión Máxima para Fase C.



Fuente: Los Autores.

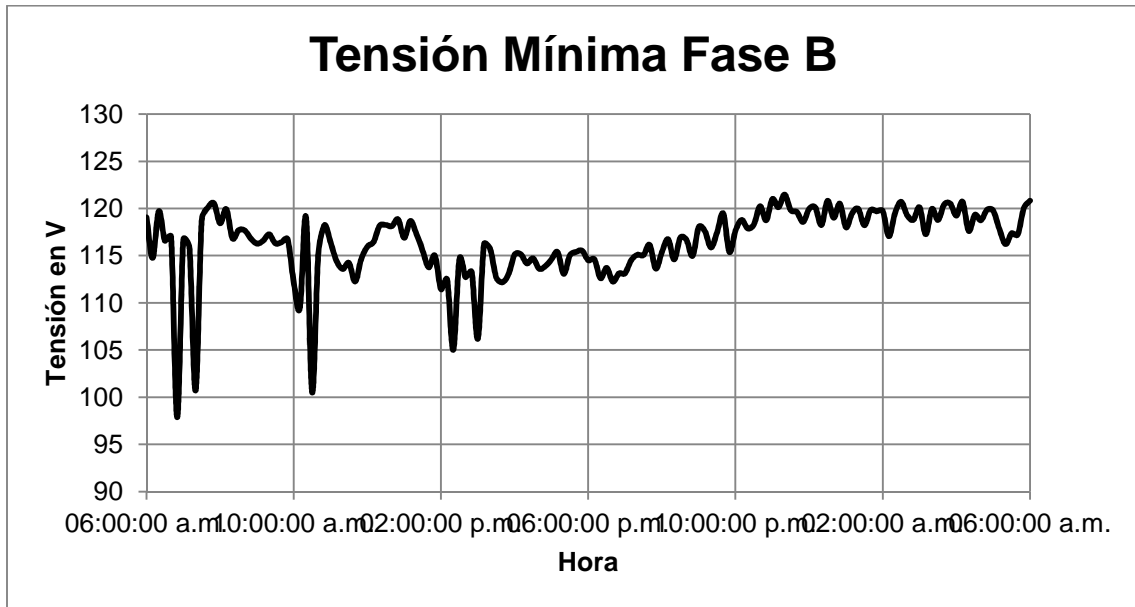
3.8.2.2 Tensiones Mínimas

Figura 59. Tensión Mínima para Fase A.



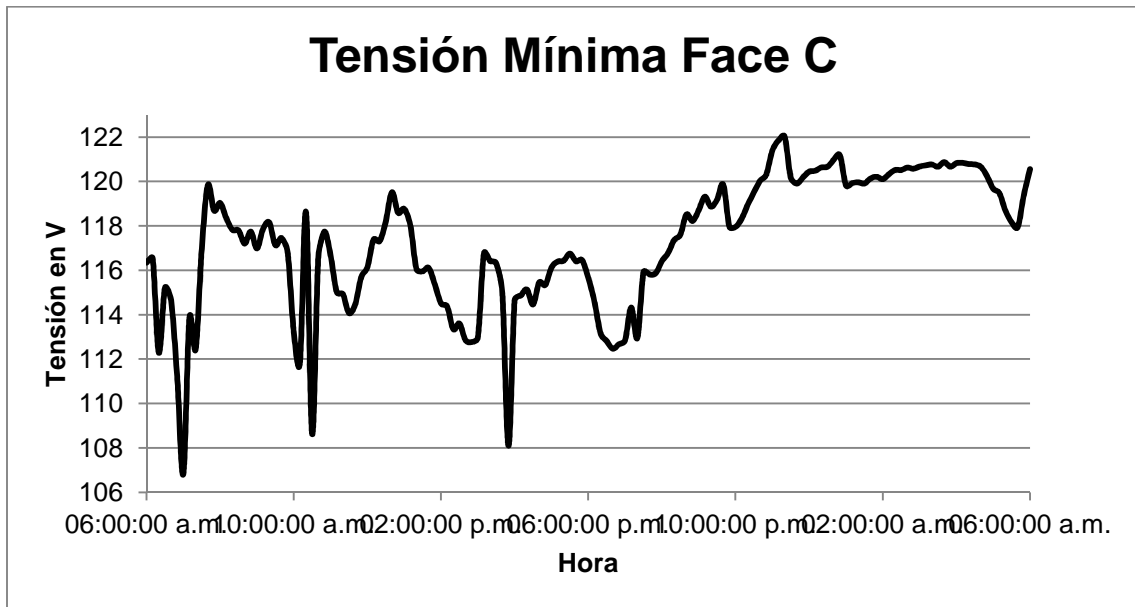
Fuente: Los Autores.

Figura 60. Tensión Mínima para Fase B.



Fuente: Los Autores.

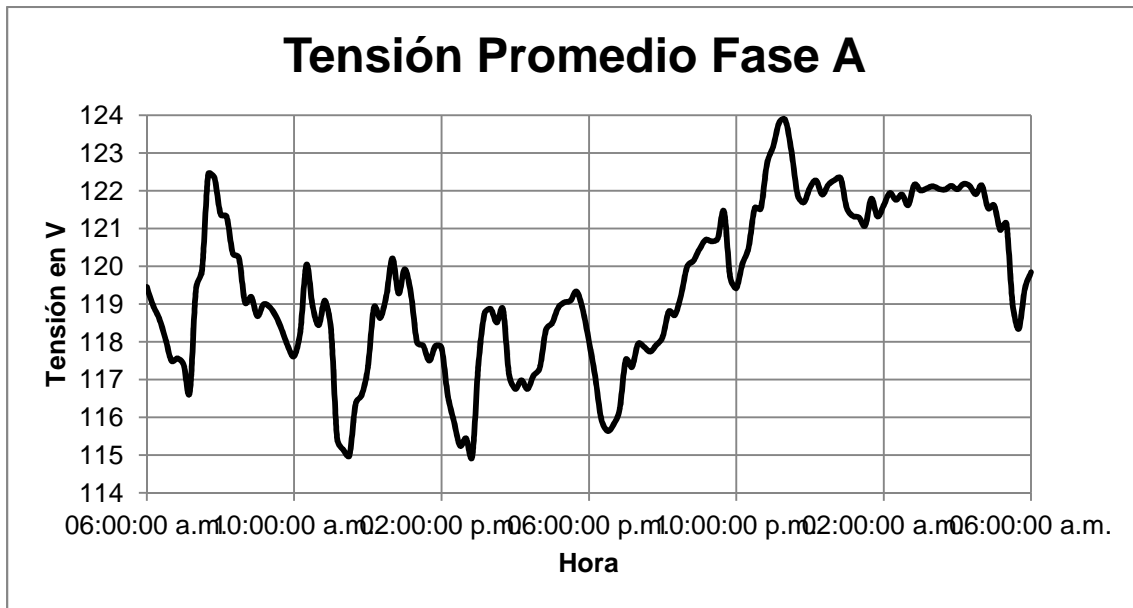
Figura 61. Tensión Mínima para Fase C.



Fuente: Los Autores.

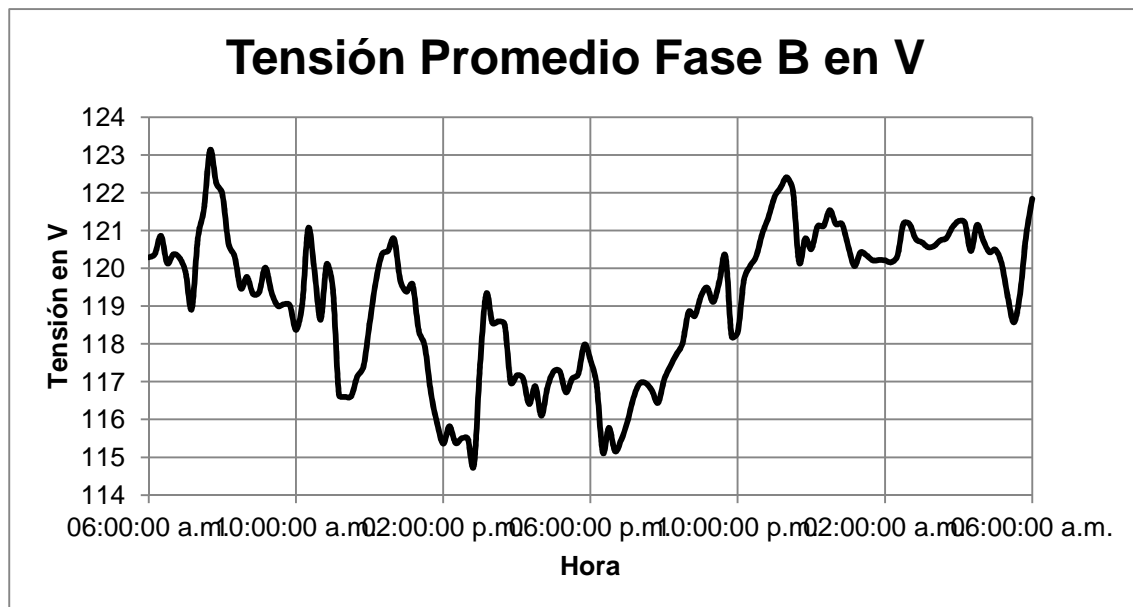
3.8.2.3 Tensiones Promedio

Figura 62. Tensión Promedio Fase A.



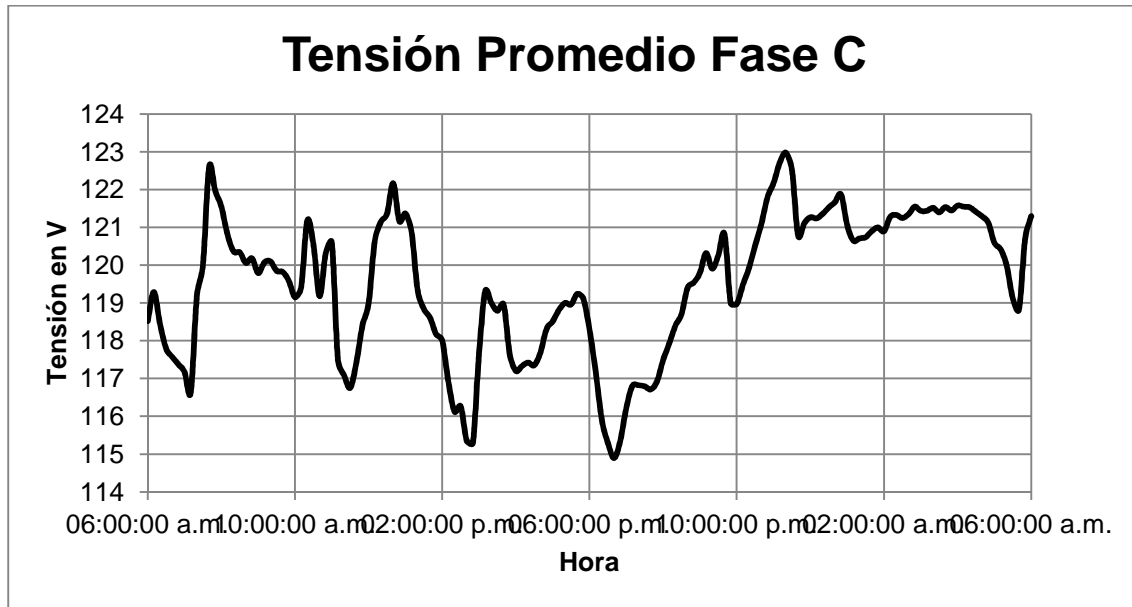
Fuente: Los Autores.

Figura 63. Tensión Promedio Fase B.



Fuente: Los Autores.

Figura 64. Tensión Promedio Fase C.



Fuente: Los Autores.

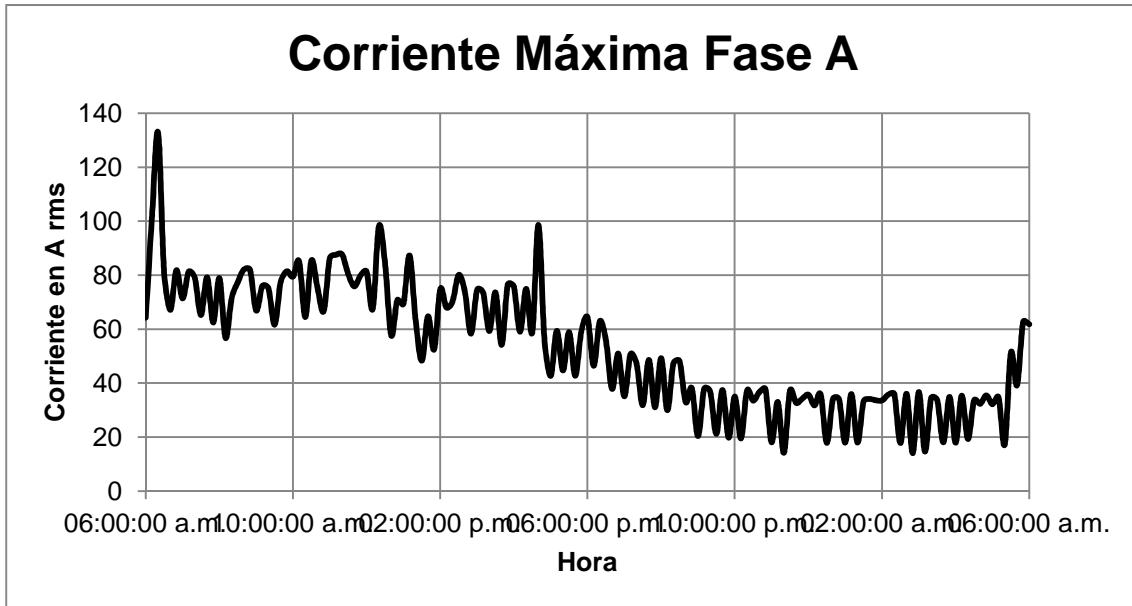
En las gráficas de las Figuras 56 a la 64 se logra apreciar una variación en el nivel de tensión entre los 124,4 [V] y los 113.8 [V], como puede observarse hay flickers debidos a la carga, principalmente cargas de cómputo y luminarias fluorescentes T12 (Los tableros de carga de computo de las salas de informática 1 y 2 y cargas de aire acondicionado para estas salas, son los siguiente TD, TE, TF, TG, TI, TJ, TK), más adelante se evidencian problemas de armónicos debido al tipo de carga anteriormente mencionados.

3.8.3 Diagrama de Corrientes

Medido desde 22/03/2012 06:00:00.0 a.m. Hasta 23/03/2012 06:00:00.0 a.m.

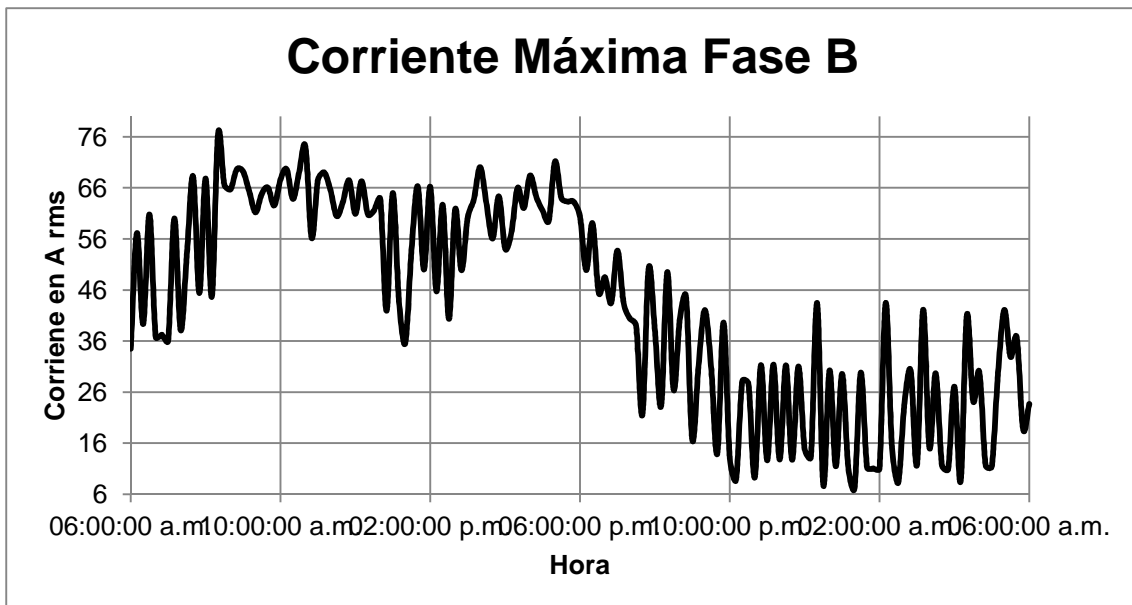
3.8.3.1 Corrientes Máximas

Figura 65. Corriente Máxima para Fase A.



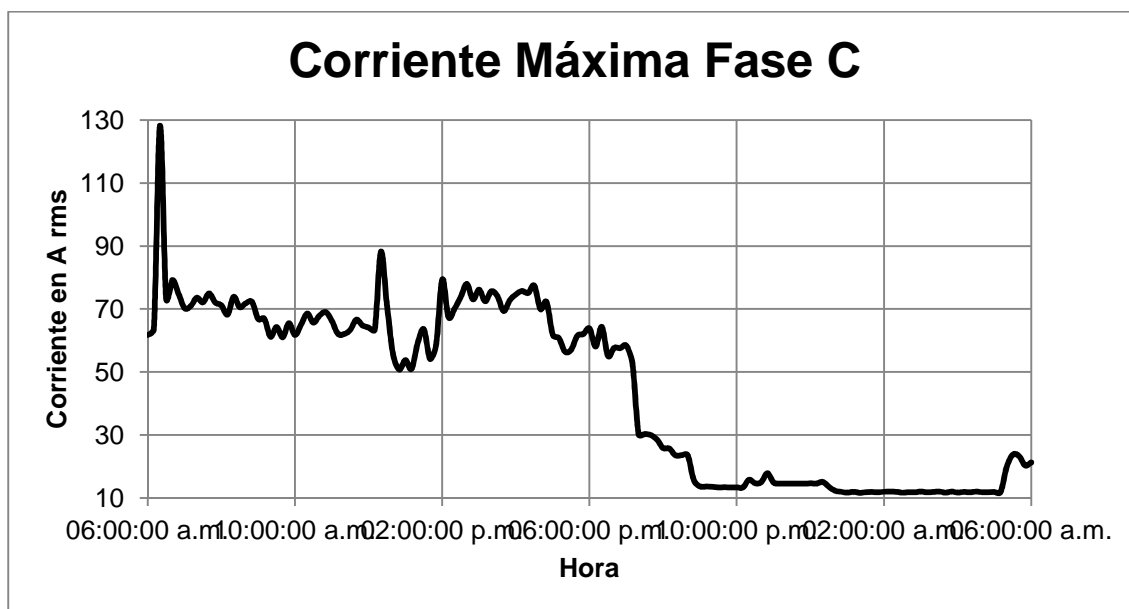
Fuente: Los Autores.

Figura 66. Corriente Máxima para Fase B.



Fuente: Los Autores.

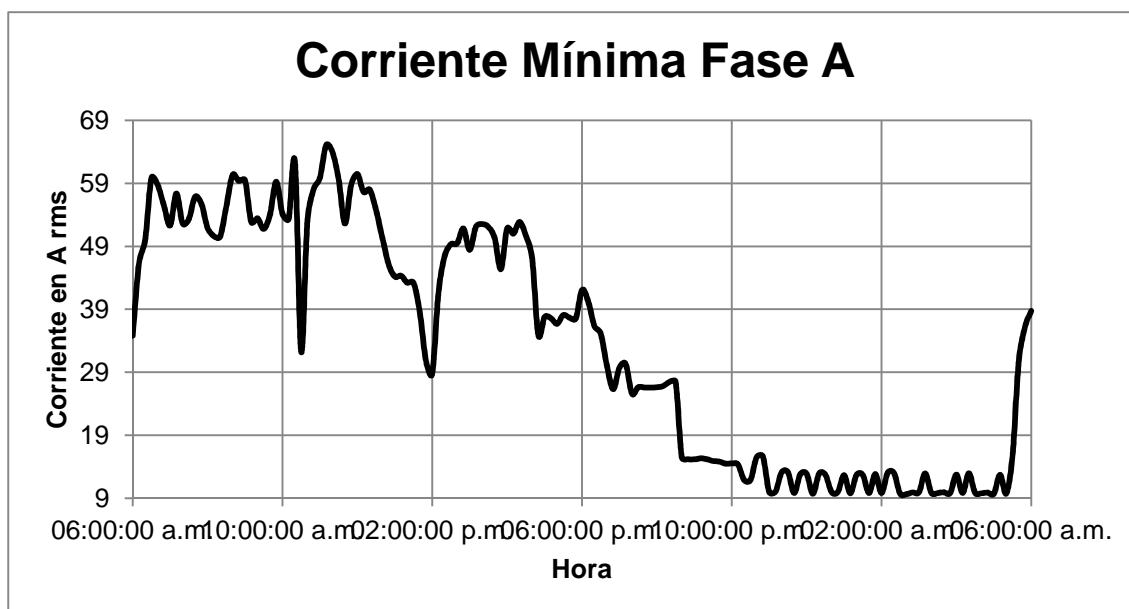
Figura 67. Corriente Máxima para Fase C.



Fuente: Los Autores.

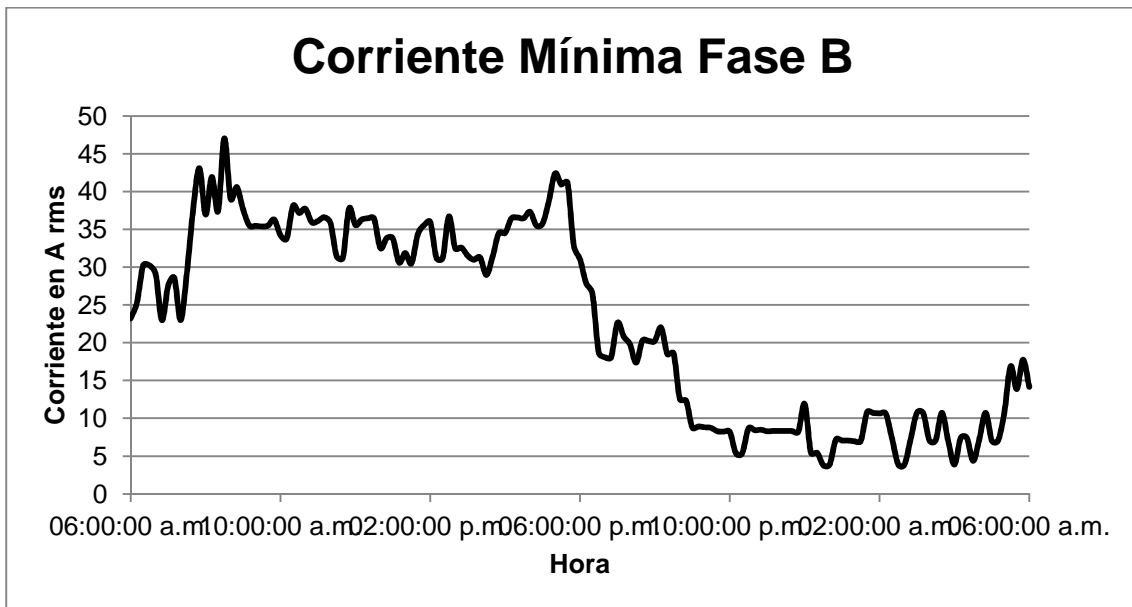
3.8.3.2 Corrientes Mínimas

Figura 68. Corriente Mínima para Fase A.



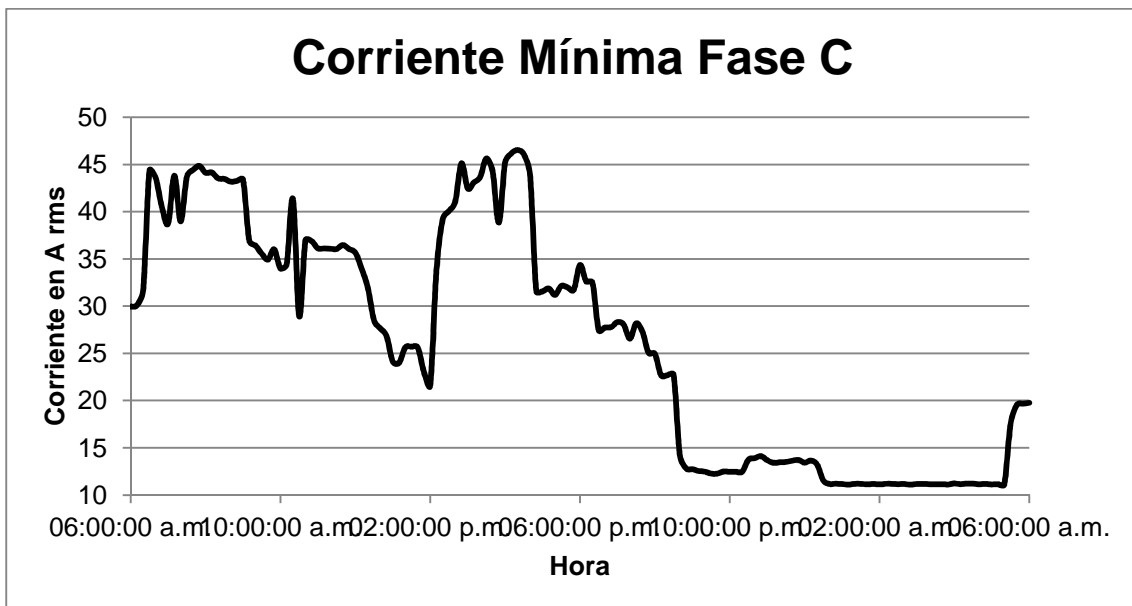
Fuente: Los Autores.

Figura 69. Corriente Mínima para Fase B.



Fuente: Los Autores.

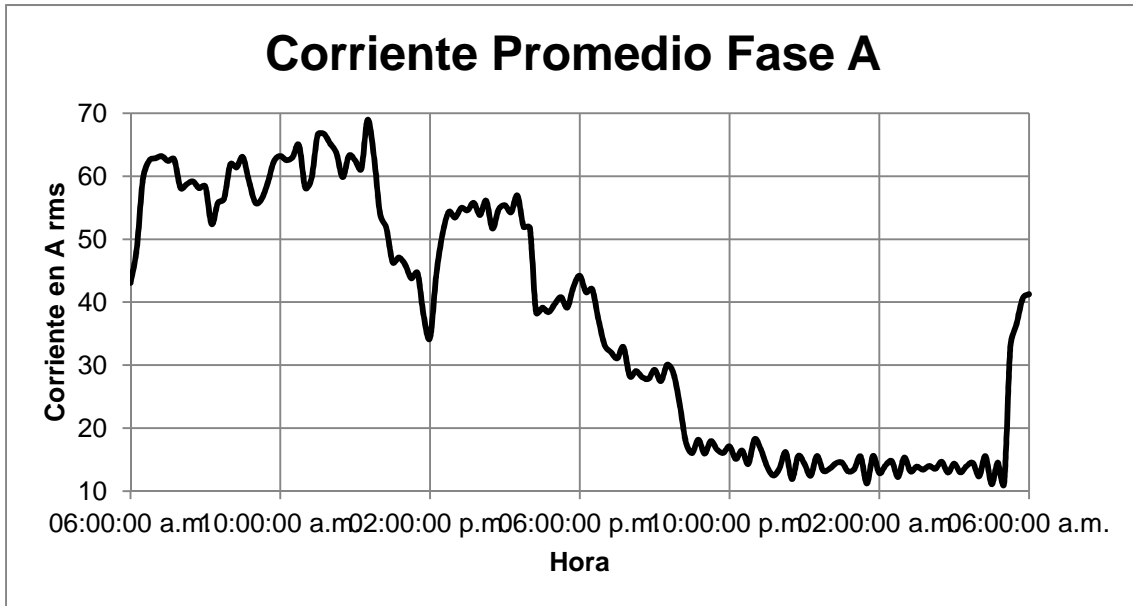
Figura 70. Corriente Mínima para Fase C.



Fuente: Los Autores.

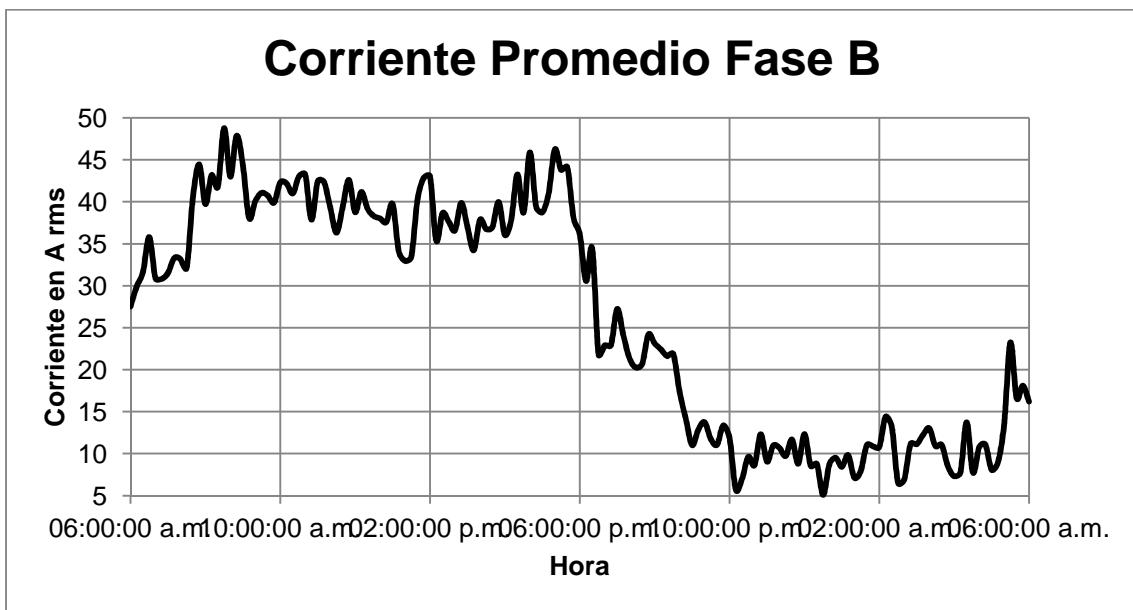
3.8.3.3 Corrientes Promedio

Figura 71. Corriente Promedio para Fase A.



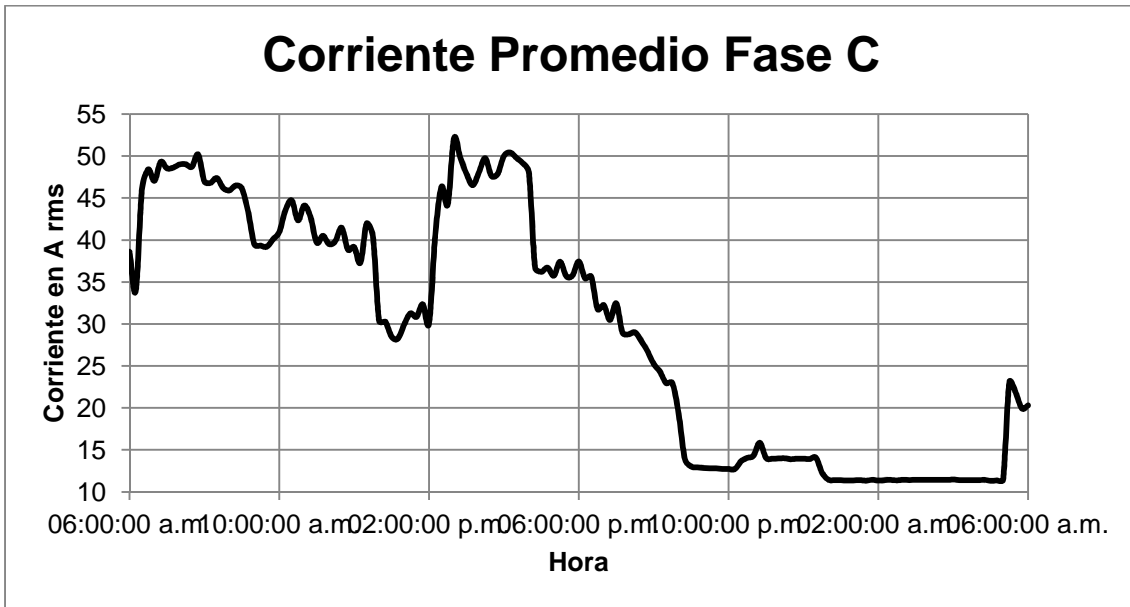
Fuente: Los Autores.

Figura 72. Corriente Promedio para Fase B.



Fuente: Los Autores.

Figura 73. Corriente Promedio para Fase C.



Fuente: Los Autores.

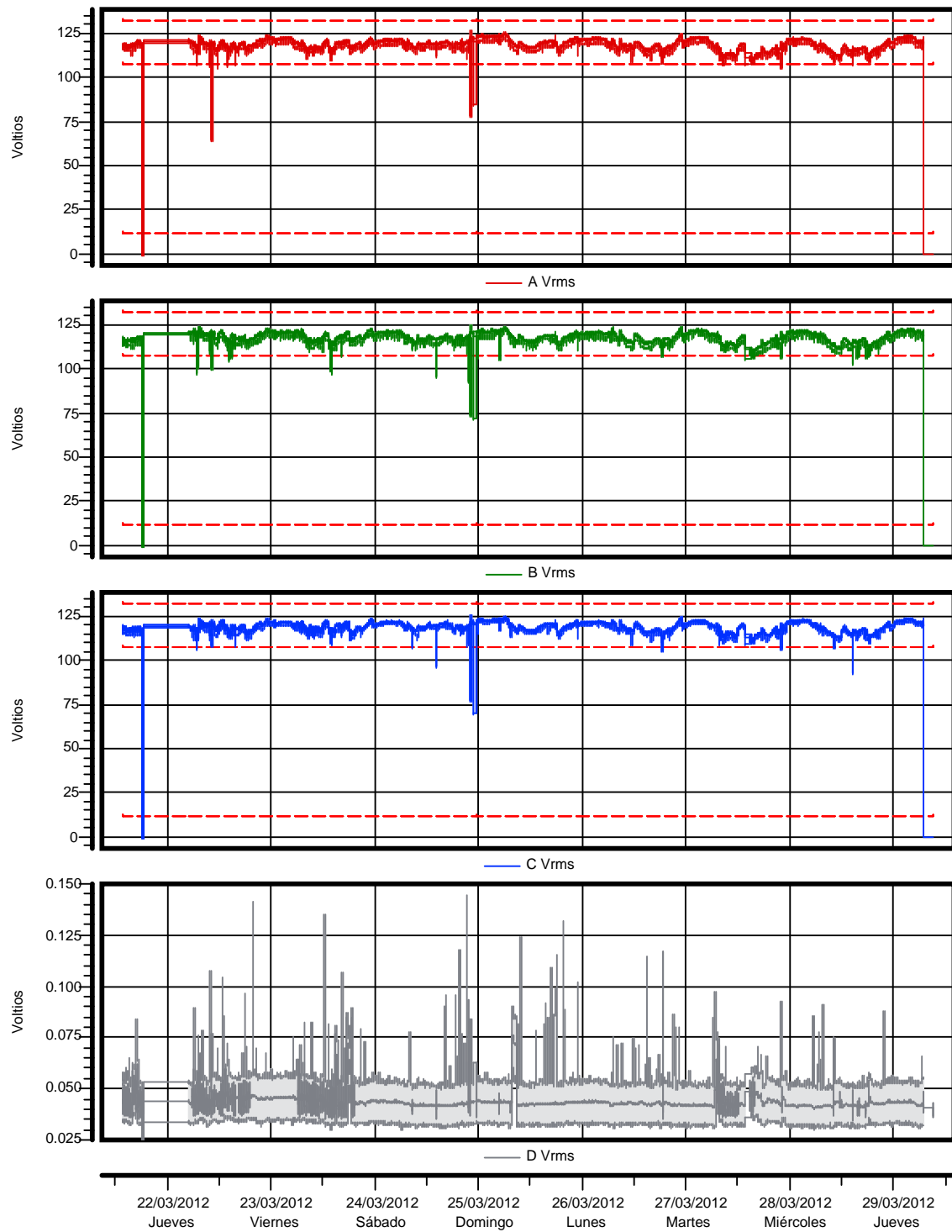
En las gráficas de las Figuras 65 a la 73 se observa que durante los períodos de máxima carga se alcanzan niveles de aproximadamente entre 60 a 80 [A] y corriente máxima en promedio de 60 [A]. Se puede observar que las fases siguen un comportamiento de carga similar pero en los momentos de mayor carga las fases presentan diferencias de 5 a 15 amperios aproximadamente entre una fase y otra, tiene mayor carga la fase A que las fases B y C, el desbalance de carga no es muy pronunciado.

3.8.4 Diagramas de Tensiones del Período Medido

Enseguida se disponen de las gráficas de tensión de cada una de las fases para los 9 días de conexión con el respectivo análisis de la calidad de la energía.

Medido desde 21/03/2012 08:53:52.0 Hasta 29/03/2012 14:02:09.0

Figura 74. Diagrama de Tensiones del Período Completo.



Fuente: Los Autores.

