



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

TEMA:

**AUDITORÍA Y PROPUESTA DE MEJORA A LAS INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE
GUAYAQUIL**

AUTORES:

**PARRALES REYES JOSÉ JULIAN
FLORES BERNAL ANDRÉS MAURICIO**

DIRECTOR:

ING. CÉSAR CÁCERES GALÁN

GUAYAQUIL, 4 DE MAYO DEL 2015

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de tesis a mis Padres por su apoyo incondicional en todo momento, siempre estuvieron dándome su apoyo y fortaleza en los momentos más difíciles de mi carrera universitaria.

José Julián

Dedico este trabajo de tesis a mis padres, mi esposa y mis hijas, que han estado conmigo en todo este largo recorrido de vida universitaria, en el que me han alentado para terminar este trabajo de tesis.

También lo dedico a mi Abuela, que siempre me brinda su apoyo y sueña con verme con mi título de ingeniería.

Andrés Mauricio

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por su fortaleza, sabiduría y paciencia en este largo trayecto de elaborar el trabajo de grado.

A nuestro director de tesis el Ing. Cesar Cáceres quien nos ha dado su dirección, y sus enseñanzas, para que elaboremos un trabajo excelente, con la responsabilidad que ello implica.

A nuestras familias por su constante apoyo en todo momento y lugar.

Parrales Reyes José Julián
Flores Bernal Andrés Mauricio

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, José Julián Parrales Reyes y Andrés Mauricio Flores Bernal alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, carrera de Ingeniería Eléctrica, libre y voluntariamente declaramos que la presente tesis ha sido realizada en su totalidad por nosotros, por tal razón asumimos la responsabilidad por su autoría.

Guayaquil, 4 de Mayo del 2015

José Julián Parrales Reyes

C.I. 0920403409

Andrés Mauricio Flores Bernal

C.I. 0922120670

ÍNDICE

DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE TABLAS	viii
ÍNDICE FIGURAS	ix
ÍNDICE FOTOGRAFÍAS	xi
ÍNDICE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
ANTECEDENTES	2
1.1 Planteamiento del problema.	2
1.2 Justificación.	3
1.3 Alcance.	4
1.4 Objetivo general.....	5
1.5 Objetivo específico.	5
2 MARCO REFERENCIAL	7
2.1 Marco Conceptual.....	7
2.1.1 Definiciones y términos importantes.	7
2.1.1.1 Eléctricos.....	7
2.1.1.2 Seguridad	13
2.2 Marco Teórico	15
2.2.1 Importancia del análisis de la calidad de energía.....	15
2.2.2 Importancia de los sistemas puestos a tierra y descargas atmosféricas.....	18
2.2.3 Importancia del plan de evacuación en edificios.	19
2.3 Marco Legal.....	23
2.3.1 Introducción	23
2.3.2 Normas técnicas eléctricas utilizadas.....	24
2.3.2.1 CPE INEN 19:01, Código Eléctrico Nacional.	24
2.3.2.2 Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo.....	24
2.3.2.3 NATSIM.	25
2.3.2.4 Reglamento de seguridad del trabajo.	25
2.3.3 Normas técnicas de seguridad.....	25

2.3.3.1	Reglamento de Seguridad y Salud.....	25
2.3.3.2	Código de práctica sobre protección de incendios.....	26
3	AUDITORÍA DE LOS BLOQUES CENTRAL, C, D Y E.....	28
3.1	Metodología.....	28
3.1.1	Métodos de trabajo.....	28
3.1.1.1	Método Descriptivo.....	28
3.1.1.2	Método Explicativo.....	28
3.1.1.3	Método Co-relacional	29
3.1.1.4	Método Deductivo.....	29
3.1.2	Fases del desarrollo del trabajo.....	29
3.1.3	Instrumentos de Medición.....	30
3.2	Evaluación de riesgos eléctricos.....	32
3.2.1	Método de evaluación de riesgos.....	32
3.2.1.1	Secuencia del accidente e incidente.....	32
3.2.1.2	Clasificación de los factores de riesgos y matriz de riesgo.....	33
3.2.1.3	Permiso de trabajo eléctrico.....	36
3.2.1.4	Equipos de Protección Personal.....	37
3.3	Situación actual de los bloques central C, D y E.....	39
3.3.1	Inspección de las instalaciones eléctricas.....	39
3.3.1.1	Inspección y responsabilidades.....	39
3.3.1.2	Síntesis de la inspección.....	42
3.3.2	Levantamiento de cargas eléctricas.....	48
3.3.2.1	Método de Prueba y Error.....	48
3.3.2.2	Levantamiento de Cargas Eléctricas	50
3.4	Medición de la calidad de energía.....	59
3.4.1	Antecedentes.....	59
3.4.2	Configuración y estándar utilizado	59
3.4.3	Formas de ondas máximas y mínimas de las variables medidas.....	64
3.4.3.1	Tensión línea a neutro.....	64
3.4.3.2	Amperajes.....	65
3.4.3.3	Tensión y amperaje neutro a tierra.....	65
3.4.3.4	Tensión línea a línea.....	66

3.4.3.5	Frecuencia.....	67
3.4.3.6	Armónicos / Histograma (THDv).....	68
3.4.3.7	Armónicos / Histograma (THDi).....	69
3.4.3.8	Armónicos de potencia (THD).....	70
3.4.3.9	Potencia real.....	71
3.4.3.10	Potencia Aparente.....	72
3.4.3.11	Potencia reactiva.....	73
3.4.3.12	Factor de potencia (%).....	74
3.4.3.13	Parpadeo.....	75
3.4.4	Síntesis de las mediciones.....	76
3.5	Identificación y etiquetado de tableros eléctricos.....	77
3.5.1	Estandarización.....	77
3.5.2.	Identificación y etiquetado.....	80
4	PROPUESTA DE REINGENIERÍA EN LAS INSTALACIONES DE LOS BLOQUES CENTRAL, C, D Y E	83
4.1.	Reingeniería de las instalaciones eléctricas.....	83
4.1.1	Acometida de 13.8 KV.....	83
4.1.2	Cuarto de transformador.....	83
4.1.3	Cuarto de Tableros en Baja Tensión.....	90
4.1.4	Sistema de malla a tierra.....	90
4.1.5	Sistema de protección contra descargas atmosféricas.....	93
4.1.6	Estudio de iluminación de Aulas y Biblioteca.....	99
4.2.	Propuesta de plan de evacuación.....	103
4.2.1.	Introducción.....	103
4.2.2.	Objetivo.....	104
4.2.3.	Responsables del plan de emergencia.....	104
4.2.4.	Amenazas.....	106
4.2.5.	Punto de Reunión.....	108
4.2.6	Ruta de evacuación.....	108
4.2.7.	Sistema de detección y alarmas.....	110
4.2.8.	Procedimiento de emergencia.....	110
5	CONCLUSIONES	113
6	RECOMENDACIONES	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	114

ÍNDICE TABLAS

Tabla 3.1: Matriz de riesgo (probabilidad x consecuencia)	35
Tabla 3.2: Recomendaciones de los riesgos.....	35
Tabla 3.3: Configuración del analizador de redes trifásico.....	60
Tabla 3.4: Estandarización de paneles y tableros eléctricos.	81
Tabla 4.1: Lecturas de mallas de tierra	92
Tabla 4.2: Especificaciones de niveles de iluminación.....	100
Tabla 4.3: Medición de intensidad lumínica en aulas y biblioteca	101

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1: Forma de apantallamiento contra descargas atmosféricas.....	19
Figura 2.2: Elementos del triángulo de fuego	21
Figura 2.3: Estimación de impacto económico por inundaciones para el año 2050..	23
Figura 3.1: Medidor de pinza (clamp meter) fluke 322	31
Figura 3.2: Analizador de calidad de potencia y energía fluke 435 serie II.....	31
Figura 3.3: Secuencia del accidente e incidente.....	33
Figura 3.4: Configuración del analizador de redes B.....	60
Figura 3.5: Tensión de las tres fases	62
Figura 3.6: Corriente de las tres fases	62
Figura 3.7: Tensión - Corriente fase B.....	62
Figura 3.8: Tensión - Corriente fase A.....	62
Figura 3.9: Tensión - Corriente Neutro.....	63
Figura 3.10: Tensión - Corriente fase C.....	63
Figura 3.11: Diagrama Fasorial Corriente	63
Figura 3.12: Diagrama Fasorial Voltaje.....	63
Figura 3.13: Tensión de línea a neutro.....	64
Figura 3.14: Amperajes de Línea	65
Figura 3.15: Tensión y Amperaje de Neutro a Tierra	65
Figura 3.16: Tensión de línea a línea	66
Figura 3.17: Frecuencia.....	67
Figura 3.18: Armónicos de Voltaje.....	68
Figura 3.19: Armónicos de Corriente.....	69
Figura 3.20: Armonicos de Potencia.....	70
Figura 3.21: Potencia real	71
Figura 3.22: Potencia aparente.....	72
Figura 3.23: Potencia reactiva.....	73
Figura 3.24: Factor de Potencia	74
Figura 3.25: Parpadeo	75
Figura 3.26: Estandarización de paneles y tableros eléctricos.....	80
Figura 4.1: Construcción de un pozo colector de aceite	84
Figura 4.2: Extintor	86
Figura 4.3: Letreros de señalización	87

Figura 4.4: Análisis de riesgo para descargas atmosféricas	98
Figura 4.5: Dimensiones del área a calcular	102
Figura 4.6: Distribución de luminarias	102
Figura 4.7: resultados	103

ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.1: Vista panorámica desde patio interior U.P.S.G. nuevo campus.....	4
Fotografía 3.1 Acceso en salida de TDF.....	44
Fotografía 3.2: Capacidad de la protección no adecuada al cable utilizado	45
Fotografía 3.3: Poste de acometida aérea principal saturado.....	46
Fotografía 3.4: Grupo Electrógeno	47
Fotografía 3.5: Cuarto del transformador.....	47
Fotografía 3.6: Tablero de distribución laboratorio 1 – piso 1	49
Fotografía 3.7: Tablero de distribución PD2-04 – Piso 2	50
Fotografía 3.8: Tablero TFC1-02.....	51
Fotografía 3.9: Tablero TDF1	51
Fotografía 3.10: TFC1-03	51
Fotografía 3.11: TC3	51
Fotografía 3.12: Tablero TDF2 vista interna	52
Fotografía 3.13: Tablero TDF1 vista interna	52
Fotografía 3.14: Tablero TDF6 vista interna	52
Fotografía 3.15: Tablero TDF3 vista interna	52
Fotografía 3.16: Tablero TDF5	53
Fotografía 3.17: Tablero TDF4.....	53
Fotografía 3.18: Tablero TDF2-01.....	53
Fotografía 3.19: Tablero TDF7	53
Fotografía 3.20: Tablero TDF7-UC7 vista interior.....	54
Fotografía 3.21: Tablero TDF7-UC7 vista exterior.....	54
Fotografía 3.22: Bandeja eléctrica piso 2.....	54
Fotografía 3.23: Bandeja eléctrica piso 1.....	54
Fotografía 3.24: Bandeja galvanizada en cuarto de control de luces de auditorio principal.....	55
Fotografía 3.25: Bandeja galvanizada en cuarto de tablero principal.....	55
Fotografía 3.26: Caja de paso.....	55
Fotografía 3.27: Parrilla en cuarto de ductos	55
Fotografía 3.28: Caja de paso en bloque C	56
Fotografía 3.29: Caja de paso en cuarto de tableros de distribución	56
Fotografía 3.30: Cables en interior de caja de paso	56