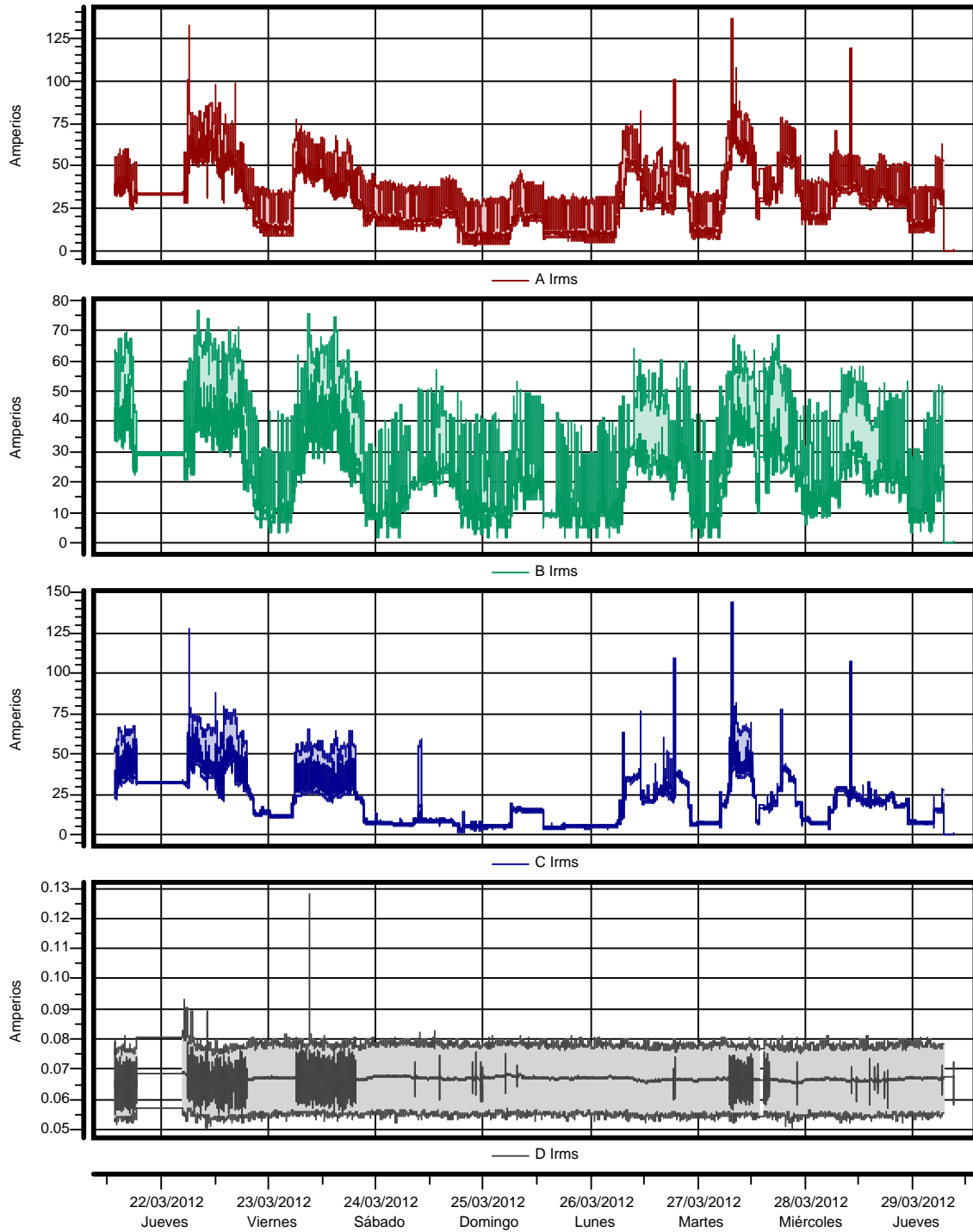
En la Figura 74 se logra apreciar una variación en el nivel de tensión entre los 125 [V] y los 108 [V], como puede observarse hay pérdida del flujo eléctrico en un corto instante de tiempo el día jueves, el rango de tensiones en los cuales funciona la instalación eléctrica en el punto de medida observado cumplen con el rango de tensiones según la norma técnica colombiana NTC 1340, donde las tensiones por encima de la tensión nominal de 120 V deben ser del 5% (126 V) y las tensiones por debajo de la nominal deben ser de -10% (108 V). Se puede apreciar que hay caídas de tensión momentánea de una sola fase el jueves por debajo de 75 V y que entre el día sábado y domingo hay una súbita caída voltaje en las tres fases en el orden de 75 V.

3.8.5 Diagramas de Corrientes del Período Medido

Enseguida se disponen de las gráficas de corrientes para cada una de las fases en los 9 días de conexión con el respectivo análisis de la calidad de la energía.

Medido desde 11/08/2011 11:25:01,0Hasta 12/08/2011 12:35:58,0

Figura 75. Diagrama de Corrientes del Período Completo.



Fuente: Los Autores.

Durante los períodos de plena carga se alcanzan niveles de aproximadamente 80 [A]. Se puede apreciar que hay eventos (Transitorios) que ocurren al momento conectar o desconectar carga, de forma simultánea como las salas de informática o aires acondicionados, el valor máximo de estas sobrecorrientes instantáneas es de 148,68 [A].

Hay que anotar que la escala a la cual las pinzas de corriente del analizador de redes se auto ajusto fue a una escala de 200 A, pudiendo algunos picos ser ruido de señal.

Enseguida se realiza el estudio de armónicos y determinación del cumplimiento de la norma IEEE 1159 del 2009, como un parámetro para tener buenas condiciones en la instalación eléctrica y en la carga.

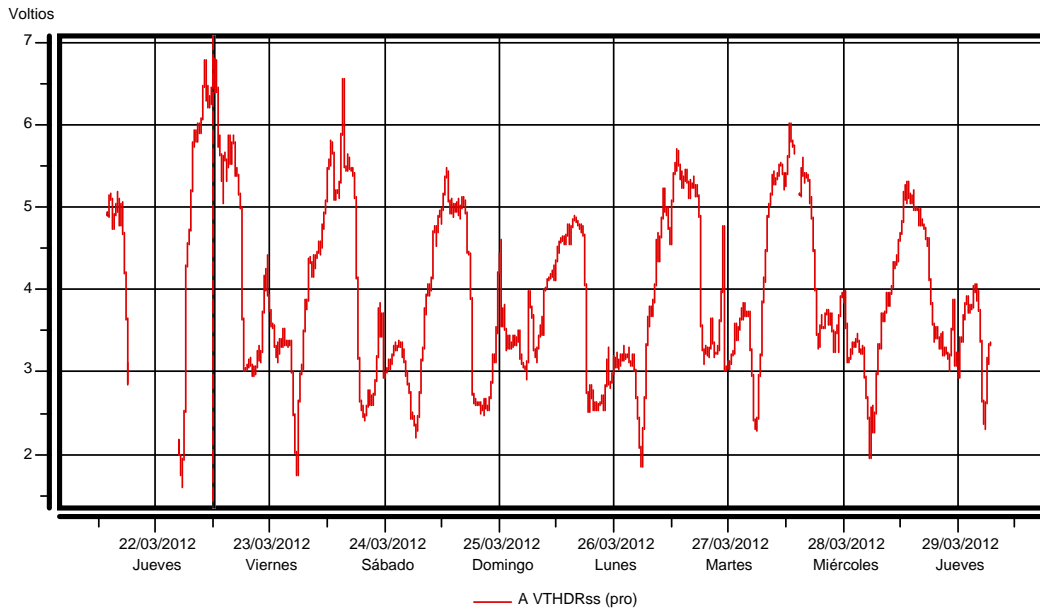
3.8.6 Análisis de Armónicos

3.8.6.1 Diagrama de Armónicos Fase A

3.8.6.1.1 Tensión

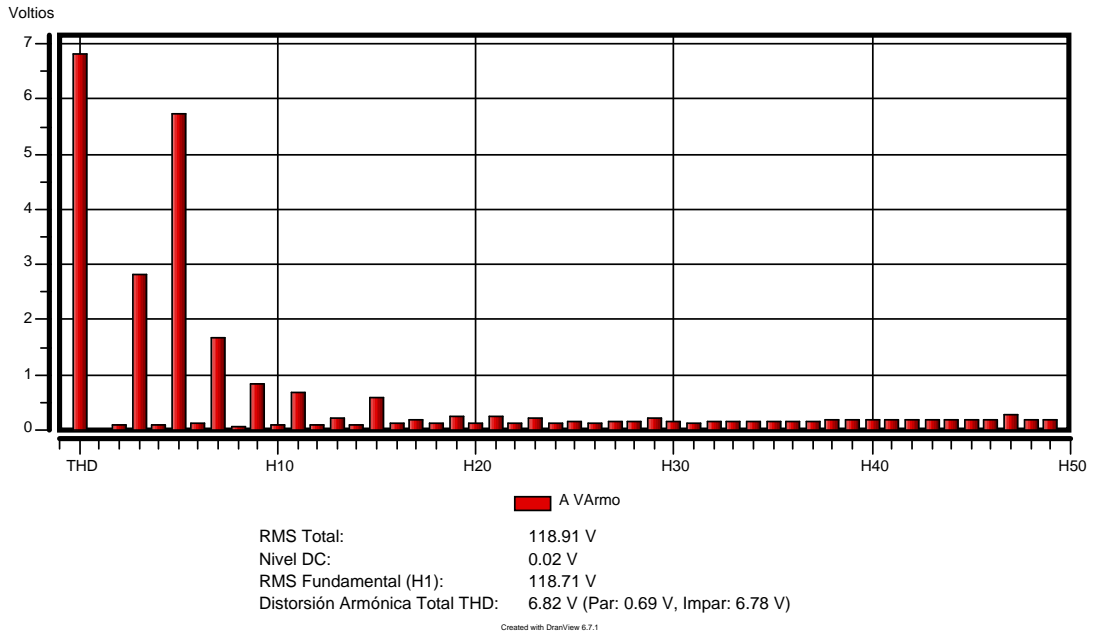
Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real RMS en mediciones de tensión. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 5.74%, el cual supera el rango permisible por esta norma, pudiendo presentar en la carga problemas técnicos.

Figura 76. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase A.



Fuente: Los Autores.

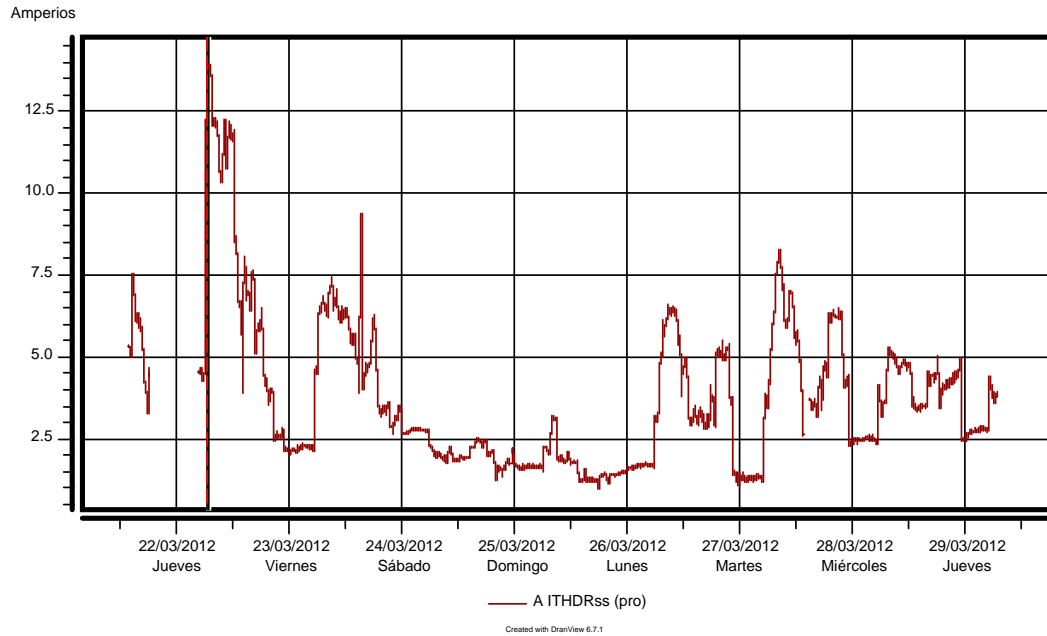
Figura 77. Armónicos de Tensión de la Fase A.



Fuente: Los Autores.

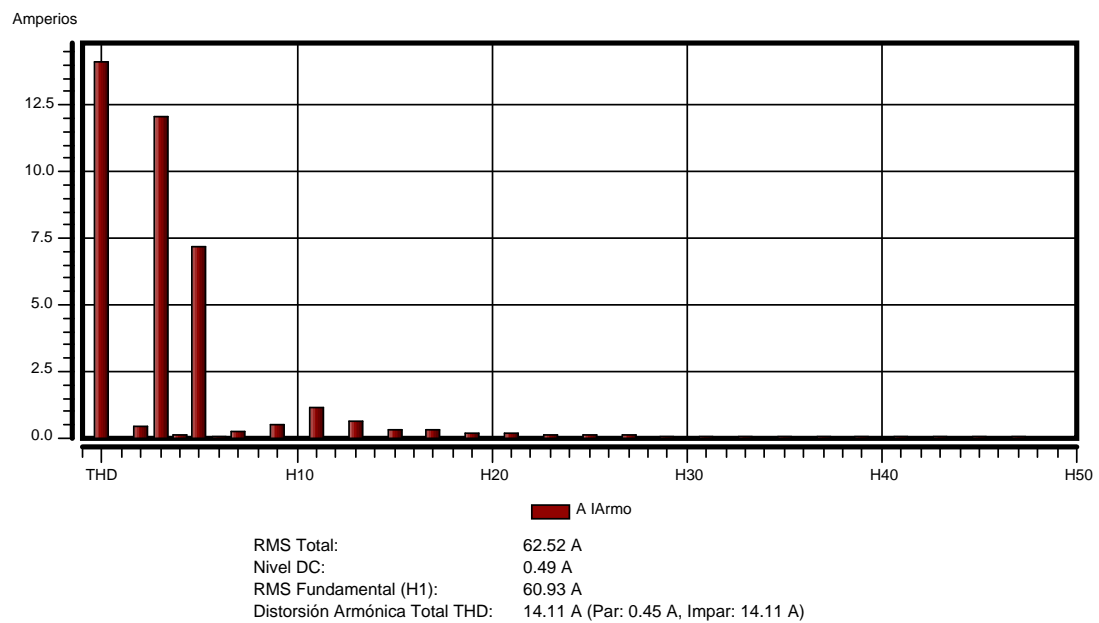
3.8.6.1.2 Corriente

Figura 78. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase A.



Fuente: Los Autores.

Figura 79. Armónicos de Corriente de la Fase A.



Fuente: Los Autores.

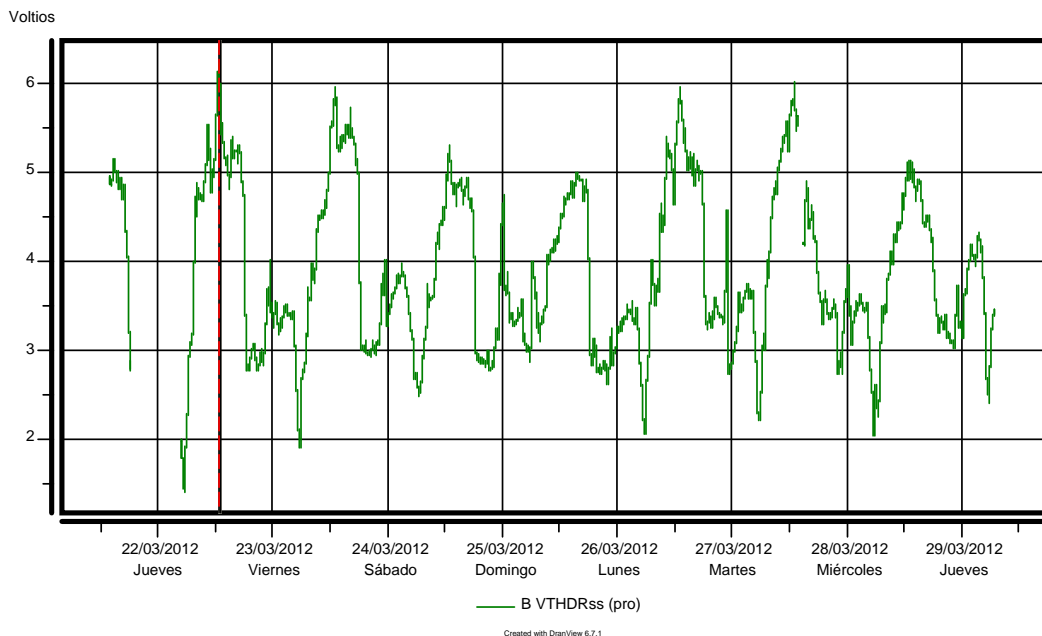
Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real RMS en mediciones de corriente. Para la fase A el nivel de armónicos alcanza el 22.57%, el cual está por fuera del rango permisible, pudiendo presentar en la carga problemas técnicos.

3.8.6.2 Diagrama de Armónicos Fase B

3.8.6.2.1 Tensión

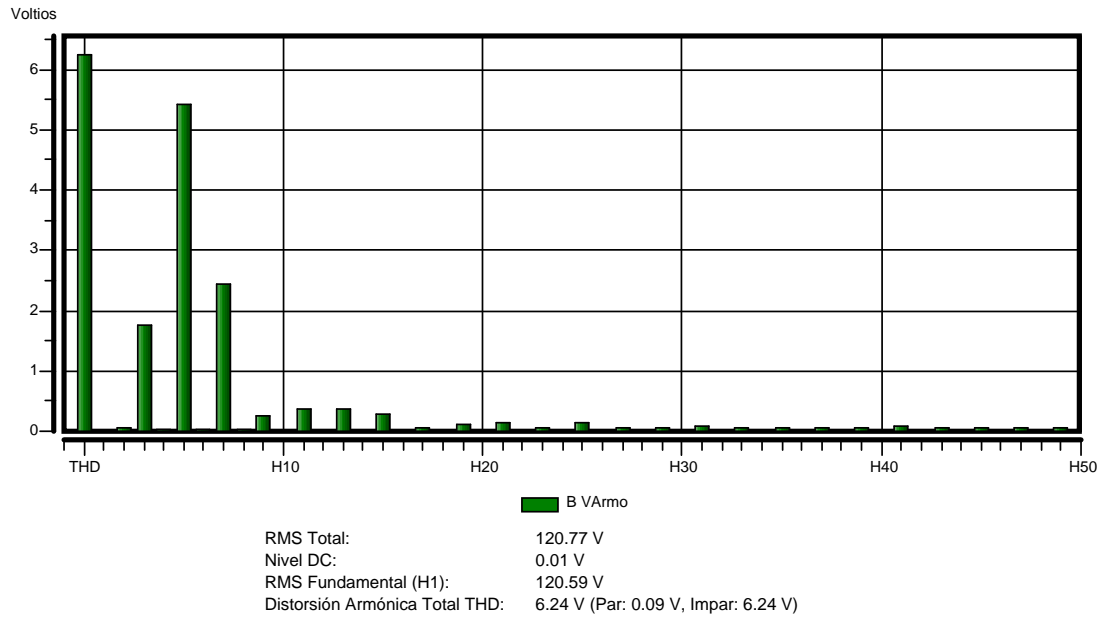
Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real RMS en mediciones de tensión. Para la fase B el nivel de armónicos alcanza el 5.17%, el cual supera el rango permisible por esta norma, pudiendo presentar en la carga problemas técnicos.

Figura 80. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase B.



Fuente: Los Autores.

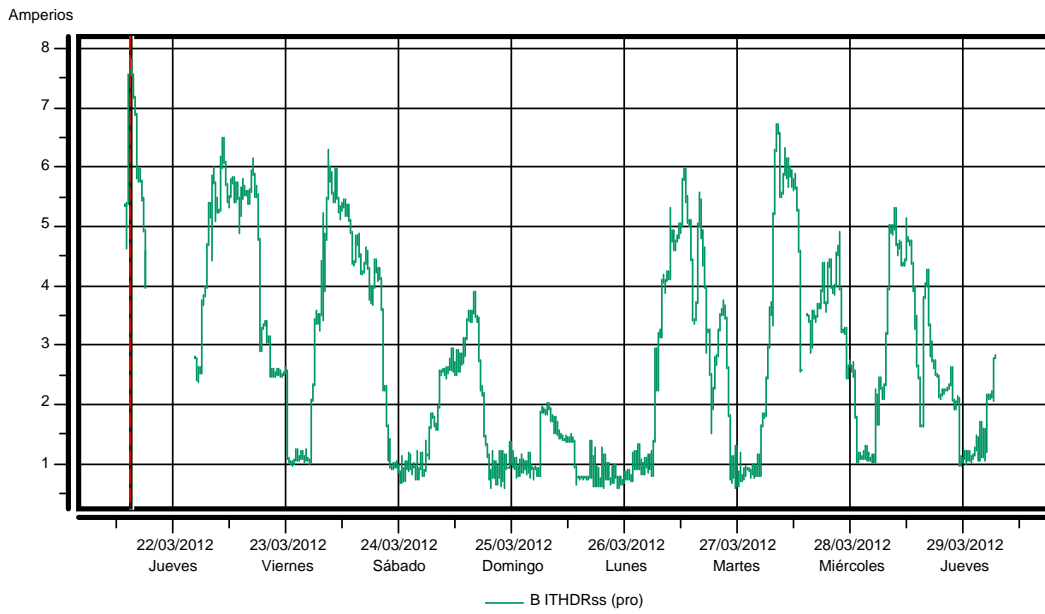
Figura 81. Armónicos de Tensión de la Fase B.



Fuente: Los Autores.

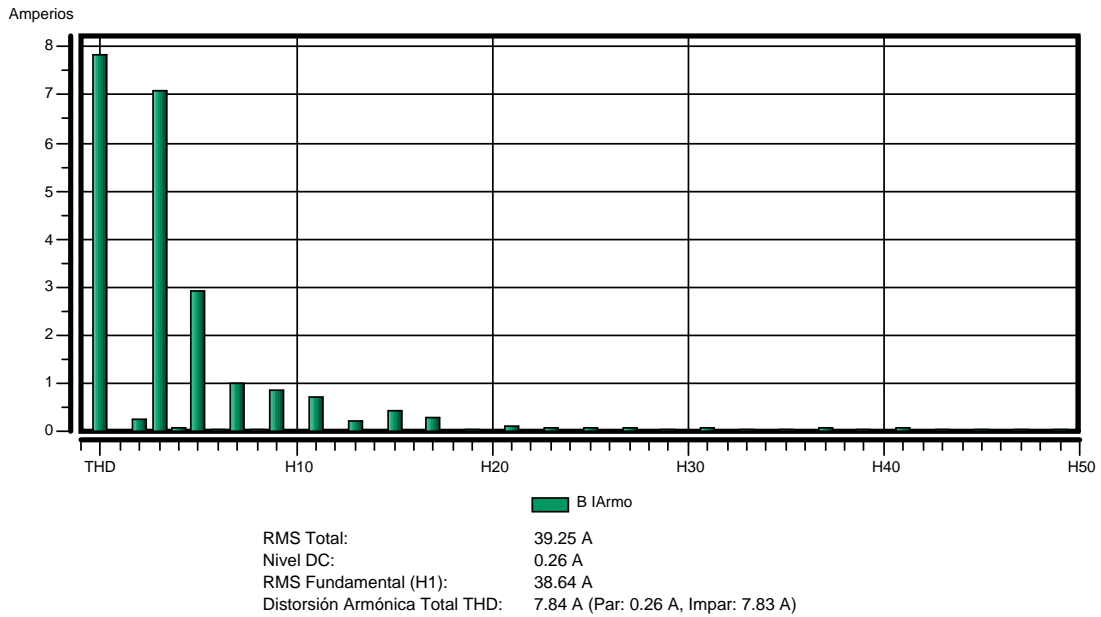
3.8.6.2.2 Corriente

Figura 82. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase B.



Fuente: Los Autores.

Figura 83. Armónicos de Corriente de la Fase B.



Fuente: Los Autores.

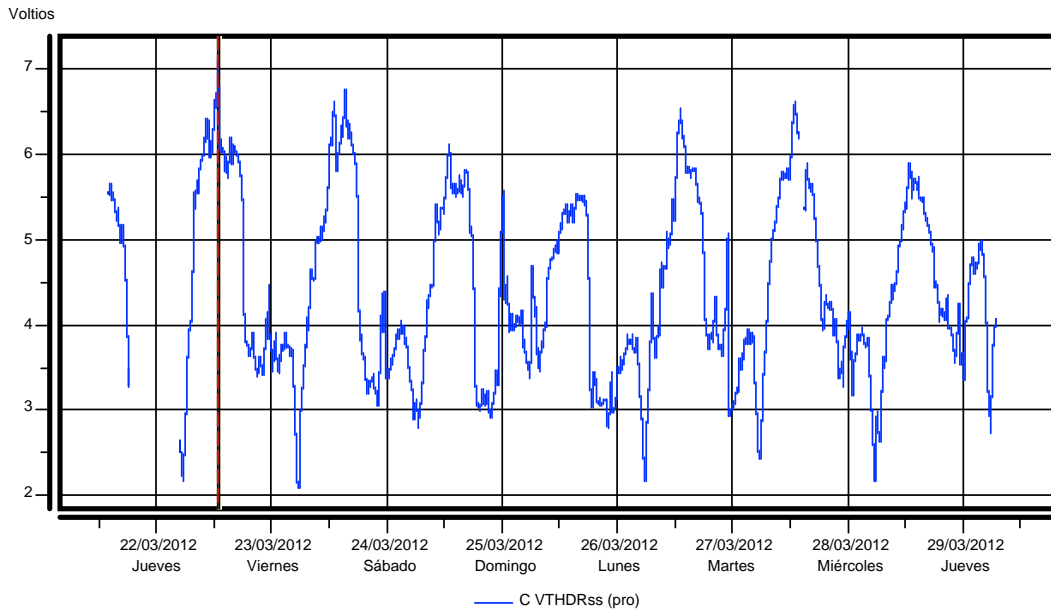
Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real RMS en mediciones de corriente. Para la fase B el nivel de armónicos alcanza el 19.97%, el cual está en el límite del rango permisible.

3.8.6.3 Diagrama de Armónicos Fase C

3.8.6.3.1 Tensión

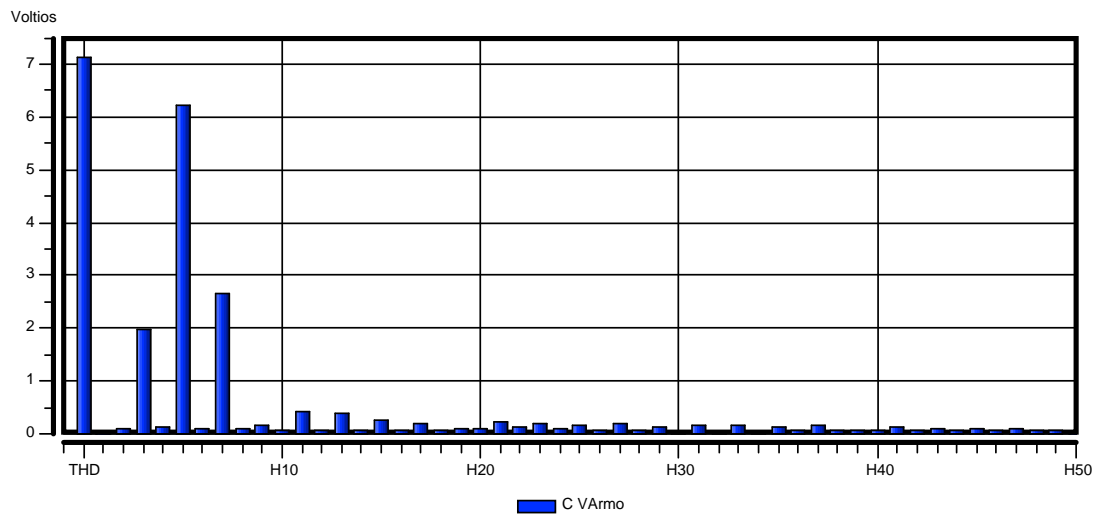
Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 5% del valor real RMS en mediciones de tensión. Para la fase C el nivel de armónicos alcanza el 5.84%, el cual supera el rango permisible por esta norma, pudiendo presentar en la carga problemas técnicos.

Figura 84. Gráfica de THD Promedio para Tensión de la Fase C.



Fuente: Los Autores.

Figura 85. Armónicos de Tensión de la Fase C.

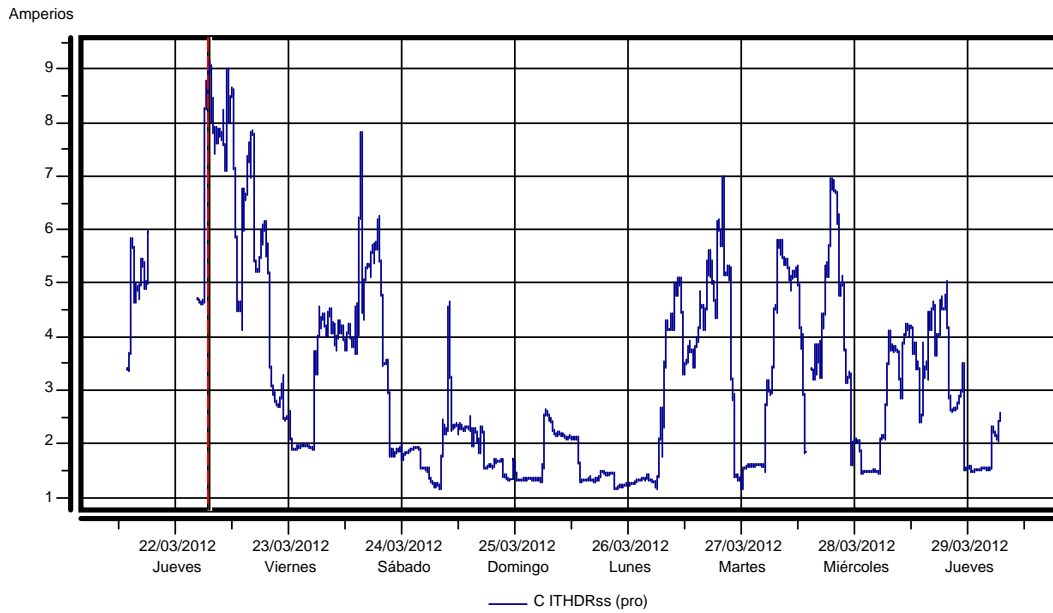


RMS Total: 122.17 V
 Nivel DC: 0.03 V
 RMS Fundamental (H1): 121.97 V
 Distorsión Armónica Total THD: 7.13 V (Par: 0.37 V, Impar: 7.12 V)

Fuente: Los Autores.

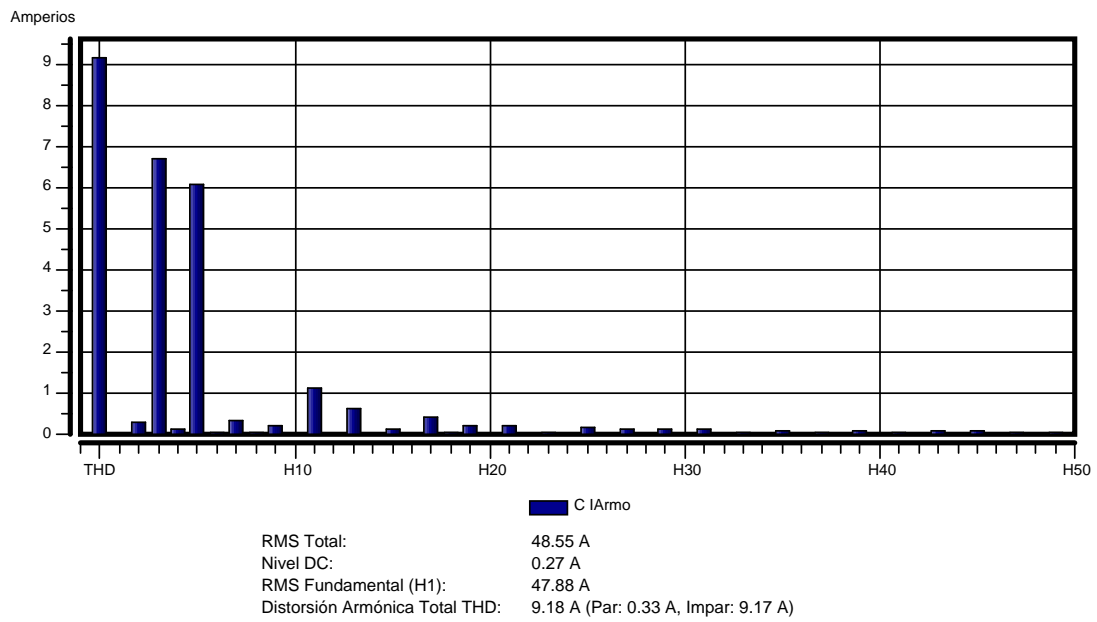
3.8.6.3.2 Corriente

Figura 86. Gráfica de THD Promedio para Corriente de la Fase C.



Fuente: Los Autores.

Figura 87. Armónicos de Corriente de la Fase C.



Fuente: Los Autores.

Según la norma IEEE 1159 del 2009, los armónicos deben estar entre el 0% y el 20% del valor real RMS en mediciones de corriente. Para la fase C el nivel de armónicos alcanza el 18.91%, el cual cumple con el rango permisible por la IEEE 1159.

3.8.7 Análisis Detallado

Enseguida se dispone de los datos de mínima, máxima y promedio en potencia activa, aparente, reactiva y factor de potencia para los 9 días de medición realizados.

3.8.7.1 Informe De Potencia MIN/MAX/PRO

Medido desde 21/03/2012 08:53:52.0 Hasta 29/03/2012 14:02:09.0

POTENCIA

POTENCIA ACTIVA P(W)

	A	B	C	D	TOTAL		
Min kW	0.528	0.213	0.239	-0.000	1.353	en	25/03/2012
05:30:00							
Máx kW	7.839	6.552	8.200	0.000	19.422	en	22/03/2012
08:50:00							
Mediana kW	2.597	1.986	1.770	0.000	6.514		
Promedio kW	2.875	2.137	2.119	0.000	7.131		

POTENCIA APARENTE, S(VA)

	A	B	C	D	TOTAL		
Min kVA	0.595	0.246	0.302	0.000	1.515	en	25/03/2012
05:30:00							
Máx kVA	8.738	6.935	8.262	0.000	20.854	en	22/03/2012
08:50:00							
Mediana kVA	3.122	2.394	1.888	0.000	7.461		
Promedio kVA		3.334	2.515	2.226	0.000	8.075	

POTENCIA REACTIVA Q, A LA FREC. FUND.

	A	B	C	D	TOTAL		
Min kVAR 03:10:00	0.183	0.074	-0.430	-0.000	0.323	en	25/03/2012
Máx kVAR 11:20:00	4.917	2.881	3.872	0.000	7.591	en	26/03/2012
Mediana kVAR		1.506	1.285	0.393	-0.000		3.301
Promedio kVAR		1.566	1.239	0.450	-0.000		3.255

FACTOR DE POTENCIA

	A	B	C	D	TOTAL		
Min 22:50:00	0.612	0.421	-0.991	-0.178	0.697	en	26/03/2012
Máx 19:30:00	0.962	0.968	0.995	0.178	0.971	en	24/03/2012
Mediana	0.845	0.830	0.951	-0.133	0.873		
Promedio	0.840	0.827	0.761	-0.152	0.875		

La potencia máxima consumida durante el periodo de medición fue de 20.85 [kVA], lo cual indica que el transformador está trabajando al 46.33% de su valor nominal, valor muy cercano calculado por la ESSA de 45,66% (Anexo F).

3.8.7.2 Informe Resumen MIN/MAX/PRO

A continuación se muestran los datos de mínima, máxima y promedio en tensión y corriente, para los 9 días de medición realizados.

Sitio: PowerVisa Site

Medido desde 21/03/2012 08:53:52.0 Hasta 29/03/2012 14:02:09.0

TENSIÓN

	Canal A	Canal B		
Min Voltios 23:30:00	64.84 en 22/03/2012 10:30:00	71.60	en	24/03/2012
Máx Voltios 22:20:00	126.74 en 24/03/2012 22:20:00	125.35	en	24/03/2012
Mediana Voltios	119.04	118.18		
Promedio Voltios		118.76	118.00	

	Canal C	Canal D	
Min Voltios 14:00:00	70.54 en 24/03/2012 23:30:00	0.031 en	23/03/2012
Máx Voltios 21:30:00	125.51 en 24/03/2012 22:20:00	0.144 en	24/03/2012
Mediana Voltios	119.32	0.043	
Promedio Voltios		119.04	0.044
	Canal A-B	Canal B-C	
Min Voltios 23:30:00	132.11 en 24/03/2012 22:20:00	86.47 en	24/03/2012
Máx Voltios 22:20:00	218.88 en 24/03/2012 22:20:00	216.44 en	24/03/2012
Mediana Voltios	205.60	204.96	
Promedio Voltios		205.19	204.55
	Canal C-A		
Min Voltios	136.41 en 24/03/2012 22:20:00		
Máx Voltios	218.69 en 24/03/2012 22:20:00		
Mediana Voltios	206.95		
Promedio Voltios		206.49	
INTENSIDAD			
	Canal A	Canal B	
Min Amperios	3.59 en 24/03/2012 22:20:00	1.95 en 25/03/2012 18:20:00	
Máx Amperios 08:20:00	136.52 en 27/03/2012 07:50:00	76.58 en	22/03/2012
Mediana Amperios		26.30	20.56
Promedio Amperios		28.30	21.45
	Canal C	Canal D	
Min Amperios 10:10:00	2.33 en 24/03/2012 19:20:00	0.051 en	22/03/2012
Máx Amperios 09:20:00	144.26 en 27/03/2012 07:50:00	0.128 en	23/03/2012
Mediana Amperios		15.64	0.067
Promedio Amperios		18.85	0.067

Los valores máximos y mínimos dispuestos en esta tabla nos muestra los extremos (pudiendo ser valores de condición estable como transitoria) a los que llego cada fase en tensión y corriente y la fecha y hora en las que ocurrió, puede observarse que el máximo valor de tensión ocurrió en la fase A con un valor de 126,78 V tensión que supera el rango de 5% de la tensión nominal (126 V) exigido por norma NTC 1340 del 2004, también se puede observar que en todas las fases durante los 9 días ocurrieron apreciables caídas de tensión de forma instantánea cayendo a valores menores de 75 V, esta caída de voltaje instantánea tiene como

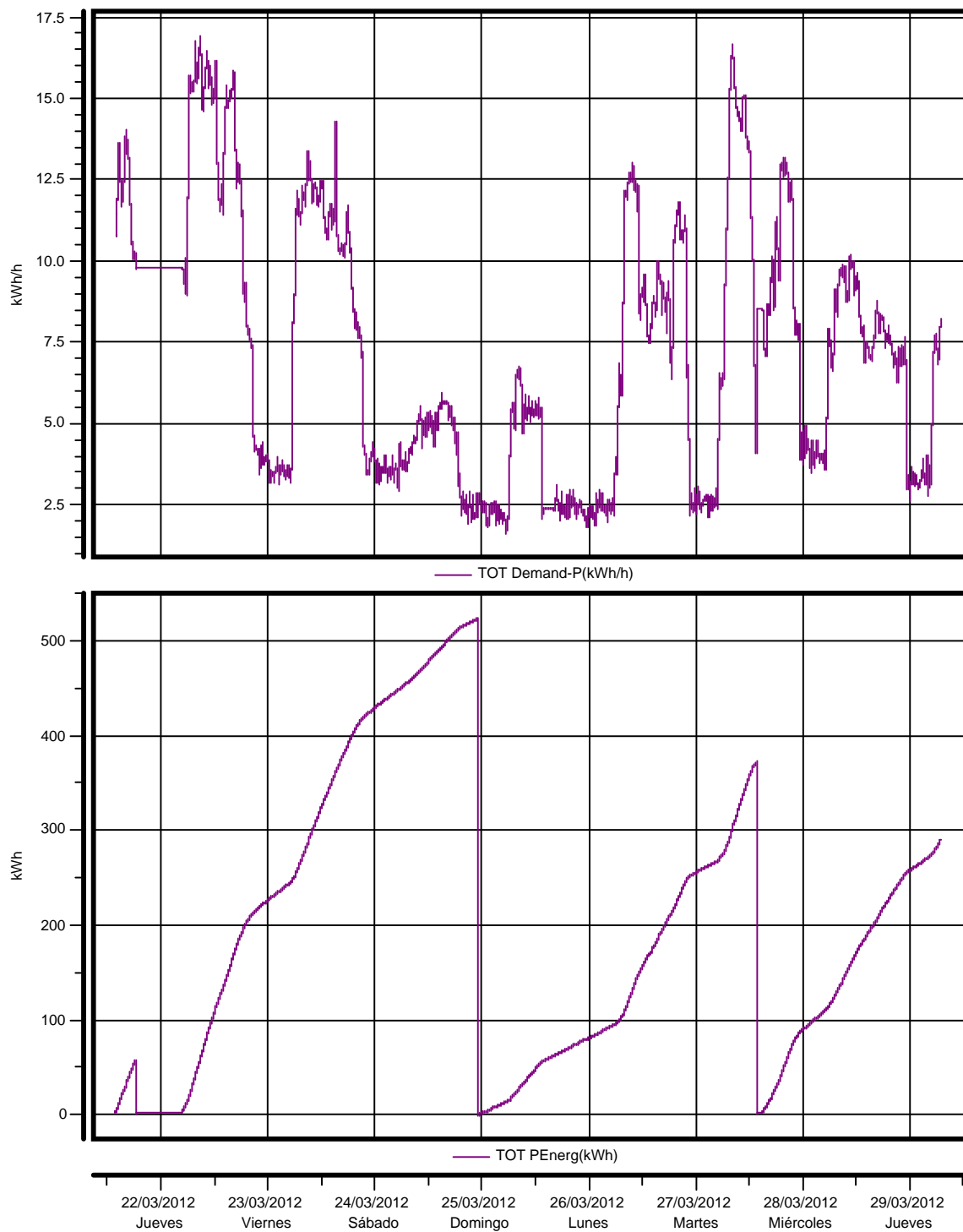
posibles causas el impacto que la mayoría de las cargas son equipos de cómputo e iluminación fluorescente y para el inicio de la sala de informática 1 y 2 el encendido de los computadores es al mismo tiempo.

También es visible que se presentaron picos altos de corriente en las fases A y C debido posiblemente al arranque de las cargas de cómputo y aire acondicionado como se expreso anteriormente.

3.8.7.3 Análisis para Demanda y Energía

Medido desde 21/03/2012 08:53:52.0 Hasta 29/03/2012 14:02:09.0

Figura 88. Gráfica de Demanda y Energía.



Created with DataView 6.7.1

Fuente: Los Autores.

Nota: Las mediciones realizadas con el analizador de redes se realizaron 9 días, teniendo momentos de mayor uso de la instalación eléctrica debido al uso de las aulas de clase, oficinas, laboratorios, etc., el analizador produjo un análisis detallado de todos los días y 6 archivos que contienen la información de los 9 días, se analizó un día tipo, el cual es el 22 de marzo del 2012, teniendo los demás días características similares.

Cabe anotar que la escala a la cual las pinzas de corriente del analizador de redes se auto ajustó fue a una escala de 200 A, pudiendo algunos picos ser ruido de señal.

Para los datos del día tipo (22 de marzo del 2012), se exportaron los datos del analizador a Excel para tener gráficas con mejor presentación.

Observaciones y Conclusiones:

En el estudio realizado para determinar la calidad del suministro de energía eléctrica y características que compone la carga del colegio (estudio de los 9 días de medición), se pudo establecer que hay problemas de armónicos, debido probablemente a las grandes distancias de alimentación del tablero general de distribución (TGD) y a la impedancia alta que se presenta en el punto de medida (95 metros aproximadamente desde los bornes del transformador hasta el tablero TGD, puesto de medición con el analizador de redes), las altas componentes armónicas en corriente producidas en su mayoría por cargas de computadores e iluminación fluorescente T12 vieja, se ven reflejadas en esa alta impedancia por medio de componentes armónicas de tensión altas, principalmente por causa de un neutro mal seleccionado.

Por tratarse de un proyecto de grado de diagnóstico y rediseño, en el alcance de este no se contempla el realizar un estudio muy detallado de armónicos y solución por medio de filtros, pero se aconseja a la institución educativa realizar un estudio de armónicos llegado el caso de no realizarse el rediseño, en el rediseño se

propenderá por dimensionar los calibres de alimentación a las cargas debido a que la corriente medida en el neutro es del orden de la corriente de las fases y así reducir la impedancia que provoque caídas de tensión por armónicos y sobredimensionar los neutros de la sala de informática para que armónicos en tensión se reduzcan considerablemente.

3.9 Estudio de Resistividad del Terreno

Para este estudio se realizaron las medidas de resistividad del terreno en la zona de juegos, esta zona no es el terreno de colocación de los electrodos existentes (Puesta a Tierra aislada de sala de Informática 1 y 2), pero es la zona más cercana con posibilidad de medición de la resistividad del terreno y la única zona sin concreto. La región que fue utilizada para la medición tiene una longitud de 21m y un ancho de 10m, debiendo tomar 3 medidas más en el sentido E-O que en el sentido N-S.

Tabla 84. Valores obtenidos de Resistividad por el método de Wenner.

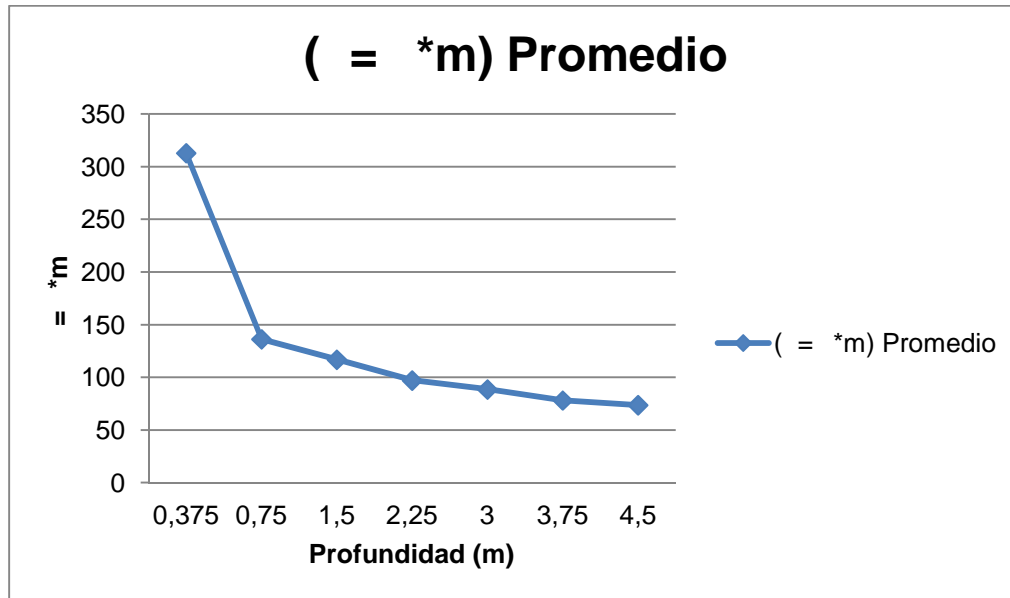
Estudio de Resistividad del Suelo			
Sitio:	Patio de Juegos	Estado Del Terreno:	Seco
Color del Suelo:	Marrón - Amarillo	Método de Medición:	Wenner

Profundidad Exploración (m)	Separación m	Resistividad (= *m)		(= *m) Promedio
		N-S	E-S	
0,375	0,5	215	411	313
0,75	1	155,3	117,3	136,3
1,5	2	107,9	126	116,95
2,25	3	96,4	98	97,2
3	4	-	88,7	88,7
3,75	5	-	78,2	78,2
4,5	6	-	73,7	73,7

Fuente: Los Autores.

Enseguida se muestra el comportamiento de la resistividad con respecto a la profundidad de exploración.

Figura 89. Resistividad Vs Profundidad.



Fuente: Los Autores.

Como se observa el terreno analizado en la Figura 89, tiene un comportamiento de decremento entre mayor profundidad se observa una menor resistividad del terreno y un comportamiento medianamente lineal a mayor profundidad, tiene un punto de inflexión con concavidad hacia arriba, se considera un suelo homogéneo cuando los valores tomados no se apartan considerablemente entre si, por lo tanto el comportamiento no es uniforme⁹, la máxima profundidad analizada es de 4,5 metros¹⁰, es impredecible el comportamiento de la resistividad aparente a profundidades mayores a 4,5 metros, medidas limitadas por el área del terreno analizado.

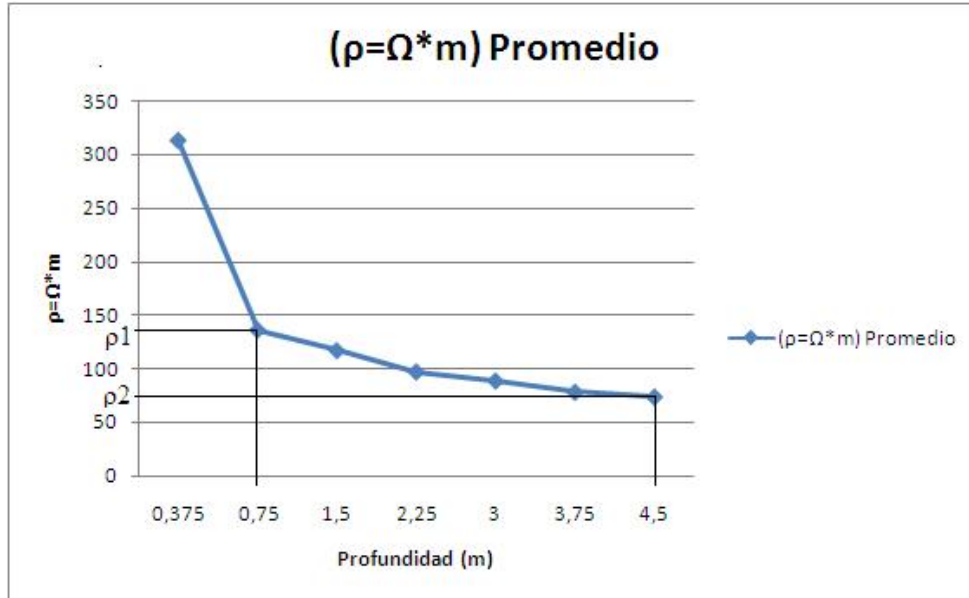
Para encontrar la resistividad del terreno se procede a realizar un método de 2 capas por medio de la metodología de Sunde para encontrar la resistividad aparente.

⁹ **Fuente:** Obtenida de la Norma IEEE Std. 80, Artículo 13.4

¹⁰ **Fuente:** Obtenida del libro Tierras: Soporte de la Seguridad Eléctrica -2^{da} Edición, sección 2.1.

Se toman ρ_1 y ρ_2 como se ve en la Figura 90 de los resultados de la tabla de resistividades ($\rho = \Omega \cdot m$) promedio.

Figura 90. Resistividad Promedio.



Fuente: Los Autores.

1. Se toman los datos de ρ_1 y ρ_2 a partir de la gráfica de perfil de resistividades con los datos obtenidos en campo.

$$\rho_1 = 136,3 \Omega \cdot m$$

$$\rho_2 = 73,7 \Omega \cdot m$$

2. $\frac{\rho_2}{\rho_1} = 136,3/73,7$, Se busca este valor o un aproximado en el gráfico de Sunde.

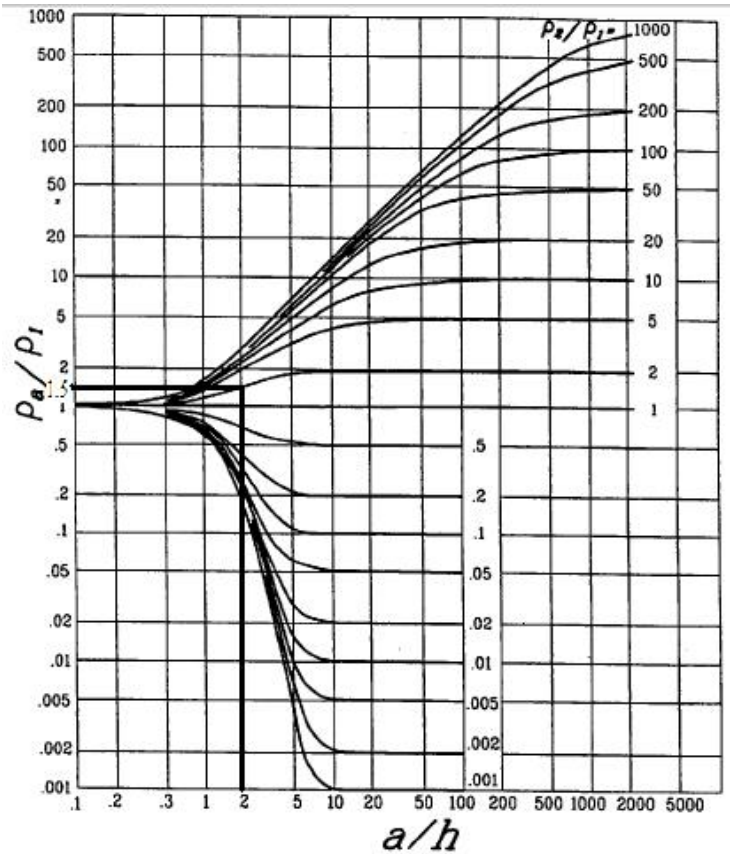
$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,85 \approx 2$$

3. Se escoge el valor de $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ de acuerdo al gráfico dentro de la región que presenta desniveles para la curva de $\frac{\rho_2}{\rho_1}$. Se toma un valor aproximado de

$$\frac{\rho_a}{\rho_1} = 1,5.$$

4. Con el valor de $\frac{\rho_a}{\rho_1}$ se lee el valor de $\frac{a}{h}$ en el eje de la X de la Figura 91.

Figura 91. Gráfico de Sunde.



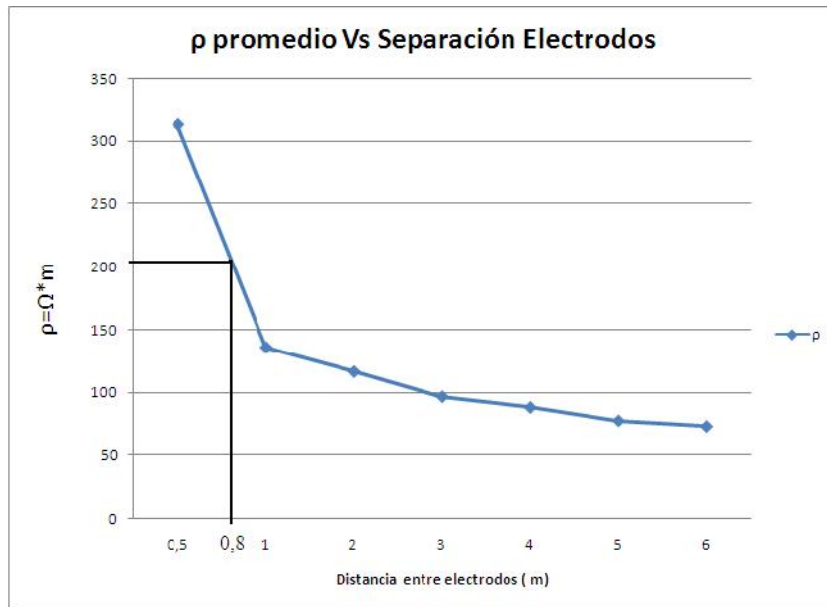
Fuente:

http://prof.usb.ve/jaller/Tesis_Doctoral/3_Medidas_del_Sub suelo.pdf

El valor obtenido es $\frac{a}{h} = 2$.

5. Se calcula ρ_a de la expresión: $\rho_a = \frac{\rho_a}{\rho_1} * \rho_1 = 1,5 * 136,3 = 204,45$
6. Se lee el valor de la distancia entre electrodos (a) de la curva de perfil de resistividades para $\rho_a = 204.45 (\Omega * m)$, leyendo el valor promedio de la Figura 92.

Figura 92. Resistividad Promedio Vs. Separación de Electrodo.



Fuente: Los Autores.

El valor de distancia entre electrodos para $\rho_a = 204,45 (\Omega * m)$ es de $a = 0.8 m$.

7. Con el valor leído de (a) se calcula h , que es la profundidad del nivel superior de acuerdo a la relación: $h = \frac{a}{2} = \frac{0.8}{2} \approx 0,4 m$

Se procede a hallar el factor de reflexión k :

$$k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1 + \rho_2} = \frac{73,7 - 136,3}{136,3 + 73,7} = -0,2981$$

El factor de reflexión k y la profundidad de la capa superficial determinan la resistencia de puesta a tierra del sistema diseñado en la sala de informática 1 y 2 del colegio, el factor de reflexión son los cambios abruptos de resistividad del terreno en los límites de las dos capas, para valores de k negativos la densidad de corriente en los electrodos de tierra será menor sobre la capa superficial que sobre mayores profundidades de enterramiento.

Con los datos obtenidos de la resistividad y modelo del terreno es posible determinar el diseño de la puesta a tierra de la instalación del colegio Humberto

Gómez Nigrinis, para que cumpla con los valores admisibles por las normas técnicas IEEE 80 y NTC 2050.

3.10 Estudio de Resistencia de Puesta a Tierra Aislada de las Salas de Informática 1 y 2

El colegio cuenta solo con 2 tableros de automáticos con varilla de sistema de puesta a tierra aislada, para las salas de Informática 1 y 2, los demás tableros que se encuentran ubicados sobre el primer piso no tienen una puesta a tierra, todo tablero sobre el plano de tierra o primer piso debe contar con un aterrizamiento por medio de electrodo de puesta a tierra, se procede a encontrar la resistencia de puesta a tierra de los dos electros ubicados al lado del auditorio del colegio en el primer piso, los dos electrodos se encuentran a 60 cm de distancia uno del otro y no se encuentran equipotencializados.

Los datos obtenidos para los dos electros de puesta a tierra aislada con una distancia entre el electrodo de corriente colocado a 12 m del electrodo de puesta a tierra, se muestran enseguida:

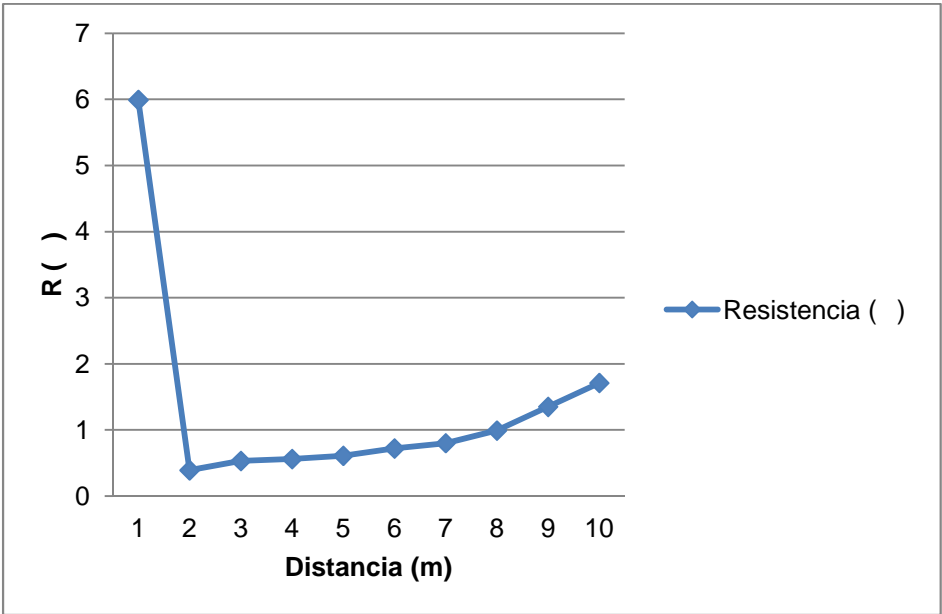
Figura 93. Datos Obtenidos para la Tierra Aislada.

Electrodo 1		Electrodo 2	
Distancia	Resistencia ()	Distancia	Resistencia ()
1	5,99	1	28,3
2	0,39	2	27,3
3	0,53	3	28,7
4	0,56	4	22,6
5	0,61	5	28,8
6	0,72	6	17,86
7	0,8	7	20,6
8	0,99	8	38,7
9	1,35	9	54,5
10	1,71	10	37,3
11	677	11	26,2
12	219	12	2950

Fuente: Los Autores.

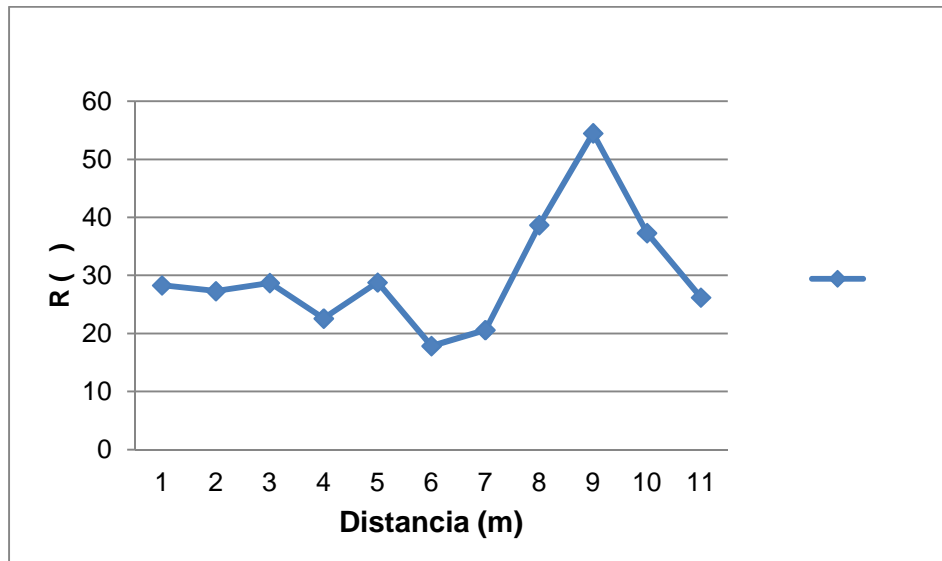
La toma de datos para la puesta a tierra también tiene limitación de espacio para poder realizar la práctica de medición, por ende para los valores del electrodo 1 en las distancias de 11 m y 12 m tomadas se puede observar valores no coherentes debido a la proximidad con un muro y estructuras cercanas, lo mismo acontece con el electrodo 2 con la distancia de 12m. Enseguida se pueden observar las graficas de resistencia contra distancia del electrodo de tensión.

Figura 94. Resistencia Vs. Distancia del Electrodo 1.



Fuente: Los Autores.

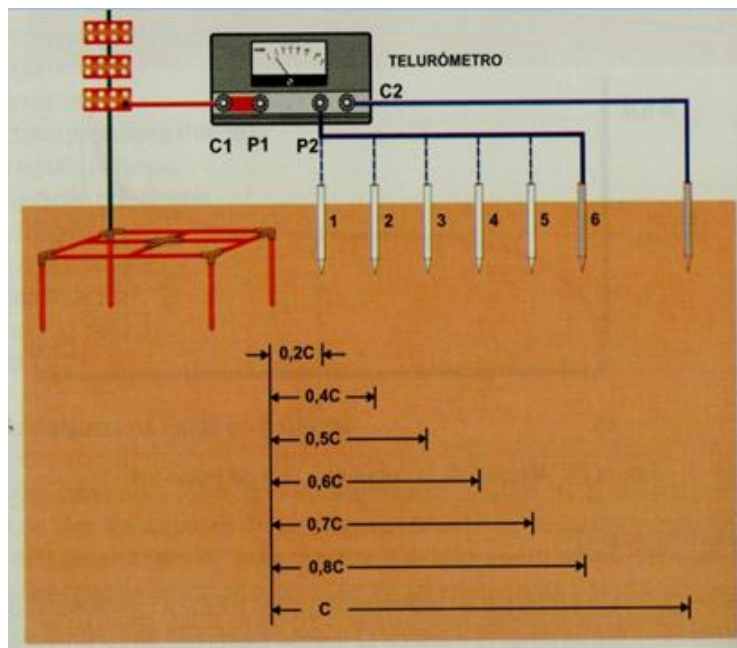
Figura 95. Resistencia Vs. Distancia del Electrodo 2.



Fuente: Los Autores.

Enseguida se procede a encontrar la resistencia de puesta a tierra para los dos electrodos por medio del método de la pendiente para el electrodo 1, para el electrodo 2 presenta un comportamiento irregular.

Figura 96. Método de la Pendiente.



Fuente: “Tierras: Soportes de la Seguridad Eléctrica” – Fabio Casas.

Desarrollo Para Electrodo 1:

Metodología para desarrollar la resistencia de puesta a tierra se encuentra en el ANEXO G.

$$R_{20\%} = 0.39 [\Omega] \quad R_{40\%} = 0.61 [\Omega] \quad R_{60\%} = 0.8 [\Omega]$$

$$\sim = \left(\frac{R_{60\%} - R_{40\%}}{R_{40\%} - R_{20\%}} \right) = \left(\frac{0.8 - 0.61}{0.61 - 0.39} \right) = 0.8636$$

Para μ de 0.86 el valor P_T/C es de 0.569

$$\text{Como } C = 12m, \text{ entonces } P_T = 0.569 \cdot 12 = 6.828m$$

Se Lee en la Gráfica el valor de resistencia a esta distancia, obtenemos un valor de Resistencia de aproximadamente 0.9Ω .

$$R_{PAT} = 0.9 [\Omega]$$

Desarrollo Para Electrodo 2:

Para la resistencia de puesta a tierra del electrodo dos que se observa en la Figura 95, presenta un comportamiento irregular, no hay facilidad de encontrar la resistencia por los métodos comunes, la resistencia esta en un rango de 25 a 30(Ω).

En conclusión la resistencia de puesta a tierra del electrodo 1 tiene un buen valor para protección de los equipos de cómputo, sería de ayuda que las dos puestas a tierra aisladas se interconectarán ya que se encuentran a solo 60 cm de distancia.

4. REDISEÑO Y MEJORAS PROPUESTAS

Luego de haber realizado el análisis de las instalaciones existentes, se pudo conocer las partes y elementos del sistema que presentan fallas, desperfectos o que incumplen con la normatividad vigente; por consiguiente, esta información servirá para plantear un rediseño que cumpla con los objetivos trazados en el presente trabajo de grado.

Para tener una idea clara de lo que se pretende alcanzar con este rediseño, a continuación se enuncian los requerimientos a tener en cuenta y en los que se enfocará éste.

- Brindar seguridad, confiabilidad y confort a la comunidad del plantel educativo en concordancia con las normas actuales.
- Corrección de los niveles de iluminación para que cumplan con lo establecido en el RETILAP para cada labor que se realice en cada recinto.
- Corregir el cableado eléctrico para que ofrezca seguridad y cumpla con los requisitos de código de colores, rotulado, regulación y capacidad de corriente.
- Realizar una óptima selección de las protecciones que brinde seguridad a las personas y a toda la instalación eléctrica del claustro educativo.
- Diseñar un sistema de puesta a tierra que cumpla con lo establecido en la norma IEEE 80.
- Diseñar el sistema e apantallamiento de la institución como requisito de la norma NTC 4552.
- Dotar las instalaciones de elementos certificados por la norma como tableros de distribución, tomacorrientes, luminarias, cableado, protecciones, entre otros.
- En general otorgar un rediseño que en su totalidad cumpla a cabalidad las normas actuales vigentes.

En primera instancia se realizó el rediseño del sistema de iluminación del Colegio para conocer la carga a ser instalada por iluminación. Una vez realizado éste, se procedió ubicar las salidas para tomacorrientes de acuerdo a la normatividad y requerimientos de los usuarios para posteriormente, poder realizar la selección de las protecciones, el cambio, ubicación o reubicación de los tableros de distribución y el cableado eléctrico. Una vez terminado este proceso, se realiza el diseño de la malla de puesta a tierra y el apantallamiento de la edificación.

A parte de todo lo anteriormente señalado, se realizará también una reubicación de los equipos de cómputo de la Sala de Informática 1 y cableado para su alimentación, y diseño de las redes de comunicaciones de la institución, que por requerimientos de la administración del plantel, se desea dotar cada salón con salidas para audio y video, con sus respectivos elementos y equipos.

4.1 Cálculos de Iluminación

4.1.1 Consideraciones Generales

Debido a que cuando se realizó el diseño de la iluminación del colegio no se consideraron aspectos importantes para los niveles de iluminación no es posible corregir estos errores simplemente cambiando las luminarias existentes por unas de mayor potencia, por lo tanto se hace necesario rediseñar por completo el sistema de iluminación existente. En el nuevo diseño de iluminación se controlaran las lámparas de una manera más eficiente utilizando interruptores en cada uno de los salones y sensores en lugares en los cuales sean necesarios.

Se debe tener en cuenta que al realizar este nuevo diseño de iluminación será necesario también cambiar en su gran mayoría el cableado de cada uno de los circuitos de iluminación.

El rediseño está basado en cálculos realizados por medio del método de cavidades zonales expuesto en el RETILAP, además se utiliza los factores de

peso propuestos por la IES (Illumination Engineering Society) los cuales son utilizados para escoger el nivel de iluminancia con el cual se va a diseñar.

4.1.2 Iluminación para las Aulas de Clase

Para el cálculo de los niveles de iluminancia además del RETILAP también se utilizó el método recomendado por la IES, en donde se utiliza un factor de peso de acuerdo a la actividad a realizarse en el recinto, la edad de las personas y la reflectancia del fondo de la tarea. El cálculo del factor de peso según la IES es mostrado a continuación:

Tabla 85. Tabla para al Cálculo del Factor de Peso.

Características de la Tarea y Personas	Factor de Peso		
	-1	0	+1
Edad de las Personas	Menor de 40 años	Entre 40 y 55 años	Mayor a 55 años
Velocidad y Exactitud	Sin importancia	Importante	Critica
Reflectancia del Fondo de Tarea	Mayor a 70%	Entre 30 y 70%	Menor a 30%

Fuente: Handbook IES

Según el handbook hecho por la IES, el diseño debe realizarse según el factor de peso así:

Si el factor de peso es -2 o -3 se debe cumplir con el mínimo nivel de iluminación.

Si el factor de peso es 2 o 3 se debe cumplir con el máximo nivel de iluminación.

Si el factor de peso es -1, 0, o 1 se debe cumplir con el valor medio de iluminación.

La institución objeto de este rediseño es utilizada para brindar educación a niños, jóvenes en educación primaria y secundaria y adultos en educación secundaria y universitaria nocturna y sabatina, y existen casos en que la edad de las personas supera los 40 años, por lo tanto se da un 0 en este ítem. La velocidad y exactitud es importante pero no crítico por lo tanto se da un 0 en este ítem.

Las tareas a realizarse en estas aulas es generalmente lectura de textos impresos, escritura en lapicero y lápiz cuyo fondo de tarea es aproximadamente 80% por lo tanto se da un -1 en este ítem.

Por lo tanto la suma algebraica de los ítems es $-1+0+0=-1$, por consiguiente, en las aulas de clase se debe cumplir con el nivel medio de iluminación dado por el RETILAP, que en el caso de las aulas de clase es 500 Lux.

4.1.3 Cálculo Tipo para las Aulas de Clase y Oficinas

4.1.3.1 Selección de la Luminaria

A continuación se presenta el cálculo de la cantidad de luminarias utilizando el método de cavidades zonales descrito en el RETILAP, este cálculo se presenta como calculo tipo.

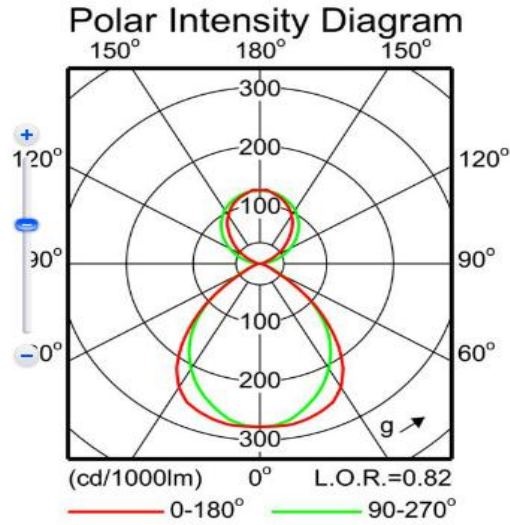
La lámpara utilizada en el Aula 1 es la luminaria **EFIX TCS260 2x28W D TL5 HFP M6**,cuyos datos fotométricos se muestran a continuación:

Figura 97. Luminaria Seleccionada.



Fuente: Philips.

Figura 98. Diagrama Polar Luminaria Philips.



Fuente: Philips.

Tabla 86. Factor de Utilización Luminaria Philips.

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)												
	0.80			0.70				0.50		0.30		0.00	
	0.80	0.50	0.30	0.70	0.50	0.30	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10	0.00	
	0.30	0.50	0.30	0.50	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.42	0.40	0.40	0.39	0.39	0.34	0.32	0.29	0.29	0.27	0.24	0.24	
0.80	0.51	0.48	0.48	0.47	0.46	0.41	0.38	0.35	0.35	0.33	0.29	0.29	
1.00	0.57	0.53	0.55	0.53	0.51	0.46	0.43	0.40	0.40	0.37	0.33	0.33	
1.25	0.64	0.58	0.60	0.58	0.55	0.52	0.48	0.45	0.44	0.42	0.36	0.36	
1.50	0.68	0.62	0.65	0.62	0.59	0.55	0.51	0.49	0.47	0.45	0.39	0.39	
2.00	0.75	0.67	0.71	0.67	0.64	0.61	0.56	0.54	0.51	0.50	0.43	0.43	
2.50	0.80	0.70	0.75	0.71	0.67	0.65	0.59	0.57	0.54	0.53	0.45	0.45	
3.00	0.83	0.73	0.78	0.73	0.69	0.67	0.61	0.60	0.56	0.55	0.47	0.47	
4.00	0.87	0.75	0.81	0.76	0.72	0.70	0.64	0.62	0.58	0.57	0.48	0.48	
5.00	0.89	0.77	0.83	0.78	0.73	0.71	0.65	0.64	0.59	0.58	0.49	0.49	

Ceiling mounted

Fuente: Philips.

Tabla 87. Factores de Deslumbramiento.

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.1	16.9	16.8	17.6	18.4	16.2	17.0	16.9	17.7	18.5
	3H	16.0	16.7	16.8	17.4	18.3	16.2	16.9	17.0	17.6	18.5
	4H	15.9	16.5	16.7	17.3	18.2	16.1	16.8	16.9	17.5	18.5
	6H	15.8	16.4	16.6	17.2	18.1	16.0	16.6	16.8	17.4	18.4
	8H	15.8	16.3	16.6	17.1	18.1	16.0	16.5	16.8	17.3	18.3
12H	15.7	16.2	16.5	17.0	18.0	15.9	16.5	16.7	17.3	18.2	
4H	2H	16.0	16.6	16.7	17.4	18.3	16.1	16.7	16.8	17.5	18.4
	3H	15.9	16.4	16.7	17.2	18.2	16.1	16.6	16.9	17.4	18.4
	4H	15.8	16.3	16.7	17.1	18.1	16.1	16.5	16.9	17.4	18.4
	6H	15.7	16.1	16.6	17.0	18.0	16.0	16.4	16.9	17.2	18.3
	8H	15.7	16.0	16.6	16.9	18.0	15.9	16.3	16.8	17.2	18.2
12H	15.6	15.9	16.5	16.8	17.9	15.9	16.2	16.8	17.1	18.2	
8H	4H	15.7	16.0	16.5	16.9	17.9	15.9	16.3	16.8	17.1	18.2
	6H	15.6	15.9	16.5	16.7	17.8	15.8	16.1	16.7	17.0	18.1
	8H	15.5	15.8	16.4	16.7	17.8	15.8	16.0	16.7	16.9	18.0
	12H	15.5	15.7	16.4	16.6	17.7	15.7	15.9	16.6	16.8	18.0
12H	4H	15.6	15.9	16.5	16.8	17.9	15.8	16.2	16.7	17.0	18.1
	6H	15.5	15.8	16.4	16.7	17.8	15.8	16.0	16.7	16.9	18.0
	8H	15.5	15.7	16.4	16.6	17.7	15.7	15.9	16.6	16.8	18.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.9 / -1.7					+0.9 / -1.3				
S = 1.5H		+2.1 / -5.1					+1.7 / -3.7				
S = 2.0H		+3.9 / -6.7					+3.1 / -5.3				
Tabla estándar		BK01					BK01				
Sumando de corrección		-1.7					-1.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total											

Fuente: Philips.

4.1.3.2 Selección del Balastro a Utilizar en las Lámparas

En este tipo de luminarias se utilizará un balastro electrónico de arranque instantáneo **Centium ICN-2M32-MC** de Philips el cual tiene las siguientes características:

Tabla 88. Datos Balastro Centium ICN-2M32-MC Philips.

Catálogo	Tipo de Lámpara	Lámpara		A Línea	W Línea	% THD	F.B.	Dim.	F.P.
		Watts	Número						
ICN-232-MC	F28T5	28	2	0.57	68	<10	1	S-2	0.98

Fuente: Philips.

4.1.3.3 Cálculo de Iluminancia por el Método de Cavidad Zonal

A continuación se muestra un cálculo tipo para el Aula 1. Este recinto presenta las siguientes características (medidas registradas por Los Autores):

Color del Techo: Blanco, reflectancia $c_t=67.05\%$.

Color Paredes: Verde, reflectancia $c_l=42.3\%$.

Color Piso: Tableta roja $c_p=11.12\%$.

Ventanas: Vidrio opaco $c_v=12.54\%$.

Largo del Local (L): 6.9 metros.

Ancho del Local (A): 6 metros.

Altura total del Local (h): 3 metros.

Altura de Cavidad de Techo (h_c): 0 metros.

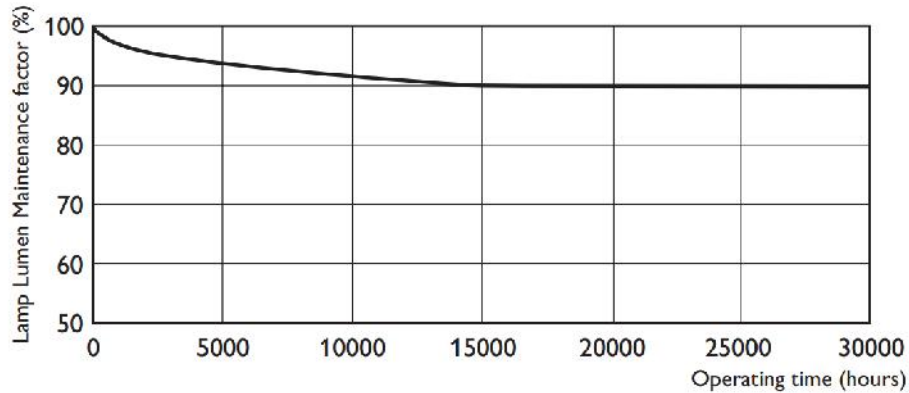
Altura de Cavidad de Piso (h_f): 0.75 metros.

Altura de Cavidad de Local (h_m): 2.25 metros.

Tipo de Lámpara: Philips EFIX TCS260 2x28W D TL5 HFP, el total del flujo luminoso es 2900 lumen por tubo T5, lo que proporciona un flujo luminoso de 5800 lumen por lámpara al inicio de su vida útil.

Los cálculos se hicieron con un 90% del flujo inicial debido a la depreciación del flujo luminoso de las luminarias, este dato se tomó de los datos de las luminarias proporcionadas por Philips.

Figura 99. Flujo Luminoso Lámpara Philips.



Fuente: Catálogo Philips.

4.1.3.4 Cálculo de Relación de Cavidades

$$RCT = \frac{5 * hc * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 0 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 0$$

$$RCL = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 2.25 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 3.51$$

$$RCP = \frac{5 * hf * (l + a)}{l * a} = \frac{5 * 0.75 * (6.9 + 6)}{6.9 * 6} = 1.17$$

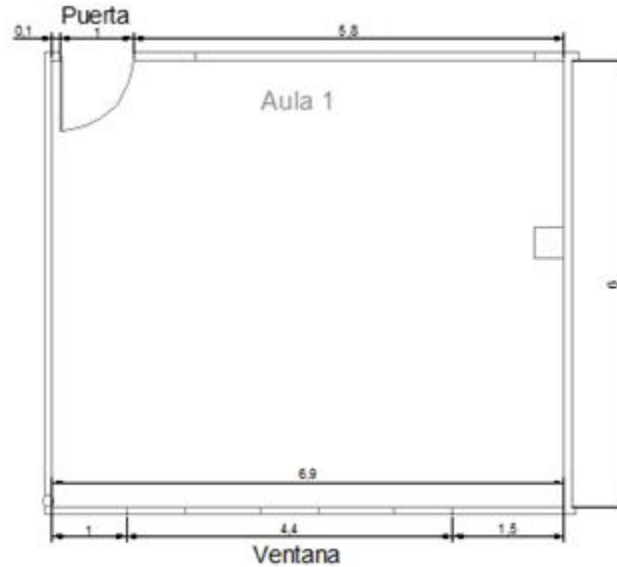
A continuación se calculará la reflectancia efectiva para cada una de las superficies del aula, tal como se especifica en el RETILAP.