Fotografía 3.31: Caja exterior bloque central	56
Fotografía 3.32: Vista nocturna, área de uso general.....	57
Fotografía 3.33: Vista nocturna, área de comedor en azotea.....	57
Fotografía 3.34: Desconexión de los portafusibles.....	58
Fotografía 3.35: Bayoneta de la tirafusible.....	58
Fotografía 3.36: Ampacidad del tirafusible.....	58
Fotografía 3.37: Fusibles del seccionador de media tensión.....	58
Fotografía 3.38: Ampacidad del fusible seccionador.....	59
Fotografía 3.39: Placa de datos del transformador.....	59
Fotografía 3.40: Ubicación de las pinzas de medición	61
Fotografía 3.41: Ubicación de los 4 toroides	61
Fotografía 3.42: Conexión final	61
Fotografía 4.1: Transformador	88
Fotografía 4.2: Cuarto del transformador.....	89
Fotografía 4.3: Celda de protección	89
Fotografía 4.4: Tableros	90
Fotografía 4.5: Medidor Fluke 1630 Fotografía 4.6: Mediciones de tierra.....	92
Fotografía 4.7: Medición de intensidad lumínica en aulas	99
Fotografía 4.8: Punto de encuentro	108
Fotografía 4.9: Ruta de evacuación - escaleras en bloque D	109
Fotografía 4.10: Señalización de las rutas de evacuación.....	109
Fotografía 4.11: Alarma de luz	110

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1: Inspección al cuarto de bombas, tanques y motores	118
Anexo 2: Inspección al cuarto de bombas y tableros eléctricos	119
Anexo 3: Inspección al cuarto de bombas y tablero de bomba RCI.....	120
Anexo 4: Inspección al cuarto de bombas y parrilla eléctrica.....	121
Anexo 5: Inspección al cuarto del transformador.....	122
Anexo 6: Inspección al cuarto de grupo electrógeno y parrilla eléctrica	123
Anexo 7: Inspección al cuarto de celda de media tensión.	124
Anexo 8: Inspección al cuarto de celda de media tensión y acometida.....	125
Anexo 9: Inspección al cuarto de celda de media tensión.	126
Anexo 10: Inspección al cuarto de transformador.....	127
Anexo 11: Inspección al cuarto de transformador – conexiones.....	128
Anexo 12: Inspección al cuarto de tableros de distribución.....	129
Anexo 13: Inspección al cuarto de tableros de distribución - disyuntor principal. .	130
Anexo 14: Inspección al cuarto de tableros de distribución - paneles.....	131
Anexo 15: Inspección al cuarto de tableros de distribución 2.....	132
Anexo 16: Inspección al cuarto de tableros de distribución 3.....	133
Anexo 17: Inspección al cuarto subterráneo de bombas de pileta.....	134
Anexo 18: Inspección al cuarto de tableros de distribución 3 – cableado.....	135
Anexo 19: Inspección al cuarto de tableros de distribución - tableros de control..	136
Anexo 20: Inspección a la terraza de laboratorios - tablero principal AC 2.....	137
Anexo 21: Inspección al techo de laboratorios - caja de paso.....	138
Anexo 22: Inspección al techo de laboratorios – presostatos.....	139
Anexo 23: Inspección al cuarto de paneles piso 3A.....	140
Anexo 24: Inspección a las instalaciones en azotea bloque B.....	141
Anexo 25: Inspección al cuarto de paneles del piso 3C	142
Anexo 26: Inspección al cuarto de paneles del piso 3D	143
Anexo 27: Inspección al cuarto de paneles del piso 3E-A.....	144
Anexo 28: Inspección al cuarto de paneles piso 3 E-B	145
Anexo 29: Inspección a la terraza bloque D.....	146

RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en la auditoría eléctrica de los bloques centrales C, D y E de la Universidad Politécnica Salesiana en el campus Guayaquil, este tema fue propuesto debido a la necesidad que tiene la Universidad de contar con información técnica actualizada de las áreas en mención; así como la problemática que genera la ausencia de esta documentación al momento de realizar mantenimientos correctivos y preventivos; así como futuras ampliaciones.

Como fundamento teórico en esta tesis se detalla una base conceptual, que incluyen definiciones y términos importantes, que serán usados en todo el desarrollo del proyecto.

También se hace énfasis en las diferentes normas técnicas eléctricas utilizadas, así como el reglamento de seguridad de trabajo que se aplicó para ejecutar el proyecto. Fundamentalmente se realizó el levantamiento de todas las cargas eléctricas, así como un análisis de calidad de energía eléctrica al sistema actual.

Finalmente se plantean las propuestas de reingeniería eléctrica, así como un plan de evacuación para situaciones de emergencia.

ABSTRACT

The present thesis project consists about of the electrical audit of main buildings C, D and E of the Polytechnic Salesian University in campus Guayaquil, this subject was proposed due to the necessity that has the University to keep updated technical information of the areas in mention; as well as the problematic that generates the absence of this documentation at the time of making corrective and preventive maintenance plans; as well as future extensions.

As theoretical foundation in this thesis details a conceptual base, that includes important definitions and terms, that they will be used in all the project development.

Also emphasis on the different used electrical practical standards, as well as the security regulations for working which was applied to execute the project. Fundamentally the rise of all the electrical charges that were made, as well as an analysis of quality of electrical energy to the present system.

Finally the thesis suggests some proposals of electrical reengineering, as well as a plan of evacuation for emergency situations.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las edificaciones se observa como factor común distribuciones de cargas desbalanceadas y fallas por sobre corrientes que no pueden ser atendidas inmediatamente, sino después de un análisis exhaustivo y personalizado de sus conexiones e instalaciones; esto debido a que las mismas no están reflejadas en un plano o en un informe técnico.

Esta problemática se observa cada día, y esto evidencia que las normas eléctricas NEC y “NATSIM” no son llevadas de manera adecuada y en muchas ocasiones están en proceso de implementación o simplemente no existen.

A raíz de los inconvenientes mencionados anteriormente, se desencadenan otros aspectos importantes relacionados a la seguridad de las instalaciones, calidad de energía, y pérdidas económicas.

El presente trabajo de tesis, permitirá conocer, comprender, y aplicar a profundidad las normas NEC y NATSIM; que rigen la instalación, montaje, inspección, medición y mantenimiento eléctrico; que será aplicado a las instalaciones eléctricas actuales del nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana.

Posteriormente el trabajo aportará con propuestas en base a las evidencias recopiladas por las mediciones de calidad de energía e inspecciones; que de ser aplicadas contribuirán a la seguridad y buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Dentro de las propuestas de reingeniería, se contempla una auditoría al sistema de luminarias en las aulas, y en la biblioteca; para determinar si el nivel de iluminación es el necesario para este tipo de ambientes.

Por último se incluirá un plan de evacuación para la institución educativa que permitirá a las autoridades un control de todas las personas y de los procesos cuando existan situaciones de emergencia de cualquier índole.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento del problema.

Los bloques C, D y E de la sede Guayaquil, de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS-G), han tenido el inconveniente de contar con la información técnica actualizada del sistema eléctrico, a raíz de aquello, el crecimiento de cargas no ha sido distribuido uniformemente ni reflejado en ningún medio, exponiéndose a posibles desbalances y complicaciones a la hora de buscar soluciones.

Una problemática importante y de mucho descuido en un sistema eléctrico son los riesgos expuestos del personal técnico de mantenimiento.

Fundación (CICE, 2011-2012) afirma:

La inobservancia de las Normas de Seguridad Laboral sigue provocando lesiones y fallecimientos en el país. Los accidentes de trabajo produjeron en promedio los últimos años, 185 muertos, 380 incapacidades permanentes y 4500 incapacitados temporales.

Las acciones inseguras cometidas por los trabajadores son las causas de los accidentes, operar maquinaria sin autorización o conocimiento. El 64,25% de los accidentes se producen por esta causa. La falta de instrucción y supervisión del trabajo es la causa que afecta en el 21,2% de casos. (p.1)

El personal de la UPS-G está propenso a la exposición de estos riesgos, de acuerdo a lo revisado en sitio, algunas áreas donde se alojan equipos e instalaciones eléctricas, no cuentan con sus respectivas señales de aviso, instructivo o procedimiento alguno que indique la forma segura de realizar la actividad e indicar sus riesgos asociados.

Otro aspecto de seguridad de las personas e instalaciones es el riesgo por descargas atmosféricas, la universidad actualmente cuenta con una instalación de pararrayos, sin embargo requiere de una comprobación de su diseño para confirmar si es el

adecuado y presta todas las condiciones necesarias de protección ante la probable ocurrencia del siniestro.

Un factor importante también es el plan de evacuación para situaciones de emergencia; pues UPS-G no cuenta con uno que asegure el bienestar de sus trabajadores y más aún a los estudiantes; si bien es cierto, la universidad no es considerada como un ente productivo pero está relacionado a la generación de profesionales.

1.2 Justificación.

La adecuada y correcta instalación eléctrica, en una edificación es un tema de vital trascendencia; ya que el riesgo que se corre al descuidar algún aspecto, podría desencadenar en millonarias pérdidas económicas e incluso pérdidas de vidas humanas.

Dicho lo cual, las entidades locales como el Municipio de Guayaquil, el Colegio Regional de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Litoral (CRIEEL), y la Empresa Eléctrica de Guayaquil, deberían de tener un procedimiento para auditar el sistema eléctrico, de los edificios, e instalaciones que por su antigüedad, o por su gran capacidad instalada, presenten mayor riesgo de pérdidas materiales y víctimas mortales, en caso de un siniestro.

Todo ente consumidor busca más allá de tener un sistema eléctrico estable y seguro; una optimización de costos, que pudiera darse con un correcto dimensionamiento de una instalación, cambio en algún equipo de protección o la inclusión de algún nuevo elemento que permita una reducción en el consumo energético.

Un estudio de la calidad de energía nos brinda información útil, precisa y veraz, lo cual nos da un soporte que nos permite ayudar, evaluar y despejar inconvenientes en un sistema eléctrico; gracias a él se pueden determinar parámetros que nos ayudan a dar una visión de la integridad de las instalaciones, uso adecuado de la energía, conocer si el sistema puede admitir ampliación o nuevas cargas y tomar decisiones

de propuestas de mejoras y ahorro energético para justificar de esta forma las medidas adoptadas.

Se ejecutará un análisis de riesgo, en caso de descargas atmosféricas que nos ayudará a conocer qué nivel de protección requiere la edificación, con el objetivo de evitar pérdidas materiales y daños a personas, en caso de un siniestro; el proyecto de tesis atiende esta necesidad verificando si el sistema de protección actual es adecuado a más de proponer un plan de evacuación específico. Además, los incendios, catástrofes, descargas atmosféricas, etc., son siniestros inevitables, por lo que cada organización e institución debe implementar un programa de plan de emergencia con su respectiva planificación de evacuación para el personal involucrado y muchas veces para toda la institución.

1.3 Alcance.

El trabajo cubre las siguientes áreas que a continuación se detalla.

Fotografía 1.1: Vista panorámica desde patio interior U.P.S.G. nuevo campus



Fuente: Los Autores

1. Acometida Aérea Principal 13.800V.
2. Celda de Media Tensión (seccionador) CELCO AT 630-20 DTF.
3. Transformador INATRA 1MVA.
4. Generador FG WILSON ATI 125A.
5. Tableros de distribución y fuerza (TDF).

6. Tablero de fuerza y control (TFC).
7. Paneles de distribución (PD).
8. Acometidas a los tableros y paneles.
9. Aulas, Auditorios, Centro de reuniones, oficinas, laboratorios y servicios generales.
10. RCI (Red Contra Incendio) y Plan Operativo de Emergencia.
11. Planos, procedimientos para intervención, mantenimiento y operación en instalaciones eléctricas.

Al revisar e inspeccionar cada uno de los ítems mencionados, las desviaciones encontradas serán presentadas, así como las respectivas recomendaciones y sugerencias, las cuales van a ser propuestas para el conocimiento y evaluación por parte de los directivos.

1.4 Objetivo general.

Realizar una auditoría de las instalaciones eléctricas y un estudio de calidad de energía eléctrica a las instalaciones de la UPS-G, identificando oportunidades de mejoras en el lapso del segundo trimestre del año 2014 y proponer a los directivos de la Universidad un plan preventivo y correctivo aplicable a los bloques centrales, C, D y E relacionados a las seguridades mínimas requeridas por las normas locales a personas e instalaciones.

1.5 Objetivo específico.

Identificar mediante inspección, revisión y análisis todas las instalaciones eléctricas, detallando las desviaciones que pudieran presentar, tomando como patrón la norma NEC y “NATSIM”

Actualizar el plano eléctrico mediante el levantamiento cargas e información técnica eléctrica correspondiente a tableros eléctricos, acometidas y cuartos de transformadores y de generación.

Elaborar propuesta de Re-Ingeniería de la distribución eléctrica, si fuera necesario y de la seguridad a las personas e instalaciones dentro de la institución.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Conceptual.

2.1.1 Definiciones y términos importantes.

Para una buena comprensión es necesario que el lector conozca las definiciones de algunas palabras utilizadas en el contexto del siguiente trabajo. A continuación mostramos conceptos y definiciones que no están necesariamente en letra cursiva, en negrilla, ni con referencias por el hecho de hacer más práctica su lectura. Todas obedecen a diferentes textos, folletos y normas que para dar constancia su origen citaremos los textos donde fueron extraídos.

- CPE INEN 19:2001, Código de Práctica Ecuatoriano.
- NATSIM, Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores Y Sistemas de Medición Para el Suministro de Electricidad. Empresa Eléctrica del Ecuador. Edición 2012.
- NFPA 70E, Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo. Edición 2009
- TURAN GÖNEN, Electric Power Distribution System Engineering. 2da Edición.2007

2.1.1.1 Eléctricos.

A prueba de Intemperie: Componente o dispositivo construido de manera que su exposición al medio según indicado, no infieren a su buen funcionamiento.

Accesible (referido a los equipos): equipos al que se puede acercar una persona, no está protegido por puerta con cerradura, por elevación ni por otro medio efectivo.

Alimentador: Conductores de un circuito eléctrico entre el alimentador de suministro de energía al dispositivo de protección contra sobre corriente del ramal final.

Armónicos: Son Voltajes o corrientes sinusoidales con frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental en el que el sistema de suministro es designado para operar.

Armónicos de distorsión: Distorsión periódica de la onda sinusoidal.

Barraje de puesta a tierra (equipotencial): Conductor de tierra colectiva, usualmente una barra de cobre o un cable de diámetro equivalente.

Bandejas porta cables: Unidad o conjunto de unidades, con sus accesorios, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables y canalizaciones.

Carga no lineal: Carga cuya forma de onda de la corriente en estado estacionario, no sigue la forma de onda del voltaje aplicado.

Certificados: Equipos o materiales incluidos en un certificado publicado por un organismo certificador aceptado ante la autoridad competente y que se dedica a la evaluación de productos, que mantiene inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales certificados. Este certificado indica que si el equipo o material cumple normas debidamente establecidas o si ha sido probado y encontrado apto para su uso de manera determinada.

Circuito ramal: Conductores de circuito, entre, el dispositivo final contra sobre corriente que protege el circuito y la salida.

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.

Corriente de fuga.- Corriente derivada a tierra como consecuencia de una falla o bajo aislamiento.

Cortocircuito: Conexión intencional o accidental entre dos puntos de un circuito a través de una impedancia despreciable.

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

Demanda: Es la cantidad de consumo energético expresada en watts de una sumatoria de cargas.

Demanda máxima: Es la mayor demanda que ha ocurrido durante un periodo específico de tiempo.

Demanda total: Es la sumatoria de la demanda.

Disyuntor: Se entiende por disyuntor al interruptor provisto de dispositivos para la desconexión automática en caso de sobrecarga o cortocircuito en la respectiva instalación.

Encerrado (Enclosed): Rodeado por una caja, carcasa, cerca o paredes que evitan que las personas entren accidentalmente en contacto con las partes energizadas.

Equipo antideflagrante (aprueba de explosión): Equipo alojado en un encerramiento que es capaz de soportar una explosión, de un gas o vapor específico, que se pueda producir en su interior y de evitar ignición de un gas o vapor específico que rodee el encerramiento, por chispas, o arcos o la explosión del gas o vapor en su interior y que funciona soportando temperaturas extremas tales que la atmosfera inflamable que la rodea no pueda arder.

Expuesto: capaz de ser inadvertidamente tocado o aproximado más cerca de la distancia de seguridad por una persona. Se aplica a las partes que no están adecuadamente protegidas, separadas o aisladas.

Frente no Energizado, frente sin voltaje, frente muerto: Sin partes energizadas expuestas a las personas del lado de operación de los equipos.

Frontera de protección contra relámpago de arco: Cuando existe un relámpago de arco, el límite de aproximación a una distancia de una fuente potencial de arco, dentro de la cual una persona puede recibir una quemadura de segundo grado si ocurriera un relámpago de arco eléctrico.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI): Dispositivo diseñado para la protección de las personas, que funcionan cortando el paso de corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un determinado lapso, cuando la corriente a tierra supera un valor predeterminado, menor que el necesario para que funcione el dispositivo protector contra sobre corriente del circuito de suministro.

Electrodo de puesta a tierra: Es un dispositivo apropiado cuya función es asegurar un buen contacto con el terreno circundante, que se conecta mediante un conductor al objeto, instalación o circuito que ha de ponerse a tierra.

Electrizar/Electrización: Comunicar o producir la electricidad en un cuerpo. Exaltar, avivar, inflamar los ánimos.

Electrocutar/Electrocución: Matar por medio de una corriente o descarga eléctrica.

Factor de carga: Es la relación de la carga media de un periodo designado de tiempo para la carga pico ocurrido en ese periodo.

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 diversidad: Es la diferencia entre la suma de los máximos de dos a más cargas individuales y el coincidente o carga máxima combinada, usualmente medido en Kilowatts de un periodo de tiempo específico.

Factor de simultaneidad: Relación de la demanda máxima de un conjunto de instalaciones o aparatos, y la suma de las demandas máximas individuales durante cierto periodo.

Factor de utilización: Relación de la demanda máxima y la capacidad instalada de un sistema

Flicker: El flicker es una perturbación del voltaje que afecta mayormente a las luminarias y los computadores, además afectan al ojo humano produciendo incremento del stress laboral.

Impedancia: Relación entre la tensión eficaz aplicada y la corriente que lo atraviesa en los bornes de un equipo, o en un punto de una instalación eléctrica.

Medidor: Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía y otros parámetros eléctricos requeridos por la empresa y el consumidor.

Medidor para medición indirecta: Es un equipo electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la empresa y el consumidor. Para su funcionamiento utiliza señales de control proveniente desde transformadores de medidores.

Puesta a tierra: Comprende a toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencia peligrosas y que, al mismo tiempo, permitirá el paso a Tierra de las corrientes de falla o la de descarga de origen atmosférico.

Puente de conexión equipotencial: Conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar eléctricamente conectadas entre sí.

Plan de acción: Actividad planificada asociada a la rectificación de una desviación.

Representante de la operación/área: Individuo encargado y situado dentro un área donde se realiza un trabajo o una actividad.

Resistencia a tierra: Valor de la resistencia entre un punto cualquiera de una instalación, sea esta parte activa des-energizada, o no-activa, y la masa terrestre.

Resistividad: Característica específica de la resistencia, usualmente resistencia por unidad de longitud y de área del conductor (volumétrica).

R.L.L.: Siglas correspondientes a Resistente a la llama.

Seccionador: Dispositivo mecánico de maniobra mediante el cual se puede desconectar sin carga los circuitos o equipos de su fuente de alimentación.

TAG: Código de identificación que se utiliza para etiquetar un elemento.

Tierra física: Se conoce también como sistema de electrodos de tierra, es la conexión física entre un sistema eléctrico y un sistema de electrodos de tierra. Incluye el sistema de electrodo de tierra y las conexiones efectivas a tierra. Un sistema de electrodos de tierra puede consistir en una varilla, tubería u otros electrodos aprobados por los códigos y normas. Este sistema dispuesto debe ser en forma subterránea bajo el nivel del suelo y en contacto directo a tierra.

Tierra del equipo: Se denomina también tierra de seguridad. Está destinada a la protección del personal y del equipo contra fallas o cortocircuitos.

Interconecta las partes metálicas de los equipos que usualmente no acarrear corriente y así permite mantenerlos a una referencia cero “0” o plano equipotencial.

Tierra de protección contra Rayos o descargas atmosféricas: El sistema de tierra asociado a pararrayos lo rige el código de protección contra rayos NFPA-780 y otras normas tales como la IEC-61024.

El sistema de tierra para descargas atmosféricas la sección 250 el Código Eléctrico Nacional debe interconectarse al Sistema de Tierra de la planta

Tierra de referencia: Es un sistema para los equipos electrónicos con el objeto de proporcionar la referencia operacional a los equipos electrónicos. La consideración de esta tierra es que debe tener muy bajo el nivel de impedancia además de ser conectada en forma apropiada según lo establecido en el artículo 250 del NEC.

Perturbaciones: Son el conjunto de fenómenos que afectan el funcionamiento de cualquier dispositivo, equipo o Sistema Eléctrico de Potencia. Las perturbaciones son causadas por las condiciones de operación del sistema de suministro de energía eléctrica, por la naturaleza y características de operación de los equipos de los usuarios.

Malla a tierra: Un sistema de electrodos artificiales de tierra que consiste en un número de conductores dispuestos en forma horizontal enterrados en el suelo e interconectados entre sí formando una malla con la función de proveer una conexión a Tierra en forma común para dispositivos eléctricos y estructuras metálicas. Las mallas de tierra instaladas cerca de la superficie del suelo son efectivas para controlar los gradientes de superficies de potencial.

2.1.1.2 Seguridad

Brigada: Las brigadas son grupos de personas organizadas y capacitadas para emergencias, mismos que serán responsables de combatirlas de manera preventiva o ante eventualidades de un alto riesgo, emergencia, siniestro o desastre, dentro de una

empresa, industria o establecimiento y cuya función está orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Emergencia: Es todo estado de perturbación de un sistema que puede poner en riesgo la estabilidad del mismo. Las emergencias pueden ser originadas por causas naturales o de origen humano/técnico.

E.P.P: Equipo de Protección Personal

Evacuación: Conjunto de lineamientos a seguir cuyo objetivo es preservar la vida e integridad física de las personas trasladándose a un lugar o zona de seguridad cuando exista una eventualidad de emergencia.