En caso de que existan paredes con áreas irregulares debe calcularse la reflectancia media tal como sucede en esta aula.

$$\rho_m = \frac{\sum \rho_i * A_i}{\sum A_i}$$

A continuación se muestra el aula a calcular con sus dimensiones.

Figura 100. Dimensiones Aula 1, dimensiones en metros.



Fuente: Los Autores.

ρ_{mcl}

$$= \frac{(2 * 1 * 0.633 + 4.4 * 1.9 * 0.1254 + 0.423 * (5.9 * 3 + 6 * 3 * 2 + 1.1 * 6.9 + 1.9 * 1.5 + 1 * 1.9))}{2 * 1 + 4.4 * 1.9 + 5.9 * 3 + 6 * 3 + 1.1 * 6.9 + 1.9 * 1.5 + 1 * 1.9}$$

$$\rho_{ml} = 0.2282 = 22.82\%$$

A continuación se presenta el cálculo de la reflectancia efectiva para el piso, la reflectancia efectiva del techo es de 67% debido a que la luminaria está montada sobre él.

Figura 101. Reflectancia Efectiva (**Fuente:** RETILAP).

Reflectancia Piso		30			11	10		
Reflectancia Pared		50	42	30		50	42	30
Coeficiente de piso	1	27	25,4	23		12	11,2	10
	1,17		25,4		11,91		11,2	
	1,2	27	25,4	23		12	11,2	10

4.1.3.5 Determinación del Coeficiente de Utilización CU

Para determinar el Coeficiente de Utilización se utilizaron datos para diferentes tipos de luminarias dados por la IES.

A continuación se muestra el método para el cálculo del coeficiente de utilización por medio de interpolación con los datos obtenidos de las tablas proporcionadas por Phillips para la luminaria utilizada.

Tabla 89. Coeficientes de Iluminación para Reflectancia del Suelo de 10%.

	ct	70			67,05	50		
	cl	50	42,3	30		42.3	30	10
RCL	3	0.69	0.67	0.67		0.616	0.61	0.6
	3,51		0.691		0.68	0.635		
	4	0.72	0.712	0.7		0.653	0.64	0.62

Fuente: Datos Fotométricos de Luminaria (Pág. 9-11).

Por lo tanto el coeficiente de utilización a utilizar con este tipo de luminaria en esta aula es de 0.736 para una reflectancia del piso de 10%, como la reflectancia del piso es de 11% se utilizará este valor y nose corregirá.

4.1.3.6 Determinación del Factor de Mantenimiento

Para calcular el factor de mantenimiento se utilizó la siguiente fórmula dada en el RETILAP:

$$FM = DBL * FE * Fb$$

Donde:

FM: Factor de mantenimiento de la instalación.

FE: Depreciación de la luminaria por ensuciamiento.

DLB: Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla.

Fb: Factor de balasto.

Para este tubo fluorescente se tiene un factor de depreciación del flujo luminoso de 0.9 un factor de depreciación por disminución del flujo luminoso por ensuciamiento de 0.8 y un factor de balasto de 1. Por lo tanto:

$$FM = 0.9 * 0.8 * 1 = 0.72$$

4.1.3.7 Cálculo de Iluminación Media

Para el cálculo de la iluminancia media se utiliza la fórmula del RETILAP dada por:

$$Em = \frac{N * n * \phi_L * CU * FM}{l * a}$$

Donde:

N: Número de luminarias en el local.

n: Número de bombillas por luminaria.

ϕ_L: Flujo luminoso de una bombilla de la luminaria.

CU: Coeficiente de utilización para el plano de trabajo.

l: Longitud del local en metro.

a: Ancho del local en metros.

Para este recinto tenemos:

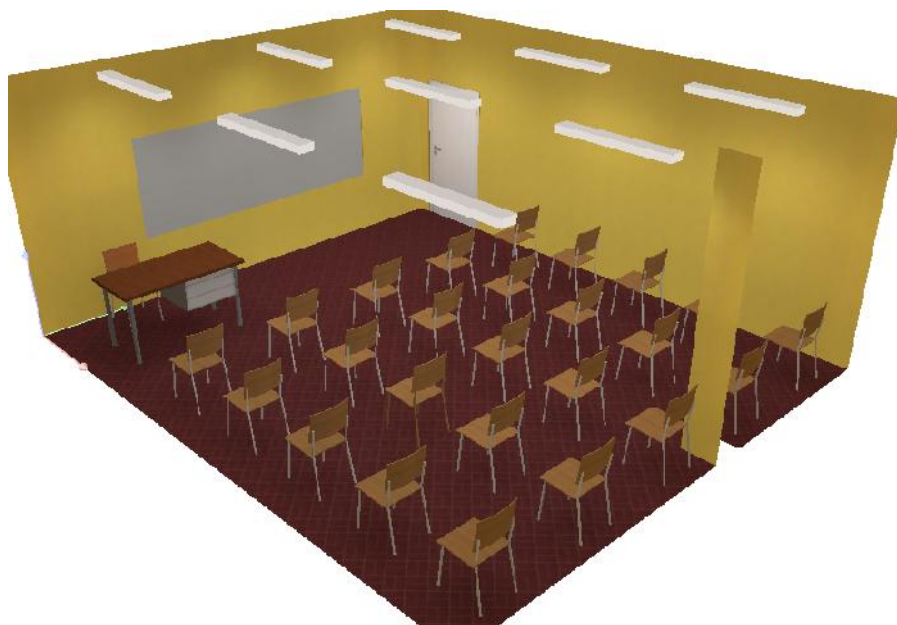
$$Em = \frac{9 * 2 * 2600 * 0.68 * 0.72}{6.9 * 6} = 553 \text{ lux}$$

4.1.3.8 Cálculo de Índice UGR

El índice UGR de esta luminaria se puede obtener de las tablas dadas por el fabricante para cada tipo de recinto, en esta caso el índice UGR tiene un valor de 16 visto tanto longitudinalmente como transversalmente a la luminaria, lo cual cumple con lo estipulado en el RETILAP en el capítulo 4.

A continuación se presenta la simulación realizada con DIALUX. La luminaria utilizada para la simulación en el Aula 4 es la siguiente:

Figura 102. Vista de Simulación para Aula en DIALUX.



Fuente: Los Autores

Los resultados arrojados por DIALUX son los siguientes:

Figura 103. Resultados DIALUX para Rediseño.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	510	345	605	0.676
Suelo	11	453	313	552	0.691
Techo	67	348	75	7659	0.214
Paredes (4)	50	234	124	455	/

Plano útil:
 Altura: 0.750 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq
 Pared inferior
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- 16
 Tran 16
 al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 5.86%.

Fuente: Los Autores

Al comparar los resultados obtenidos por medio de DIALUX y el cálculo tipo por medio de las formulas dadas en el RETILAP se observa que son muy similares (error de 7,77% con valor teorico de referencia el de Cavidad Zonal), por lo tanto se valida la utilización del software DIALUX para los cálculos de iluminación interior de cada uno de los recintos de la institución.

4.1.3.9 Resumen de Cálculos de Iluminación Interior

A continuación, en la Tabla 90, se muestran los resultados obtenidos para el rediseño de la iluminación del edificio principal de la institución. En los planos adjuntos a este proyecto se muestra la distribución arrojada de los cálculos anteriores.

Tabla 90. Resumen de Cálculos del Rediseño de Iluminación Interior del Edif. Principal.

Área	E_m [Lux]	$E_{mín}$ [Lux]	$E_{mín}/E_m$	UGR		Efic. Ener.	Lumin.	Nro. De Lumin
				Longi.	Transv.			
Aulas 1, 2, 4, 5 y 6	510	345	0,676	16	16	2,64	Philips TCS260 D/I 2xTL5-28W HFP M6	9
Aulas 3 y 7	525	359	0,683	16	16	2,66		9
Oficina 1	541	391	0,722	16	16	3,79		3

Área	Em [Lux]	Emín [Lux]	Emín/Em	UGR		Efic. Ener.	Lumin.	Nro. De Lumin
				Longi.	Transv.			
Oficina 2	552	403	0,729	16	16	3,92		3
Oficina 3	466	344	0,737	15	17	4,09		2
Depósito Oficinas	150	115	0,762	14	14	4,84		1
Baño Hombres	163	88	0,54	14	14	2,81		3
Baño Mujeres	167	92	0,553	14	14	2,85		3
Baño Profesores	115	67	0,587	14	14	3,74		1
Contabilidad y Sala de Juntas	488	326	0,668	16	16	3,22		4
Hall de Entrada	148	85	0,577	14	14	3,07		2
Portería	357	296	0,83	14	14	7,44		1
Depósito Deportes	134	87	0,648	14	14	5,05		1
Papelería	508	305	0.601	16	16	3,24		2
Rectoría y Sec. Académica	603	385	0,639	16	16	3,00		6
Secretaría Rectoría	469	322	0,686	16	16	3,44		3
Camerino	226	135	0,6	14	14	3,45		1
Pasillo Izquierdo	107	44	0,416	15	17	2,33	Philips TCS260 D/I 1xTL5-28W HFP M6	11
Pasillo Derecho	119	57	0,477	16	16	3,02		6
Aula 8	499	300	0,601	15	17	2,80	Philips TCS690 2xTL5-28W HFP M6	9
Aulas 9, 10, 11, 12, Sala de Lectura	485	289	0,596	15	17	2,78		9
Aula 13	495	366	0,738	15	17	2,74		12

Área	Em [Lux]	Emín [Lux]	Emín/Em	UGR		Efic. Ener.	Lumin.	Nro. De Lumin
				Longi.	Transv.			
Biblioteca	494	309	0,626	16	16	2,77		11
Almacén	454	322	0,71	14	16	3,70		3
Depósito Almacén	540	424	0,785	14	14	5,37		2
Entrada Pagaduría	451	348	0,771	14	14	4,61		2
Oficinas de Sistemas y 5	525	380	0,725	14	16	3,77		3
Oficina 4	479	386	0,805	15	17	4,83		2
Pagaduría	463	252	0,545	14	14	3,19		5
Sala Infor. 1	484	261	0,539	15	17	2,50		20
Sala Infor. 2	440	261	0,592	15	17	2,51		16
UNIPAZ	541	343	0,634	15	17	2,71		12
Aulas 25 y 26 (Labs.)	464	291	0,626	19	19	2,88	Philips TCS260 D/I 2xTL5-28W HFP M6	12
Pasillo	137	74	0,541	15	17	3,45	Philips TCS260 D/I 1xTL5-28W HFP M6	21
Hall Infor.	143	104	0,73	14	14	4,15	Philips TCS690 1xTL5-28W HFP M6	1

Fuente: Los Autores.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los cálculos anteriores para el rediseño de la iluminación interior de la Casona La Alianza y en los planos adjuntos a este trabajo se muestra la distribución espacial de las luminarias en estos calculadas.

Tabla 91. Resumen de Cálculos del Rediseño de Iluminación Interior Alianza.

Área	Em [Lux]	Emín [Lux]	Emín/Em	UGR		Efic. Ener.	Lumin.	Nro. De Lumin.
				Longi.	Transv.			
Aula A1	481	342	0,71	16	16	2,62	Philips TCS260 D/I 2xTL5- 28W HFP M6	9
Aulas A2 y A3	422	259	0,614	19	19	2,98		9
Aulas A4 y A6	540	378	0,7	16	16	2,55		12
Aula A5	476	294	0,617	19	19	2,91		12
Aula A7	480	321	0,668	16	16	2,49		12
Aula A8	542	381	0,703	16	16	2,55		12
Aula A9	502	355	0,708	16	16	2,51		12
Aulas A10 y A11	538	377	0,701	16	16	2,54		12
Aula A12	541	366	0,677	16	16	2,54		12
Aula A13	449	295	0,658	16	16	3,15		4
Coordinación	432	290	0,671	16	16	3,07		4
Sala de Profesores	538	372	0,692	16	16	2,42		16
Cafetería	427	297	0,697	19	19	4		2
Baños 1	139	94	0,678	14	14	4,4	Philips TCS260 D/I 1xTL5- 28W HFP M6	1
Baños 2	141	79	0,557	14	14	4,2		2
Pasillo Central	127	74	0,579	14	14	3,36		2
Pasillo Superior	124	61	0,494	14	14	2,91		6
Pasillo Inferior	120	69	0,575	14	15	2,54		15
Pasillo Izquierdo	118	65	0,549	14	14	3,24		2
Cafetería Ventas	409	270	0,659	19	19	3,41	Philips TCS260 2xTL5- 28W HFP M6	4

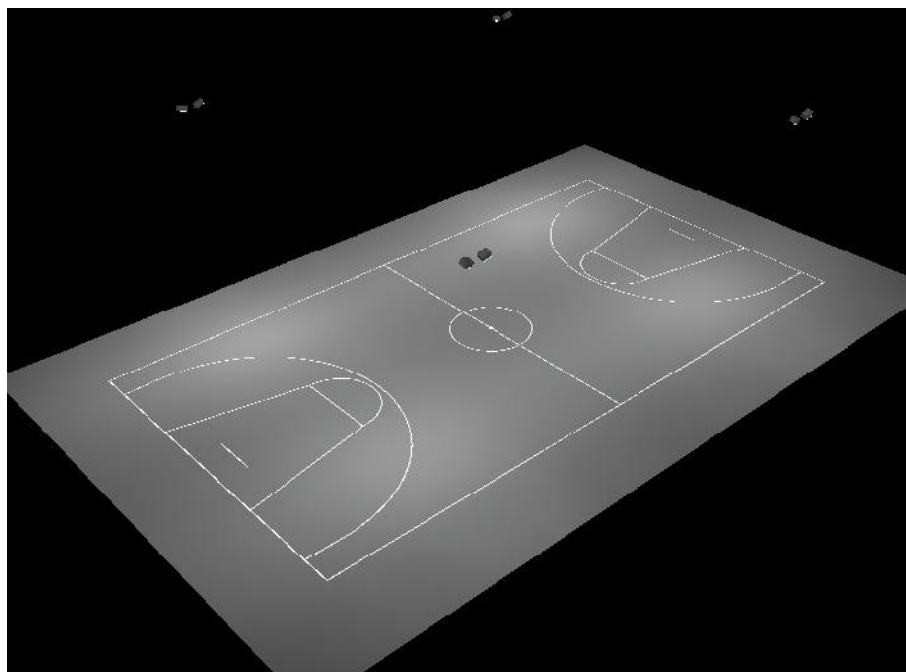
Fuente: Los Autores.

Para la iluminación de las canchas múltiples de la institución se debe cumplir con lo especificado en el RETILAP en el Artículo 560.3.

Para la iluminación de las canchas se pretende cambiar las luminarias existente, debido que la gran mayoría de estas están en mal estado. Para la Cancha Múltiple 1 se utiliza los mismos postes existentes ya que su ubicación es óptima, a continuación se muestran los resultados obtenidos por medio del software DIALUX, el cual se válido en el apartado de iluminación interior Sección 4.1.3.8 del presente proyecto.

La luminaria utilizada para la iluminación de las canchas del colegio son Phillips **SNF100 1 x SON-TTP250W**.

Figura 104. Vista Rediseño Iluminación Cancha Múltiple.



Fuente: Los Autores.

Los datos arrojados para esta disposición de luminarias son los siguientes:

Tabla 92. Resumen de Cálculos del Rediseño de las Canchas Múltiples.

Área	Em [Lux]	Emín [Lux]	Emáx.	Emín/Em	Nro. De Luminarias
Cancha Múltiple	148	98	192	0,66	8

Fuente: Los Autores.

A continuación se presentan los resultados del rediseño de la iluminación de las áreas comunes y el teatro del colegio.

Tabla 93. Resumen de Cálculos del Rediseño de las Zonas Comunes y Teatro.

Área	Em [Lux]	Emín [Lux]	Emín/Em	Lumin.	Nro. De Lumin.
Escaleras Centro de Cancha 1 a 2	82	56	0,86	Philips DVP626 FG 1xSDW-TG50W EB 25-60 P60	2
Iluminación Senderos	15	7,59	0,507	Philips CDS560 1xSON-TPP50W TP	8
Escaleras Centro de Cancha 1 a 2	81	41	0,5	Philips DVP626 FG 1xSDW-TG50W EB 25-60 P60	4
Teatro (Efic. Enérg.= 2,44 Wm ² /100Lux)	476	174	0,366	Philips TCS260 2xTL528W HFP M6	10

Fuente: Los Autores.

4.2 Cableado y Ubicación de Salidas para Tomacorrientes

Como se puede observar en los planos adjuntos realizados para el rediseño acá propuesto, para la ubicación de tomacorrientes no se tuvo en cuenta las recomendaciones de la Sección 6.2.1 de la NTC 4595 ya que por razones prácticas y requerimientos expresados por las directivas de la institución es posible prescindir de cierto número de tomacorrientes en las aulas de clase. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la ubicación de tomacorrientes dobles en cada salón de clase como se describe a continuación:

- Dos tomacorrientes dobles en la pared posterior.
- Dos tomacorrientes dobles en la pared del frente, debajo del tablero.
- Cuatro salidas de ventiladores de techo en cada salón del segundo piso y de la Casona la Alianza, debido a que sus techos son de Eternit, produciendo

mucho calor, el primer piso tiene un grado de temperatura confortable por ventilación de ventanal y techo de placa.

- Un tomacorriente doble en la mitad de la pared del frente, encima del tablero, para alimentación de Televisor y DVD (Por requerimientos de la institución).

En las áreas del colegio, como oficinas, biblioteca y demás locales, se tuvo en cuenta las recomendaciones de la Sección 6.2.1 de la NTC 4595. Cabe resaltar que en la Sala de Informática 1 además de tener en cuenta lo establecido en esa sección, se ubicaron salidas para tomacorriente doble para cada uno de los puestos de los equipos de cómputo. En la Sala de Informática 2, no se realizó ningún cambio en los circuitos puesto que desde hace unos meses se encuentra en proceso de adecuación por parte de la Fundación Computadores para Educar.

Luego de esta ubicación de tomacorrientes, se procedió a realizar el cableado de estos como se muestran en los planos adjuntos para el rediseño teniendo en cuenta lo establecido en RETIE.

4.2.1 Cálculos de Aire acondicionado

Los aires acondicionados se calculan de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$C = 230 * V + (PyE * 476)$$

Donde:

C: Capacidad del aire acondicionado en BTU.

V: Volumen del recinto.

PyE: Número de personas y equipos que existen en el recinto.

A continuación se muestra un cálculo tipo para cálculo del aire acondicionado en la rectoría y el resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los lugares en la institución que requieren aire acondicionado.

En la rectoría en pueden haber hasta 5 personas y 3 equipos, el volumen que tiene este recinto es de 61,8 m³ por lo tanto:

$$C = 230 * 61.8 + ((5 + 3) * 476) = 18160 \text{ BTU}$$

Por lo tanto podemos escoger un aire acondicionado de 18000 teniendo en cuenta que esta fórmula representa un método maximalista para el cálculo.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para los aires acondicionados en la institución.

Tabla 94. Cálculo de Aires Acondicionados.

Recinto	Volumen m ³	Nro. personas	Nro. Equipos	BTU/h aire escogido
Rectoría	61.8	5	3	18000
Sala de Juntas	48.6	10	3	18000
Sala de inform. 1	306.9	50	50	60000
				60000
Sala de inform. 2	267.3	40	40	48000
				48000
Unipaz	154.2	15	10	48000

Fuente: Los Autores.

Los equipos seleccionados comercialmente se muestran a continuación:

Tabla 95. Selección de Aires Acondicionados Comerciales.

Recinto	Tipo	Equipo	Tensión Nominal	Consumo W
Rectoría	Split muro	Trane 2TWK0518QBAA	208 V	1980
Sala de Juntas	Split muro	Trane 2TWK0518QBAA	208 V	1980
Sala Inform. 1	Split muro	LG L4UC602FA2	208 V	6200
		LG L4UC602FA2	208 V	6200
Sala de Inform. 2	Split Piso	Samsung FC48BTVA	208 V	5000
	Techo	Samsung FC48BTVA	208 V	5000
Unipaz	Split Piso Techo	Samsung FC48BTVA	208 V	5000

Fuente: Catálogos Aires Acondicionados.

4.3 Tableros de Distribución

La selección de los tableros de distribución se realizó teniendo en cuenta la carga necesaria estipulada para el rediseño. Cada uno de estos deberá cumplir con las especificaciones del RETIE Sección 17.9 “Tableros Eléctricos” en cuanto a requerimientos constructivos, instalación, rotulado, entre otros aspectos. El número de circuitos de cada tablero se especifica en los cuadros de carga del rediseño así como en los planos del mismo.

4.4 Selección de Protecciones

La selección de la protección de los circuitos ramales se realiza de acuerdo a la corriente del circuito y a los valores mínimos dados por la Tabla 310-16 de la NTC 2050. Estas protecciones se detallan en los cuadros de cargas, en los cuadros de regulación y los planos del rediseño.

Para el cálculo de los totalizadores de cada tablero propuesto en el rediseño se procedió a calcular con el total de la carga instalada calculada en el cuadro de

carga, la corriente, para con esta hallar el totalizador comercial inmediatamente encima de este valor. Estas selecciones realizadas se muestran en los cuadros de carga para cada uno de los tableros.

Tabla 96. Totalizadores para Tableros.

Tablero	TOTALIZADOR TRIFÁSICO				
	Marca	Referencia	In(A)	Vn(V)	Icu(kA)
TA	Merlin Gerin	EZC100B3040C	40	240	10
TB	Merlin Gerin	EZC100N3060C	60	240	10
TC	Merlin Gerin	EZC100B3040C	40	240	10
TD	Merlin Gerin	EZC100N3060C	60	240	10
TE	Merlin Gerin	EZC100N3050C	50	240	10
TF	Merlin Gerin	EZC100B3030C	30	240	10
TG	Merlin Gerin	EZC100N3020C	20	240	10
TH	Merlin Gerin	EZC100N3125C	125	240	50
TI	Merlin Gerin	EZC100N3080C	80	240	25
TJ	Merlin Gerin	EZC100B3050C	50	240	10
TK	Merlin Gerin	EZC100B3040C	40	240	10
TL	Merlin Gerin	EZC100B3030C	30	240	10
TM	Merlin Gerin	EZC100B3050C	50	240	10
TO	Merlin Gerin	EZC100B3030C	30	240	10
TGD1	Merlin Gerin	NB400N	350	240	30
TGD2	Merlin Gerin	EZC250N	150	240	50

Fuente: Los Autores.

4.4.1 Selección de los DPS de los Tableros

Aunque la instalación no requiere protección externa contra rayos (apantallamiento) como se demuestra en la Sección 4.10 del presente texto, en los tableros se ubicarán dispositivos de protección contra sobretensiones para garantizar que en ningún caso la tensión Fase-Tierra sea mayor que 1.5 la tensión normal de operación.

El DPS a utilizar en los tableros secundarios es **Clamper VCL SP 175V 60kA**, los datos técnicos del DPS se muestran a continuación.

Tabla 97. DPS seleccionado para Tableros de Distribución.

Modelo	Uc		In	Imáx	Wmáx	Pmáx	Uref	Up	Ures	G
	AC	DC								
VCL SP 175V 45kA	175 V	225 V	20 kA	45 kA	840 J	1.4 W	270 V	1.2 kV	0.6 kV	45 g

Uc: Máxima tensión de operación continua
 In: Corriente nominal a 8/20 μ s
 Imáx: Máxima corriente de sobretensión
 Wmáx: Máxima energía absorbida en 10/1000 μ s
 Pmáx: Máxima potencia de disipación
 Uref: Tensión de referencia a 1mA
 Up. Nivel de protección.
 Ures: Tensión residual a 5kA
 g: Peso

Fuente: Catálogo Clamper

Para los tableros generales de distribución TGD1 y TGD2 se utilizara es **Clamper VCL SP 175V 90kA** cuyas características se muestran a continuación:

Tabla 98. DPS seleccionado para Tableros Generales de Distribución.

Modelo	Uc		In	Imáx	Wmáx	Pmáx	Uref	Up	Ures	G
	AC	DC								
VCL SP 175V 90kA	175 V	225 V	30 kA	90 kA	1680 J	2.8 W	270 V	0.9 kV	0.6 kV	110 g

Uc: Máxima tensión de operación continua
 In: Corriente nominal a 8/20 μ s
 Imáx: Máxima corriente de sobretensión
 Wmáx: Máxima energía absorbida en 10/1000 μ s
 Pmáx: Máxima potencia de disipación
 Uref: Tensión de referencia a 1mA
 Up. Nivel de protección.
 Ures: Tensión residual a 5kA
 g: Peso

Fuente: Catálogo Clamper

4.5 Cuadros de Carga del Rediseño

A continuación se muestran los cuadros de carga producto del resultado de los estudios realizados para solucionar los diversos problemas presentes en la institución.

4.5.1 Cuadros de Carga del Rediseño para el Edificio Principal

4.5.1.1 Tableros Primer Piso

Cuadro 28. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TA.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TA													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	5	-	-	900	-	-	900	7.5	20	12	Tomas Secretaría Académica
2	-	-	7	-	-	-	1260	-	1260	10.5	20	12	Tomas de Aula 4 y Aula 5
3	-	-	8	-	-	-	-	1440	1440	12	20	12	Tomas de Aula 6 y Aula 7
4	9	-	-	-	-	900	-	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 4
5	9	-	-	-	-	-	900	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 5
6	9	-	-	-	-	-	-	900	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 6
7	9	-	-	-	-	900	-	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 7
8	8	-	-	-	-	-	800	-	800	8.33	15	12	Iluminación Baños
9	6	-	-	-	-	-	600	-	600	6.25	15	14	Iluminación Pasillo
10	-	-	4	-	-	-	720	-	720	6	20	12	Tomas Baños, Depósito deportes
11	-	-	7	-	-	1260	-	-	1260	10.5	20	12	Tomas de Contabilidad y Toma Secret. Acad.
12	-	-	8	-	-	-	-	1440	1440	12	20	12	Tomas de Aulas 4 y 5
13	6	-	-	-	-	-	-	600	600	6.25	15	12	Iluminación Contabilidad
14	6	-	-	-	-	-	-	600	600	6.25	15	12	Iluminación Secretaría Académica
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TA													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	62	0	39	0	0	3960	4280	4980	13220				
Totalizador: Merlin Gerin 3x40A, 240V, 10kA C: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 29. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TB.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TB													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	10	-	-	1800	-	-	1800	15	20	12	Tomas de Portería, Secretaría Rectoría y Ofic. 3
2	-	-	9	-	-	-	-	1620	1620	13.5	20	12	Tomas de Aula 2 y Aula 3
3	-	-	11	-	-	1980	-	-	1980	16.5	20	12	Tomas de Aula 1 y Aula 2 y Oficina 2
4	-	-	6	-	-	-	-	1080	1080	9	20	12	Tomas Rectoría
5	-	-	6	-	-	-	-	1080	1080	9	20	12	Tomas de Sala de Juntas y toma Rectoría
6	2	-	1	-	-	380	-	-	380	3.17	20	12	Luces y Toma Papelería
7	9	-	-	-	-	-	900	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 2
8	9	-	-	-	-	-	900	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 3
9	9	-	-	-	-	900	-	-	900	9.38	15	14	Iluminación Portería y Oficinas
10	11	-	-	-	-	1100	-	-	1100	11.46	15	14	Iluminación Pasillo
11	-	-	2	-	-	-	-	360	360	3	20	12	Tomas Papelería
12	12	-	-	-	-	-	1200	-	1200	12.50	15	14	Iluminación Rectoría y Sala de Juntas
13	6	-	-	-	-	-	-	600	600	6.25	15	14	Iluminación Patio Cubierto
14	9	-	-	-	-	-	900	-	900	9.38	15	14	Iluminación Aula 1
15	-	-	2	-	-	-	-	360	360	3.00	20	12	Tomas Papelería
16-17	-	-	-	1	-	1200	1200	-	2400	11.5	2x20	12	Toma Bifásico Sala de

CUADRO DE CARGAS TABLERO TB													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
													Juntas
18-19	-	-	-	1	-	-	1200	1200	2400	11.5	2x20	12	Toma Bifásico Rectoría
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	67	0	47	2	0	7360	6300	6300	19960				
Totalizador: Merlin Gerin 3x60A, 240V, 10kA C: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 30. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TC.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TC													
Tipo de red: TRIFASICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	3	-	-	540	-	-	540	4.5	20	12	Tomas Escenario Auditorio
2	-	-	6	-	-	-	-	1080	1080	9	20	12	Tomas Auditorio
3	11	-	-	-	-	-	1100	-	1100	11.5	15	14	Ilum. Oficinas 1 y 2
4	10	-	-	-	-	1000	-	-	1000	10.4	15	14	Iluminación Teatro
5	10	-	-	-	-	-	1000	-	1000	10.4	15	14	Iluminación Teatro
6	10	-	-	-	-	-	-	1000	1000	10.4	15	14	Iluminación Teatro
7	10	-	-	-	-	1000	-	-	1000	10.4	15	14	Iluminación Escenario
8	-	-	2	-	-	-	-	360	360	3	20	12	Tomas Auditorio
9	-	-	3	-	-	-	540	-	540	4.5	20	12	Tomas Auditorio
10	-	-	3	-	-	540	-	-	540	4.5	20	12	Tomas Auditorio
11	-	-	5	-	-	900	-	-	900	7.5	20	12	Tomas Auditorio
12	-	-	7	-	-	-	-	1260	1260	10.5	20	12	Tomas Depósito y Oficina 1
13	-	-	6	-	-	-	1080	-	1080	9	20	12	Tomas Oficina 1 y Camerino
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TC													
Tipo de red: TRIFASICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	51	0	35	0	0	3980	3720	3700	11400				
Totalizador: Merlin Gerin 3x40A, 240V, 10kA					C: Común					E: Especial			

Fuente: Los Autores.

4.5.1.2 Tableros Segundo Piso

Cuadro 31. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TD.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD													
Tipo de red: TRIFASICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	7	-	-	1260	-	-	1260	10.5	20	12	Tomas Aula 12 y Aula 13
2	-	-	11	-	-	-	1980	-	1980	16.5	20	12	Tomas Aulas 10, 11 y 12
3	-	-	8	-	-	-	-	1440	1440	12	20	12	Tomas Aula 9 y Aula 10
4	-	-	8	-	-	1440	-	-	1440	12	20	12	Tomas Aula 26
5-6	-	-	-	1	-	-	1200	1200	2400	11.54	2x20	12	Toma Bifásico Aula 26
7	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10.00	15	12	Iluminación Aula 13
8	9	-	4	-	-	-	1620	-	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula 12
9	9	-	4	-	-	-	-	1620	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula 11
10	9	-	4	-	-	1620	-	-	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula 10
11	9	-	4	-	-	-	1620	-	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula 9
12	8	-	-	-	-	-	-	800	800	8.33	15	14	Iluminación Pasillo
13	6	-	2	-	-	960	-	-	960	10.00	15	14	Iluminación Aula 26
14	6	-	-	-	-	-	600	-	600	6.25	15	14	Iluminación Ofic. Sistemas y Oficina 5
15	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10.00	15	12	Iluminación Aula 13
16	6	-	2	-	-	960	-	-	960	10.00	15	14	Iluminación Aula 26
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TD													
Tipo de red: TRIFASICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	74	0	58	1	0	6240	7020	6980	20240				
Totalizador: Merlin Gerin 3x60A, 240V, 10kA					C: Común				E: Especial				

Fuente: Los Autores.

Cuadro 32. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TE.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TE													
Tipo de Red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	8	-	-	1440	-	-	1440	12	20	12	Tomas Oficina 5 y Oficina Sistemas.
2	-	-	8	-	-	-	1440	-	1440	12	20	12	Tomas Sala de Lectura y Aula 8.
3	-	-	12	-	-	-	-	2160	2160	18	20	12	Tomas Sala de Lectura y Biblioteca.
4	-	-	8	-	-	1440	-	-	1440	12	20	12	Tomas Aula 25
5-6	-	-	-	1	-	-	1200	1200	2400	11.54	2x20	12	Toma Bifásico de Aula 25
7	9	-	-	-	-	-	900	-	900	9.37	15	14	Iluminación Pasillo
8	10	-	-	-	-	-	-	1000	1000	10.41	15	14	Iluminación Escaleras
9	12	-	4	-	-	1920	-	-	1920	20	20	12	Iluminación Aula 25
10	9	-	4	-	-	-	-	1620	1620	16.87	20	12	Iluminación Aula 8
11	9	-	4	-	-	1620	-	-	1620	16.87	20	12	Iluminación Sala Lectura
12	13	-	-	-	-	-	1300	-	1300	13.54	15	12	Iluminación Biblioteca y Oficina 4
13-14	-	2	-	-	-	100	-	100	200	1.20	2x15	14	Iluminación Entrada Colegio
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

Cuadro 33. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TF.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TF													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	5	-	-	-	-	900	900	9.38	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
2	-	-	7	-	-	-	1260	-	1260	13.1	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
3	-	-	8	-	-	-	1440	-	1440	15	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
4	-	-	8	-	-	1440	-	-	1440	15	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
5	-	-	6	-	-	-	-	1080	1080	11.3	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
6	-	-	5	-	-	900	-	-	900	9.38	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
7	-	-	5	-	-	-	-	900	900	9.38	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
8	-	-	3	-	-	540	-	-	540	5.63	15	12	Tomas Computadores Sala Inf. 1
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	0	0	47	0	0	2880	2700	2880	8460				
Totalizador: Merlin Gerin 3x30A, 240V, 10kA C: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 35. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TH.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TH													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	9	-	-	-	-	1620	1620	13.5	20	12	Tomas Generales Sala de Inf. 2
2	-	-	9	-	-	1620	-	-	1620	13.5	20	12	Tomas Generales Sala de Inf. 1
3	-	-	7	-	-	1260	-	-	1260	10.5	20	12	Tomas Generales Sala de Inf. 1
4	-	-	11	-	-	1980	-	-	1980	16.5	20	12	Tomas Generales Inf. 2 y Almacén
5	-	-	9	-	-	-	-	1620	1620	13.5	20	12	Tomas Pagaduría
6	-	-	8	-	-	-	-	1440	1440	12	20	12	Tomas Biblioteca, Oficinas y Pasillo
7-8	-	-	-	1	-	3100	3100	-	6200	29.81	2x30	10	Toma Aire Sala Inf. 1
9-10	-	-	-	1	-	-	3100	3100	6200	29.81	2x30	10	Toma Aire Sala Inf.1
11-12	-	-	-	1	-	2750	2750	-	5500	26.44	2x30	10	Toma Aire Sala Inf.2
13-14	-	-	-	1	-	-	2750	2750	5500	26.44	2x30	10	Toma Aire Sala Inf.2
15	10	-	-	-	-	-	-	1000	1000	10.42	15	12	Iluminación Sala Inf. 1
16	10	-	-	-	-	1000	-	-	1000	10.42	15	12	Iluminación Sala Inf. 1
17	8	-	-	-	-	800	-	-	800	8.33	15	14	Iluminación Sala Inf. 2
18	6	-	-	-	-	-	-	600	600	6.25	15	14	Iluminación Almacén
19	8	-	-	-	-	-	800	-	800	8.33	15	14	Iluminación Sala Inf. 2

CUADRO DE CARGAS TABLERO TH													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
20	10	-	-	-	-	-	-	1000	1000	10.42	15	14	Iluminación Pagaduría
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	52	0	53	4	0	12510	12500	13130	38140				
Totalizador: Merlin Gerin 3x125A, 240V, 50kA C: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 37. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TM.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TM													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1-2-3	-	-	47	-	-	2880	2700	2880	8460	29.4	3x30	8	Alimentación Tablero TF
4-5-6	-	-	36	-	-	2160	2160	2160	6480	22.5	3x30	8	Alimentación Tablero TG
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	0	0	83	0	0	5040	4860	5040	14940				

Totalizador: Merlin Gerin 3x50A, 240V, 10kA **C:** Común **E:** Especial

Fuente: Los Autores.

Cuadro 38. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TP.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TP													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: BIFILAR FN					Tensión entre fases: 120 V			
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	5	-	-	900	-	-	900	7.5	15	12	Tomas Comp. Unipaz
2	-	-	5	-	-	900	-	-	900	7.5	15	12	Tomas Comp. Unipaz
3	-	-	2	-	-	360	-	-	360	3	15	12	Tomas Comp. Unipaz
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	0	0	12	0	0	2160	0	0	2160				

Fuente: Los Autores.

4.5.2 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros de La Casona La Alianza

Cuadro 39. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TI.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TI													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	8	-	-	-	-	1440	1440	12	20	12	Tomas Aulas A1 y A2
2	-	-	10	-	-	-	1800	-	1800	15	20	12	Tomas Aulas A2,A3 y A4
3	-	-	11	-	-	-	-	1980	1980	16.5	20	12	Tomas Aulas A4, A5 y A6
4	-	-	8	-	-	1440	-	-	1440	12	20	12	Tomas Aulas A11 y A12
5	9	-	4	-	-	-	-	1620	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula A2
6	9	-	4	-	-	1620	-	-	1620	16.88	20	12	Iluminación Aula A3
7	12	-	4	-	-	1920	-	-	1920	20	20	12	Iluminación Aula A4
8	6	-	2	-	-	-	960	-	960	10	15	14	Iluminación Aula A5
9	12	-	4	-	-	-	1920	-	1920	20	20	12	Iluminación Aula A12
10	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10	15	14	Iluminación Aula A11
11	6	-	2	-	-	-	960	-	960	10	15	12	Iluminación Aula A11
12	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10	15	12	Iluminación Aula A10
13	6	-	2	-	-	960	-	-	960	10	15	12	Iluminación Aula A10
14	6	-	2	-	-	-	960	-	960	10	15	14	Iluminación Aula A9
15	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10	15	14	Iluminación Aula A9
16	8	-	-	-	-	800	-	-	800	8.33	15	12	Iluminación Pasillo

CUADRO DE CARGAS TABLERO TI													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
17	-	-	6	-	-	-	1080	-	1080	9	20	12	Tomas Aulas A10 y A11
18	-	-	7	-	-	1260	-	-	1260	10.5	20	12	Tomas Aulas A9 y A10
19	11	-		-	-	-	1100	-	1100	11.46	15	12	Luces Pasillos
20	6	-	2	-	-	-	-	960	960	10	15	14	Iluminación Aula A5
21	9	-	4	-	-	1620	-		1620	16.88	20	10	Iluminación Aula A1
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	118	0	86	0	0	9620	8780	8880	27280				
Totalizador: Merlin Gerin 3x80A, 240V, 25kAC: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 40. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TJ.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TJ													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	10	-	-	1800	-	-	1800	15	20	12	Tomas Aulas A6, A7 y A8
2	-	-	7	-	-	-	1260	-	1260	10.5	20	12	Tomas Aula A13 y Coordinación
3	-	-	6	-	-	-	-	1080	1080	9	20	12	Tomas Sala de Profesores
4	-	-	6	-	-	1080	-	-	1080	9	20	12	Tomas Sala de Profesores
5	12	-	4	-	-	-	1920	-	1920	20	20	12	Illum. Aula A6
6	12	-	4	-	-	-	-	1920	1920	20	20	12	Illum. Aula A7
7	12	-	4	-	-	-	-	1920	1920	20	20	12	Illum. Aula A8
8	8	-	2	-	-	1160	-	-	1160	12.1	15	14	Illum. Coordinación y Aula A13
9	10	-	-	-	-	-	-	1000	1000	10.4	15	14	Illum. Pasillo
10	10	-	2	-	-	1360	-	-	1360	14.2	15	12	Illum. Sala Profesores
11	8	-	2	-	-	-	1160	-	1160	12.1	15	14	Illum. Sala Profesores
12	-	-	5	-	-	-	900	-	900	7.5	20	12	Tomas Aula A8 y Coordinación
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TJ													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	72	0	52	0	0	5400	5240	5920	16560				
Totalizador: Merlin Gerin 3x50A, 240V, 10kAC: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 41. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TL.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TL													
Tipo de red: TRIFASICA					Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V			
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	-	2	-	-	360	-	-	360	3	20	12	Tomas Cafetería
2	6	-	-	-	-	-	-	600	600	6.25	15	14	Ilum. Cafetería
3	-	-	3	-	-	-	-	540	540	4.5	20	12	Tomas Cafetería
4	-	-	2	-	-	-	360	-	360	3	20	12	Tomas Cafetería
5	-	-	2	-	-	-	-	360	360	3	20	12	Tomas Cafetería
6-7	-	-	-	1	-	1200	1200	-	2400	11.54	2x20	12	Toma Bifásico Cafetería
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	6	0	9	1	0	1560	1560	1500	4620				
Totalizador: Merlin Gerin 3x30A, 240V, 10kA C: Común E: Especial													

4.5.3 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros de las Zonas Exteriores

Cuadro 42. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TN.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TN													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: BIFILAR FN					Tensión entre fases: 120 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	4	-	3	-	-	940	-	-	940	7.83	15	12	Baños Alianza
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	4	0	3	0	0	940	0	0	940				

Fuente: Los Autores.