Coordinador de Evacuación: Persona asignada y entrenada dentro de la institución encargado de actuar ante cualquier eventualidad de evacuación de emergencia.

Coordinador General de Evacuación: Persona asignada, entrenada y competente encargado de coordinar y liderar las acciones a tomar en una eventualidad de evacuación y emergencia.

L.O.T.O: (Lock Out Tag Out), programa de bloqueo y etiquetado de restricción para evitar el acceso o manipulación de terceras persona.

Salida de evacuación: Vías que conduce a las zonas de refugio y/o parte externa de la Institución.

Simulacro: Un simulacro es la representación y ejecución de respuestas de protección. Realizado por un conjunto de personas ante la presencia de una situación de emergencia ficticia. En él se simulan diferentes escenarios, lo más cercano a la realidad, con el fin de probar y preparar una respuesta eficaz ante posibles situaciones reales de desastre.

Vía de evacuación: Son todos los pasillos, corredores, escaleras, etc., que permiten a la hora de la evacuación una mayor seguridad frente al desplazamiento masivo de personas a un lugar o zona segura.

Zona de refugio o Punto de Encuentro: Lugar de reunión final de todo el personal evacuado, con el fin de poner a salvo sus vidas verificando el número de personas, su estado, labores de socorro y manejo centralizado de información.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Importancia del análisis de la calidad de energía.

El estado actual de la distribución de cargas y el estudio de la calidad de energía es una fuente de información de gran utilidad para empresas, instituciones, edificios consumidoras de energía eléctrica en lo que a seguridad, rendimiento y beneficios se refiere. Gracias al estudio del dimensionamiento de cargas instaladas se puede determinar si el sistema de distribución eléctrica puede admitir nuevas cargas, capacidades, distribución de las cargas entre fases, realizar un seguimiento del factor de potencia, descubrir la integridad de las instalaciones, evaluar el rendimiento de los generadores y calcular el consumo de energía antes y después de las mejoras para justificar de esta forma las medidas adoptadas para el ahorro de energía.

Fluke Corporation, una de las compañías líderes en instrumentos de medición electrónica, sostiene que:

La calidad Eléctrica es un indicador del nivel de adecuación de la instalación para soportar y garantizar un funcionamiento fiable de sus cargas. Una perturbación eléctrica o evento puede afectar a la tensión, la corriente o la frecuencia. Las perturbaciones eléctricas pueden originarse en las instalaciones del usuario, las cargas del usuario o la compañía eléctrica. (Fluke, 2015)

A continuación detallaremos cinco razones para registrar el uso energético y de potencia.

- **Seguridad.**

A los electricistas se les suele exigir realizar un estudio de carga antes de agregar una nueva carga eléctrica a un panel o servicio existente. ¿Por qué? Los requisitos vienen del inspector electricista, del ingeniero eléctrico que diseñó el proyecto o del cliente que pretende añadir la carga, y el motivo es determinar si hay capacidad suficiente para agregar nuevas cargas. Un estudio de carga implica el uso de un registrador para documentar los niveles actuales de carga (pérdida de corriente trifásica) con el tiempo. Justo ahí es donde se debe considerar el tema como aspecto positivo, un estudio de carga se puede utilizar para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad locales. Y como aspecto negativo, no realizar un estudio de carga antes de añadir nuevas cargas puede causar la sobrecarga de una toma existente, lo que supone un peligro para la seguridad y fiabilidad.

- **Gestión de los costes energéticos y detección de oportunidades de ahorro.**

Aunque los gastos energéticos son una parte importante del coste operativo total, muchas empresas siguen sin saber en qué se emplean los recursos que gastan, puesto que todo lo que reciben es una factura mensual que lo engloba todo, sin indicar si su gasto es normal o excesivo en comparación con las operaciones de ese mes. Las empresas podrían ver qué cantidad de energía consumen, cuándo, en qué y a qué coste horario, con sólo registrar el uso energético en la acometida de servicio principal y en las tomas secundarias. Sin duda, los datos servirán para descubrir diferentes gastos de energía que se pueden rectificar únicamente mediante cambios operativos, como la desconexión de determinadas cargas, la reducción de cargas durante los periodos en los que la tarifa es más cara o modificando los horarios de funcionamiento a periodos más baratos.

- **Precisión de la factura eléctrica**

Los propietarios de plantas grandes y medianas suelen instalar contadores auxiliares a sus arrendatarios para controlar su consumo eléctrico específico. Sin embargo, muchos de estos contadores auxiliares se instalan incorrectamente, lo que cuestiona ese registro de consumo. Los problemas de instalación son variables, desde

transductores de tensión instalados al revés o en la fase incorrecta, hasta errores en la configuración del contador auxiliar. Una práctica empresarial recomendable es comprobar las lecturas con un registrador de energía portátil. El registro de los datos proporciona un argumento de peso a la hora de comparar los datos de la facturación con el consumo real. Una diferencia significativa entre la cantidad facturada por el consumo energético y los datos del registrador indicaría la necesidad de investigar la configuración del contador auxiliar.

- **Descuentos e incentivos financieros**

Como objetivo de optimización de costos, los consumidores del servicio eléctrico nacional, sienten la presión por modernizar sus sistemas eléctricos, e implementar nuevos equipos que permitan el ahorro del consumo energético, como pueden ser arrancadores suaves para motores, o sistemas de aire acondicionado tipo invertir. También podemos citar la automatización de las luminarias, así como el reemplazo de luces tipo LED, que permiten un considerable ahorro de energía.

Para determinar donde se puede lograr un ahorro de energía, se requiere de un estudio de calidad de la misma, el cual servirá para documentar el gasto energético actual y para proporcionar una línea de base, mientras que un estudio posterior servirá para verificar los ahorros logrados al final de las mejoras implementadas.

- **Solución de problemas.**

En muchas ocasiones, la única forma de resolver un problema es capturar y analizar los datos durante un amplio periodo de tiempo. En estos casos de solución de problemas tan complicados, los registradores de energía ofrecen una ayuda incalculable, ya que son mucho más asequibles y fáciles de utilizar que un analizador de calidad eléctrica, cuyo funcionamiento es más complejo. Un buen ejemplo es el de un disyuntor de circuito que tiene un funcionamiento errático. Los eventos más obvios, como el arranque de un motor de gran potencia, pueden no ser la causa. De hecho, el causante de los fallos puede ser algo totalmente aleatorio o producirse cuando los técnicos no están presentes (de noche, por ejemplo). Como resulta

impracticable para un técnico de mantenimiento controlar una carga hasta que se produce el fallo del disyuntor de circuito, conectar un registrador de energía al lado de la carga del disyuntor para registrar la pérdida de tensión durante un periodo de tiempo puede ayudar a resolver el problema”.

En relación al tema, extraemos de la tesis de (Holguin & Gomezcoello, 2010) donde cita:

El elevado crecimiento de la economía de los últimos años se ha traducido en una extraordinaria expansión de energía así como el desarrollo tecnológico, esto implica una alta proliferación de controles y dispositivos electrónicos, electrodomésticos con elementos de estado sólido y cargas no lineales, tales como hornos o soldadores de arco, sistemas de tracción eléctrica, máquinas eléctricas con controles de estado sólido (Variadores de Velocidad), Transformadores, etc., los cuales han producido una gran cantidad de perturbaciones en las ondas de tensión y corriente del sistema eléctrico nacional, creando un nuevo problema denominado perturbaciones eléctricas. (p.75)

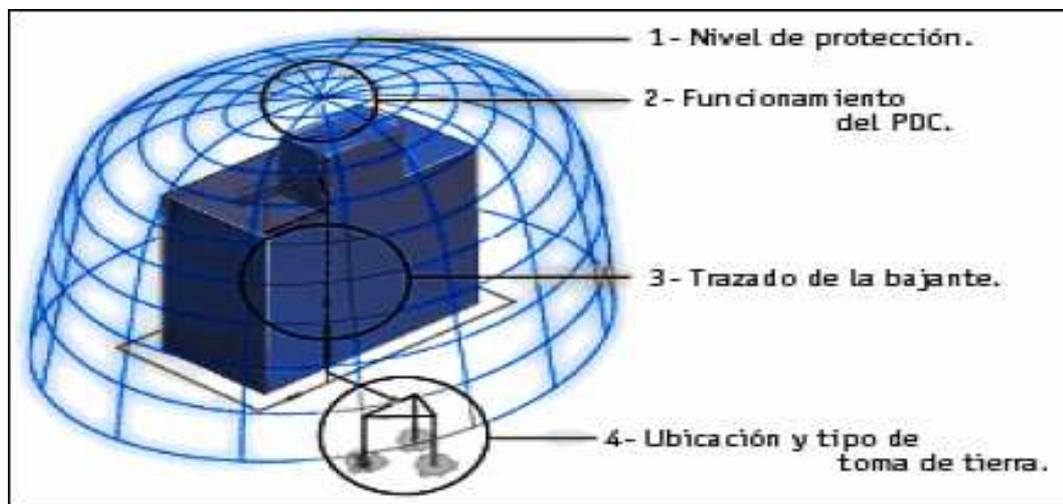
2.2.2 Importancia de los sistemas puestos a tierra y descargas atmosféricas.

En cualquier Sistema Eléctrico de Potencia (S.E.P.), debe existir la denominada “puesta a tierra” que identifica a uno o varios electrodos enterrados en un sitio determinado del suelo, esta tierra tiene un potencial que servirá como nivel de referencia básico y respecto al cual se medirán o considerarán necesariamente todos los demás dispositivos, equipos, lugares y niveles de voltaje del sistema.

La “puesta a tierra” al ser básicamente un electrodo de referencia puede tener un potencial variable con respecto al tiempo, respecto al cual se medirán los diversos potenciales dentro y fuera de él (variados en base a un punto fijo), dicha tierra puede construir todo un sistema de puesta a tierra, muy importante y necesario, pues a más de referencia, sirve de protección ante fallas tales como: sobretensiones, sobre corrientes y cortocircuitos que afectan a otros sistemas que son diseñados en relación a este, como por ejemplo: el de telecomunicaciones, de computación, etc.

Un sistema de descargas atmosféricas, llamado pararrayos, es un instrumento que nos ayuda a enviar las descargas eléctricas a tierra. Los sistemas eléctricos, maquinarias, herramientas y personal que se encuentran a la intemperie y están permanentemente expuestos a la acción de las descargas atmosféricas y entre ellas a la más común, conocida como “rayo”, en este estudio descargas atmosféricas o rayo se los empleara como sinónimos. La protección clásica de una instalación o equipos se debe protegerse en forma semejante a las líneas de transmisión contra descargas directas e indirectas ya que los pararrayos convencionales sirven para proteger únicamente contra ondas entrantes, porque es necesario apantallar ya sea con mástiles, hilos de guarda para subestaciones eléctricas, y actualmente con elementos electrónicos como son los de ionización, que sirve para las industrias petroquímicas, eléctricas, grandes edificios.

Figura 2.1: Forma de apantallamiento contra descargas atmosféricas



Fuente: Tesis de Grado Carlos Raúl Tasipanta S. Latacunga Julio 2002

2.2.3 Importancia del plan de evacuación en edificios.

Un plan de evacuación, asociada a un programa de Plan de Emergencia ha sido, es y seguirá siendo un tema importante en cuanto a la seguridad de personas, toma su protagonismo cuando sucede alguna emergencia o desastre natural. Atenderemos tres

catástrofes muy comunes que han azotado la ciudad de Guayaquil que son los incendios, originados por consecuencias de catastróficas naturales o creados por el ser humano. Los terremotos, iniciados por el movimiento de las placas tectónicas o por consecuencias de erupciones volcánicas, y las inundaciones, relacionados a los cambios climáticos que vive no solo la región Sudamericana, sino también a nivel mundial.

Los simulacros ponen a prueba la capacidad de:

- Tiempo de evacuación del personal.
- Reacción de la brigada y personal de la institución ante emergencias industriales, fugas de GLP, derrames y otros.
- Reacción de la brigada y personal de la institución ante emergencias médicas.
- Reacción de la brigada y personal de la institución ante interrupción de servicios que podrían agravar una emergencia.
- Puesta en marcha de equipos o instalaciones para emergencias, tales como iluminación de emergencia, sistema hidráulico de defensa contra incendio, sistema de alarmas, etc.
- Coordinación individual y colectiva del personal de brigada ante una emergencia.

En nuestro país, en la Costa, Sierra, Oriente o en las islas Galápagos, hemos enfrentado, a lo largo de los años, diversos eventos adversos. Hemos pasado por inundaciones, sequías, erupciones volcánicas, temblores y terremotos, para mencionar un muy conocido el fenómeno de El Niño, derrames de petróleo en ríos y lagos, incendios, entre otros.

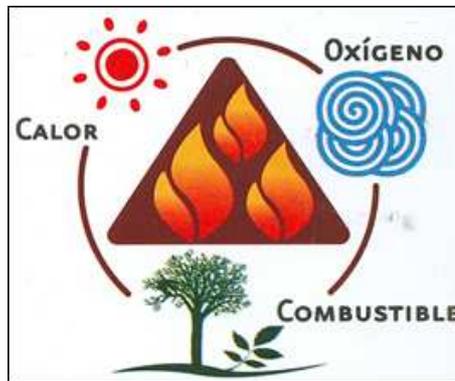
En la ciudad de Guayaquil, los desastres se han presentado durante toda su historia, incendios, terremotos e inundaciones son los más comunes y son los que han dejado una gran huella.

A continuación mencionamos el concepto de Incendio:

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse. Puede afectar a estructuras y a seres vivos. La exposición de los seres vivos a un incendio puede producir daños muy graves hasta la muerte, generalmente por inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves.

Para que se inicie un fuego es necesario que se den conjuntamente tres componentes: combustible, oxígeno y calor o energía de activación, lo que se llama Triángulo del fuego. (Fire Department USA, 2015)

Figura 2.2: Elementos del triángulo de fuego



Fuente: http://www.bomberosguayaquil.gob.ec/images/stories/servicios/camp-preventivas/triangulo_fuego.jpg

En los edificios, los incendios pueden empezar por causas muy variadas: fallos en las instalaciones eléctricas o de combustión, como las calderas, escapes de combustible, accidentes en la cocina, niños jugando con mecheros o cerillas, o accidentes que implican otras fuentes de fuego, como velas y cigarrillos. El fuego puede propagarse rápidamente a otras estructuras, especialmente en aquellas que no cumplen las normas básicas de seguridad. Por ello, muchos municipios ofrecen servicios de bomberos para extinguir los posibles incendios rápidamente.

Estudios realizados en la ciudad de Guayaquil, revela la vulnerabilidad a inundaciones de esta ciudad a lo largo del río Guayas:

A continuación presentamos información destacada en la prensa nacional:

De acuerdo a la publicación de la revista Nature, Guayaquil es la cuarta ciudad más vulnerable a inundaciones, solo detrás de Guangzhou en China, además de Mumbai y Kolkata en la India, por lo que el Banco Mundial aconseja tomar acciones inmediatas. El riesgo global de inundaciones en las grandes ciudades portuarias de aquí al 2050 será nueve veces mayor. El estudio fue dirigido por el economista del Banco Mundial Stephane Hallegatte y la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico).

Los estudios muestran el riesgo de inundaciones va en aumento en las ciudades costeras a nivel mundial debido a una serie de factores, incluyendo la subida del nivel del mar. Por lo tanto, hay una necesidad urgente de empezar a planificar la forma de gestionar los riesgos de inundación desde ahora, dijo Robert Nicholls, profesor de ingeniería de costas de la Universidad de Southampton. (El Universo, 2013)

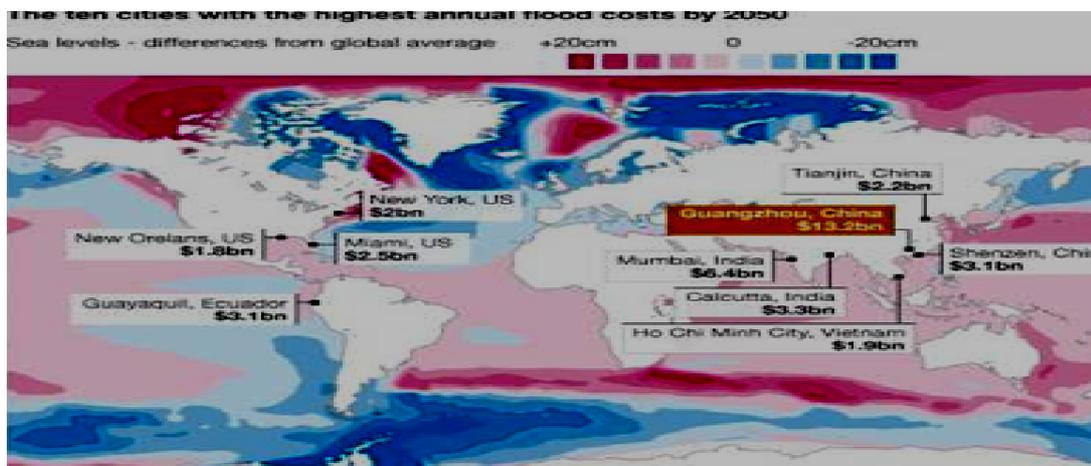
En otro diario nacional se menciona el riesgo de nuestro país ante estas catástrofes:

El Ecuador presenta una serie de “vulnerabilidades” al estar ubicado en una zona de alto riesgo sísmico, advierten los técnicos del Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional (IGPN).

Los ecuatorianos deberíamos prepararnos mejor para enfrentar cualquier catástrofe, como es un terremoto, sostuvo el directo del IGPN, Hugo Yépez a propósito de los producidos en Haití y Chile, tras precisar que la ciencia no tiene las herramientas para predecir un terremoto.

Cualquiera que diga que va a ocurrir un evento de esta naturaleza es un irresponsable, dijo para poner calma ante versiones que en este sentido circulan en el país. Explicó que los últimos sismos en el Ecuador son parte de un proceso normal desde el punto de vista tectónico. (El Mercurio, 2010)

Figura 2.3: Estimación de impacto económico por inundaciones para el año 2050.



Fuente: El Universo Publicación Domingo 29 Septiembre 2013 17h41

2.3 Marco Legal

2.3.1 Introducción

En la actualidad, el país se encuentra en una etapa de desarrollo, optimización y mejora de todos sus servicios públicos y sus recursos naturales; el tema de normalización es una de ellas, tal es el caso del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), quién se encuentra trabajando fuertemente en crear nuevas normas y robustecer las existentes.

El cumplimiento de las normas, reglamentos, decretos y leyes ha traído como resultado optimización de procesos y el desarrollo de instalaciones eléctricas mucho más seguras, estables y confiables sin afectar por supuesto el medio ambiente y a las personas en su normal funcionamiento, no obstante su incumplimiento obliga pagar multas.

Las recomendaciones planteadas aquí estarán sujetos a las normas y a la experiencia adquirida en la evaluación de cada requisito establecido, y será parte fundamental de las propuestas establecidas en la Reingeniería y oportunidades de mejora.

2.3.2 Normas técnicas eléctricas utilizadas.

2.3.2.1 CPE INEN 19:01, Código Eléctrico Nacional.

El código eléctrico nacional será la guía principal en lo que respecta a normativa, veamos lo que menciona en el mismo texto:

La utilización del Código Eléctrico Nacional, como una Guía Práctica. Surge del fruto del análisis y estudio de los profesionales que participaron en el subcomité técnico” electrotecnia. Código Eléctrico”, El documento refleja el interés del sector eléctrico ecuatoriano por establecer un acercamiento a las condiciones particulares del Ecuador y al desarrollo de productos y tecnologías nuevas, adoptadas universalmente[...]. (INEN, 2001) (Empresa Electrica del Ecuador)

El documento contiene 9 Capítulos, en donde se establecen los requisitos de seguridad para las protecciones, materiales, equipos de uso general ambientes especiales, equipos especiales, condiciones especiales y sistemas de comunicaciones.

2.3.2.2 Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo.

Se utilizará la NFPA 70E edición 2009, norma que salió de la necesidad de cubrir lineamientos de la OSHA en cuanto a los requisitos de la seguridad eléctrica, relacionados con las prácticas de trabajo y mantenimiento. Contiene 3 capítulos sobre las prácticas de trabajo relacionados con la seguridad, requisitos de seguridad relacionados con el mantenimiento y requisitos de seguridad para equipos especiales.

2.3.2.3 NATSIM.

Las normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM) fueron elaborados para dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 1 del reglamento de suministro del servicio de electricidad.

El documento tiene por objeto establecer normas y disposiciones para el diseño y la instalación de acometidas de servicio eléctrico, así como para la construcción de tableros de medidores y cuartos de transformación para inmuebles de tipo residencial, comercial, industrial y otros servicios.

Presenta 17 secciones, todas relacionadas al ámbito cualitativo y cuantitativo de construcción, diseño e instalación desde la acometida de media tensión hasta los consumidores.

2.3.2.4 Reglamento de seguridad del trabajo.

Según Acuerdo ministerial N° 13, Registro Oficial 249, 3-II-98, se decretó este reglamento cuyo fin es el de reducir los riesgos de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales que afectan a los trabajadores, se divide en tres capítulos cuyo contenido es sobre las disposiciones que deben observarse en el montaje de las instalaciones eléctricas, las normas de seguridad para el personal que interviene en la operación y mantenimiento, y normas para intervención en equipos, instalaciones y casos especiales.

2.3.3 Normas técnicas de seguridad.

2.3.3.1 Reglamento de Seguridad y Salud.

Según decreto Ejecutivo N° 2393, se implementó el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del medio Ambiente de Trabajo bajo Registro Oficial N° 249 del Febrero 3/98. Dicho reglamento de carácter obligatorio y aplica a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la

prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo, según lo descrito en el Art. 1 del reglamento en cuestión.

Contiene 193 Artículos donde establecen regulaciones y lineamientos relacionados a la seguridad de las personas, medio ambiente, maquinarias e instalaciones eléctricas y edificaciones.

2.3.3.2 Código de práctica sobre protección de incendios.

Bajo normativa CPE INEN 5 Parte 8:1986 Sección VIII, se implementa el Código de práctica sobre protección de incendios. Instalaciones eléctricas. El mismo establece las regulaciones con el equipo eléctrico de los edificios, requeridas desde el punto de vista de la seguridad contra el fuego.

Comprende regulaciones a equipos de fuerza, tableros eléctricos, líneas de distribución y dispositivos de control de motores subestaciones, conexiones a tierra, cableado, alumbrado, equipos y salidas eléctricas y requisitos en el caso de usos y ensayos específicos.