Cuadro 43. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TO.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TO													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: TETRAFILAR FFFN					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	8	-	-	-	800	800	800	2400	8.33	3x15	10	Iluminación Cancha 1
2	-	8	-	-	-	800	800	800	2400	8.33	3x15	10	Iluminación Cancha 2
3	-	8	-	-	-	800	800	800	2400	8.33	3x15	10	Iluminación Cancha 3
4	-	3	-	-	-	270	270	-	540	2.6	2x15	10	Iluminación Exterior Canchas
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DPS
Total	0	27	0	0	0	2670	2670	2400	7740				
Totalizador: Merlin Gerin 3x30A, 240V, 10kA C: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

Cuadro 44. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TQ.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TQ													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: TRIFILAR FFN				Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.P.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	-	10	-	-	-	-	900	900	1800	8.65	2X15	10	Iluminación Juegos y Senderos
2	2	-	2	-	-	-	560	-	560	4.67	20	12	Tomas e Iluminación Subestación
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	2	10	2	0	0	0	1460	900	2360				

Fuente: Los Autores.

4.5.4 Cuadros de Carga del Rediseño para Tableros Generales de Distribución

Cuadro 45. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TGD1.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TGD1													
Tipo de red: TRIFÁSICA				Acometida: FFN desde regulador de tensión					Tensión entre fases: 208 V				
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.p.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	62	0	39	0	0	3960	4280	4980	13220	36,70	3X50	6	Alimentación TA
2	74	0	58	1	0	6240	7020	6980	20240	56,18	3X80	4	Alimentación TD
3	52	0	53	4	0	12510	12500	13130	38140	105,87	3X150	3/0	Alimentación TH
4	118	0	86	0	0	9620	8780	8880	27280	75,72	3X100	2	Alimentación TI
5	72	0	52	0	0	5400	5240	5920	16560	45,97	3X60	4	Alimentación TJ
6	6	0	9	1	0	1560	1560	1500	4620	12,82	3X40	8	Alimentación TL
7	4	0	3	0	0	940	0	0	940	7,83	1X20	12	Alimentación TN
8	0	27	0	0	0	2670	2670	2400	7740	21,48	3X40	4	Alimentación TO
9	2	10	2	0	0	0	1460	900	2360	11,35	2X30	10	Alimentación TQ
10	192	2	241	4	0	26980	23370	25130	75480	209,51	3X150	350	Alimentación TGD2
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			Reserva
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			Reserva
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			Reserva

CUADRO DE CARGAS TABLERO TGD1												
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: FFN desde regulador de tensión				Tensión entre fases: 208 V			
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	582	39	543	10	0	69880	66880	69820	206580			
Totalizador: Merlin Gerin 3x350A, 240V, 20kA					C: Común				E: Especial			

Fuente: Los Autores.

Cuadro 46. Cuadro de Cargas Rediseño Tablero TGD2.

CUADRO DE CARGAS TABLERO TGD2													
Tipo de red: TRIFÁSICA					Acometida: FFN desde regulador de tensión					Tensión entre fases: 208 V			
Cto.	Luces		Tomas		Motores H.p.	FASES			Demanda VA	I (A)	Protec. (A)	Cond. (AWG)	Observaciones
	C	E	C	E		A	B	C					
1	67	0	47	2	0	7360	6300	6300	19960	55,40342006	3x80	4	Alimentación TB
2	51	0	35	0	0	3980	3720	3700	11400	31,64323591	3x50	8	Alimentación TC
3	62	2	48	1	0	6520	4840	6080	17440	48,40859949	3x60	4	Alimentación TE
4	12	0	28	1	0	4080	3650	4010	11740	32,58698154	3x50	6	Alimentación TK
5	0	0	83	0	0	5040	4860	5040	14940	41,46929337	3x60	6	Alimentación TM
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Reserva
Total	192	2	241	4	0	26980	23370	25130	75480				
Totalizador: Merlin Gerin 3x150A, 240V, 50kAC: Común E: Especial													

Fuente: Los Autores.

4.6 Cuadros de Regulación del Rediseño

A continuación se muestran los cuadros del estudio de regulación de los circuitos ramales de cada uno de los tableros distribución producto del rediseño.

4.6.1 Cuadros de Regulación del Rediseño para Alimentadores de Tableros

Cuadro 47. Regulación para Alimentadores de Tableros del Rediseño

Alimentador de Tablero TGD1 desde bornes Transformador										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	206,58	116,985	7	818,895	14,129	0,134	0,134	2x350 kcmil	4"	

Alimentador de Tablero TGD2 desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	75,48	42,77	125	5346,250	14,129	1,746	1,880	350 kcmils	3"	

Alimentador Del Tablero TA desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	13,22	6,8	96	652,800	138,86	2,095	2,229	6 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TB desde TGD2										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	19,96	12,2	35	427,000	89,28	0,881	2,761	4 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TC desde TGD2										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	11,4	5,6	21,5	120,400	217,61	0,606	2,485	8 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TD desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	20,24	10,7	102	1091,400	89,28	2,252	2,386	4 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TE desde TGD2										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	17,44	9,5	41	389,500	89,28	0,804	2,683	4 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TF desde TM										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	8,46	4,7	6	28,200	217,61	0,142	2,554	8 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TG desde TM										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	6,48	3,6	13,5	48,600	217,61	0,244	2,657	8 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TH desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	38,14	29,4	145,5	4277,700	25,589	2,530	2,664	3/0 AWG	3"	

Alimentador Del Tablero TI desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	27,28	13	91,5	1189,500	57,801	1,589	1,723	2 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TJ desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	16,56	8	125	1000,000	89,28	2,064	2,197	4 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TK desde TGD2										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	11,74	8	26	208,000	138,86	0,668	2,547	6 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TL desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	4,62	3,7	86	318,200	217,61	1,600	1,734	8 AWG	3/4"	

Alimentador Del Tablero TM desde TGD2										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	14,94	8,3	20	166,000	138,86	0,533	2,412	6 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TN desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	0,94	0,94	50	47,000	532,18	1,301	1,435	12 AWG	3/4"	

Alimentador Del Tablero TO desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	7,74	7,74	116	897,840	89,28	1,853	1,986	4 AWG	1 1/4"	

Alimentador Del Tablero TP desde TK										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	2,16	1,2	13	15,600	337,15	0,122	2,669	10 AWG	3/4"	

Alimentador Del Tablero TQ desde TGD1										
Circuitos	Carga (kVA)	Dem max (kVA)	Long Max (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
	2,36	2,2	4	8,800	337,15	0,069	0,202	10 AWG	3/4"	

Fuente: Los Autores.

4.6.2 Cuadros de Regulación del Rediseño para el Edificio Principal

4.6.2.1 Tableros Primer Piso

Cuadro 48. Cuadro de Regulación Tablero TA del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,9	0,5	33	14	532,18	1,033	3,262	12 AWG	1/2"	Tomas de Secretaría Académica
2	1,26	0,7	14,7	7,3	532,18	0,539	2,768	12 AWG	1/2"	Tomas de Aula 4 y Aula 5
3	1,44	0,8	36,2	17,52	532,18	1,293	3,522	12 AWG	1/2"	Tomas de Aula 6 y Aula 7
4	0,9	0,9	24,4	15,415	842,141	1,8	4,029	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 4
5	0,9	0,9	17,2	10,485	842,141	1,225	3,454	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 5
6	1,26	1,1	14,7	12,86	842,141	1,015	3,244	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 6
7	1,26	1,1	24,6	19,57	842,141	1,789	4,018	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 7
8	0,8	0,8	35,4	22,57	532,18	1,666	3,895	12 AWG	1/2"	Iluminación Baños
9	0,6	0,6	21	13,15	842,141	0,792	3,021	14 AWG	1/2"	Iluminación Pasillo
10	0,72	0,4	37,9	11,05	532,18	0,816	3,044	12 AWG	1/2"	Tomas Baños, Depósito deportes
11	1,26	0,7	28,5	15,11	532,18	1,115	3,344	12 AWG	1/2"	Tomas de Contabilidad y Toma Secretaría Académica
12	1,44	0,8	29,4	12,75	532,18	0,941	3,170	12 AWG	1/2"	Tomas de Aulas 4 y 5
13	0,6	0,6	27,1	10,5	842,141	1,226	3,455	14 AWG	1/2"	Iluminación Contabilidad
14	0,6	0,6	28,8	14,39	842,141	1,681	3,909	14 AWG	1/2"	Iluminación Secretaría Académica

Fuente: Los Autores.

Cuadro 49. Cuadro de Regulación Tablero TB del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,8	1	30,6	18,6	532,18	1,373	4,134	12 AWG	1/2"	Tomas de Portería, Secretaría Rectoría y Oficina 3
2	1,62	0,9	16,5	5,37	532,18	0,396	3,157	12 AWG	1/2"	Tomas de Aula 2 y Aula 3
3	1,98	1,1	27,2	18,97	532,18	1,40	4,161	12 AWG	1/2"	Tomas de Aula 1 y Aula 2 y Oficina 2
4	1,08	0,6	29,4	13,66	532,18	1,008	3,769	12 AWG	1/2"	Tomas Rectoría
5	1,08	0,6	25,6	11,37	532,18	0,839	3,600	12 AWG	1/2"	Tomas de Sala de Juntas y toma Rectoría
6	0,38	0,3	25,4	6,74	532,18	0,497	3,258	12 AWG	1/2"	Luces y Toma Papelería
7	0,9	0,9	17,2	10,485	842,141	1,225	3,986	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 2
8	0,9	0,9	14,7	12,86	842,141	1,015	3,776	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 3
9	0,9	0,9	23,5	13,11	842,141	1,531	4,292	14 AWG	1/2"	Iluminación Portería y Oficinas
10	1,1	1,1	25,4	12,92	842,141	1,509	4,270	14 AWG	1/2"	Iluminación Pasillo
11	0,36	0,2	24,9	4,83	532,18	0,356	3,117	12 AWG	1/2"	Tomas Papelería
12	1,2	1,2	21,8	14,71	842,141	1,718	4,479	14 AWG	1/2"	Iluminación Rectoría y Sala de Juntas
13	0,6	0,6	25,3	11,79	842,141	1,377	4,138	14 AWG	1/2"	Iluminación Patio Cubierto
14	1,26	1,1	24,4	15,415	532,18	1,8	4,561	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 1
15	0,36	0,2	21,3	4	532,18	0,295	3,056	12 AWG	1/2"	Tomas Papelería
16-17	2,4	2,4	11,8	25,96	532,18	0,639	3,399	12 AWG	1/2"	Toma Bifásico Sala de Juntas
18-19	2,4	2,4	19,5	42,9	532,18	1,055	3,816	12 AWG	1/2"	Toma Bifásico Rectoría

Fuente: Los Autores.

Cuadro 50. Cuadro de Regulación Tablero TC del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,54	0,3	17,3	4,29	532,18	0,317	2,802	12 AWG	1/2"	Tomas Escenario Auditorio
2	1,08	0,6	24,8	9,21	532,18	0,680	3,165	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
3	1,1	1,1	16,4	6,985	842,141	0,816	3,301	14 AWG	1/2"	Iluminación Oficinas 1 y 2
4	1	1	28,1	16,325	842,141	1,907	4,392	14 AWG	1/2"	Iluminación Teatro
5	1	1	23	12,575	842,141	1,469	3,954	14 AWG	1/2"	Iluminación Teatro
6	1	1	18,3	8,365	842,141	0,977	3,462	14 AWG	1/2"	Iluminación Teatro
7	1	1	18,1	8,605	842,141	1,005	3,490	14 AWG	1/2"	Iluminación Escenario
8	0,36	0,2	7,7	1,14	532,18	0,084	2,569	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
9	0,54	0,3	8,5	2,17	532,18	0,160	2,645	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
10	0,54	0,3	11,5	3,05	532,18	0,225	2,710	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
11	0,9	0,5	27,7	19,44	532,18	1,435	3,920	12 AWG	1/2"	Tomas Auditorio
12	1,26	0,7	12,6	11,304	532,18	0,834	3,319	12 AWG	1/2"	Tomas Depósito y Ofc.1
13	1,08	0,6	12,2	6,48	532,18	0,478	2,963	12 AWG	1/2"	Tomas Oficina 1 y Camerino

Fuente: Los Autores.

4.6.2.2 Tableros Segundo Piso

Cuadro 51. Cuadro de Regulación Tablero TD del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,26	0,7	35,8	16,63	532,18	1,227	3,613	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 12 y Aula 13
2	1,98	1,1	22,4	11,94	532,18	0,881	3,267	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas 10, 11 y 12
3	1,44	0,8	30,4	15	532,18	1,107	3,493	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 9 y Aula 10
4	1,44	0,8	29	15,74	842,141	1,838	4,224	14 AWG	1/2"	Tomas Aula 26
5-6	2,4	2,4	16,6	39,84	532,18	0,980	3,366	12 AWG	1/2"	Toma Bifásico Aula 26
7	0,96	0,8	29,4	17,445	532,18	1,288	3,673	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 13
8	1,62	1,3	24	21,705	532,18	1,602	3,988	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 12
9	1,62	1,3	17,4	11,67	532,18	0,861	3,247	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 11
10	1,62	1,3	16,1	12,845	532,18	0,948	3,334	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 10
11	1,62	1,3	20,7	20,905	532,18	1,543	3,929	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 9
12	0,8	0,8	19	7,39	842,141	0,863	3,249	14 AWG	1/2"	Iluminación Pasillo
13	0,96	0,8	29,7	16,45	842,141	1,522	3,908	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 26
14	0,6	0,6	30,1	14,38	842,141	1,679	4,065	14 AWG	1/2"	Ilum. Ofic. Sistemas y Ofic. 5
15	0,96	0,8	33	18,475	532,18	1,364	3,749	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 13
16	0,96	0,8	33,3	19,795	842,141	1,955	4,341	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula 26

Fuente: Los Autores.

Cuadro 52. Cuadro de Regulación Tablero TE del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,44	0,8	26,9	16,12	532,18	1,190	3,873	12 AWG	1/2"	Tomas Oficina 5 y Oficina de Sistemas.
2	1,44	0,8	20,7	6,8	532,18	0,502	3,185	12 AWG	1/2"	Tomas Sala de Lectura y Aula 8.
3	2,16	1,2	30,6	18,85	532,18	1,391	4,075	12 AWG	1/2"	Tomas Sala de Lectura y Biblioteca.
4	1,44	0,8	27,1	10,41	532,18	0,768	3,452	12 AWG	1/2"	Tomas Aula 25
5-6	2,4	2,4	9,3	0,93	532,18	0,023	2,706	12 AWG	1/2"	Toma Bifásico de Aula 25
7	0,9	0,9	21,7	9,39	842,141	1,097	3,780	14 AWG	1/2"	Iluminación Pasillo
8	1	1	25,7	16,235	842,141	1,896	4,579	14 AWG	1/2"	Iluminación Escaleras
9	1,92	1,6	25,9	24,835	532,18	1,833	4,516	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 25
10	1,62	1,3	18	11,115	532,18	0,820	3,504	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula 8
11	1,62	1,3	16,2	9,57	532,18	0,706	3,390	12 AWG	1/2"	Iluminación Sala Lectura
12	1,3	1,3	30	25,55	532,18	1,886	4,569	12 AWG	1/2"	Iluminación Biblioteca y Oficina 4
13-14	0,2	0,2	28,2	4,84	842,141	0,188	2,872	14 AWG	1/2"	Iluminación Entrada Colegio

Fuente: Los Autores.

Cuadro 53. Cuadro de Regulación Tablero TF del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,9	0,5	15,1	11,628	532,18	0,858	3,412	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
2	1,26	0,7	10,1	8,838	532,18	0,652	3,207	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
3	1,44	0,8	8	9,036	532,18	0,667	3,221	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
4	1,44	0,8	12	14,832	532,18	1,095	3,649	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
5	1,08	0,6	14,9	14,868	532,18	1,097	3,652	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
6	0,9	0,5	12,6	9,522	532,18	0,703	3,257	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
7	0,9	0,5	17,8	14,076	532,18	1,039	3,593	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1
8	0,54	0,3	19,4	9,558	532,18	0,705	3,260	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 1

Fuente: Los Autores.

Cuadro 54. Cuadro de Regulación Tablero TG del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,08	0,6	19,7	19,224	532,18	1,419	4,076	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2
2	1,08	0,6	15,1	14,058	532,18	1,038	3,694	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2
3	1,08	0,6	9,6	8,82	532,18	0,651	3,308	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2
4	1,08	0,6	5,9	3,42	532,18	0,252	2,909	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2
5	1,08	0,6	10,6	9,504	532,18	0,701	3,358	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2
6	1,08	0,6	16,1	8,53	532,18	0,630	3,286	12 AWG	1/2"	Tomas comp. Sala Inf. 2

Fuente: Los Autores.

Cuadro 55. Cuadro de Regulación Tablero TH del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,62	0,9	29,8	18,09	532,18	1,335	3,999	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Sala de Inf. 2
2	1,62	0,9	19,9	10,24	532,18	0,756	3,420	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Sala de Inf. 1
3	1,26	0,7	28,2	17,61	532,18	1,300	3,964	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Sala de Inf. 1
4	1,98	1,1	12,5	7,56	532,18	0,558	3,222	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Inf. 2 y Almacén
5	1,62	0,9	25,1	14,9	532,18	1,100	3,764	12 AWG	1/2"	Tomas Pagaduría
6	1,44	0,8	22,8	14,06	532,18	1,038	3,702	12 AWG	1/2"	Tomas Biblioteca, Oficinas y Pasillo
7-8	6,2	6,2	16,1	99,82	337,154	1,556	4,220	10 AWG	1/2"	Toma Aire Sala Inf. 1
9-10	6,2	2,4	19,3	119,66	337,154	1,865	4,529	10 AWG	1/2"	Toma Aire Sala Inf.1
11-12	5,5	5,5	14,2	78,1	337,154	1,217	3,881	10 AWG	1/2"	Toma Aire Sala Inf.2
13-14	5,5	5,5	11,5	63,25	337,154	0,986	3,650	10 AWG	1/2"	Toma Aire Sala Inf.2
15	1	1	32,5	21,275	532,18	1,570	4,234	12 AWG	1/2"	Iluminación Sala Inf. 1
16	1	1	27,1	17,75	532,18	1,310	3,974	12 AWG	1/2"	Iluminación Sala Inf. 1
17	0,8	0,8	8,9	7,56	842,141	0,883	3,547	14 AWG	1/2"	Iluminación Sala Inf. 2
18	0,6	0,6	12	3,905	842,141	0,456	3,120	14 AWG	1/2"	Iluminación Almacén
19	0,8	0,8	22,6	11,56	842,141	1,350	4,014	14 AWG	1/2"	Iluminación Sala Inf. 2
20	1	1	19,9	10,21	842,141	1,192	3,856	14 AWG	1/2"	Iluminación Pagaduría

Fuente: Los Autores.

Cuadro 56. Cuadro de Regulación Tablero TK del Rediseño.

Circuitos	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,9	0,5	19,6	7,86	532,18	0,580	3,127	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Unipaz
2	2,16	1,2	9,9	21,384	337,154	1,000	3,547	10 AWG	1/2"	Alimentación Tablero Regulado TP
3-4	5,5	5,5	10,3	56,65	337,154	0,883	3,430	10 AWG	1/2"	Toma Bifásico Aire
5	1,2	1,2	18,1	11,075	842,141	1,293	3,841	14 AWG	1/2"	Iluminación Unipaz
6	1,26	0,7	14,5	8,5	532,18	0,627	3,175	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Unipaz
7	0,72	0,4	14,3	4,15	532,18	0,306	2,853	12 AWG	1/2"	Tomas Generales Unipaz

Fuente: Los Autores.

Cuadro 57. Cuadro de Regulación Tablero TM del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	8,46	8,46	18,7	158,202	217,607	0,796	3,208	8 AWG	1 1/4"	Alimentación Tablero TF
2	6,48	6,48	24,7	160,056	217,607	0,805	3,217	8 AWG	1 1/4"	Alimentación Tablero TG

Fuente: Los Autores.

Cuadro 58. Cuadro de Regulación Tablero TP del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,9	0,5	8,3	2,75	532,18	0,203	2,750	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz
2	0,9	0,5	14,2	6,1	532,18	0,450	2,997	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz
3	0,36	0,2	12,5	1,25	532,18	0,092	2,639	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz

Fuente: Los Autores.

4.6.3 Cuadros de Regulación del Rediseño para Tableros de la Casona La Alianza

Cuadro 59. Cuadro de Regulación Tablero TI del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,44	0,8	38,1	20,08	532,18	1,482	3,205	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas A1, A2
2	1,8	1	26,7	16,82	532,18	1,241	2,964	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas A2,A3 y A4
3	1,98	1,1	34,4	25,98	532,18	1,917	3,640	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas A4, A5 y A6
4	1,44	0,8	31,5	14,04	532,18	1,036	2,759	12 AWG	1/2"	Tomas Aulas A11 y A12
5	1,62	1,3	13	5,282	532,18	1,241	2,964	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A2
6	1,62	1,3	21,6	15,3	532,18	1,129	2,852	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A3
7	1,92	1,6	22,9	24,01	532,18	1,772	3,495	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A4
8	0,96	0,8	29,2	17,095	842,141	1,997	3,719	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula A5
9	1,92	1,6	24,9	25,017	532,18	1,846	3,569	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A12
10	0,96	0,8	22,6	14,6155	842,141	1,707	3,430	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula A11
11	0,96	0,8	28,3	18,16	532,18	1,340	3,063	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A11
12	0,96	0,8	32,1	17,555	532,18	1,296	3,019	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A10
13	0,96	0,8	35,1	22,365	532,18	1,651	3,374	12 AWG	1/2"	Iluminación Aula A10
14	0,96	0,8	42,815	4,572	842,141	1,940	3,663	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula A9
15	0,96	0,8	46,195	6,692	842,141	1,578	3,301	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula A9
16	0,8	0,8	31,8	17,28	532,18	1,275	2,998	12 AWG	1/2"	Iluminación Pasillo
17	1,08	0,6	48,4	29,76	532,18	0,732	2,455	12 AWG	1/2"	Tomas Aula A10 y A11

Cto.	Carga	Dem	Long Máx	Mom	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre	Ducto	Observaciones
18	1,26	0,7	48,9	25,93	532,18	1,914	3,637	12 AWG	1/2"	Tomas Aula A9 y A10
19	1,1	1,1	21,9	25,81	532,18	1,905	3,628	12 AWG	1/2"	Luces Pasillos
20	0,96	0,8	29,5	15,93	842,141	1,860	3,583	14 AWG	1/2"	Iluminación Aula A5
21	1,62	1,3	31,8	27,89	337,154	1,304	3,027	10 AWG	1/2"	Iluminación Aula A1

Fuente: Los Autores.

Cuadro 60. Cuadro de Regulación Tablero TJ del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	1,8	1	26,1	13,72	532,18	1,013	3,210	12 AWG	1/2"	Tomas Aula A6, A7 y A8
2	1,26	0,7	24,1	11,6	532,18	0,856	3,053	12 AWG	1/2"	Tomas Aula A13 y Coordinación
3	1,08	0,6	24,5	10,62	532,18	0,784	2,981	12 AWG	1/2"	Tomas Sala de Profesores
4	1,08	0,6	37,1	17,89	532,18	1,320	3,518	12 AWG	1/2"	Tomas Sala de Profesores
5	1,92	1,6	26,2	24,45	532,18	1,805	4,002	12 AWG	1/2"	Illum. Aula A6
6	1,92	1,6	26,4	24,307	532,18	1,794	3,991	12 AWG	1/2"	Illum. Aula A7
7	1,92	1,6	20,6	17,025	532,18	1,257	3,454	12 AWG	1/2"	Illum. Aula A8
8	1,16	1	16,8	8,355	842,141	0,976	3,173	14 AWG	1/2"	Illum. Coordinación y Aula A13
9	1	1	25,8	14,58	842,141	1,703	3,900	14 AWG	1/2"	Illum. Pasillo
10	1,36	1,2	24,2	21,39	532,18	1,579	3,776	12 AWG	1/2"	Illum. Sala Profesores
11	1,16	1	25,2	15,75	842,141	1,839	4,037	14 AWG	1/2"	Illum. Sala Profesores
12	0,9	0,5	14,2	4,76	532,18	0,351	2,549	12 AWG	1/2"	Tomas Aula A8 y Coordinación

Fuente: Los Autores.

Cuadro 61. Cuadro de Regulación Tablero TL del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,36	0,2	6,3	1,728	532,18	0,128	1,862	12 AWG	1/2"	Tomas Cafetería
2	0,6	0,6	13,5	4,57	842,141	0,534	2,268	14 AWG	1/2"	Ilum. Cafetería
3	0,54	0,3	14,3	5,814	532,18	0,429	2,163	12 AWG	1/2"	Tomas Cafetería
4	0,36	0,2	11,7	3,96	532,18	0,292	2,026	12 AWG	1/2"	Tomas Cafetería
5	0,36	0,2	14,3	4,716	532,18	0,348	2,082	12 AWG	1/2"	Tomas Cafetería
6--7	2,4	2,4	4,6	11,04	532,18	0,815	2,549	12 AWG	1/2"	Toma Cafetería

Fuente: Los Autores.

4.6.4 Cuadros de Regulación del Rediseño para Tableros en Zonas Exteriores

Cuadro 62. Cuadro de Regulación Tablero TN del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,94	0,7	9,2	6,91	532,18	0,510	2,205	12 AWG	1/2"	Baños Alianza

Fuente: Los Autores.

Cuadro 63. Cuadro de Regulación Tablero TO del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	2,4	2,4	46,8	52,38	337,154	0,408	2,395	10 AWG	1/2"	Iluminación Cancha 1
2	2,4	2,4	84	136,98	337,154	1,067	3,054	10 AWG	1/2"	Iluminación Cancha 2
3	2,4	2,4	109,3	202,74	337,154	1,580	3,566	10 AWG	1/2"	Iluminación Cancha 3
4	0,54	0,54	60,6	38,04	337,154	0,593	2,579	10 AWG	1/2"	Iluminación Exterior Canchas

Fuente: Los Autores.

Cuadro 64. Cuadro de Regulación Tablero TP del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg Tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,9	0,5	8,3	2,75	532,18	0,203	2,750	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz
2	0,9	0,5	14,2	6,1	532,18	0,450	2,997	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz
3	0,36	0,2	12,5	1,25	532,18	0,092	2,639	12 AWG	1/2"	Tomas computadores Unipaz

Fuente: Los Autores.

Cuadro 65. Cuadro de Regulación Tablero TQ del Rediseño.

Cto.	Carga (kVA)	Dem Máx (kVA)	Long Máx (m)	Mom (kVA*m)	Kg tabla	Reg (%)	RegT (%)	Calibre Conductor	Ducto	Observaciones
1	0,36	0,36	78,2	62,478	337,154	0,974	2,708	10 AWG	3/4"	Iluminación Zona de Juegos y Senderos
2	0,56	0,4	10,5	3,27	532,18	0,241	1,976	12 AWG	1/2"	Tomas e iluminación Subestación

Fuente: Los Autores.

4.7 Análisis de la Carga Instalada

La carga instalada obtenida en el colegio es de 206,58 kVA, valor obtenido del cuadro de carga, el número de luminarias obtenidas en el rediseño son 473 luminarias de doble tubo fluorescente Philips TCS260 2xTL5 de 28 W cada tubo, Philips TCS690 2xTL5 de 28 W cada tubo, 98 luminarias de un solo tubo fluorescente Philips TCS260 1xTL5 de 28 W y Philips TCS690 1xTL5 de 28 W, 11 son plafones con casquillos tipo E27 para bombillo incandescente o fluorescente compacto, las luminarias especiales son 39, 24 reflectores de alimentación bifásica para iluminación de 3 chanchas múltiples del colegio, cada reflector es Philips HNF901 C de 250 W, para cálculos de carga instalada en cuadro de cargas y regulación se tomó una potencia de 300 VA, 2 reflectores de alimentación bifásica para alumbrado de la entrada del colegio, cada uno de 70W, 13 reflectores de sodio de alta presión para iluminación de graderías y senderos, cada uno de 150 W, los tomas dobles comunes son 360, 93 tomas de salas de cómputo y 90 salidas de ventiladores de techo (equipo fijo), los tomas bifásicos son 10 con potencia para cuadro de carga y de regulación de 2400 VA, 5500 VA, 6200 VA, para aires acondicionados y equipos de conexión bifásica, los aires para las distintos recintos donde han de ser instalados fueron calculados en la Sección 4.2.1.

Cada luminaria de doble tubo tiene una corriente consumida por el balastro de 0,57 A, siendo la potencia consumida total de la luminaria de doble tubo de 68 W, para cálculos de carga instalada de todas las luminarias comunes se tomaron potencias por luminarias de 100 VA, como un valor flexible para que cumpla con otras luminarias llegado el caso de tener que utilizar otras por motivos ajenos. Las luminarias de 1 tubo de 28 W, tienen una potencia consumida total de luminaria de 40 VA.

4.7.1 Cumplimiento de Cargas de Alumbrado General

Se procede a verificar el cumplimiento de la carga de alumbrado general, según la sección 220-3. Literal B) de la NTC 2050, donde se dispone una carga unitaria de $32 \left(\frac{VA}{m^2}\right)$, para colegios.

El área interior de trabajo que tiene el colegio (Sin canchas, patios y área descubierta) es la siguiente:

- Área del primer piso: 647,1 m².
- Área del segundo piso: 802,2 m².
- Área de la alianza: 798,3 m².

El área total interior de trabajo que tiene el colegio es de 2247,6 m², con esta área se procede a verificar el cumplimiento de las cargas de alumbrado general.

$$\text{Carga de Alumbrado General Mínima} = 32 \left(\frac{VA}{m^2}\right) * 2247,6 (m^2) = 71,9 \text{ kVA}$$

La carga de alumbrado general se compone de la siguiente manera:

- 473 luminarias de doble tubo fluorescente T5 de 28 W cada tubo, la luminaria consume 68 VA, se toman a 68 VA cada una.
- 98 luminarias de un solo tubo fluorescente T5 de 28 W, la luminaria consume 38, se toman a 38 VA cada una.
- 11 dalidas de iluminación a 100 VA.
- 360 tomas dobles comunes, cada toma se toma a 180 VA.

La carga de alumbrado general del colegio es:

$$\text{Carga de alumbrado general instalada} = 473 * 68 + 98 * 38 + 11 * 100 + 360 * 180 = 101,788 \text{ kVA.}$$

Como:

$$\text{Carga de alumbrado general instalada} > \text{Carga de Alumbrado General Mínima}$$

Por lo tanto la carga instalada de alumbrado general cumple con lo establecido en la sección 220-3. Literal B), de la norma NTC 2050.

4.7.2 Cálculo de la Demanda Máxima Instalada

Para el cálculo de la demanda máxima del colegio, como primera medida se utiliza como referencia el método presente en la norma NTC 2050, sección 220-13. Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en edificaciones no residenciales, enseguida se procede a obtener el factor de demanda para el cálculo de acometidas y alimentadores de la Sección 220-13 de la NTC 2050.

$$Carga\ instalada\ Total = 206,58\ kVA$$

La carga de iluminación exterior es:

- 24 reflectores de iluminación de las canchas a 250 VA c/u.
- 2 reflectores a la entrada del colegio a 100 VA c/u.
- 13 reflectores de sodio de alta presión para iluminación de graderías y senderos 180 VA c/u.

La carga de tomacorrientes para uso de equipos de cómputo es:

- 93 tomas para equipos de computo a 100 VA.

La carga de toma corrientes de alumbrado general es:

- 360 tomas de alumbrado general a 180 VA.

La carga de iluminación de alumbrado general es:

- 473 luminarias de doble tubo fluorecente a 68 VA.
- 98 luminarias de boble tubo fluorecente a 38 VA.
- 11 salidas de iluminación de alumbrado general a 100 VA.

La carga de aire acondicionado:

- 10 tomas bifásicos con carga total de 40900 VA.

Se toman las potencias nominales de las fuentes de luz con el motivo de no tener problemas con la demanda al sobredimensionar las potencias nominales.

$$\text{Carga instalada de Tomas de Alumbrado General} = 81 \text{ kVA}$$

$$\begin{aligned} \text{Demanda de tomas de Alumbrado General} &= 10000 + (81000 - 10000) * 0,5 \\ &= 45,5 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Demanda de iluminación

$$\begin{aligned} &= 473 * 68 + 98 * 38 + 11 * 100 + 24 * 250 + 2 * 100 + 13 * 180 \\ &= 44,428 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$\text{Demanda de aires acondicionados} = 40,9 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda de tomas de equipos de computo} = 93 * 100 = 9,3 \text{ kVA}$$

La demanda máxima de acometida del colegio por medio de la metodología de la sección 220-13 de la NTC 2050 es:

Demanda Maxima

$$\begin{aligned} &= \text{Demanda de tomas de Alumbrado General} \\ &+ \text{Demanda de iluminación} + \text{Demanda de aires acondicionados} \\ &+ \text{Demanda de tomas de equipos de computo} = 140,128 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Por lo tanto la demanda máxima hallada por el método de la Sección 220-13 de la NTC 2050, tiene un valor de demanda máxima de 140,128 kVA, por lo tanto el transformador para la instalación eléctrica debe ser cambiado, debido a que el transformador existente que se encuentra instalado en poste de 12 metros, es de 45 kVA de propiedad de la ESSA.

Para seleccionar el transformador se ajusta a la demanda máxima hallada, por lo tanto el transformador es:

$$\text{Potencia transformador trifasico} = 150 \text{ kVA}$$

Enseguida se procede a hacer la selección del lugar de ubicación de la subestación y el diseño de ésta.

4.8 Diseño de la Subestación

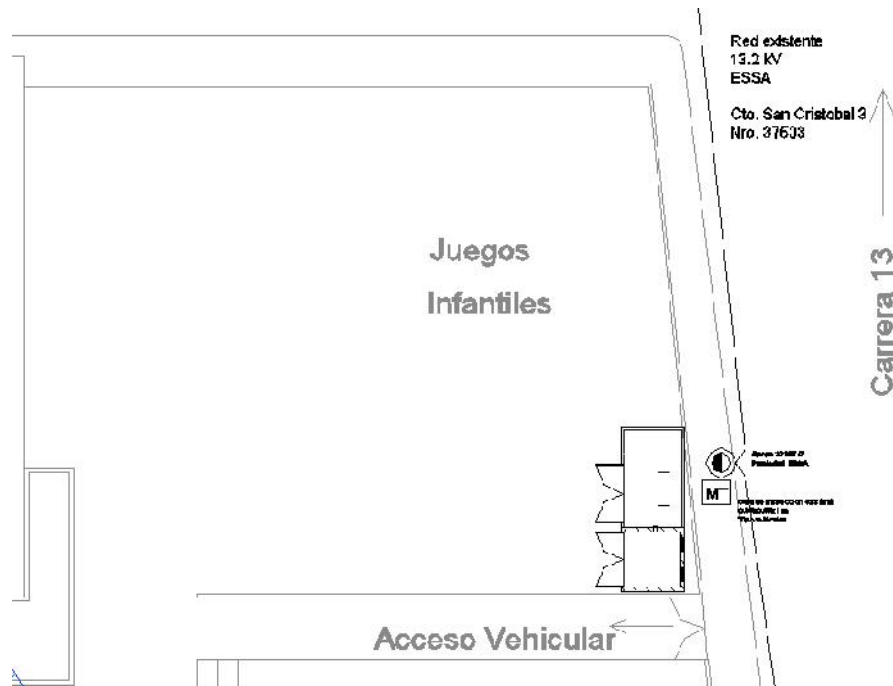
Para el diseño de la subestación se tienen en cuenta las distancias mínimas de espacio de trabajo y resguardo de la Sección 110-34, de la NTC 2050, también se tiene en cuenta la Sección 2.1.1 de la Norma ESSA y la Sección 450 (parte C) de la NTC 2050, la conexión a la red de distribución debe realizarse a 13,8 kV debido a la demanda máxima hallada de 116,985 kVA, la cual se encuentra entre 30 kVA y 500kVA.

Se debe tener en cuenta que el transformador hallado para la subestación, que es de 150 kVA debe tener un medio de seccionador bajo carga y un cortacircuitos con cámara apaga chispas incorporada, según Sección 2.1.1 y Sección 6.2.2 de la Norma ESSA respectivamente.

Teniendo en cuenta la Sección 6.2 de la Norma ESSA el transformador de 150 kVA no es posible ubicarlo en la misma estructura aérea en la que se encuentra el actual, ya que excede los 75 kVA y 500 kg de peso, y en lugar de realizar inversiones en una estructura tipo H se opta por diseñar una subestación tipo encapsulada o bóveda, siguiendo las especificaciones de la Sección 450-26 de la Norma NTC 2050 (para transformadores de más de 112,5 kVA se debe instalar una bóveda).

La ubicación de la subestación del nuevo diseño se encuentra a menos de 2 metros del poste donde se ubica el transformador de potencia de 45 kVA con que cuenta actualmente la instalación, de igual manera la ubicación de la subestación es ideal debido a que se encuentra al lado de un acceso vehicular por medio de un portón que facilitará la entrada de los equipos al plantel educativo. A continuación se presentan las dimensiones y ubicación de la subestación.

Figura 105. Ubicación de la Subestación.



Fuente: **Los Autores.**

4.8.1 Cálculos de Conductor y Protecciones de Media Tensión para el Transformador

Para los cálculos de conductor, protecciones, bóveda y montaje del transformador, se tiene en cuenta la Sección 450 de la Norma NTC 2050, y la Sección 6.1.5 de Transformadores de distribución de la ESSA.

Como protección del transformador se debe conectar el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, sólidamente a tierra, mediante un barraje equipotencial exigido en la Sección 6.1.6 de la Norma ESSA. Para selección de la sección mínima del barraje de conexión y de los tornillos de conexión según la capacidad en kVA del transformador se toman valores de la siguiente tabla.

Tabla 99. Barrajes de Tierra para Transformadores.

Potencia del transformador (kVA)	Sección mínima del tornillo (mm ²)	Area mínima del barraje (mm ²)
< 2000	125	No aplica
2000-5000	125	1667
5000-10000	313	3906

Fuente: Tabla 6.2 de la ESSA.

Para el transformador de 150 kVA se debe seleccionar una sección mínima del tornillo de 125mm² y no hay especificada un área mínima de barraje, se realiza una conexión con conductor de cobre desnudo con soldadura exotérmica o mecánicamente a través de un conductor premoldeado atornillable.

Para realización de la bóveda e instalación tipo bóveda, la ubicación del transformador debe estar de acuerdo con un foso o brocal que contenga el 75% del aceite que contenga el transformador, según la Sección 6.3.1.2 de la Norma ESSA.

Se debe cumplir con una puesta de malla a tierra tipo cuadrícula, que cumpla con las tensiones de paso y contacto, Sección 6.3.3 de la Norma ESSA y calculadas en la Sección 4.9 del presente texto.

Se diseñará la iluminación para la zona de trabajo de la subestación con un nivel medio de 100 luxes, la ubicación de estas deben cumplir con las distancias de aislamiento, Sección 6.3.8 de la Norma ESSA.

Se tendrán en cuenta las señalizaciones de riesgo eléctrico según la Sección 11.3 del RETIE.

La bóveda donde se ubicará la subestación debe tener puertas y muros contra incendio que permitan una resistencia mínima de 3 horas al fuego, según Sección 450-42 de la Norma NTC 2050.

Para la selección de equipos de la subestación se tiene muy en cuenta la Tabla 4.1. Equipo de Maniobra y Protección en Media Tensión de la Norma ESSA.

4.8.2 Cálculos de Tensión Nominal del Transformador en Vacío

Se procede a calcular las especificaciones nominales de tensión del transformador para cumplimiento de regulación de tensión en los puntos de carga final.

$$V_{SO (Fase-Fase)} = V_N \left(1 + \frac{\mu_Z + \frac{\delta}{2}}{100} \right) = 208 * \left(1 + \frac{3 + 2,5}{100} \right) = 219.44 V$$

$$V_{SO(Fase-Neutro)} = \frac{219.44 V}{\sqrt{3}} = 126,69 \approx 127 V$$

Por lo tanto la selección de la tensión del transformador es la siguiente:

Tabla 100. Características del Transformador para S.E. Tipo Bóveda.

Marca:	ABB
Tensión Primaria:	13,2 kV ± 2x2,5%.
Tensión Secundaria :	127 V.
Conexión:	Dyn5.
Potencia:	150 kVA.
Tipo:	Bóveda
Dimensiones (Largo, Ancho y Alto):	1,45x1x1 [m]
Nivel de Aislamiento A.T.:	95 kV
Nivel de Aislamiento B.T.:	30 kV
Frecuencia :	60 Hz
Peso Aproximado:	620 kg

Fuente: Catálogo ABB.

4.8.3 Cálculos de Corriente Primaria del Transformador

Se procede a calcular la corriente nominal del transformador de potencia de 150 kVA seleccionado para suplir la demanda que requiere el colegio, del lado de alta tensión.

$$I_{primaria} = \frac{150 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 13,2 \text{ kV}} = 6,56 \text{ [A]}$$

Con esta corriente primaria del transformador se calcula la protección de cortocircuitos primaria de la manera más ajustada posible, esta protección se debe encontrar en el poste, justo después de la derivación de la red de media tensión, esta protección contra cortocircuitos seleccionada es de 7A Tipo K.

Por ser la instalación del transformador en una bóveda, debe tener protección cercana al lugar donde reposa, esta protección debe tener cámara apaga chispas (anteriormente mencionado), con una protección de Fusible Tipo HH de 20 A.

4.8.4 Cálculos de Corriente Secundaria del Transformador

Se procede a calcular la corriente nominal del transformador de potencia de 150 kVA seleccionado para suplir la demanda que requiere el colegio, del lado de baja tensión.

$$I_{secundaria} = \frac{150 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 208 \text{ V}} = 416,36 \text{ [A]}$$

Debido a que el tablero General de distribución TGD1 se encuentra muy cerca, menos de 2 metros del transformador de potencia, no se utiliza una protección de corto circuitos cerca a los bornes del transformador, se utiliza la misma protección del totalizador del tablero TGD1 como protección de baja del transformador y de la red de baja tensión.

La protección contra sobrecorriente seleccionada para el totalizador del tablero TGD1 es de 350A.

4.8.5 Selección del Conductor de Baja Tensión

Para selección conductor de baja tensión se debe sobredimensionar el calibre en 1,25 veces la corriente nominal del transformador.

$$I_{\text{Conductor Baja Tensión}} = 1,25 * 416,36 = 520,45 [A]$$

El conductor de baja tensión debe ser un calibre de 2 conductores 350 MCM THHN para las fases y el neutro y un calibre de 2 AWG de cobre desnudo para la tierra hallado por medio de la tabla 250-95 de la NTC 2050.

4.9 Malla de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra es indispensable para la protección de los equipos y elementos instalados a su vez que se garantiza la protección de las personas frente a posibles contactos directos con las partes expuestas con partes metálicas de la instalación, también protege en caso de falla contra tensiones de paso y de contacto.

El mantenimiento de la puesta a tierra debe ser rutinario y debe consistir en la medición de la resistencia a tierra del sistema junto con la resistividad del terreno, inspección de corrosión de los elementos y cepillado de conexiones instaladas.

Es importante resaltar que a medida que al sistema se le incorporen nuevos equipos y elementos se debe reconsiderar el sistema de puesta a tierra pues la instalación de nuevos elementos pueden causar lazos de corriente, interferir con la trayectoria de disipación debida a cargas atmosféricas.

4.9.1 Tipos de Electrodo

Cada electrodo empleado será Tipo (A) o de falla interna y tendrá una longitud de al menos 2.4m u ocho pies.

La longitud mínima para electrodos de tierra es de 2.5m entre electrodos verticales esta medida fue tomada de la Norma NTC4552-3, Figura6.

Los electrodos naturales que se empleará el acero estructural, este cumple con los requerimientos mínimos de espesor estipulados en la Tabla N° 4 de la Norma 45552-3 de 4mm².

4.9.2 Especificaciones de Construcción para el Sistema de Puesta a Tierra

El contratista de la obra tendrá que cumplir con instalar, escavar, rellenar, enclavar, realizar las conexiones y demás requerimientos que sean necesarios en la implementación del sistema de puesta a tierra. A continuación se describen algunos de los componentes necesarios para el montaje

- **Conductor:** Para la implementación del sistema de puesta a tierra se empleará Cooper annealedsoft-Drawn.
- **Relleno:** El núcleo del pozo debe ser llenado con tierra negra. En la superficie del terreno se aplicará una capa de concreto.
- **Electrodo:** Se empleará para la puesta a tierra varilla de una longitud de 2,4m. Las varillas estarán cubiertas de cobre compacto.
- **Empalmes y Conexiones:** Los empalmes se realizarán por medio de soldadura exotérmica este será entre las láminas y el electrodo, donde se requieran dos electrodos se hará con un conductor bimetálico cable a cable.

Todos los equipos, tableros y estructuras, corazas metálicas de los cables, tomas y aparatos de iluminación serán anclados al sistema de puesta a tierra.

La conexión a equipos será en los terminales pre establecidos por el fabricante, los cables de empalme se contornearán ajustándose a la superficie de los equipos evitando la formación de arcos y bucles.

4.9.3 Equipotencialización

El sistema de puesta a tierra se ubicará en la subestación, para esto se empleará un conductor #2/0 AWG desnudo desde la caja de interconexión de tierras más cercana a un punto de la malla, la conexión de los barrajes se realizará con conectores certificados de compresión de dos huecos o soldadura exotérmica a su vez será aislada de su soporte por 0.6m, todo lo citado en el cálculo del sistema de puesta tierra es referenciado a la Norma IEEE 80- N°16.

Área de la Malla $10 \times 10 = 100\text{m}^2$

Resistividad del terreno $= 204,73 \text{ .m}$

Corriente de falla monofásica a tierra $= 2500\text{A}$

Tiempo de despeje de la falla $= 0,05\text{seg}$

Lc Longitud total de los conductores de malla $= 10 \times 2 \times 11 = 220\text{m}$

Lp Longitud total de la periferia de la malla $= 40\text{m}$

Dd Distancia entre conductores paralelos $= 1\text{m}$

H Profundidad a la que están enterrados los conductores $= 0.6\text{m}$

Lr Longitud del electrodo puesta a tierra $= 2.4\text{m}$

I_G Máxima corriente a tierra $= 2500\text{A}$

Conductor a utilizar = Cooper annealed soft-drawn

Kf capacidad térmica del conductor seleccionado $= 7$

Akcm área del conductor en Kcmil $= 11.7394$

Amm área del conductor en $\text{mm}^2 = 51.7394$

Calibre del conductor a utilizar 2/0

Diámetro del conductor=0.0093mm

r_{os} Resistividad superficial del concreto=6000 .m

hs espesor del material a usar en la superficie=0.1

Tipo de malla puesta a tierra = Con electrodos de puesta a tierra en las esquinas y periferia.

Tipo de malla puesta a tierra = malla será construida en forma cuadrada.

Lx Máxima longitud en la dirección X= 10m

Se emplearán 8 electrodos en la puesta a tierra.

Para el análisis es necesario un $R_g < 10$ resistencia del sistema de puesta a tierra según la norma ESSA los cálculos realizados para el sistema de puesta a tierra nos arroja un resultado de 9.0432 por ende el sistema de puesta a tierra cumple los especificado en el capítulo 16 de norma IEEE-80.

Si la tensión de paso y tensión de toque permisible para la conservación de la vida humana o permisible, la tensión de toque y paso son para una distancia de 1 m, los cálculos para preservación de la vida humana deben ser mayores a los calculados para la malla del sistema de puesta a tierra las ecuaciones empleadas para los cálculos se obtuvieron de la IEEE 80, ecuación 27 a 50.

$$C_s = 1 - \frac{0.09 * (\frac{\rho}{\rho_s})}{2hs + 0.09} \longrightarrow \text{Factor de reduccion de capa superficial}$$

$$C_s = 0.7002$$

$$E_{step50} = (1000 + 6C_s \cdot \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \text{Tensión de paso permisible}$$

$$E_{step50} = 1.359 \times 10^4 \text{V}$$

$$E_{touch} = \left(R_b + \frac{R_f}{2} \right) \cdot I_b \quad \longrightarrow \quad \text{Tensión de toque permisible}$$

$$E_{touch} = 2.2608 \times 10^4 \text{ V}$$

Para rejillas con varillas en las esquinas tenemos se toma un valor de $K_{ii}=1$

$K_h = 1.2649$ tomando 0.6m como la profundidad del conductor

Para el cálculo del factor geométrico se necesita los siguientes valores según la IEEE 80 capítulo 16:

D espaciamiento entre los electrodos paralelos=1m

d diámetro del conductor=67mm²

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = 11$$

Por ser una malla cuadrada los valores restantes de n_b , n_c , y n_d son iguales a 1.

$$n = 11$$

Con los valores anteriores tenemos el valor de K_m

$$K_m = 0.3871$$

Factor irregular $K_i = 0.644 + 0.148 \cdot n$

$$K_i = 2.2720$$

$L_m = L_c + L_r = 224.2169$ longitud efectiva enterrada.

Con los valores obtenidos se determina la longitud efectiva para la tensión de malla L_s según la ecuación (93) de la IEEE 80.

$$L_s = 0.7 \cdot L_c + 0.85 \cdot L_r = 181,32$$

Con los valores anteriores se encuentra la tensión de paso y de toque.

$$E_{touch} = 1.774 \times 10^3 \text{ V}$$

$$E \text{ step} = 5.0145 \times 10^3 \text{ V}$$

Conclusiones

Al demostrar que las tensiones de paso y de toque permisibles son mayores que los valores de las tensiones de paso y toque de la maya se asegura no hay riesgo para la vida humana por esto el sistema de puesta a tierra cumple con los requerimientos de la norma IEEE 80.

4.10 Análisis de Riesgos por Descargas Atmosféricas

4.10.1 Evaluación del Factor de Riesgo para Protección Contra Rayos

El propósito para evaluar el factor de riesgo es para establecer la necesidad de utilizar un sistema de protección contra rayos en una estructura dada. La decisión para proteger la estructura, así como las medidas de protección seleccionadas, fueron realizadas de acuerdo a lo dicho en la norma NTC 4552-2008, parte 2 Artículo 5.1. Teniendo en cuenta los siguientes procedimientos:

- Identificación de la estructura a proteger y sus características.
- Identificación de los diferentes tipos de pérdidas en los objetos y riesgos pertinentes.
- Evaluación de riesgo para cada tipo de pérdida.
- Evaluación de la necesidad de protección.

De acuerdo a la NTC 4552-2008-2 Artículo 5.2 la estructura a proteger debe incluir:

- La estructura misma.
- Las instalaciones dentro de la estructura.
- El contenido de la estructura.
- Las personas dentro de la estructura o que permanezcan en zonas aledañas hasta 3m fuera de la estructura.

- Ambientes afectados por un daño en la estructura.

Para realizar el cálculo del riesgo se valoraron cada uno de los diferentes parámetros asociados a la estructura, su uso y características de los alrededores.

Por lo tanto el riesgo que se evaluó de los cuatro que presenta la NTC 4552-2008-2 fue el de pérdida de la vida humana.

A continuación, se presentan los parámetros tenidos en cuenta en la evaluación de riesgo de las instalaciones de Colegio Humberto Gómez Nigrinis.

4.10.1.1 Evaluación del Factor N

Este factor se encuentra relacionado al número de eventos peligrosos, las valorizaciones de cada uno de los parámetros asociados a este factor se presenta a continuación:

Cd= Factor que toma en cuenta la localización de relativa del objeto a ser protegido.

Tabla 101. Factor de Localización Relativa.

localizacion relativa	Cd
Objeto rodeado de objetos o árboles más altos	0,25
Objeto rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor	0,5
Objeto aislado: sin objeto en la vecindad	1
Objeto aislado: En la cima de una colina o elevación	2
Tipo de transformador	Ct
Transformador con devanado primario y secundario desacoplados	0,2
Auto transformador	1
Sin transformador	1

Fuente: Norma IEEE4552.

Tabla 102. Área Efectiva de Descarga

Subterránea		
Al	$(Lc-3(Ha+Hb)) \frac{\rho}{\sqrt{\rho}}$	414.659
Ai	$25Lc \frac{Hb}{\sqrt{\rho}}$	23235.22

Fuente: Norma IEEE4552

Para las mediciones de resistividad se utilizó el telurómetro el cual arrojó un valor de 204.45 (.m).

Al=Área efectiva de descargas sobre la acometida de servicio (m²).

Ai= Área efectiva de las descargas próximas a la acometida de servicio (m²).

Hc= 10m Altura (m) sobre la tierra de los conductores de servicio (m).

Lc= 65m Longitud de la sección de la acometida de servicio, de la estructura al primer nodo (m).

Ha= 10m Altura de la estructura donde proviene la acometida de servicio (m).

Hb= 2m Altura del punto de la estructura por donde ingresa la acometida del servicio (m).

=204.45 .m Resistividad del terreno donde la acometida es enterrada (.m)

Sub-urbano Edificaciones menores a 10 m de altura.

Tabla 103. Ambiente.

Ambiente	Ce
Urbano con edificaciones altas ¹⁾	0
Urbano ²⁾	0,1
Suburbano ³⁾	0,5
Rural	1

Fuente: Norma IEE4553

4.10.1.2 Evaluación del Factor P

Este factor está asociado a la probabilidad de daño, las valorizaciones de cada uno de los parámetros asociados a este factor se presentan a continuación:

El factor viene dada por lesiones a causa de tensiones de paso o contacto por descargas directas a la estructura.

Tabla 104. Medida de Protección.

Medida de Protección	PA
Sin medidas de protección	1
Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas. (Ej. Al menos 3mm de polietileno).	0,01
Equipotencialización efectiva del suelo	0,01
Avisos de advertencia	0,1

Fuente: Norma IEE4553

Tabla 105. Características de la Estructura.

Características de la estructura	Nivel de protección contra rayos	PB
No Protegida	---	1
Estructura protegida	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Estructura con un sistema de captación aéreo de acuerdo al nivel I y donde se usa el armazón de concreto reforzado como el sistema de bajantes		0,01
Estructura con techo metálico o un sistema de captación aéreo con protección completa de cualquier instalación el techo contra impactos directos de rayo y donde se usa el armazón de concreto reforzado como el sistema de bajantes		0

Fuente: Norma IEE4553 (La edificación no tiene un sistema externo de protección contra rayos).

Tabla 106. Nivel de Protección contra Rayos.

Nivel de protección contra rayos	PDPS
Sin sistema coordinado de protección	1
III-IV	0,03
II	0,02
I	0,01
protección (mayor capacidad de corriente soportable, menor nivel de protección, etc.) comparando con requerimientos definidos para el nivel I	0,005 a 0,001

Fuente: Norma IEE4553 (**Nota:** la edificación no tiene DPS's).

4.10.1.3 Evaluación del Factor L

Este factor está asociado a la pérdida consecuente, las valoraciones de cada uno de los parámetros asociados a este factor se muestran a continuación, estos valores son determinados por las condiciones del lugar:

Tabla 107. Tipo de Estructura.

Tipo de estructura	Lt
Todos los tipos- personas dentro de la estructura	0,0001
Todos los tipos-personas fuera de la estructura	0,01
Tipo de estructura	Lf
Hospitales, hoteles, edificios civiles	0,1
Industrial, comercial, escuelas	0,05
Entretenimiento público, iglesias, museos	0,002
Tipo de estructura	Lo
Riesgo de explosión	0,1
Hospitales	0,001

Fuente: Norma IEE4553

Tabla 108. Tipo de Superficie.

Tipo de superficie	Resistencia de contacto [KW]1	ra y ru
Agricultura, concreto	≤1	0,01
Mármol, cerámica	1 a 10	0,001
Gravilla, tapete	10 a 100	0,0001
Asfalto, madera, linóleo	≥100	0,000001

Fuente: Norma IEE4553

Pérdidas de vidas humanas por tensiones de paso y contacto fuera de la estructura.

Tabla 109. Medida de Prevención.

Medida de prevencion	rp
Sin medida de prevención	1
Una de las siguientes prevenciones: Extintores manuales, instalaciones de alarma manual, hidrantes, compartimientos contra fuego, rutas de evacuación	0,5
Una de las siguientes prevenciones: Extintores automáticos, instalaciones de alarma automática	0,2

Fuente: Norma IEE4553

Pérdidas de vidas humanas por fuego o explosión de las estructuras por arco eléctrico por impacto sobre la estructura.

Tabla 110. Riesgos de Fuego.

Riesgo de fuego	rf
Explosion	1
Alto	0,1
Ordinario	0,01
Bajo	0,001
Ninguno	0

Fuente: Norma IEE4553

Factores de riesgo de reducción en función del riesgo de la estructura.

Tabla 111. Clase Especial de Riesgo.

clase especial de riesgo	hz
sin riesgo especial	1
Nivel bajo de pánico(Edificación de dos pisos con un numero no mayor a 100 personas)	2
Nivel medio de pánico(Edificaciones diseñadas para eventos culturales o deportivos, con un número de participantes entre 100 y 1000 personas)	5
dificultad de evacuacion (edificacion con personas inmovilizadas)	5
Nivel alto de pánico(Edificaciones diseñadas para eventos culturales o deportivos, con un número de participantes superiores a 1000 personas)	10
Peligro por ambiente alrededor	20
Contaminacion del ambiente alrededor	50

Fuente: Norma IEE4553

Valores de factor de incremento del factor de pérdidas a daños físicos por presencia de condiciones especialmente peligrosas.

Tabla 112. Tipo de Servicio.

Tipo de servicio	Lf	Lo
Gas, Acueducto	0,1	0,01
TV, TLC, suministro de potencia	0,01	0,001

Fuente: Norma IEE4553

4.10.2 Análisis de Riesgo Contra Descargas

Para el cumplimiento del RETIE y el acuerdo IEC62 305-2, para el diseño de apantallamiento de una instalación eléctrica primero se debe evaluar el nivel de riesgo para el sitio donde se ubicará el proyecto.

La corriente de rayo es la principal fuente de daño para la instalación por esto el análisis de apantallamiento parte de esta junto con las características de la estructura a proteger y de las estructuras que la rodean.

El primer caso a tener en cuenta son las lecciones a seres vivos, este tipo de daño es el más importante porque en la instalación hay un flujo de alrededor de 1000 personas.

El segundo caso a tener en cuenta es la afectación a las personas en áreas abiertas como canchas múltiples y patios en caso de tormenta eléctrica debido a las tensiones de paso y de contacto a las que pueden estar expuestas.

El tercer caso a tener en cuenta es debido a la falla del sistema eléctrico debidas a sobretensiones inducidas por impactos directos e indirectos a la instalación.

4.10.2.1 Mapa de Niveles Ceráunicos de Colombia

De acuerdo con este mapa, para la región de Bucaramanga el nivel ceráunico es: $T_d=80$, teniendo en cuenta el IEC 62305-2 en su Anexo A es:

$$N_g=0.1 T_d \quad N_g=8 \text{ Rayos /km}^2\text{-año}$$

4.10.2.2 Determinación de la Densidad de Descargas a Tierra (DDT)

$$DDT=0.0017 * T_d^{1.56}=1.5822 \text{ Descargas/km}^2\text{-año}$$

4.10.2.3 Corriente Pico Absoluta Promedia

Labs > 40kA Este valor es aplicado para Colombia.

4.10.2.4 Componentes de Riesgo, según Normas NTC 4552 y IEC 62 305-2.

Tabla 113. Componentes del Riesgo.

Componente de riesgo	Descarga en la estructura S1			Descarga de la estructura S2	Descarga en una línea conectada a la estructura S3			Descarga cerca de una línea conectada a la estructura S4
	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Riesgo para cada tipo de perdida								
R ₁	X	x			x	x		
R ₂		x	x	X		x	x	x
R ₃		x				x		
R ₄		x	x	X		x	x	x

Fuente: Norma IEE4553

4.10.2.5 Evaluación de las Componentes de Riesgo

A continuación se muestran los cálculos para las componentes de riesgo.

$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x$$

Donde:

N_x= Numero de eventos peligrosos.

P_x= Probabilidad de daño.

L_x= Perdida consecuente.

Fórmulas generales para cálculo de componentes de riesgo:

$$RA = N_D \cdot P_A \cdot L_A$$

$$RB = N_D \cdot P_B \cdot L_B$$

$$RC = N_D \cdot P_C \cdot L_C$$

$$RM = N_M \cdot P_M \cdot L_M$$

$$RU = (N_L + N_{DA}) \cdot P_U \cdot L_U$$

$$RV = (N_L + N_{DA}) \cdot P_V \cdot L_V$$

$$RW = (N_L + N_{DA}) \cdot P_W \cdot L_W$$

$$RZ = (N_i - N_L) \cdot P_Z \cdot L_Z$$

$$R'B = N_D \cdot P'_B \cdot L'_B$$

$$R'C = N_D \cdot P'_C \cdot L'_C$$

$$R'V = (N_L + N_{DA}) \cdot P'_W \cdot L'_W$$

$$R'Z = (N_i - N_L) \cdot P'_Z \cdot L'_Z$$

Los cálculos realizados para N_x , P_x y la L_x para cada componente de riesgo se hicieron según lo estipulado en las tablas y notas de los numerales 6.5.1 a 6.7.5.13 de la NTC 4552-2.

4.10.2.6 Ecuación general para el cálculo de número anual de eventos

El cálculo del número anual de eventos peligrosos esta descrita por la ecuación mostrada a continuación.

$$N_D = DDT \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6}$$

$$DDT = 1.5822 \text{ Densidad de rayos a tierra (rayos/km}^2\text{-año)}$$

$$A_d = \text{Área efectiva de la estructura en m}^2$$

C_d = Factor de corrección.

Los valores de A_d y C_d se toman para cada N_d de acuerdo a las anotaciones y tablas de los numerales 6.5.1 a 6.5.5 de la norma NTC 4552-2 en la tabla 1 se encuentra el valor determinado $C_d = 0.5$.

4.10.2.7 Área Efectiva de la estructura Ad

Tenemos para la estructura rectangular con longitud L, ancho W y altura H sobre terreno plano.

$$Ad=LW+6H(L+W)+9 (H)^2$$

$$Ad=83.35*81,7+6*8.7*(83.35+81.7)+9* (8.7)^2=17565.39$$

4.10.2.8 Área de influencia de la estructura Am

El área de influencia de la estructura está definida entre la esquina más lejana y una línea localizada a 250m del perímetro de la estructura (NTC 4552-2 Figura 9).

Figura 106. Área de Influencia de la Estructura.

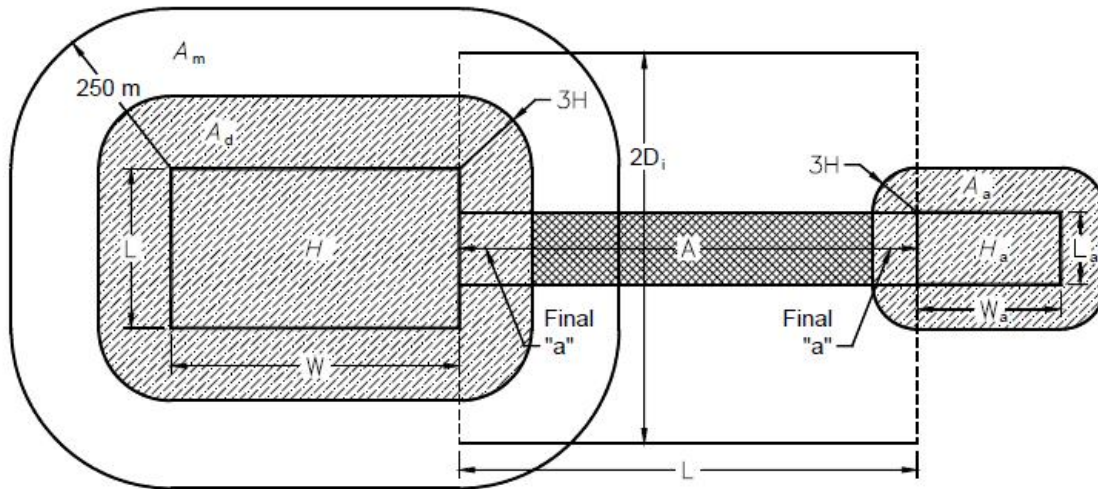


Figura 9. Definición de áreas (Ad, Am, Ai, Ai)

Fuente: Norma IEEE4552

Para la edificación analizada el área de influencia Am es 96447.88 m²

4.10.2.9 Áreas efectivas Ai y Ai

Las áreas se calculan en la Tabla 102 con un Ai=414.659m² y un Ai=23235.22m²

4.10.2.10 Cálculo de los Números Promedio de Descarga Anuales para el Proyecto

El número de promedio de descargas anuales se mostrará a continuación:

$$N_D = DDT \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6} = 1.5822 \cdot 17565.39 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} = 13.896 \times 10^{-3}$$

$$N_{Da} = DDT \cdot A_{d/a} \cdot C_{d/a} \cdot C_t \cdot 10^{-6} = 1.5822 \cdot 0 \cdot 0.5 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$N_M = DDT \cdot (A_m - A_{db} \cdot C_{db}) \cdot 10^{-6} = 1.5822 \cdot (96447.88 - 17565.39 \cdot 0.5) \cdot 10^{-6} = 0.1387$$

$$N_L = DDT \cdot A_L \cdot C_d \cdot C_t \cdot 10^{-6} = 1.5822 \cdot 414.659 \cdot 0.5 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} = 65.6 \times 10^{-6}$$

$$N_i = DDT \cdot A_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot 10^{-6} = 1.5822 \cdot 23235.22 \cdot 0.5 \cdot 0.2 \cdot 10^{-6} = 3.6763 \times 10^{-3}$$

4.10.2.11 Evaluación de la Probabilidad de Daño Px

La evaluación de la probabilidad de daño se realizará siguiendo los parámetros y tablas enunciadas entre los numerales 6.6.1 hasta 6.6.10 de la NTC 4552.

Los valores de probabilidad menores a 1 solo se seleccionan si existe medida al interior de la estructura o zona a ser protegida.

Las tablas que muestran los valores de $P_A, P_B, P_{SPD}, P_M,$

$$P_A = 1 \times 0.01 = 0.01$$

$$P_B = 1$$

$$P_C = P_{SPD} = 1$$

$$P_M = 1$$

$$P_U = 1$$

$$P_V = 1$$

$$P_W = 1$$

$$P_Z = 1$$

$$P'_B = 1$$

$$P'_C = 1$$

$$P'_V = 1$$

$P'w=1$

4.10.2.12 Evaluación de la Cantidad de Pérdidas

De la NTC4552-2 de los numerales 6.7.1 y 6.7.2 se tiene:

Las pérdidas L_x se refiere al monto medio relativo de un tipo de daño articular, el cual puede ocurrir como el resultado de la descarga del rayo.

Las pérdidas L_x varían según el tipo de pérdida considerada (L_1 , L_2 , L_3 y L_4) y cada tipo de pérdida con el tipo de daño causado.

La simbología utilizada es la siguiente:

L_t= Pérdidas debido a las lesiones por tensiones de lazo y contacto.

L_f= Pérdidas debido a daños físicos.

L_o=Pérdidas debido a fallas en sistemas internos.

4.10.2.13 Pérdidas de Vidas Humanas L1

El valor de L_t , L_f y L_o puede ser expresado en términos del número relativo de las víctimas.

L_t, L_f y L_o para L1:

La Tabla 8 tomada de la NTC 4552-2 arrojando valores para $L_t=0.0001$, $L_f=0.05$ y $L_o=0.1$, para los cálculos se supuso una población en riesgo de 20 personas y personas promedio en el recinto es aproximadamente 1000 personas.

$L_A=0.0000133$

$L_B=0.0000667$

$L_C=0.0133$

$L_M=0.0133$

$L_U=0.0000133$

$L_V=0.0000667$

$$Lw=0.0133$$

$$Lz=0.0133$$

4.10.2.14 Pérdida Inaceptable del Servicio Público L2:

Se pueden asumir valores medios de Lf y Lo según la tabla 31 de la NTC 4552-2, esta se muestra en la Tabla 128.

Para el proyecto se tiene:

$$LB=10^{-4}$$

$$LC= 10^{-4}$$

$$LM=10^{-4}$$

$$LV=10^{-4}$$

$$Lw=10^{-4}$$

$$LZ=10^{-4}$$

4.10.2.15 Pérdidas de Valor Cultural Irreemplazables (L3)

Las ecuaciones utilizadas según NTC 4552-2 desde los numerales 6.7.4 a 6.7.4.2

$$Lf=10^{-1}$$

$$LB=10^{-4}$$

$$LV=10^{-4}$$

4.10.2.16 Pérdidas Económicas (L4)

Las ecuaciones utilizadas según NTC 4552-2 desde los numerales 6.7.5.1 a 6.7.5.8.

$$LA=10^{-6}$$

$$LU=10^{-6}$$

$$LB=0.002$$

$$LV=0.002$$

$$LC=10^{-4}$$

$$LM=0.001$$

$$LW=0.001$$

$$LZ=0.001$$

4.10.2.17 Cálculo de los Componentes de Riesgo

Los componentes de riesgo para la estructura estudiada son RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW y RZ, los componentes son calculados con los valores obtenidos anteriormente para Px y Lx.

- Para tipo de pérdida L1:

$$RA=N_D \cdot P_A \cdot L_A = 13.896 \times 10^{-3} \cdot 0.01 \cdot 13.3 \times 10^{-6} = 1.848 \times 10^{-9}$$

$$RB=N_D \cdot P_B \cdot L_B = 13.896 \times 10^{-3} \cdot 1 \cdot 66.7 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-7}$$

$$RU=(N_i + N_{DA}) \cdot P_U \cdot L_U = (3.6763 \times 10^{-3} + 0) \cdot 1 \cdot 13.3 \times 10^{-6} = 48.894 \times 10^{-9}$$

$$RV=(N_L + N_{DA}) \cdot P_V \cdot L_V = (65.6 \times 10^{-6} + 0) \cdot 1 \cdot 66.7 \times 10^{-6} = 6.56 \times 10^{-9}$$

- Para el tipo de pérdida L2:

$$RB=N_D \cdot P_B \cdot L_B = 13.896 \times 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1.4 \times 10^{-6}$$

$$RC=N_D \cdot P_C \cdot L_C = 13.896 \times 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1.4 \times 10^{-6}$$

$$RM=N_M \cdot P_M \cdot L_M = 0.1387 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 13.9 \times 10^{-6}$$

$$RV=(N_L + N_{DA}) \cdot P_V \cdot L_V = (65.6 \times 10^{-6} + 0) \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 6.59 \times 10^{-9}$$

$$RW=(N_L + N_{DA}) \cdot P_W \cdot L_W = (65.6 \times 10^{-6} + 0) \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 6.59 \times 10^{-9}$$

$$RZ=(N_i+N_{i'})*P_z*L_z=(65.6 \times 10^{-6}+65.6 \times 10^{-6})*1*10^{-4}=13.12 \times 10^{-9}$$

- Para el tipo de la pérdida L3:

$$RB=ND*PB*LB=13.896 \times 10^{-3}*1*10^{-4}=1.4 \times 10^{-6}$$

$$RV=(N_L+N_{DA})*P_V*L_V=(65.6 \times 10^{-6}+0)*1*10^{-4}=6.56 \times 10^{-9}$$

- Para el tipo de pérdida L4:

$$RB=ND*PB*LB=13.896 \times 10^{-3}*1*0.002=27.8 \times 10^{-6}$$

$$RC=N_D*P_C*L_C=13.896 \times 10^{-3}*1*10^{-4}=1.4 \times 10^{-6}$$

$$RM=N_M*P_M*L_M=0.1387*1*0.001=138.7 \times 10^{-6}$$

$$RV=(N_L+N_{DA})*P_V*L_V=(65.6 \times 10^{-6}+0)*1*0.002=0.1 \times 10^{-6}$$

$$RW=(N_L+N_{DA})*P_W*L_W=(65.6 \times 10^{-6}+0)*1*0.001=65.6 \times 10^{-9}$$

$$RZ=(N_i+N_{i'})*P_z*L_z=(65.6 \times 10^{-6}+65.6 \times 10^{-6})*1*0.001=0.1 \times 10^{-6}$$

Luego se realiza el cálculo de la sumatoria de los componentes de riesgo para determinar el riesgo total.

- **Riesgo sobre la estructura L1:** $R=R_x=RA+RB+RU+RV=1 \times 10^{-6}$
- **Riesgo sobre el servicio público L2:** $R=R_x=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$
 $=16.7 \times 10^{-6}$
- **Riesgo sobre patrimonio cultural L3:** $R=R_x=RB+RV=1.4 \times 10^{-6}$
- **Riesgo sobre pérdidas económicas L4:** $R=R_x=RB+RC+RM+RV+RW+RZ$
 $=168.2 \times 10^{-6}$

4.10.2.18 Riesgo Tolerable R_T

Los valores de riesgo tolerable R_T en donde una descarga atmosférica significa pérdida de la vida humana como pérdida de los valores sociales y culturales se obtienen de la Tabla 7 de la norma NTC 4552-2.

Tabla 114. Riesgo Tolerable.

Tipo de pérdida	$R_T(y^{-1})$	R_T
Pérdida de vidas o lesiones permanentes	10^{-5}	1×10^{-6}
Pérdidas de servicio público	10^{-3}	16.7×10^{-6}
Pérdida de patrimonio cultural	10^{-3}	1.4×10^{-6}

4.10.3 Conclusiones

Tomando como referencia los datos de Tabla 7 de la norma NTC 4552-2 y comparándolas con los valores obtenidos, el valor calculado es menor que el riesgo máximo tolerable por lo cual no se requiere implementar medidas de protección contra descargas atmosféricas para la estructura estudiada.

5. PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA

5.1 Definiciones

A continuación se presentan algunas definiciones tomadas del Manual de Procedimientos del Banco de Programas y Proyectos (BPIN 2011) del Departamento de Planeación Nacional DPN.

Actividad: acción necesaria en un proyecto para transformar insumos y recursos en un período de tiempo.

Apropiaciones Presupuestales: son las asignaciones de fondos públicos para la ejecución de proyectos de inversión.

Alternativas: opciones de solución a un problema identificado.

Beneficiarios: grupo o grupos objetivos específicos de la población hacia los cuales se dirige un proyecto, programa o plan.

Costo: corresponde a los egresos necesarios para la realización del proyecto. Dentro de los costos también se incluyen los impactos negativos que un proyecto pueda generar sobre la población objetivo del mismo.

Ejecución: es la etapa dentro del ciclo del proyecto durante la cual se realizan todas las inversiones necesarias para poder comenzar a percibir beneficios y resultados.

Ejecución Presupuestal: las apropiaciones incluidas en el PGN se entienden ejecutadas cuando se ha desarrollado el objeto de las mismas, cumpliendo el fin para el cual fueron programadas en la respectiva vigencia fiscal, este proceso involucra los certificados de disponibilidad, el registro presupuestal, las obligaciones, los compromisos, y los pagos previa autorización.

Etapa de inversión o ejecución: es la etapa en la cual se materializan las acciones que dan como resultado bienes o servicio, y culmina cuando el proyecto comienza a generar beneficios.

Etapa de Operación: es la última etapa de un proyecto en esta se generan los beneficios para los cuales el proyecto fue diseñado. Es importante en esta etapa proveer los fondos necesarios para la adecuada operación del proyecto ya que sin ellos el proyecto no dará los beneficios esperados.

Etapa de Preinversión: primera etapa del ciclo de los proyectos. En ella se realizan todos los estudios necesarios para tomar la decisión de realizar o no el proyecto.

Evaluación de Proyectos: se refiere a la comparación, numérica o no, de los costos y los beneficios asociados con un proyecto.

Evaluación Económica: compara los costos y los beneficios del proyecto desde el punto de vista de la economía en su conjunto. El objetivo de este tipo de evaluación es medir la contribución del proyecto al bienestar económico del país.

Evaluación Financiera: identifica desde el punto de vista de un inversionista o un participante en el proyecto, los ingresos y egresos atribuibles a la realización del proyecto y en consecuencia la rentabilidad generada por el mismo. Trabaja los flujos de ingresos y egresos con los precios vigentes en el mercado.

Evaluación Social: es la evaluación de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad en su conjunto, incorpora todos aquellos costos y beneficios asociados al proyecto que afectan a la sociedad.