Las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transporte, almacenamiento y expendio de combustible, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción en base a la Constitución Política del Estado, Normas INEN, código Nacional de la Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro País.

Toda persona natural y/o jurídica, propietaria, usuaria o administrador, así como profesionales del diseño y construcción, están obligados a cumplir las disposiciones contempladas en el presente reglamento de prevención, mitigación y Protección Contra Incendios, basados en Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.

CAPITULO III

AUDITORÍA DE LOS BLOQUES CENTRAL, C, D Y E.

3.1 Metodología.

3.1.1 Métodos de trabajo.

Para comprender el término metodología veamos el siguiente concepto:

La metodología es el instrumento que enlaza el sujeto con el objeto y refiere a la descripción de las unidades de análisis de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos. (Dr. Doupovec, 2010)

Correspondiendo a lo citado, todas las actividades realizadas en el presente trabajo, obedecieron a diferentes métodos cuyo principal fin fue el establecer la problemática, levantar información, analizar y plantear propuestas para paliar la problemática encontrada.

A continuación, damos a conocer los métodos utilizados:

3.1.1.1 Método Descriptivo

Basado en la descripción de los hechos como son observados, es utilizado para la problemática de las instalaciones eléctricas de las aulas de los bloques central C, D y E, detalles estructurales en función de los requerimientos eléctricos mínimos legales. Esta metodología incluye algunos elementos cuantitativos y cualitativos.

3.1.1.2 Método Explicativo

Basado en la búsqueda del por qué e los hechos, estableciendo relaciones de causa-efecto, es utilizado para encontrar la situación actual de la calidad energética y seguridad de las instalaciones eléctricas y personas.

3.1.1.3 Método Co-relacional

Basado en las relaciones entre variables dependientes e independientes, ósea se estudia la correlación entre dos variables, es utilizado en el análisis de la calidad de energía, mediciones de intensidad lumínica, resistencia a tierra y levantamiento de cargas eléctricas, descrita en líneas inferiores como el Método de Prueba y Error.

3.1.1.4 Método Deductivo

Basado en una premisa general para obtener las conclusiones de un caso particular. Pone el énfasis en la teoría, modelos teóricos, la explicación y abstracción, antes de recoger datos empíricos, hacer observaciones o emplear experimentos. Es utilizado también en la mayoría de las actividades para la elaboración de conclusiones y propuestas de reingeniería.

3.1.2 Fases del desarrollo del trabajo.

El desarrollo obedece a la siguiente secuencia estructural establecida:

1. Inspección de las instalaciones eléctricas:

Cuarto de transformador

Cuarto de Celda de Media Tensión y Tablero de Medición

Cuarto de Tableros Eléctricos

Cuarto de paneles eléctricos

Cuarto de Servicios Generales: Agua, RCI

Aulas, laboratorios y oficinas.

2. Levantamiento de cargas eléctricas:

Bloque C

Bloque D

Bloque E

3. Levantamiento del Diagrama Unifilar

4. Mediciones de Energía.
5. Reingeniería.

3.1.3 Instrumentos de Medición.

Las variables eléctricas son informaciones necesariamente importantes, el medidor amperimétrico tipo pinza Fluke 322 fue el equipo utilizado, muestra las variables en tiempo real y en RMS, siendo las siguientes magnitudes registradas por el equipo:

1. Tensión
2. Amperaje
3. Frecuencia
4. Resistencia

Y en el caso del analizador de redes Fluke 435, se dispone de la siguiente información:

1. Tensión
2. Amperaje
3. Frecuencia
4. Factor de Potencia
5. Potencia real, reactiva, aparente.
6. Armónicos.

La marca FLUKE es una de las más prestigiosas marcas de equipos de medición, a nivel mundial, pues también incluye como soporte una serie de software con los que se puede realizar mejores visualizaciones y operaciones.

Figura 3.1: Medidor de pinza (clamp meter) fluke 322



Fuente: Los autores

Las variables que requieren ser almacenadas y mostradas en gráficos, fueron obtenidas con el equipo analizador trifásico de energía y calidad de la energía eléctrica Fluke 435 Series II, adecuado para el almacenamiento, análisis de todas las variables eléctricas con respecto a la norma EN50160, y ofreciendo un resumen de los eventos que estuvieron fuera del rango permisible de la norma en cuestión.

Figura 3.2: Analizador de calidad de potencia y energía fluke 435 serie II



Fuente: Los Autores

Los instrumentos elaborados por la compañía Fluke Corporation, cumple estándares internacionales, lo cual garantiza la fiabilidad y confiabilidad de la información obtenida.

3.2 Evaluación de riesgos eléctricos

3.2.1 Método de evaluación de riesgos.

El contenido del presente ítem, no está dedicado al análisis exhaustivo ni en profundizar los temas relacionado a accidentabilidad y riesgos, el enfoque es conocer su aplicación para las actividades que fueron planificadas en este proyecto.

La seguridad en el trabajo es primordial y pieza fundamental en el logro de actividades, sin peligro de sufrir alguna lesión o accidente con consecuencias fatales; la evaluación es una de las herramientas para detectar riesgos peligrosos en la tarea a realizar. El objetivo es eliminar o minimizar debidamente los riesgos, estableciendo medidas preventivas en función a los peligros expuestos.

3.2.1.1 Secuencia del accidente e incidente.

A continuación se describe en resumen algunas definiciones de accidentes e incidentes, también se muestra en gráfico los factores de causas que conllevan a una lesión o daño.

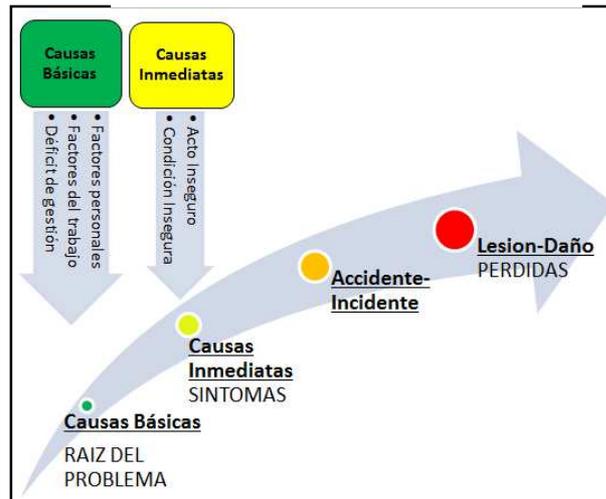
Accidente.

Es un suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad laboral y que puede generar lesiones personales, daños materiales, daños al medio ambiente, daños a terceros y/o pérdidas económicas. (CICE, 2011-2012)

Incidente.

Suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad laboral sin ocasionar daños, consecuencias adicionales ni pérdidas de ningún tipo, que bajo circunstancias diferentes hubiera provocado lesiones, daños (a los bienes, medio ambiente y/o a terceros) y pérdidas económicas.

Figura 3.3: Secuencia del accidente e incidente.



Fuente: Los autores, tomado como referencia del texto CICE, Módulo 1 Seguridad Industrial Operativa. 2011-2012. Pág.6. Secuencia del accidente-incidente.

Evitando pérdidas por lesiones y daños, la evaluación de riesgo se convierte en una herramienta de soporte y generalmente debe realizarse a toda actividad considerada de alto riesgo o en actividades no rutinarias.

3.2.1.2 Clasificación de los factores de riesgos y matriz de riesgo.

- Físicos
- Mecánicos
- Químicos
- Públicos
- Biológicos
- Ergonómicos
- Psicosociales

Riesgos Físicos: Ruido, vibraciones, radiaciones, temperaturas, iluminación, electricidad y fuego.

Riesgos Mecánicos: Maquinaria, herramientas, vehículos, superficies de trabajo, espacios confinados, medios de izamientos, falta de orden, aseo.

Riesgos Químicos: Polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales

Riesgos Públicos: Son todas aquellas circunstancias de orden público, a las cuales se ve expuesto el trabajador por razones de su oficio (Mensajeros, vendedores, conductores.

Riesgos Biológicos: Virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias sensibilizantes producidas por plantas y animales, microorganismos transmitidos por roedores e insectos.

Riesgos Ergonómicos: Posiciones incorrectas, esfuerzo físico, levantamiento inseguro, uso de herramientas, posturas forzadas, trabajo repetitivo, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa.

Riesgo Psicosociales: Relación con la organización y control del proceso de trabajo, automatización, monotonía, repetitividad, amenaza de violencia, horario de trabajos variables, inestabilidad laboral, nivel y tipo de remuneraciones, relaciones interpersonales, acoso sexual, discriminación.

Los diferentes tipos de riesgos lo obtenemos mediante multiplicación de probabilidades ocurrencia y consecuencias. En tabla 3.1 Matriz de riesgo (Probabilidad X Consecuencia), se muestra los diferentes riesgos asociados a su probabilidad y consecuencia.

Tabla 3.1: Matriz de riesgo (probabilidad x consecuencia)

		CONSECUENCIAS		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	RIESGO TRIVIAL	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO
	MEDIA	RIESGO TOLERABLE	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE
	ALTA	RIESGO MODERADO	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO INTOLERABLE

Fuente: Salud Ocupacional Universidad EAFIT. Manual para elaboración de matrices de peligro de investigaciones y proyectos desarrollados en la Universidad EAFIT. Mayo 2010, Primera Edición

En tabla la 3.2 Recomendaciones de los riesgos, describe las acciones para mitigar los diferentes tipos de riesgos definidos en la matriz de riesgo.

Tabla 3.2: Recomendaciones de los riesgos

RIESGO	RECOMENDACIONES
TRIVIAL	No se requiere acción específica si hay riesgos mayores.
TOLERABLE	No se necesita mejorar las medidas de control pero deben considerarse soluciones o mejoras de bajo costo y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es tolerable.
MODERADO	Se deben hacer esfuerzos por reducir el riesgo y en consecuencia debe diseñarse un proyecto de mitigación o control. Como está asociado a lesiones muy graves debe revisarse la probabilidad y debe ser de mayor prioridad que el moderado con menores consecuencias.
IMPORTANTE	En presencia de un riesgo así no debe realizarse ningún trabajo. Este es un riesgo en el que se deben establecer estándares de seguridad o listas de verificación para asegurarse que el riesgo está bajo control antes de iniciar cualquier tarea. Si la tarea o la labor ya se ha iniciado el control o reducción del riesgo debe hacerse cuanto antes.
INTOLERABLE	Si no es posible controlar este riesgo debe suspenderse cualquier operación o debe prohibirse su iniciación.

Fuente: ⁱ Salud Ocupacional Universidad EAFIT. Manual para elaboración de matrices de peligro de investigaciones y proyectos desarrollados en la Universidad EAFIT. Mayo 2010, Primera Edición

Participantes.

Toda persona ejecutora o relacionada con la actividad es considerada clave y es el/la participante principal que intervienen en una evaluación de riesgo, incluyendo autoridades solicitantes y del área.

Aplicaciones.

Las evaluaciones de riesgos generalmente se las utiliza en tareas no rutinarias consideradas de alto riesgos como trabajos como en calientes, altas presiones, confinados, químicos, alturas, eléctricos, excavaciones, etc., también en aquellas actividades donde no están provistas de instructivos o procedimientos.