Evaluación Técnica: es el análisis que se requiere para saber si la alternativa escogida es técnicamente viable.⁵

Ficha EBI: es la ficha de Estadísticas Básicas de Inversión que resume las características centrales de un proyecto. En ella se debe plasmar la información de la alternativa seleccionada en la evaluación del proyecto. Esta ficha se

generará automáticamente una vez sea diligenciada la Metodología General Ajustada por las entidades para cada uno de los proyectos que requiera financiamiento del PGN.

Horizonte de evaluación: periodo que contempla el análisis de las etapas de preinversión, ejecución y operación.

Impacto: es el cambio logrado en la situación de la población como resultado de los productos y efectos obtenidos con el proyecto. Se trata del nivel más elevado de resultados o de la finalidad última del ciclo del proyecto, cuando se genera la totalidad de los beneficios previstos en su operación.

Localización: se refiere a la ubicación específica y/o geográfica, en donde se deben tener en cuenta las dimensiones de tiempo y espacio; la variable tiempo puede significar oportunidad, calidad, vida o muerte entre otros y la dimensión espacio es importante desde el concepto de red de prestación o mercado de bienes o servicios y su área de influencia.

Meta: Expresión cuantitativa y cualitativa de los logros que se pretenden obtener con la ejecución de una acción en el proyecto.

Objetivo: Propósito hacia el que se orientan las actividades o acciones de un plan, programa o proyecto.

Plan: Instrumento que permite determinar objetivos, metas prioridades y estrategias de manera general definidas para un periodo de tiempo.

Plan de Desarrollo: se refiere al documento que brinda los lineamientos políticos del Gobierno en ejercicio en materia sectorial e intrasectorial, especificando las prioridades en cada una de ellas. Es la carta de navegación que orienta el gasto público.

Planeación: en términos públicos es la orientación adecuada de los recursos procurando el cumplimiento de objetivos de desarrollo económico y social.

Presupuesto General de la Nación: está compuesto por el Presupuesto de Rentas (que contiene la estimación de los ingresos corrientes que se espera recaudar durante el Año fiscal, los recursos de capital, y los ingresos de los establecimientos públicos), por el Presupuesto de Gastos o Ley de Apropriaciones que incluye las apropiaciones distinguiendo entre gastos de funcionamiento, servicio de la deuda y gastos de inversión y las Disposiciones Generales que son las normas tendientes a asegurar la correcta ejecución del Presupuesto General de la Nación.

Proyecto: unidad operacional del desarrollo que vincula recursos, actividades y productos durante un período determinado y con una ubicación definida para resolver problemas o necesidades de la población.

Proyecto de inversión pública: contempla actividades limitadas en el tiempo, que utilizan total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, o recuperar la capacidad de producción o de provisión de bienes o servicios por parte del Estado.

Viabilidad Económica: un proyecto es económicamente viable si sus ingresos en valor presente son superiores a sus costos en valor presente.

Viabilidad o Factibilidad Técnica: un proyecto es técnicamente factible o viable si la implementación de su diseño puede realizarse con los conocimientos y la tecnología existente.

Vida Útil de los Proyectos: corresponde al período de tiempo en el cual el proyecto entra en operación o genera todos los beneficios para los cuales fue concebido.

Vigencia: periodo de tiempo equivalente a una anualidad.

5.2 Marco de Referencia

Inversión Pública: la normatividad colombiana ha acotado el término de inversión pública a “aquellas erogaciones susceptibles de causar réditos o de ser de algún

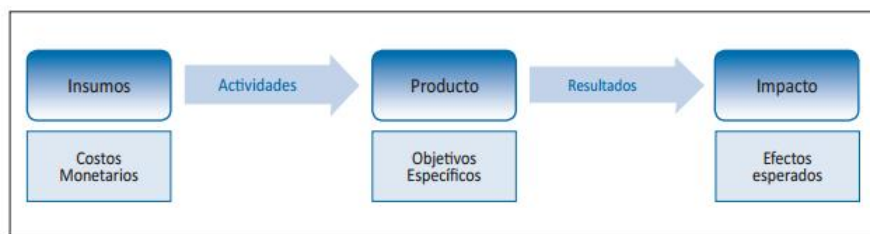
modo económicamente productivas, o que tengan cuerpo de bienes de utilización perdurable, llamados también de capital por oposición a los de funcionamiento, que se hayan destinado por lo común a extinguirse con su empleo.

Proyecto de Inversión Pública: un proyecto se entiende como la unidad operacional de la planeación del desarrollo que vincula recursos (humanos, físicos, monetarios, entre otros) para resolver problemas o necesidades sentidas de la población. Los Proyectos de Inversión Pública contemplan actividades limitadas en el tiempo, que utilizan total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción o de provisión de bienes o servicios por parte del Estado

Así mismo, los proyectos de inversión deben contar con los siguientes atributos: ser únicos; es decir, que no exista ningún otro proyecto con el mismo objetivo, temporales (limitados en el tiempo), tener un ámbito geográfico específico, tener unas actividades específicas, tener beneficiarios definidos y establecer objetivos. Lo anterior, en función de la cadena de valor y la Matriz del Marco Lógico, que se describen a continuación.

Cadena de Valor: se plantea que para cumplir con unos objetivos específicos, los proyectos disponen de insumos que a través de un proceso de transformación (llamado actividades) generan unos productos. Estos últimos conducen a resultados en términos de los objetivos específicos propuestos, los cuales a su vez generan impactos, que se definen como los efectos esperados de los productos en condiciones económicas o sociales específicas de la población.

Figura 107. Cadena de Valor de un Proyecto Típico de Inversión.



Fuente: Manual de Procedimiento del BPIN 2011.

5.3 Matriz de Marco Lógico

La Matriz del Marco Lógico es el resultado de la aplicación de una metodología que contempla el análisis de problemas, objetivos, involucrados y alternativas. A través de una estructura de cuatro filas y cuatro columnas permite presentar una estructura secuencial y jerarquizada de los elementos mínimos que hacen parte de la formulación de un proyecto de inversión:

Tabla 115. Formato de Matriz de Marco Lógico.

Resumen Narrativo	Indicadores-Metas	Medios de Verificación	Supuestos
Fin			
Propósito			
Componentes			
Actividades			

Fuente: Manual de Procedimiento del BPIN 2011.

5.4 Ciclo de Vida de los Proyectos

Este ciclo inicia con la formulación y evaluación ex ante del proyecto de inversión pública y termina cuando el proyecto cumple con los objetivos y metas propuestas, cuando se haya realizado la evaluación ex post y cuando los análisis de conveniencia de las entidades ejecutoras de los proyectos así lo establezcan. Las etapas del ciclo del proyecto son las siguientes:

Figura 108. Etapas del Ciclo de Vida del Proyecto.



Fuente: Manual de Procedimiento del BPIN 2011.

5.4.1 Etapa de Preinversión

En esta se realiza la formulación y evaluación ex ante del proyecto, se identifica el problema o necesidad y se prepara la información pertinente para establecer si desde el punto de vista financiero, técnico, económico y ambiental es viable emprender el proyecto.

5.4.1.1 Formulación

La formulación contempla la identificación del problema central y de las características de la situación actual así como de la situación esperada en términos de la población beneficiada, la definición de las estrategias y de las actividades que soportan al proyecto; igualmente involucra la programación de

indicadores que miden el proyecto en posteriores etapas. Adicional a esto, es necesario que el proyecto se encuentre articulado con los planes institucionales y sectoriales, y con el Plan Nacional de Desarrollo. En este proceso, el formulador también tendrá que definir la totalidad de sus fuentes de financiación, la regionalización de la inversión y de las variables que sean necesarias para la evaluación previa que soporta la decisión de realizar el proyecto.

5.4.1.2 Evaluación Ex Ante

La evaluación ex ante del proyecto consiste en un ejercicio de análisis de la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto del proyecto a la luz de las alternativas de solución identificadas. Para lo anterior se parte de la información recopilada en la preparación de cada una de las alternativas de solución.

La evaluación consiste en la comparación de las diferentes alternativas de solución mediante los indicadores apropiados con el propósito de seleccionar la mejor, de acuerdo con el criterio seleccionado. Existen tres tipos de evaluación: financiera, Económica y Social.

5.4.2 Etapa de Inversión o Ejecución

Una vez realizada la formulación y evaluación ex ante del proyecto, se procede a programar el proyecto para su posterior ejecución. Esta etapa está relacionada con el diseño definitivo del proyecto.

Durante la etapa de inversión se realiza la ejecución del presupuesto y el seguimiento al mismo.

5.4.2.1 Ejecución

En esta fase se procede a ejecutar el presupuesto dispuesto para cada uno de los proyectos registrados en el BPIN. En esta misma etapa se da la ejecución física, a través de la puesta en marcha de las actividades propias, definidas en el diseño del proyecto.

5.4.2.2 Seguimiento

El seguimiento a la ejecución de los proyectos se realiza de manera mensual, conteniendo la información referente a los avances físicos, financieros y cronológicos realizados en el proyecto. Esta información debe ser suministrada por la entidad ejecutora del mismo.

5.4.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

En esta etapa del ciclo del proyecto se ofrecen de manera rutinaria los bienes y/o servicios para los cuales el proyecto fue diseñado (ej. si en el proyecto se construía infraestructura educativa en esta etapa se prestará el servicio de educación). Los recursos que aquí se usen buscarán mantener la capacidad que el proyecto generó en su etapa de inversión. Al igual que en la anterior etapa se realizará el seguimiento correspondiente.

5.4.4 Etapa de Evaluación Ex Post

La Evaluación ex post es la última etapa del ciclo de la inversión pública y pretende garantizar la asignación y ejecución eficiente y efectiva de los recursos de inversión, midiendo el impacto de los proyectos a nivel económico, político y social. Dependiendo del impacto, se puede determinar el éxito o fracaso de cada uno de los proyectos de Inversión Pública, para retroalimentar así una nueva etapa de formulación del proyecto, cerrando el ciclo de la inversión pública.

5.4.5 Calidad de la Información durante el Ciclo de los Proyectos de Inversión

Dado que se requiere que la información esté orientada a dar cuenta de la productividad, eficiencia, eficacia, efectividad de los proyectos, se deben entender estos conceptos como:

a) Productividad: corresponde al grado en que un proyecto transforma insumos en productos y servicios. Se mide como una relación insumo producto.

b) Eficiencia: El concepto hace referencia al uso óptimo de recursos en una actividad productiva. En el marco de los proyectos de inversión, la eficiencia puede ser abordada, entre otros, a través del análisis de Eficiencia Técnica. Este análisis evalúa qué tan bueno es un proyecto determinado transformando insumos en productos requeridos (esto es, qué tan productivo es su gasto), en comparación con sí mismo u otros proyectos similares.

c) Eficacia: puede definirse como la capacidad de alcanzar el efecto que se desea tras la realización de una acción.

d) Efectividad: hace referencia a la medida en que los objetivos de la prestación de servicios se cumplen a través de los productos generados. En este ámbito existen subcomponentes específicos de evaluación como el acceso, conveniencia y calidad de los servicios prestados. El acceso se refiere a la facilidad con la cual los servicios pueden llegar a los consumidores, mientras que la conveniencia hace alusión a la capacidad de los productos para satisfacer las necesidades de la población, sin hacer que esta provisión se encuentre por fuera del rango de servicios requeridos por éstos últimos.

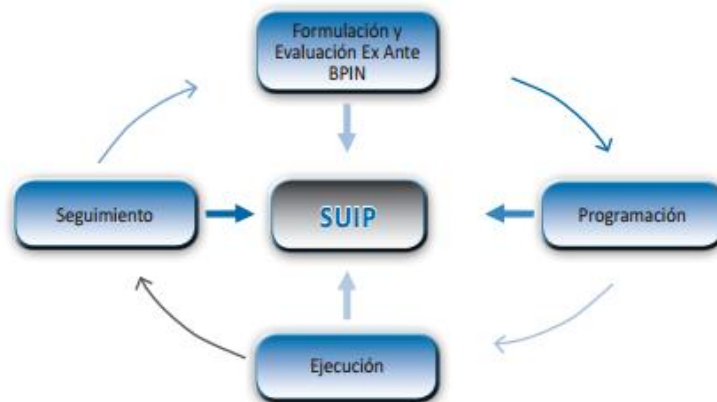
5.5 Procedimiento para el Registro en el BPIN

Con el objetivo de otorgarle al presente proyecto una viabilidad alta y a un corto o mediano plazo, se enmarca este como proyecto de inversión pública teniendo en cuenta lo establecido en el Manual de Procedimientos del Banco de Programas y Proyectos (BPIN 2011) del Departamento de Planeación Nacional DPN, donde se describen los procedimientos que se deben tener en cuenta para la presentación de proyectos susceptibles de financiamiento con recursos del Presupuesto General de la Nación.

El BPIN es la plataforma con la que cuenta el sistema para poder realizar una clasificación y selección de los proyectos a ser incluidos dentro del Sistema Unificado de Inversiones Públicas, desde donde se podrá supervisar el ciclo de vida del proyecto desde su formulación en e inscripción en el BPIN. A continuación

se presenta un diagrama con la articulación del Sistema Unificado de Inversiones Públicas.

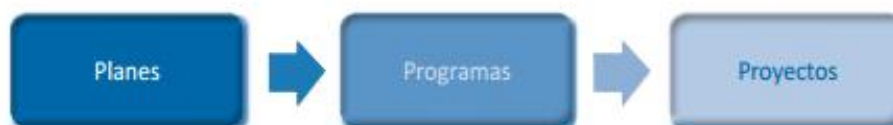
Figura 109. Estructura del Sistema Unificado de Inversiones Públicas.



Fuente: Manual de Procedimientos BPIN 2011.

En la figura anterior se puede ver como el registro ante el BPIN es la primera etapa del ciclo de vida del proyecto de inversión pública y en este, se registra toda la información concerniente que debe estar enmarcado dentro del siguiente esquema lógico.

Figura 110. Marco General del Proyecto de Inversión.



Fuente: Manual de Procedimientos BPIN 2011.

5.5.1 Registro del Proyecto ante el BPIN

Con el objetivo de realizar un proceso de registro, identificación, preparación, evaluación y programación ágil, todo proyecto que quiera participar en concurso por recursos de inversión del Presupuesto General de la Nación, deberá realizar el

registro siguiendo la Metodología General Ajustada (MGA). En esta, se deberá consignar la información sobre la identificación del problema, el análisis de los objetivos y las posibles alternativas de solución. Estos conceptos son evaluados por la entidad quien emite el fallo en primera instancia de la viabilidad del proyecto por parte de la MGA.

Una vez concluida la anterior etapa, se generará la Ficha de Estadísticas Básicas de Inversión (EBI), donde se detalla la información necesaria para la identificación del proyecto de inversión y que quedará consignada en el BPIN.

5.5.2 Alistamiento del Proyecto

En esta etapa es necesario realizar una inclusión o complementación de la información con el objetivo de enviar toda la información requerida para el proceso de aprobación. Esta información para el BPIN se dividirá en cinco capítulos:

Tabla 116. Información necesaria para el registro en el BPIN.

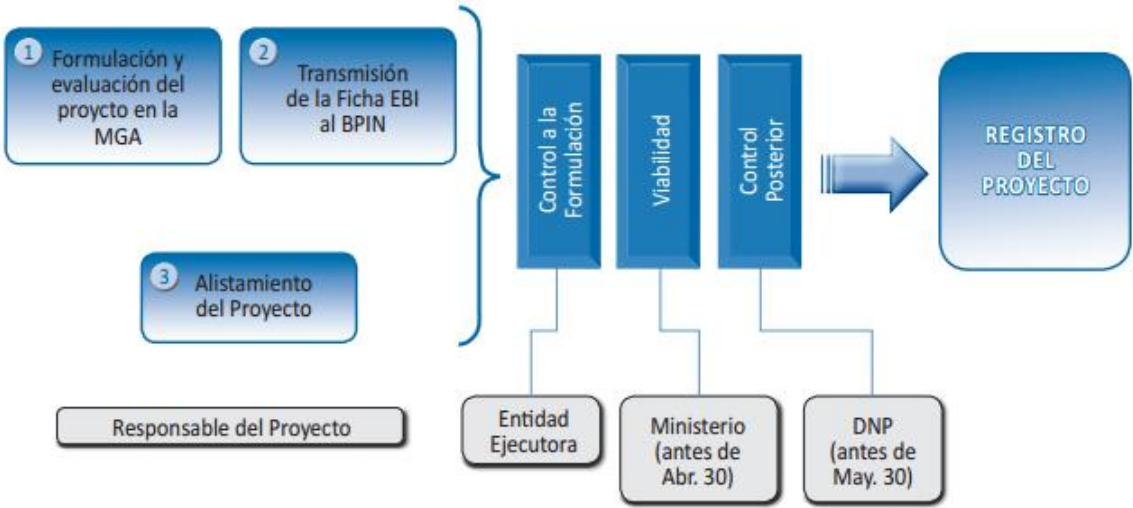
Capítulo	Contenido
Información Básica	Datos Básicos: objetivo, descripción.
	Localización: dónde se ejecuta el proyecto.
	Relación con la Planificación: con el Plan de Desarrollo y otros instrumentos de política pública.
Beneficiarios	Cuantificación y localización: cuántos beneficiarios tiene y en dónde están ubicados.
	Criterios de focalización: en los casos en los que el proyecto atiende población específica (i.e, desplazados, discapacitados, grupos étnicos, etc.).
Componentes y Actividades	Actividades y Cronograma: cronograma previsto para la realización de las actividades del proyecto en todo su horizonte de evaluación.
Indicadores	Indicadores de Producto: con metas totales y por vigencia.
	Indicadores de Gestión: con metas por vigencia.
	Ponderación de Indicadores: peso relativo de los indicadores en cada vigencia.
	Regionalización de Indicadores de Producto: en los casos en que el proyecto tenga la característica de ser regionalizable.
Esquema Financiero	Fuentes de Financiación: recursos solicitados y asignados al proyecto por fuente de financiación.
	Costo de Actividades: costos de cada actividad por vigencia.
	Regionalización de Recursos: distribución territorial del destino de los recursos.
	Focalización de Recursos: en los casos en los que el proyecto destina recursos a alguna política transversal (i.e. ACTI ¹² , TIC ¹³ , etc.).

Fuente: Manual de Procedimientos BPIN 2011.

Una vez formulado y evaluado el proyecto previo a su registro final por el Gerente del mismo en la entidad responsable, se realizan tres tipos de controles, denominados filtros de calidad. El primero es el Control de Formulación, a cargo de la Oficina de Planeación de la Entidad Responsable del proyecto; el segundo es el Control de Viabilidad, a cargo de la Oficina de Planeación de la Cabeza Sectorial y finalmente el Control Posterior, a cargo de la Dirección Técnica Sectorial del DNP.

Cada uno de estos roles emitirá su concepto dentro del marco de sus competencias y rol definido en la administración pública. La emisión del concepto se enmarca en la respuesta a preguntas puntuales que de acuerdo con los criterios que cada filtro debe tener en cuenta, permiten verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad de la información del proyecto. A continuación se resume el proceso completo del registro de un proyecto ante el BPIN.

Figura 111. Proceso de Registro de un Proyecto ante el BPIN.



Fuente: Manual de Procedimientos BPIN 2011.

Una vez se ha perfeccionado el registro, el proyecto será susceptible de ser financiado con recursos del Presupuesto General de la Nación y puede incorporarse al Plan Operativo Anual de Inversiones, POAI y al respectivo Proyecto de Ley Anual de Presupuesto. En cuanto a la oportunidad de registro de

los proyectos de inversión debe tenerse en cuenta que el Banco Nacional de Programas y Proyectos permanece abierto para registrar proyectos durante todo el año. Sin embargo, si se pretende que el proyecto haga parte del Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) que se incorporará al Presupuesto de la siguiente vigencia presupuestal, el proyecto de inversión debe estar registrado en el BPIN a mas tardar el primero (1º) de junio del año anterior al que se está programando.

5.6 PRESUPUESTO Y CANTIDADES DE OBRA

Tabla 117. Cantidades de Obra y Presupuesto.

CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO ESTUDIO-DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS CON PRESUPUESTO PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	VLR UNITARIO	VLR TOTAL
1.0	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	GLOBAL	1	\$ 29.632.825.00	\$ 29.632.825.00
2.0	T.G.D. 1	GLOBAL	1	\$ 10.331.773.00	\$ 10.331.773.00
3.0	T.G.D. 2	GLOBAL	1	\$ 29.422.244.33	\$ 29.422.244.33
4.0	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN				
4.1	Tablero TA	GLOBAL	1	\$ 25.268.722.00	\$ 25.268.722.00
4.2	Tablero TB	GLOBAL	1	\$ 25.287.290.00	\$ 25.287.290.00
4.3	Tablero TC	GLOBAL	1	\$ 20.267.429.00	\$ 20.267.429.00
4.4	Tablero TD	GLOBAL	1	\$ 27.826.316.00	\$ 27.826.316.00
4.5	Tablero TE	GLOBAL	1	\$ 23.518.385.33	\$ 23.518.385.33
4.6	Tablero TF	GLOBAL	1	\$ 9.970.967.67	\$ 9.970.967.67
4.7	Tablero TG	GLOBAL	1	\$ 11.366.643.00	\$ 11.366.643.00
4.8	Tablero TH	GLOBAL	1	\$ 24.693.903.67	\$ 24.693.903.67
4.9	Tablero TI	GLOBAL	1	\$ 34.391.546.00	\$ 34.391.546.00
4.10	Tablero TJ	GLOBAL	1	\$ 24.530.854.00	\$ 24.530.854.00
4.11	Tablero TK	GLOBAL	1	\$ 16.817.392.00	\$ 16.817.392.00
4.12	Tablero TL	GLOBAL	1	\$ 13.890.539.00	\$ 13.890.539.00
4.13	Tablero TM	GLOBAL	1	\$ 3.593.151.33	\$ 3.593.151.33
4.14	Tablero TN	GLOBAL	1	\$ 1.972.072.00	\$ 1.972.072.00
4.15	Tablero TO	GLOBAL	1	\$ 25.319.016.00	\$ 25.319.016.00
4.16	Tablero TP	GLOBAL	1	\$ 5.528.016.80	\$ 5.528.016.80
4.17	Tablero TQ	GLOBAL	1	\$ 8.252.780.00	\$ 8.252.780.00

RESUMEN DE ITEMS	TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$ 371.881.866.13
	ADMON	12%	\$ 44.625.823.94
	IMPREVISTO	5%	\$ 18.594.093.31
	UTILIDAD	8%	\$ 29.750.549.29
	DESCUENTOS PROYECTOS CON LA UIS		
	RETENSIÓN EN LA FUENTE	6%	\$ 22.312.911.97
	ESTAMPILLA MUNICIPAL	4%	\$ 14.875.274.65
	IMPUESTO DE TIMBRE	0.75%	\$ 2.789.114.00
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS		\$ 132.947.767.14
	Costo Total del Proyecto		\$ 504.829.633.28

Tabla 118. Presupuesto Subestación.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 1.0: Subestación			
1.0.1	Construccion del cuarto SE			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Placa de concreto de 30cm	metros cuadrados	12	315000	3780000
Cemento	Bulto	11	18500	203500
Varilla 1/2 pulg	UND	12	7900	94800
Varilla 1/4pulg	UND	12	7900	94800
Ladrillo refractario 22x11x5 cm	UND	400	701	280272
SUBTOTAL				4453372
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Maestro de construccion	50000	75%	87500	175000
Obreo 1	30000	75%	52500	105000
Obrero 2	30000	75%	52500	105000
SUBTOTAL				385000

1.0.2	Instalación de Transformador y acometidas			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Terminales Premoldeadas para 15 KV - Uso Exterior para Calibres de Cable entre 2 - 4/0 - Juego x 3 Unidades	UND	1	296899	296899
Terminales Premoldeadas para 15 KV - Uso Interior para Calibres de Cable Juego x 3 Unidades	UND	1	216599	216599
Cable Cu XLPE 15 KV No. 2 Cinta Monopolar	m	1	19550	19550
Cable de Cobre desnudo #4 Tierra	m	1	5300	5300
Cable de Cobre desnudo #2 Tierra	m	1	8300	8300
Seccionador Tripolar Duplex, Operación Bajo Carga, 400A, 17,5kV con bandeja portafusible	UND	1	2495000	2495000
CORTACIRCUITOS 15 KV-100 AMPERIOS CON ACCESORIOS DE SUJECION, CRUCETA METALICA GALVANIZADA, JUEGO DE TRES - Incluye Fusibles Duales	UND	1	588930	588930
Transformador de Corriente MT, Uso Interior. 10-5 AMP 17.5KV	UND	1	2371200	2371200
Transformador de Potencial. Uso interior. Clase 0.5 13200/120V. Burden 25VA	UND	1	2091823	2091823
Bornas Terminales en Cobre Estañado Tipo Barril para Baja Tensión	UND	1	5506	5506
Ductería PVC 3" x 3m	UND	1	29900	29900
Ductería PVC 4" x 3m	UND	1	33900	
Cable de Cobre Aislado THWN/THHN No. 350 MCM	m	1	45609	45609
Cable de Cobre Desnudo No. 2 AWG	m	1	7780	7780
Tubo Galvanizado IMC 1/2" x3m	UND	1	13927	13927
Tubo Galvanizado IMC 3" x3m	UND	1	135511	135511
Varilla Cooper Weld de 5/8" x 2,40 de Cobre Macizo	UND	1	88000	88000
2 Caja cortocircuito para fusible, una para fusible tipo K (15kV-100 A) y otra para HH (15kV-25kA) con caja apaga chispa para la caja del HH.	UND	1	315000	315000

1.0.2	Instalación de Transformador y acometidas			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Fusible tipo k de 7 amperios	UND	1	3500	3500
Fusible tipo HH de 20 A.	UND	1	104000	104000
Medidor de energía Trifásico 5(10) A, 3x120V (13,2 – 15 kV).	UND	1	770000	770000
Interruptor Automático de 400 A.	UND	1	470000	470000
DPS de 10kA, 3x12kV, MCOV 10.2 KV.	UND	1	63000	63000
Transformador 3 fasico sumergido en aceite de 150KVA 13.2KV±2x2.5%/220-127	UND	1	11269669	11269669
SUBTOTAL				21415003
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	218750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	437500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	857500
SUBTOTAL				1513750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL Subestacion				29632825

Tabla 119. Presupuesto Tablero TGD1.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 2.0: TABLERO TGD1			
2,1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero de distribución general de 18 modulos , con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	558000	558000
SUBTOTAL				558000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
2,2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #350 Fases A,B,C	m	42	45609	1915578
Cable de Cobre THHN #350 Neutro	m	14	45609	638526
Cable de Cobre Desnudo #2	m	12	9700	116400
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	408200	408200
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 4" x 3m	UND	7	33900	226000
SUBTOTAL				3308804
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500

2,3		Instalación de Totalizador		
Breaker termomagnético tripolar de 350 [A]	UND	1	548999	548999
SUBTOTAL				548999
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
2,4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético tripolar de 150 [A]	UND	2	348699	697398
Breaker termomagnético tripolar de 100 [A]	UND	1	310000	310000
Breaker termomagnético tripolar de 80 [A]	UND	1	269005	269005
Breaker termomagnético tripolar de 60 [A]	UND	1	703	703
Breaker termomagnético tripolar de 50 [A]	UND	1	9700	9700
Breaker termomagnético tripolar de 40 [A]	UND	2	7377	14754
Breaker termomagnético bipolar de 30 [A]	UND	1	750	750
Breaker termomagnético monopolar de 20 [A]	UND	2	3110	6220
2,5		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 3/4" x3m	UND	89	2400	212400
Tubo PVC Conduit 1 1/4" x3m	UND	177	1800	318300
SUBTOTAL				318300
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000

2,6		Instalación del DPS			
MATERIALES		UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 90kA, tres hilos		UND	1	2500000	2500000
SUBTOTAL					2500000
MANO DE OBRA					
Trabajador		Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico		25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista		50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista		98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL					302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO					
Descripción		Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación		35000	2%	35700	35700
Herramienta menor		5000	1%	5000	5000
Transporte		5000	1%	5000	5000
Accesorios		20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL					65700
TOTAL TABLERO TGD1					10331773

Tabla 120. Presupuesto TGD2.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Ítem 3.0: TABLERO TGD2			
3.1	Instalación de Tablero de 12 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
3.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #350 Fases A,B,C	m	375	45609	17103375
Cable de Cobre THHN #350 Neutro	m	125	45609	5701125
Cable de Cobre Desnudo #350	m	2	45609	91218
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	408200	408200
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 3" x 3m	UND	42	29900	1245833
SUBTOTAL				24553851
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
3.4	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x150A	UND	1	205060	205060
SUBTOTAL				205060
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

3.5		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético tripolar de 80 [A]	UND	1	269005	269005
Breaker termomagnético tripolar de 60 [A]	UND	2	156790	313580
Breaker termomagnético tripolar de 50 [A]	UND	2	146853	293706
SUBTOTAL				582585
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
3.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1 1/4" x3m	UND	48	1890	90405
SUBTOTAL				90405
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
3.7		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 90kA, tres hilos	UND	1	2500000	2500000
SUBTOTAL				2500000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TGD2				29422244

Tabla 121. Presupuesto Tablero TA.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.1: TABLERO TA			
4.1.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 24 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	303218	303218
SUBTOTAL				303218
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.1.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #6 Fases A,B,C	m	288	5026	1447488
Cable de Cobre THHN #6 Neutro	m	96	5026	482496
Cable de Cobre Desnudo #6	m	2	2950	5900
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	32	6300	201600
SUBTOTAL				2200534

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.1.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x40A	UND	1	150500	150500
SUBTOTAL				150500
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.1.4	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	6	7900	47400
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	8	7900	63200
SUBTOTAL				110600
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.1.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	1056	1050	1108800
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	444	750	333000
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	950,4	1050	997920
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	399,6	750	299700
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	444	703	312132
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	1056	977	1031712
SUBTOTAL				4083264

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.1.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	167	1890	315630
SUBTOTAL				315630
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.1.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	39	5200	202800
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	46	134728	6197488
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W Dimmerizable	UND	0	172500	0
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	8	71000	568000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	6	121000	726000
Bombillo Fluorescente Compacto	UND	2	12800	25600
Plafón	UND	2	1200	2400
Interruptor sencillo	UND	11	3900	42900
Interruptor doble	UND	6	4900	29400
Cajas octogonales PVC	UND	62	1100	68200
Cajas rectangulares PVC	UND	39	1800	70200

Iluminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	1	86199	86199
Señal de Emergencia Salida Legrand 6617011 6W, 120V	UND	1	86199	86199
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	20	750	15000
SUBTOTAL				8120386
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.1.8 Instalación del DPS				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TA				25268722

Tabla 122. Presupuesto Tablero TB.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.2: TABLERO TB			
4.2.1	Instalación de Tablero de 30 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 30 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	408200	408200
SUBTOTAL				408200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.2.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	105	7377	774585
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	35	7377	258195
Cable de Cobre Desnudo #4	m	2	1580	3160
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	12	6300	75600
SUBTOTAL				1035940
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500

4.2.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x60A	UND	1	156790	156790
SUBTOTAL				156790
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.2.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	8	7900	63200
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	7	7900	55300
Breaker termomagnético bipolar de 20 [A]	UND	2	30500	61000
SUBTOTAL				118500
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.2.5		Cableado de los Circuitos		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	945	1050	992250
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	645	750	483750
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	850.5	1050	893025
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	580.5	750	435375
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	645	703	453435
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	945	977	923265
SUBTOTAL				4181100
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750

4.2.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	177	1890	334530
SUBTOTAL				334530
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.2.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	47	5200	244400
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	2	5742	11484
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	45	134728	6062760
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	4	71000	284000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	15	121000	1815000
Bombillo Fluorescente Compacto	UND	3	12800	38400
Plafón	UND	3	1200	3600
Interruptor sencillo	UND	12	3900	46800
Interruptor doble	UND	5	4900	24500
Cajas octogonales PVC	UND	67	1100	73700
Cajas rectangulares PVC	UND	49	1800	88200
Iluminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	4	86199	344796
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	40	750	30000
SUBTOTAL				9067640

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.2.8	Instalación del DPS			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TB				25287290

Tabla 123. Presupuesto Tablero TC.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.3: TABLERO TC			
4.3.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 24 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	303218	303218
SUBTOTAL				303218
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.3.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #8 Fases A,B,C	m	64.5	3110	200595
Cable de Cobre THHN #8 Neutro	m	21.5	3110	66865
Cable de Cobre Desnudo #8	m	2	2950	5900
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	8	6300	50400
SUBTOTAL				273360
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500

4.3.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x40A	UND	1	150500	150500
SUBTOTAL				150500
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.3.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	6	7900	47400
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	8	7900	63200
SUBTOTAL				110600
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.3.5		Cableado de los Circuitos		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	477	1050	500850
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	406	750	304500
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	365.4	750	274050
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	429.3	1050	450765
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	136	703	95608
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	159	977	155343
SUBTOTAL				1781116

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.3.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	99	1890	187110
SUBTOTAL				187110
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.3.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	47	5200	244400
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	37	134728	4984936
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W Dimmerizable	UND	10	172500	1725000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	1	71000	71000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	1	121000	121000
Bombillo Fluorescente Compacto	UND	2	12800	25600
Plafón	UND	2	1200	2400
Interruptor sencillo	UND	2	3900	7800
Interruptor sencillo conmutable	UND	8	5100	40800
Interruptor doble	UND	4	4900	19600
Cajas octogonales PVC	UND	51	1100	56100
Cajas rectangulares PVC	UND	47	1800	84600

		Iluminación de Emergencia		
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	1	86199	86199
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	10	750	7500
SUBTOTAL				7476935
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.3.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TC				20267429

Tabla 124. Presupuesto Tablero TD.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.4: TABLERO TD			
4.4.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 24 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	303218	303218
SUBTOTAL				303218
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.4.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	306	7377	2257362
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	102	7377	752454
Cable de Cobre Desnudo #4	m	5	5300	26500
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	34	58950	2004300
SUBTOTAL				3036316
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.4.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x60A	UND	1	156790	156790
SUBTOTAL				156790

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.4.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	8	7900	63200
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	6	7900	47400
Breaker termomagnético bipolar de 20 [A]	UND	1	30500	30500
SUBTOTAL				110600
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.4.5		Cableado de los Circuitos		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	1032	1050	1083600
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	438	750	328500
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	928.8	1050	975240
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	835.92	750	626940
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	344	703	241832
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	146	977	142642
SUBTOTAL				3398754
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750

4.4.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	164	1890	309960
SUBTOTAL				309960
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.4.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	58	4900	284200
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	1	5742	5742
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	66	134728	8892048
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	8	121000	968000
Cajas octogonales PVC	UND	75	1100	82500
Cajas rectangulares PVC	UND	59	1800	106200
Iluminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	2	86199	172398
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	20	750	15000
SUBTOTAL				10526088
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000

4.4.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TD				27826316

Tabla 125. Presupuesto Tablero TE.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.5: TABLERO TE			
4.5.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 24 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	303218	303218
SUBTOTAL				303218

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.5.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	123	7377	907371
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	41	7377	302457
Cable de Cobre Desnudo #4	m	5	1580	7900
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	14	6300	88200
SUBTOTAL				1217728
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.5.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x50A	UND	1	156790	156790
SUBTOTAL				156790
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.5.4	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	7	7900	55300
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	3	7900	23700
Breaker termomagnético bipolar de 20 [A]	UND	1	30500	30500
Breaker termomagnético bipolar de 15 [A]	UND	1	30500	30500
SUBTOTAL				79000

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.5.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	835	1050	876750
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	404	750	303000
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	751.5	1050	789075
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	363.6	750	272700
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	135	703	94671
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	278	977	271932
SUBTOTAL				2608127
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.5.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	138	1890	260190
SUBTOTAL				260190
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000

4.5.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	48	5200	249600
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	1	5742	5742
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	43	134728	5793304
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	2	71000	142000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	17	121000	2057000
Reflector de sodio de 150W-208V	UND	2	39900	79800
Interruptor sencillo	UND	6	3900	23400
Interruptor doble	UND	5	4900	24500
Cajas octogonales PVC	UND	64	1100	70400
Cajas rectangulares PVC	UND	49	1800	88200
Illuminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	4	86199	344796
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	40	750	30000
SUBTOTAL				8908742
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.5.8	Instalación del DPS			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TE				23518385

Tabla 126. Presupuesto Tablero TF.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.6: TABLERO TF			
4.6.1	Instalación de Tablero de 12 Puestos			
	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.6.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #8 Fases A,B,C	m	18	3110	55980
Cable de Cobre THHN #8 Neutro	m	6	3110	18660
Cable de Cobre Desnudo #8	m	6	2950	17700
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	2	6300	12600
SUBTOTAL				92340

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.6.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x30A	UND	1	146853	146853
SUBTOTAL				146853
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.6.4	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	8	7900	63200
SUBTOTAL				63200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.6.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	565	1050	593250
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	508.5	1050	533925
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	188	977	184002
SUBTOTAL				1311177
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750

4.6.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	63	1890	118650
SUBTOTAL				118650
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.6.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	47	5200	244400
Cajas rectangulares PVC	UND	47	1800	84600
SUBTOTAL				329000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TF				9970968

Tabla 127.Presupuesto Tablero TG.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.7: TABLERO TG			
4.7.1	Instalación de Tablero de 12 Puestos			
	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.7.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #8 Fases A,B,C	m	13.5	3110	41985
Cable de Cobre THHN #8 Neutro	m	13.5	3110	41985
Cable de Cobre Desnudo #8	m	13.5	2950	39825
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 1 1/4" x 3m	UND	5	6300	31500
SUBTOTAL				123795
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.7.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x20A	UND	1	55900	55900
SUBTOTAL				55900

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.7.4	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	6	7900	47400
SUBTOTAL				47400
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.7.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	300	1050	315000
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	300	1050	315000
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	300	977	293100
SUBTOTAL				923100
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.7.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	100	1890	189000
SUBTOTAL				189000

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.7.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	36	5200	187200
Cajas rectangulares PVC	UND	36	1800	64800
SUBTOTAL				252000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TF				9500943
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000

HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TG				11366643

Tabla 128. Presupuesto Tablero TH.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.8: TABLERO TH			
4.8.1	Instalación de Tablero de 30 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 30 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	408200	408200
SUBTOTAL				408200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.8.2	Cableado de Fases y Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	436.5	7377	3220061
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	145.5	7377	1073354
Cable de Cobre Desnudo #4	m	3	1580	4740
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ductería PVC 3" x 3m	UND	49	29900	1465100
SUBTOTAL				4298154

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.8.3 Instalación de Totalizador				
Breaker totalizador 3x125A	UND	1	475441	475441
SUBTOTAL				475441
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.8.4 Instalación de Breakers				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	6	7900	47400
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	6	7900	47400
Breaker termomagnético bipolar de 30 [A]	UND	1	30500	30500
SUBTOTAL				94800
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.8.5 Cableado de los Circuitos				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	772	1050	810600
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	276	750	207000
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	694.8	1050	729540
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	248.4	750	186300
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	92	703	64676
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	257	977	251415
SUBTOTAL				2249531

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.8.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	116	1890	220080
SUBTOTAL				220080
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.8.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	48	5200	249600
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	4	5742	22968
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	30	134728	4041840
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W Dimmerizable	UND	20	121000	2420000
Bombillo Fluorescente Compacto	UND	2	12800	25600
Plafón	UND	2	1200	2400
Interruptor sencillo	UND	4	3900	15600
Interruptor doble	UND	7	4900	34300
Cajas octogonales PVC	UND	52	1100	57200
Cajas rectangulares PVC	UND	52	1800	93600
SUBTOTAL				6963108