El formulario de evaluación identifica las mejores soluciones contribuyendo eficazmente a la mitigación de los riesgos, como lo establece las normas OHSAS 18:001 2007 Clausula 4.3.1 Evaluación de riesgo y la NFPA 70E Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo Capitulo 1 Art.110.7 (F).

“NFPA 70E Cap.1 Art.110.7 (F) Procedimiento de evaluación peligro/riesgo.

El programa de seguridad eléctrica debe identificar el procedimiento que se usará para la evaluación de peligro/riesgo, antes de que comience el trabajo dentro de la frontera de aproximación limitada de conductores y partes de circuitos eléctricos energizados, operando en 50voltios o más, o donde exista un peligro. El procedimiento debe identificar el proceso para la evaluación de peligro/riesgo que debe usar el empleado para evaluar la tarea antes de iniciar el trabajo”.

3.2.1.3 Permiso de trabajo eléctrico.

Al igual que la evaluación de riesgo, es una herramienta cuyo propósito es reducir y evitar accidentes de ámbito eléctrico o lesiones que conlleven a una fatalidad. El permiso de trabajo eléctrico es específico, detalla los controles asociados a la actividad como fecha de inicio y fin, utilización de herramientas adecuadas y equipos de protección, controles de riesgo residuales, supervisión por responsabilidades, etc.

Las autoridades departamentales e inclusive la autoridad principal participan de la evaluación del permiso de trabajo, firmando los formatos y comprometiéndose a ser responsables del control de los riesgos.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Si la actividad requiere de su ejecución con energía eléctrica, este debe ser asociado con una evaluación de riesgo donde especifique los pasos y dar referencia al permiso de trabajo eléctrico.
- Y, el permiso de trabajo eléctrico, debe ser llevado a cabo cuando hubo de por medio una evaluación de riesgo, donde se especifique los riesgos asociados y valide que la única opción es trabajar con energía presente.

En relación a nuestro trabajo, ninguna actividad aplicó realizar maniobras con energía presente, sin embargo se realizó evaluaciones de riesgo para comunicar y dar constancia a los directivos y encargados de mantenimientos, el paso a paso de las actividades planificadas.

3.2.1.4 Equipos de Protección Personal.

Los equipos de protección personal, conocido por sus siglas E.P.P, son dispositivos de seguridad diseñados adecuadamente para proteger la integridad de la persona contra peligros a la salud y daños físicos. Estos equipos están diseñados para las diferentes extremidades del cuerpo humano, como cabeza, cara, ojos, oídos, manos y pies.

El trabajador deberá ser consiente en lo siguiente:

- Cuando utilizar E.P.P.- Existen actividades que no requieren de su utilización, por ejemplo cuando se utiliza el procedimiento de bloque y etiquetado (L.O.T.O.), el trabajador puede realizar sus actividades sin protección contra contacto eléctrico ya que la energía fue cortada, bloqueada y verificada a 0 voltios.

- Clase de E.P.P. a utilizar.- Los equipos son elaborados y diseñados de acuerdo al tipo y característica de protección.
- Limitaciones del E.P.P.- No se debe dar otro uso a las que fueron diseñadas.
- Cuidado apropiado del E.P.P.- Adecuado almacenamiento, inspecciones y mantenimiento debe de realizarse a cada equipo de protección.

Los E.P.P. vienen diseñados y construidos de acuerdo a la actividad y necesidades del trabajo, en adelante citaremos los tipos de E.P.P. concernientes a los trabajos eléctricos descrito en la NFPA 70E Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo.

A continuación mencionaremos lo referente a la norma (NFPA, 2015)

(1)General. Cuando el empleado trabaja dentro de la frontera de protección contra relámpago, debe vestir ropa de protección y otros equipos de protección personal[...].

(2)Movilidad y Visibilidad. Cuando se utilicen ropas resistentes a la llama (RLL), retardantes de la llama o tratadas, para proteger al empleado, éstas debe cubrir toda la ropa que sea incendiable y deben permitir el movimiento y la visibilidad.

(3)Protección de la cabeza, la cara, el cuello y el mentón (área de la cabeza). Los empleados deben vestir protección no conductiva en la cabeza, siempre que exista peligro de heridas en la cabeza causadas por choque eléctrico o quemaduras debidas al contacto con conductores o partes de circuitos eléctricos energizados[...].

(4)Protección de los ojos. Los empleados deben vestir equipo de protección para los ojos, siempre que exista peligro de heridas causadas por: arcos eléctricos, relámpagos o por objetos que vuelen como resultado de una explosión eléctrica.

(5)Protección del cuerpo. Los empleados deben vestir ropa RLL, siempre que exista la posibilidad de exposición a relámpago de arco por encima del umbral del nivel de energía incidente para una quemadura de segundo grado [...].

(6)Protección de manos y brazos. Debe proveerse protección de manos y brazos de acuerdo con (a) protección de choque. (b) protección de relámpago de arco. (c) Uso y mantenimiento.[...].

(7)Protección de los pies. Cuando se utilice calzado aislado como protección contra las tensiones de paso y de toque, se debe requerir zapatones dieléctricos. Las suelas aisladas no tienen el propósito de ser utilizadas como protección eléctrica primaria”.

Los E.P.P. utilizados en este proyecto según la evaluación de riesgo fueron los siguientes:

- Casco Clase B.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas dieléctricas.
- chaleco reflectivo.

3.3 Situación actual de los bloques central C, D y E.

3.3.1 Inspección de las instalaciones eléctricas.

3.3.1.1 Inspección y responsabilidades.

La inspección tiene como finalidad verificar el estado actual de las instalaciones eléctricas, utilizando el método deductivo y descriptivo personalizado, los siguientes ítems a continuación son los que se revisarán.

- Procedimiento para intervención, mantenimiento, operación y proyectos en instalaciones eléctricas.
- Habilidad, capacitación y autorización del personal que interviene las instalaciones eléctricas.
- Seguridad en instalaciones Eléctricas energizadas y des-energizadas.
- Protección contra incendio y explosión.
- Señalizaciones de seguridad.

Las áreas evaluadas en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana comprenden lo siguiente:

Instalaciones de Media Tensión:

- Acometida Aérea MT.
- Subestación MT-Tipo interior

Sala de Distribución Eléctrica

- Celdas
- Cerramientos
- Luminotecnia
- Distancia de Seguridad

Construcción

- Aulas
- Oficinas

Instalaciones Exteriores

- Patio Exterior.
- Bar.
- Terrazas.

Servicios Industriales

- Grupo Electrónico.
- Sistemas de Frío.
- Combustibles.
- Sistema de Red Contra Incendio (RCI).

Clasificación.

Para la presente inspección, se establece la siguiente clasificación que indica el grado de riesgo de las desviaciones y han sido clasificadas de la siguiente manera:

A (Alto): Defecto severo con peligro inminente para la Institución o no está cumpliendo exigencias normativas o legales. Se comunica a los directivos técnicos para su respectiva evaluación y planificación de corrección.

M (Medio): Representa un serio riesgo inaceptable pero no es un peligro inminente para la vida de las personas y equipos. No expone a la institución a una acción legal y se debe corregir lo antes posible.

B (Bajo): Actividad de mejoramiento que debe ser realizado en un plazo máximo de un año o en el tiempo que los directivos creen convenientes.

N (Normal): No requiere acción alguna.

En los ANEXOS del 1 al 29 ubicados al final del documento se presenta la evaluación de riesgo de inspección a tableros de control y tableros de distribución y fuerza, se muestra los resultados para las respectivas tareas de supervisión, las mismas que fueron analizadas y firmadas por el personal encargado de mantenimiento.

Con el objeto de mostrar mayor claridad, todas las no conformidades técnicas se indicarán mediante registro fotográfico y referencia de la normativa evaluada desde el punto de vista de los requisitos aplicables a cada tipo de instalación.

Responsabilidades.

Es de responsabilidad de la Institución dar a conocer el presente informe a las partes interesadas para evaluación las recomendaciones y proceder según sus necesidades con la ejecución de la misma, con el objeto de minimizar los riesgos encontrados en el presente informe.

3.3.1.2 Síntesis de la inspección.

Planos.

Los planos tanto el unifilar, esquemático como el de ubicación de los tableros eléctricos de las instalaciones en Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT) no están actualizados, existe uno con fecha Marzo del 2010 y estos no concuerdan con lo supervisado en sitio.

Mantenimientos Preventivos

Considerando la manipulación de productos combustibles como Gasolina y GLP, es conveniente que la operación y manipulación de los materiales inflamables estén en procedimientos, por la cantidad utilizada, no es necesario realizar un estudio relacionado a áreas clasificadas (CPE INEN-Sección 500) como lo exige las normas, pero si asegurar el cumplimiento de los controles mínimos evitando posibles riesgos de derrames, incendios y explosiones.

No se encontraron registros de estudios de cortocircuito ni de coordinación de protecciones, requerimiento importante para tomar decisiones en ampliaciones de cargas eléctricas.

Un estudio de calidad de energía del sistema eléctrico es también necesario, ayuda optimizar y descubrir anomalías con respecto a la energía utilizada.

Mantenimiento Preventivo.

En entrevista con la persona encargado de mantenimiento y de la jefatura técnica, se constató un control anual de algunos componentes eléctricos en función a sus anomalías, sin embargo no se evidenció un programa de mantenimiento predictivo a los equipos eléctricos, de acuerdo a lo establecido en el decreto ejecutivo 2393

Luminotecnia.

Teniendo en cuenta la cantidad de iluminarias, se debe de realizar un estudio de iluminación identificando las áreas sub dimensionadas de las sobre-dimensionadas, esto nos ayudará a tener una mejor distribución y buscar oportunidades de ahorro energético, como lo establece el decreto ejecutivo 2393.

Actividades Eléctricas por Terceros.

Se observó actividades diarias de mantenimiento por personal externo, se requiere alinear responsabilidades y establecer competencias del personal tercerizado como lo cita el ministerio de trabajo y Empleo del Ecuador, que las instituciones deben exigir a terceros, las obligaciones establecidas por las normativas del Ministerio.

Dotación del personal.

En cuanto a la dotación de EPP de electricistas, solo se verificaron guantes y gafas, sin embargo estos deben ser certificados, una buena dotación incluye lo siguiente:

- Gafas para protección.
- Ropa protección contra arcos eléctricos (actividades en media tensión)
- Botas, guantes, cascos.
- Herramientas dieléctricas.
- Linternas
- Procedimientos de control y estado de las herramientas.

Ejecución de trabajos eléctricos.

Para los trabajos eléctricos críticos y de alto riesgo no existe procedimientos que estén relacionados con la seguridad en instalaciones eléctricas y trabajos con voltajes presentes, se sugiere implementar requisito de acuerdo a lo exigido en el por el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio

Ambiente de Trabajo y el Reglamento de Seguridad del trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica del Ministerio de Trabajo y Empleo del Ecuador.

Tableros Eléctricos.

Los tableros en su parte externa e interna deben de cumplir con lo exigido en el Reglamento de Seguridad del Trabajo Contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica y CPE 19:2001, las siguientes evidencias se presentan con frecuencia en los tableros eléctricos de la institución.

Barraje Neutro y barraje de Puesta a Tierra.

Se evidenció que en algunos tableros conectan conductores neutros y de puesta a tierra al mismo barraje.

Sellado Puntos de Acceso al Tablero y paredes.