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.8.8	Instalación del DPS			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TH				24693904

Tabla 129. Presupuesto Tablero TI.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.9: TABLERO TI			
4.9.1	Instalación de Tablero de 30 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 30 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	408200	408200
SUBTOTAL				408200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.9.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #2 Fases A,B,C	m	274.5	5026	1379637
Cable de Cobre THHN #2 Neutro	m	91.5	5026	459879
Cable de Cobre Desnudo #2	m	2	2950	5900
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	32	6300	201600
SUBTOTAL				2110066
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.9.3	Instalación de Totalizador			
Breaker totalizador 3x80A	UND	1	196560	196560
SUBTOTAL				196560

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.9.4 Instalación de Breakers				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	11	7900	86900
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	10	7900	79000
SUBTOTAL				165900
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.9.5 Cableado de los Circuitos				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #10 fases A,B,C	m	39	1520	59280
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	1696	1050	1780800
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	398	750	298500
Cable de Cobre THHN #10 Neutro	m	39	1078	42042
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	508.8	1050	534240
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	119.4	750	89550
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	398	703	279794
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	1696	977	1656992
SUBTOTAL				4681918
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750

4.9.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	167	1890	315630
SUBTOTAL				315630
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.9.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	86	5200	447200
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	96	134728	12933888
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	2	71000	142000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	17	121000	2057000
Interruptor sencillo	UND	6	3900	23400
Interruptor doble	UND	13	4900	63700
Cajas octogonales PVC	UND	115	1100	126500
Cajas rectangulares PVC	UND	86	1800	154800
Iluminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	3	86199	258597
Señal de Emergencia Salida Legrand 6617011 x6W, 120V	UND	3	86199	258597
Cable de Cobre THHN #12 fase y Neutro	UND	60	1050	63000
SUBTOTAL				16528682
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000

4.9.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TI				34391546

Tabla 130. Presupuesto Tablero TJ.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.10: TABLERO TJ			
4.10.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 24 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	303218	303218
SUBTOTAL				303218

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.10.2		Cableado de Fases y Puesta a Tierra		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	375	7377	2766375
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	125	7377	922125
Cable de Cobre Desnudo #4	m	2	5300	10600
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	408200	408200
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	42	6300	262500
SUBTOTAL				4373900
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.10.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x50A	UND	1	160000	160000
SUBTOTAL				160000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.10.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	8	7900	63200
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	4	7900	31600
SUBTOTAL				94800

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.10.5 Cableado de los Circuitos				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	825	1050	866250
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	265	750	198750
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	742.5	1050	779625
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	238.5	750	178875
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	265	703	186295
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	825	977	806025
SUBTOTAL				3015820
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.10.6 Instalación de Tubería				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	363	1800	654000
SUBTOTAL				654000
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000

4.10.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	52	3500	182000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	60	60000	3600000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	1	134728	134728
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W con sensor de movimiento y Fococelda	UND	9	172500	1552500
Bombillo Fluorescente Compacto	UND	2	12800	25600
Plafón	UND	2	1200	2400
Interruptor sencillo	UND	6	3900	23400
Interruptor doble	UND	13	4900	63700
Cajas octogonales PVC	UND	72	1100	79200
Cajas rectangulares PVC	UND	52	1800	93600
Iluminación de Emergencia				
Luminaria de Emergencia Legrand 6617011 6W, 14m, 120V	UND	2	86199	172398
Cable de Cobre THHN #14 fase y Neutro	UND	20	750	15000
SUBTOTAL				5944526
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.10.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TJ				24530854

Tabla 131. Presupuesto Tablero TK.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.11: TABLERO TK			
4.11.1	Instalación de Tablero de 12 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

4.11.2		Cableado de Fases y Puesta a Tierra		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #6 Fases A,B,C	m	78	5026	392028
Cable de Cobre THHN #6 Neutro	m	26	5026	130676
Cable de Cobre Desnudo #6	m	26	44100	1146600
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	9	6300	56700
SUBTOTAL				1730104
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.11.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x40A	UND	1	150500	150500
SUBTOTAL				150500
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.11.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético bipolar de 30 [A]	UND	1	7900	7900
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	4	30949	123796
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	1	7900	7900
SUBTOTAL				131696
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				1293198

4.11.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #10 fases A,B,C	UND	119	1520	180880
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	189	1050	198450
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	71	750	53250
Cable de Cobre THHN #10 Neutro	m	107.1	1520	
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	170.1	1050	178605
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	63.9	750	47925
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	71	1078	76538
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	189	2950	557550
Cable de Cobre desnudo #10 Tierra	m	119	1078	128282
SUBTOTAL				1421480
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.11.6	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	126	1890	238770
SUBTOTAL				238770
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.11.7	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	28	5200	145600
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	1	4100	4100
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	12	134728	1616736
Interruptor doble	UND	2	2000	4000
Cajas octogonales PVC	UND	12	1200	14400
Cajas rectangulares PVC	UND	28	1890	52920
SUBTOTAL				1837756

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
4.11.8	Instalación del DPS			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TK				16817392

Tabla 132. Presupuesto Tablero TL.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.12: TABLERO TL			
4.12.1	Instalación de Tablero de 30 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 30 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	408200	408200
SUBTOTAL				408200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.12.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #8 Fases A,B,C	m	258	3110	802380
Cable de Cobre THHN #8 Neutro	m	125	3110	388750
Cable de Cobre Desnudo #8	m	2	2950	5900
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	42	6300	262500
SUBTOTAL				1522580
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500

4.12.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x30A	UND	1	136165	136165
SUBTOTAL				136165
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.12.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético bipolar de 20 [A]	UND	1	30500	30500
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	4	7900	31600
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	1	7900	7900
SUBTOTAL				39500
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.12.5		Cableado de los Circuitos		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	210	1050	220500
Cable de Cobre THHN #14 fases A,B,C	m	53	750	39750
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	189	1050	198450
Cable de Cobre THHN #14 Neutro	m	47.7	750	35775
Cable de Cobre desnudo #14 Tierra	m	53	703	37259
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	210	977	205170
SUBTOTAL				736904

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.12.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	88	1890	165690
SUBTOTAL				165690
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.12.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	9	5200	46800
Tomacorriente Bifásico 30A, 208V, trifilar con polo a tierra	UND	1	5742	5742
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	6	134728	808368
Interruptor sencillo	UND	1	7900	7900
Interruptor doble	UND	1	2000	2000
Cajas octogonales PVC	UND	6	1200	7200
Cajas rectangulares PVC	UND	10	1890	18900
SUBTOTAL				896910
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000

4.12.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TL				13890539

Tabla 133. Presupuesto Tablero TM.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.13: TABLERO TM			
4.13.1	Instalación de Tablero de 12 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.13.2 Cableado de Fases y Puesta a Tierra				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #6 Fases A,B,C	m	60	5026	301560
Cable de Cobre THHN #6 Neutro	m	20	5026	100520
Cable de Cobre Desnudo #6	m	20	44100	882000
Cable de Cobre TW #6 Tierra aislada	m	17	30500	518500
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	20	6300	126000
Ducteria PVC 1/2" x 3m	UND	6	1970	11163
SUBTOTAL				2002793
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.13.3 Instalación de Totalizador				
Breaker totalizador 3x50A	UND	1	196560	196560
SUBTOTAL				196560
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

4.13.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético tripolar de 30 A 120-240 V 10 kA	UND	2	57900	115800
SUBTOTAL				115800
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TM				3593151

Tabla 134. Presupuesto Tablero TN.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.14: TABLERO TN			
4.14.1	Instalación de Tablero de 3 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Monofásico de 3 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, barra para tierra y neutro	UND	1	21100	21100
SUBTOTAL				21100

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.14.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 Fase	m	50	1050	52500
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	50	1050	52500
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	2	977	1954
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 0,6m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 3/4" x 3m	UND	17	2400	40000
SUBTOTAL				210004
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.14.4	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	1	7900	7900
SUBTOTAL				7900
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.14.5	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	24	1050	25200
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	21.6	1050	22680
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	24	977	23448
SUBTOTAL				71328

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.14.6 Instalación de Tubería				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	8	1890	15120
SUBTOTAL				15120
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.14.7 Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones				
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	3	5200	15600
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 1xTL5-28 W	UND	4	71000	284000
Interruptor sencillo	UND	4	7900	31600
Cajas octogonales PVC	UND	4	1200	4800
Cajas rectangulares PVC	UND	3	1890	5670
SUBTOTAL				341670
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	1	18750
Técnico electricista	50000	75%	1	37500
SUBTOTAL				56250
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TN				1972072

Tabla 135. Presupuesto Tablero TO.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.15: TABLERO TO			
4.15.1	Instalación de Tablero de 24 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 12 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	221798	221798
SUBTOTAL				221798
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.15.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #4 Fases A,B,C	m	348	7377	2567196
Cable de Cobre THHN #4 Neutro	m	116	7377	855732
Cable de Cobre Desnudo #4	m	2	5300	10600
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	58950	58950
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 1 1/4" x 3m	UND	39	6300	243600
SUBTOTAL				3740178
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500

4.15.3		Instalación de Totalizador		
Breaker totalizador 3x30A 120-240 V 10 kA	UND	3	55900	167700
SUBTOTAL				167700
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.15.4		Instalación de Breakers		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético bipolar de 15 A 120-240 V 10 kA	UND	1	30949	30949
Breaker termomagnético tripolar de 15 A 120-240 V 10 kA	UND	8	30949	247592
SUBTOTAL				247592
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.15.5		Cableado de los Circuitos		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #10 fases A,B,C	m	1173	1520	1782960
Cable de Cobre THHN #10 Neutro	m	1055.7	1520	1604664
Cable de Cobre desnudo #10 Tierra	m	1173	1078	1264494
SUBTOTAL				4652118
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750

4.15.6		Instalación de Tubería		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	391	1890	738990
SUBTOTAL				738990
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.15.7		Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Reflector de Hg HNF901 C 1x250w-208V con fotocelda	UND	24	\$ 223.900	\$ 5.373.600
Luminaria CPS400 150 W 208 V con fotocelda	UND	3	210700	632100
Postes metalico 12m de 4"	UND	15	50000	750000
Caja de inspeccion 0,85x0,85x1m	UND	6	52700	316200
Cajas de inspeccion 0,85x0,85x1,2m	UND	2	62700	125400
Cajas de inspeccion 0,85x0,85x1,4m	UND	2	72700	145400
SUBTOTAL				7197300
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	3	78750
Ayudante del Técnico	25000	75%	3	56250
Técnico electricista	50000	75%	3	112500
SUBTOTAL				168750
4.15.8		Instalación del DPS		
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
DPS CLAMPER Clase B, VCL SP 175V 45kA, tres hilos	UND	1	1993890	1993890
SUBTOTAL				1993890

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TO				25319016

Tabla 136. Presupuesto Tablero TP.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.16: TABLERO TP			
4.16.1	Instalación de Tablero de 3 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 3 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	21100	21100
SUBTOTAL				21100
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750

4.16.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #10 Fases A,B,C	m	39	1520	59280
Cable de Cobre THHN #6 Neutro	m	13	5026	65338
Cable de Cobre Desnudo #10	m	2	1078	2156
Electrodo tipo cooper weld cobre macizo 1.5m, 5/8"	UND	1	408200	408200
Conector de tornillo en cobre	UND	1	4100	4100
Ducteria PVC 3/4" x 3m	UND	4	2400	10400
SUBTOTAL				549474
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.16.3	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 20[A]	UND	3	7900	23700
SUBTOTAL				23700
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.16.4	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	24.9	1050	26145
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	22.41	1050	23531
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	24.9	977	24327
SUBTOTAL				74003

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.16.5	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	8	1800	14940
SUBTOTAL				14940
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000
4.16.6	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	12	3500	42000
Cajas rectangulares PVC	UND	12	1800	21600
SUBTOTAL				63600
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TP				5528017

Tabla 137. Presupuesto Tablero TQ.

COLEGIO HUMBERTO GÓMEZ NIGRINIS				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
DESCRIPCIÓN	Item 4.17: TABLERO TQ			
4.17.1	Instalación de Tablero de 3 Puestos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tablero Trifásico de 3 puestos, con puerta, chapa plástica y cerradura, espacio para totalizador, barra para tierra y neutro	UND	1	21100	21100
SUBTOTAL				21100
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	171500
SUBTOTAL				302750
4.17.2	Cableado de Fases y Puesta a Tierra			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #10 Fases A,B,C	m	12	1520	18240
Cable de Cobre THHN #10 Neutro	m	4	1520	6080
Cable de Cobre Desnudo #10	m	4	1078	4312
Ducteria PVC 3/4" x 3m	UND	1	2400	3200
SUBTOTAL				31832
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.17.3	Instalación de Breakers			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Breaker termomagnético de 15[A]	UND	2	7900	15800
Breaker termomagnético bipolar de 20 [A]	UND	1	30500	30500
SUBTOTAL				15800

MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	43750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	87500
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	61250
SUBTOTAL				192500
4.17.4	Cableado de los Circuitos			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Cable de Cobre THHN #12 fases A,B,C	m	36	1050	37800
Cable de Cobre THHN #10 fases A,B,C	m	116	1520	176320
Cable de Cobre THHN #12 Neutro	m	32.4	1050	34020
Cable de Cobre THHN #10 Neutro	m	104.4	1520	158688
Cable de Cobre desnudo #10 Tierra	m	116	1078	125048
Cable de Cobre desnudo #12 Tierra	m	36	977	35172
SUBTOTAL				567048
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	568750
Técnico Electricista	50000	75%	87500	1137500
Ing. Eléctricista	98000	75%	171500	1200500
SUBTOTAL				2906750
4.17.5	Instalación de Tubería			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tubo PVC Conduit 1/2" x3m	UND	51	1800	91200
SUBTOTAL				91200
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante del Técnico	25000	75%	43750	437500
Técnico Electricista	50000	75%	87500	875000
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	61250	612500
SUBTOTAL				1925000

4.17.6	Instalación de tomas, bombillos, interruptores, cajas y plafones			
MATERIALES	UNID	CANT	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Tomacorriente Doble con Polo a Tierra	UND	2	3500	7000
Lámpara fluorescente TCS260 o similar 2xTL5-28 W	UND	2	60000	120000
Interruptor sencillo	UND	2	3900	7800
Cajas octogonales PVC	UND	2	1100	2200
Cajas rectangulares PVC	UND	2	1800	3600
SUBTOTAL				140600
MANO DE OBRA				
Trabajador	Jornal	Rendimiento	Vjornal (\$)	V/TOTAL (\$)
Ayudante de Ingeniería	35000	75%	6	157500
Ayudante del Técnico	25000	75%	32	600000
Técnico electricista	50000	75%	32	1200000
SUBTOTAL				1800000
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Descripción	Tarifa	Rendimiento	V/U (\$)	V/TOTAL (\$)
Mantenimiento sistema de iluminación	35000	2%	35700	35700
Herramienta menor	5000	1%	5000	5000
Transporte	5000	1%	5000	5000
Accesorios	20000	1%	20000	20000
SUBTOTAL				65700
TOTAL TABLERO TQ				8252780

6. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- El colegio no cuenta con una planificación de mantenimiento tanto de las luminarias como de la instalación eléctrica, por estas razones en gran parte del colegio, las luminarias llevan varios años sin limpieza y mantenimiento, reflejándose en bajos niveles de iluminancia en algunos casos muy por debajo del nivel de cumplimiento impuesto por el RETIELAP, por lo tanto se recomienda hacer una capacitación el personal de mantenimiento.
- La distribución de luminarias de la instalación actual no cumple con especificaciones técnicas para el cumplimiento de uniformidad y nivel de iluminancia de las zonas de trabajo.
- La instalación del colegio no cuenta con un punto de referencia de tierra en el tablero General de Distribución y en los equipos de acometida, debido a que fueron hurtados los conductores de conexión con los electrodos de puesta a tierra del DPS, como del transformador y no existe disposición de electrodos de tierra para cada tablero sobre el plano de tierra, la instalación del colegio Humberto Gómez Nigrinis se encuentra en graves condiciones de despeje de fallas a tierra.
- En la zona de la alianza hay ductos no aptos para instalaciones eléctricas, tubos PVC que no son CONDUIT, posiblemente hay tubería empotrada que no cumpla con la ducteria establecida para instalaciones eléctricas.
- En los postes de alumbrado de las canchas hay problemas de aislamiento, debido a que no se cuenta con la referencia de tierra establecida anteriormente, al tocar algunos postes se presenta una tensión de contacto.

- Para el rediseño de iluminación se tiene en cuenta que el colegio no dispone con un sistema de alumbrado de emergencia, siendo un factor importante debido a que el área útil es grande, pudiendo contener gran cantidad de personas.
- Para el desarrollo del rediseño, se recomienda tener una buena interventoría para que la instalación eléctrica cumpla con las normas NTC 2050, RETIE, RETILAP.
- La ubicación de los tableros de distribución TA y TB, no cumplen con distancias de trabajo de la **sección 110-16** de la norma **NTC 2050**, al tener una altura de techo de aproximadamente 1.5 m, además hay varios tableros que incumplen las Normas Técnicas Colombianas, como se describió en la sección 3.2.5.1.4 del presente trabajo.
- Se presenta descoordinación de protecciones en la instalación existentes para alimentadores y circuitos descritos en la sección 3.6 del presente trabajo.
- El rediseño cumple con las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Colombianas, cabe mencionar que para que la instalación cumplan siempre con las especificaciones técnicas, se debe concientizar y educar a la comunidad estudiantil para que mantenga las instalaciones en óptimas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

- CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma NTC 2050. 2002, Bogotá. Colombia.
- ESSA. Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. 2005, Bucaramanga. Colombia.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Ministerio de Minas y Energía. Resolución No. 180466. Agosto de 2009.
- Software para el Cálculo de Niveles de Iluminación DIALUX 2011.
- JURADO J., Ciro, 2011. Apuntes de la Asignatura Instalaciones Eléctricas, Cátedra UIS.
- IES Lighting Handbook, Reference and Application Volume. 8th Ed. Illuminating Engineering Society of North America (IESNA).
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Ministerio de Minas y Energía. Resolución No. 180540. Marzo de 2010.

Anexo A

Constantes de Regulación para Conductores de Cobre Aislado en Ducto no Metálico.

Tensión	(KG) Baja tensión (*)				
Cos f	0,8	0,85	0,9	0,95	1
14 AWG	752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG	476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG	302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG	196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG	126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG	81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG	53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG	44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG	36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG	30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG	25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG	21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils	18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils	14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils	11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils	9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils	8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

Tabla 3.25 Constantes de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico

(*)Para obtener la constante de regulación (K) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG) por el voltaje de línea al cuadrado. $K=KG/(V_{ll})^2$.

El nivel de tensión de línea es igual a la tensión en bornes del transformador menos la mitad de la regulación admitida para cargas distribuidas y menos la regulación total para cargas concentradas.

mAnexo A. Constantes de Regulación para Conductores de Cobre Aislado en Ducto no Metálico.

Anexo B

Índice UGR Máximo y Niveles de Iluminancia Exigibles para Diferentes Áreas y Actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores Escaleras, escaleras mecánicas Vestidores, baños.	28	50	100	150
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
	25	100	150	200
	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automotores	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Procesos químicos				
Procesos automáticos	-	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios. Industria farmacéutica Inspección	19	300	500	750
Balanceo de colores	22	300	500	750
Fabricación de llantas de caucho	19	500	750	1000
	16	750	1000	1500
	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				
Costura Inspección Prensado	22	500	750	1000
	16	750	1000	1500
	22	300	500	750
Industria eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000
Industria alimenticia				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	-	150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750
Fundición				
Pozos de fundición	25	150	200	300
Moldeo basto, elaboración basta de machos	25	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	22	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica				
Zona de hornos	25	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	25	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	19	300	500	750
Pintura y decoración	16	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	19	750	1000	1500
Trabajo en hierro y acero				
Plantas de producción que no requieren intervención manual	-	50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional Puestos de trabajo	28	100	150	250
permanentes en plantas de producción Plataformas de control e inspección	25	200	300	500
	22	300	500	750

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500
Taller de mecánica y de ajuste				
Trabajo ocasional	25	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	22	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas	22	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	19	1000	1500	2000
Talleres de pintura y casetas de rociado				
Inmersión, rociado basto	25	200	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	22	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	19	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	16	750	1000	1500
Fábricas de papel				
Elaboración de papel y cartón	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Inspección y clasificación	22	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros				
Recintos con máquinas de impresión	19	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba Pruebas de precisión, retoque y grabado	19	500	750	1000
Reproducción del color e impresión	16	750	1000	1500
Grabado con acero y cobre Encuadernación Decoración y estampado	19	1000	1500	2000
	16	1500	2000	3000
	22	300	500	750
	19	500	750	1000
Industria textil				
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura Balanceo, rotación (conteos finos)	22	300	500	750
entretejido, tejido Costura, desmote o inspección	22	500	750	1000
	19	750	1000	1500
Talleres de madera y fábricas de muebles				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje Maquinado de madera Terminado e inspección final	25	200	300	500
	19	300	500	750
	19	500	750	1000
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750

Anexo B. Índice UGR Máximo y Niveles de Iluminancia Exigibles para Diferentes Áreas y Actividades

ANEXO C

Uso de las Tablas Fotométricas de Coeficiente de Utilización –CU-

Reflectancia de piso [%] = 20												
Reflectancia techo	80				70				50			
	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10
Reflectancia paredes [%]	Coeficientes de Utilización											
Índice de local												
1	0.90	0.86	0.83	0.80	0.88	0.85	0.81	0.78	0.81	0.78	0.75	0.77
2	0.82	0.75	0.69	0.64	0.80	0.73	0.68	0.64	0.70	0.66	0.62	0.67
3	0.74	0.66	0.57	0.52	0.72	0.64	0.58	0.52	0.61	0.56	0.52	0.59
4	0.68	0.58	0.50	0.45	0.66	0.56	0.50	0.44	0.54	0.48	0.43	0.52
5	0.62	0.50	0.42	0.37	0.59	0.49	0.42	0.37	0.48	0.41	0.36	0.46
6	0.57	0.44	0.38	0.32	0.55	0.44	0.37	0.31	0.42	0.36	0.31	0.41
7	0.52	0.40	0.33	0.27	0.50	0.39	0.32	0.27	0.38	0.31	0.26	0.36
8	0.48	0.36	0.28	0.23	0.46	0.35	0.28	0.23	0.34	0.28	0.23	0.33
9	0.44	0.32	0.25	0.20	0.42	0.31	0.25	0.20	0.30	0.24	0.20	0.29
	0.29	0.22	0.18	0.39	0.28	0.22	0.18	0.28	0.21	0.17	0.26	0.21

Figura 430.2.3 a. Ejemplo de una Tabla de Factores de Utilización, suministrada por el fabricante de la luminaria

Reflectancia efectiva cavidad del techo ρ_{ce} (%)	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Reflectancia paredes ρ_w (%)	Para 10% de reflectancia efectiva de la cavidad del piso (20% : 1,00)																
Índice del local																	
1	1.082	1.082	1.076	1.068	1.077	1.070	1.064	1.058	1.048	1.044	1.040	1.028	1.028	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.078	1.068	1.066	1.047	1.068	1.067	1.048	1.038	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.008
3	1.070	1.064	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.008	1.006
4	1.062	1.046	1.033	1.024	1.066	1.040	1.028	1.021	1.030	1.022	1.016	1.022	1.016	1.010	1.014	1.008	1.004
5	1.058	1.038	1.028	1.018	1.060	1.034	1.024	1.016	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.008	1.004
6	1.052	1.035	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.016	1.009	1.018	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.008	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.016	1.009	1.040	1.024	1.016	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.008	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.006	1.017	1.010	1.004	1.016	1.008	1.003	1.013	1.007	1.002
	Para 30% de reflectancia efectiva de la cavidad del piso (20% : 1,00)																
Índice del local																	
1	0.923	0.928	0.936	0.940	0.933	0.938	0.943	0.948	0.958	0.960	0.963	0.973	0.978	0.979	0.988	0.991	0.993
2	0.931	0.942	0.960	0.958	0.940	0.948	0.957	0.963	0.982	0.988	0.974	0.976	0.980	0.985	0.988	0.991	0.996
3	0.938	0.951	0.961	0.968	0.946	0.967	0.968	0.973	0.987	0.976	0.981	0.978	0.983	0.988	0.988	0.992	0.996
4	0.944	0.968	0.969	0.978	0.960	0.963	0.973	0.980	0.972	0.980	0.986	0.980	0.988	0.991	0.987	0.992	0.996
5	0.948	0.964	0.978	0.983	0.964	0.968	0.978	0.986	0.976	0.983	0.989	0.981	0.988	0.993	0.987	0.992	0.997
6	0.953	0.968	0.980	0.988	0.968	0.972	0.982	0.988	0.977	0.986	0.992	0.982	0.988	0.995	0.987	0.993	0.997
7	0.957	0.973	0.983	0.991	0.981	0.976	0.986	0.991	0.979	0.987	0.994	0.983	0.990	0.996	0.987	0.993	0.998
8	0.960	0.978	0.988	0.993	0.983	0.977	0.987	0.993	0.981	0.988	0.996	0.984	0.991	0.997	0.987	0.994	0.998
9	0.963	0.978	0.987	0.994	0.986	0.979	0.989	0.994	0.983	0.990	0.998	0.986	0.992	0.998	0.988	0.994	0.998
10	0.966	0.980	0.986	0.990	0.987	0.981	0.990	0.996	0.984	0.991	0.997	0.986	0.993	0.998	0.988	0.994	0.998

Tabla 430.2.3 b. Factores de Corrección cuando la Reflectancia efectiva de Piso difiere del 20%

Anexo C. Uso de las Tablas Fotométricas de Coeficiente de Utilización –CU-

ANEXO D

Reflectancias Efectivas de las Cavidades Zonales

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30			10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10
% Reflectancia de paredes	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10
Indice de cavidad																					
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	67	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04

Tabla 430.2.2 a. Reflectancia efectiva de cavidad de techo y piso para varias combinaciones de reflectancias.

Anexo D. Reflectancias Efectivas de las Cavidades Zonales

ANEXO E

Calibre Mínimo de los Conductores de Puesta a Tierra de Equipos para Puesta a Tierra de Canalizaciones y Equipos

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos
para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

* Véanse limitaciones a la instalación en el Artículo 250-92.a).

Nota: Para cumplir lo establecido en el Artículo 250-51, los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor calibre que el especificado en esta Tabla.

Anexo E. Calibre Mínimo de los Conductores de Puesta a Tierra de Equipos para Puesta a Tierra de Canalizaciones y Equipos

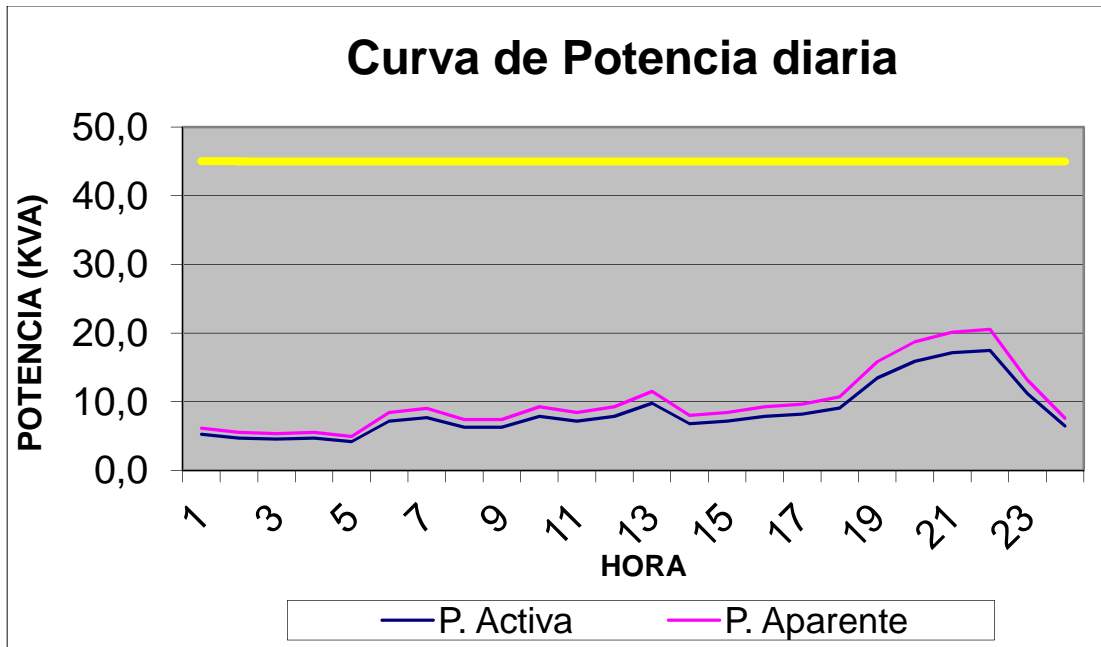
ANEXO F

Tablas de Cargabilidad del Transformador (Fuente: ESSA S.A.)

A continuación se presentan las tablas con los datos proporcionados por la Electrificadora de Santander ESSA concernientes al segundo semestre de 2011 para el cálculo de la demanda y potencias diarias de la institución, a partir de la curva de demanda residencial para estrato 3 y con esto realizar el cálculo de la cargabilidad del transformador que alimenta el plantel educativo.

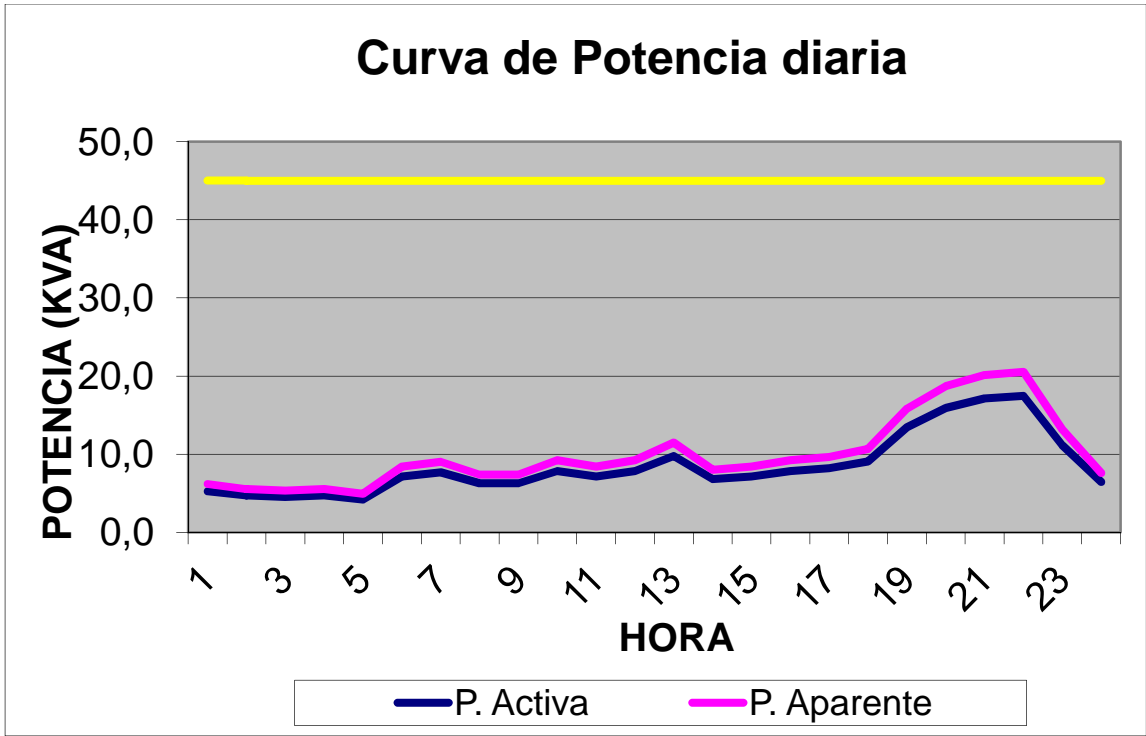
1). Cargabilidad para el mejor de los casos (Diciembre 2011)

Potencia del Trafo	45KVA
Dato de consumo Mes	1869KWH-Mes
Días Mes	31
Dato de consumo diario	60,2903KWH-Día
Dato de consumo horario	2,5121KWh
Demanda Máxima activa	5,1574KW
Factor de potencia	0,85
Demanda Máxima aparente	6,06756KVA
Porcentaje Cargabilidad	13,4835%



2). Cargabilidad para el peor de los casos (Agosto 2011)

Potencia del Transformador	45KVA
Dato de consumo Mes	6330KWH-Mes
Días Mes	31
Dato de consumo diario	204,1935KWH-Día
Dato de consumo horario	8,5081KWh
Demanda Máxima activa	17,4674KW
Factor de potencia	0,85
Demanda Máxima aparente	20,54985KVA
Porcentaje Cargabilidad	45,6663%



Anexo F. Tablas de Cargabilidad del Transformador (Fuente: ESSA S.A.)

ANEXO G

Pasos para Método de la Pendiente

Inserte la varilla de Corriente a una distancia C desde E (2 ó 3 veces la máxima longitud del sistema).

- A. Coloque varillas de Potencial a distancias de 20%, 40%, y 60% de C (Figura 96).
- B. Mida valores de Resistencia para cada distancia, R_1 , R_2 , R_3 respectivamente.
- C. Se halla el valor de la pendiente de la curva Resistencia V_s Distancia, así:

$$\sim = \frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1} = \frac{R_{60\%} - R_{40\%}}{R_{40\%} - R_{20\%}}$$

- D. Se determina el valor de P_T/C para el valor de pendiente calculado de la tabla "Valores de P_T/C para varios valores de pendiente".
- E. Se calcula el valor de P_T , luego se prosigue a insertar la varilla de Potencial a esta distancia de E, se mide la resistencia de la PAT que debe ser la deseada.
- F. Se repite el proceso para un valor más grande de C, si la resistencia decrece considerablemente cuando C aumenta, se hace necesario aumentar C todavía más.

Tabla 138. P_T/C para varios valores de μ

μ	P_T/C	μ	P_T/C	μ	P_T/C
0.40	0.643	0.80	0.580	1.20	0.494
0.41	0.642	0.81	0.579	1.21	0.491
0.42	0.640	0.82	0.577	1.22	0.488
0.43	0.639	0.83	0.575	1.23	0.486
0.44	0.637	0.84	0.573	1.24	0.483
0.45	0.636	0.85	0.571	1.25	0.480
0.46	0.635	0.86	0.569	1.26	0.477
0.47	0.633	0.87	0.567	1.27	0.474
0.48	0.632	0.88	0.566	1.28	0.471
0.49	0.630	0.89	0.564	1.29	0.468
0.50	0.629	0.90	0.562	1.30	0.465
0.51	0.627	0.91	0.560	1.31	0.462
0.52	0.626	0.92	0.558	1.32	0.458
0.53	0.624	0.93	0.556	1.33	0.455
0.54	0.623	0.94	0.554	1.34	0.452
0.55	0.621	0.95	0.552	1.35	0.448
0.56	0.620	0.96	0.550	1.36	0.445
0.57	0.618	0.97	0.548	1.37	0.441
0.58	0.617	0.98	0.546	1.38	0.438
0.59	0.615	0.99	0.544	1.39	0.434
0.60	0.614	1.00	0.542	1.40	0.431
0.61	0.612	1.01	0.539	1.41	0.427
0.62	0.610	1.02	0.537	1.42	0.423
0.63	0.609	1.03	0.535	1.43	0.418
0.64	0.607	1.04	0.533	1.44	0.414
0.65	0.606	1.05	0.531	1.45	0.410
0.66	0.604	1.06	0.528	1.46	0.406
0.67	0.602	1.07	0.526	1.47	0.401
0.68	0.601	1.08	0.524	1.48	0.397
0.69	0.599	1.09	0.522	1.49	0.393
0.70	0.597	1.10	0.519	1.50	0.389
0.71	0.596	1.11	0.517	1.51	0.384
0.72	0.594	1.12	0.514	1.52	0.379
0.73	0.592	1.13	0.512	1.53	0.374
0.74	0.591	1.14	0.509	1.54	0.369
0.75	0.589	1.15	0.507	1.55	0.364
0.76	0.587	1.16	0.504	1.56	0.358
0.77	0.585	1.17	0.502	1.57	0.352
0.78	0.584	1.18	0.499	1.58	0.347
0.79	0.582	1.19	0.497	1.59	0.341

ANEXO H

Planos Levantamiento

Levantamiento Primer Piso Este	D:\Planos\Levantamiento 1 de 9.pdf
Levantamiento Primer Piso Oeste	D:\Planos\Levantamiento 2 de 9.pdf
Levantamiento Segundo Piso Este	D:\Planos\Levantamiento 3 de 9.pdf
Levantamiento Segundo Piso Oeste	D:\Planos\Levantamiento 4 de 9.pdf
Levantamiento Aulas Informática	D:\Planos\Levantamiento 5 de 9.pdf
Levantamiento Casona 'La Alianza'	D:\Planos\Levantamiento 6 de 9.pdf
Levantamiento Acometidas a Tableros	D:\Planos\Levantamiento 7 de 9.pdf
Levantamiento Cuadros de Carga	D:\Planos\Levantamiento 8 de 9.pdf
Levantamiento Diagrama Unifilar	D:\Planos\Levantamiento 9 de 9.pdf

ANEXO I

Planos Rediseño Electrico

Iluminación Primer Piso Este	D:\Planos\Rediseño 1 de 16.pdf
Iluminación Primer Piso Oeste	D:\Planos\Rediseño 2 de 16.pdf
Iluminación Segundo Piso Este	D:\Planos\Rediseño 3 de 16.pdf
Iluminación Segundo Piso Oeste	D:\Planos\Rediseño 4 de 16.pdf
Iluminación Casona 'La Alianza'	D:\Planos\Rediseño 5 de 16.pdf
Acometidas a Tableros e Iluminación Exterior	D:\Planos\Rediseño 6 de 16.pdf
Diagrama Unifilar de Rediseño	D:\Planos\Rediseño 7 de 16.pdf
Subestación, Diagrama Unifilar, Malla de Tierra	D:\Planos\Rediseño 8 de 16.pdf
Detalles Cajas y Luminarias Exteriores	D:\Planos\Rediseño 9 de 16.pdf
Detalles Soportes Luminarias Interiores y Ventiladores	D:\Planos\Rediseño 10 de 16.pdf
Tomas Primer Piso Parte Este	D:\Planos\Rediseño 11 de 16.pdf
Tomas Primer Piso Parte Oeste	D:\Planos\Rediseño 12 de 16.pdf
Tomas Segundo Piso Parte Este	D:\Planos\Rediseño 13 de 16.pdf
Tomas Segundo Piso Parte Oeste	D:\Planos\Rediseño 14 de 16.pdf
Rediseño Aulas Informática	D:\Planos\Rediseño 15 de 16.pdf
Tomas Casona 'La Alianza'	D:\Planos\Rediseño 16 de 16.pdf

ANEXO J

Planos Diseño Sonido

Sonido Primer Piso Parte Este	D:\Planos\Diseño Sonido 1 de 5.pdf
Sonido Primer Piso Parte Oeste	D:\Planos\Diseño Sonido 2 de 5.pdf
Sonido Segundo Piso Parte Este	D:\Planos\Diseño Sonido 3 de 5.pdf
Sonido Segundo Piso Parte Oeste	D:\Planos\Diseño Sonido 4 de 5.pdf
Sonido Casona 'La Alianza'	D:\Planos\Diseño Sonido 5 de 5.pdf