Se constató varias bocas abiertas o espacios sin sellar en los accesos a tableros, se requiere corregirlo para evitar el cizallamiento de los conductores con los bordes metálicos y además evitar el ingreso de objetos, sustancias o animal al interior del tablero.

Fotografía 3.1 Acceso en salida de TDF



Fuente: Los Autores

Conductores.

En gran cantidad de Breakers se conectan 2 o más conductores al mismo terminal o borne, esto no es adecuado y no es permitido por el código Ecuatoriano de electricidad CPE INEN 19:2001 Art.110-14 a).

Breaker.

Se recomienda ajustar la capacidad de los disyuntores principales, para aquello es necesario de un estudio de coordinación de protecciones y de corto circuito. En gran cantidad de circuitos, la capacidad del breaker de protección no corresponde a la capacidad del cable protegido, como ejemplo un conductor de calibre No.12 es protegido por un disyuntor de 60 Amperios.

Fotografía 3.2: Capacidad de la protección no adecuada al cable utilizado



Fuente: Los autores

Apantallamiento de las instalaciones contra Descargas Atmosféricas.

Considerando el nivel isocerámico en Ecuador, es necesaria la protección de personas, equipos e instalaciones contra descargas atmosféricas, se requiere tomar mediciones de tierra al sistema de pararrayos actual.

Instalaciones Exteriores.

El poste de la línea aérea de la acometida de media tensión (MT) se encuentra saturada, no tiene cable de guarda de protección y además va por encima del sendero peatonal que conduce a la entrada de la Universidad.

Fotografía 3.3: Poste de acometida aérea principal saturado



Fuente: Los autores

Luces de Emergencia.

Falta proveer de luces de emergencias a áreas consideradas críticas, los cuartos de distribución, celdas y grupo electrógeno no cuentan con luz de emergencia.

Sistema de Puesta a Tierra (SPT).

Solo se localizaron 2 pozos de inspección ubicados a 10 m. entre sí.

Se deben construir pozos de inspección para el control de la malla y ver la interconexión entre las diferentes mallas existentes en la planta.

Grupo electrógeno.

El monitoreo del nivel y abastecimiento del combustible es manual quedando propenso al olvido por el descontrol.

Las canaletas y las acometidas están sobre el suelo, con riesgo a sufrir deformaciones por factores externos y a crear incidentes o accidentes a las personas.

Fotografía 3.4: Grupo Electrónico



Fuente: Los autores

Cuarto del Transformador

El cuarto del transformador presenta varias inconformidades, detalladas a continuación:

- No cuenta con cubeto para los derrames de aceites.
- No está anclado.
- No existe distancia mínima entre el transformador y el armario de medición.

Fotografía 3.5: Cuarto del transformador



Fuente: Los autores

3.3.2 Levantamiento de cargas eléctricas.

3.3.2.1 Método de Prueba y Error.

Utilizado para realizar el levantamiento de planos eléctricos, no necesita de inversión alguna, más bien requiere de coordinación a la hora de su ejecución ya que está relacionado a la desconexión de equipos eléctricos.

La comprobación de los circuitos y elementos eléctricos fue mediante el aislado y separación de circuitos menores, para ello todas las actividades fueron previamente programadas y comunicadas a las autoridades pertinentes dependiendo del circuito a probar para la toma de precauciones necesarias. En días ordinarios donde no se pudo realizar las pruebas de aislado, se coordinó a realizarla el fin de semana no interfiriendo las actividades de clases normales dictadas el fin de semana.

Se requiere dos personas, a la que en adelante llamaremos Técnico1 y Técnico 2, el primero estará ubicado en la fuente de energía eléctrica (panel eléctrico) y el segundo ubicado en el sitio afectado por el corte de energía. Los dos técnicos deben tener radios portátiles para una comunicación clara y directa.

El diálogo principal de modulación por radio está establecido de la siguiente manera:

- Abrir Circuito.- La persona cerca de la fuente de energía eléctrica corta el circuito mediante el breaker o disyuntor.
- Cerrar Circuito.-La persona cerca de la fuente de energía eléctrica cierra el circuito mediante el breaker o disyuntor.
- Levantamiento Completo.-La persona ha completado la revisión de todos los dispositivos eléctricos asociados al circuito.
- Levantamiento en Progreso.-La persona encargada de la revisión de los dispositivos eléctricos se encuentra en ejecución.
- Retiro a zona.-Retirada de la persona a un área cerca designada como zona.
- Retiro Completo.-La persona cerca de la fuente de energía eléctrica se retira del tablero eléctrico dejando todos los breaker y disyuntores en posición ON y cerrado las puertas de acceso o la persona que está en el sitio de revisión se retira dejando los dispositivos eléctricos en su estado original.

- Retiro Intacto.-La persona cerca de la fuente de energía o la que está en sitio debe retirarse dejando como está los dispositivos eléctricos.
- Realizado.-Enunciado que describe la actividad realizada o ejecutada.
- Emergencia.-Enunciado que describe peligro y se requiere ir inmediatamente al lugar donde está la otra persona de trabajo, para el caso de la persona que se encuentra en la fuente de energía, este antes de salir donde el compañero de trabajo, debe cortar la energía asociado al circuito último en prueba.

Comprobación

Ubicado cada técnico en sus respectivos lugares, el técnico 2 modula “abrir circuito”, el técnico 1 corta la energía poniendo en posición OFF el breaker o disyuntor y responde “realizado”, al escuchar el técnico 2 la confirmación del técnico 1, procede a identificar los elementos eléctricos asociados al circuito. Terminando la revisión de los elementos eléctricos, el técnico 2 modula ”cerrar circuito”, el técnico 1 pone en posición ON el breaker o disyuntor y modula “realizado”, esta confirmación le dice al técnico 2 seguir con la siguiente identificación.

En las fotos 3.6, 3.7, 3.8 y 3.9 se muestra el interior de paneles eléctricos al cual se le extrajo la tapa para verificar en sitio sus características mecánicas y eléctricas como calibre del cable, números de fases, etc.

Fotografía 3.6: Tablero de distribución laboratorio 1 – piso 1



Fuente: Los autores

Fotografía 3.7: Tablero de distribución PD2-04 – Piso 2



Fuente: Los autores

Así sucesivamente se repite para todos los circuitos a comprobar, existirán elementos que no pertenecerán a los circuitos probados en ese momento, se los llamarán elementos libres y por lo general están asociados a circuitos de otras protecciones.

Cuando un elemento no ha sido asociado a ninguna protección o si una protección no es asociado a ningún elemento, este mantendrá su descripción de libre y se detallará en las planillas correspondientes a entregar.

3.3.2.2 Levantamiento de Cargas Eléctricas

La elaboración de los planos en formato Auto CAD se encuentra en anexos que se hallan al final del documento

A continuación se muestra fotografías de las actividades y componentes eléctricos más representativos del ejercicio de levantamiento de cargas eléctricas, demostrando el estado actual de los componentes a la hora de la visita.

Con el objeto de tener claridad y orden en la identificación de los componentes eléctricos, en cada fotografía se indicará la nueva codificación relacionada al plano eléctrico. Además, las fotografías son de exclusividad de los autores.

Fotografía 3.9: Tablero TDF1



Fuente: Los autores

Fotografía 3.8: Tablero TFC1-02



Fuente: Los autores

Cabe notar que algunos paneles se encuentran debidamente rotulados, a diferencia de otros que no tienen ninguna identificación.

Fotografía 3.10: TFC1-03



Fuente: Los autores

Fotografía 3.11: TC3



Fuente: Los autores

Fotografía 3.13: Tablero TDF1 vista interna



Fuente: Los autores

Fotografía 3.12: Tablero TDF2 vista interna



Fuente: Los autores

Muchos de los tableros presentan una correcta dirección de los cables a través de sus respectivas canaletas, mientras que otros al parecer por circuitos adheridos recientemente, presentan una incorrecta dirección de sus conductores.

Fotografía 3.15: Tablero TDF3 vista interna



Fuente: Los autores

Fotografía 3.14: Tablero TDF6 vista interna



Fuente: Los autores

Fotografía 3.17: Tablero TDF4



Fuente: Los autores

Fotografía 3.16: Tablero TDF5



Fuente: Los autores

Fotografía 3.19: Tablero TDF7



Fuente: Los autores

Fotografía 3.18: Tablero TDF2-01



Fuente: Los autores

Fotografía 3.21: Tablero TDF7-UC7
vista exterior



Fuente: Los autores

Fotografía 3.20: Tablero TDF7-UC7
vista interior



Fuente: Los autores

A continuación vamos a presentar algunas fotografías de bandejas eléctricas en losa de los diferentes pisos. En la mayoría de acceso a los mismos no se cuenta con luminarias de emergencia.

Fotografía 3.23: Bandeja eléctrica piso 1



Fuente: Los autores

Fotografía 3.22: Bandeja eléctrica piso 2



Fuente: Los autores

Fotografía 3.25: Bandeja galvanizada en cuarto de tablero principal



Fuente: Los autores

Fotografía 3.24: Bandeja galvanizada en cuarto de control de luces de auditorio principal



Fuente: Los autores

A continuación vamos a presentar algunas fotografías de cajas de paso y ductos, donde se puede observar agua dentro de las mismas, esto es un riesgo por un potencial corto circuito.

Fotografía 3.26: Caja de paso



Fuente: Los autores

Fotografía 3.27: Parrilla en cuarto de ductos



Fuente: Los autores

Fotografía 3.29: Caja de paso en cuarto de tableros de distribución



Fuente: Los autores

Fotografía 3.28: Caja de paso en bloque C



Fuente: Los autores

Se evidencia presencia de agua en las cajas de paso, un riesgo muy alto de corto circuito, en los anexos se detallarán las respectivas recomendaciones.

Así mismo cuando se han añadido circuitos adicionales, no se ha conservado la respectiva identificación de los mismos, esto es importante al momento de detectar una falla.

Fotografía 3.31: Caja exterior bloque central



Fuente: Los autores

Fotografía 3.30: Cables en interior de caja de paso



Fuente: Los autores

Fotografía 3.32: Vista nocturna, área de uso general.



Fuente: Los autores

Fotografía 3.33: Vista nocturna, área de comedor en azotea



Fuente: Los autores

Como podemos observar en la fotografía 3.33, la iluminación en el exterior de los bloques centrales es deficiente, se recomienda en los anexos implementar un sistema de iluminación idóneo para exteriores.

Levantamiento del plano unifilar.

Para la obtención del diagrama unifilar se procedió a inspeccionar y verificar las características de cada componente que la forman, desde la acometida aérea principal hasta los armarios y paneles eléctricos.

Como base de este procedimiento se utilizaron los planos existentes, a pesar de que distan mucho de la realidad encontrada.

Muchos circuitos añadidos no figuran en dichos planos, e incluso hay cambios considerables que se han detallado en el plano actual.

La programación adecuada de desconexión de los dispositivos eléctricos con los directivos de la Universidad, ayudó a cumplir el objetivo, en las siguientes fotografías se muestra las fotos de los componentes y equipos desconectados:

Fotografía 3.34: Desconexión de los portafusibles



Fuente: Los autores

Fotografía 3.35: Bayoneta de la tirafusible



Fuente: Los autores

Para este trabajo se requirió de la ayuda de personal de la Empresa Eléctrica de Guayaquil, para la desconexión del sistema en Alta Tensión.

Fotografía 3.36: Ampacidad del tirafusible



Fuente: Los autores

Fotografía 3.37: Fusibles del seccionador de media tensión



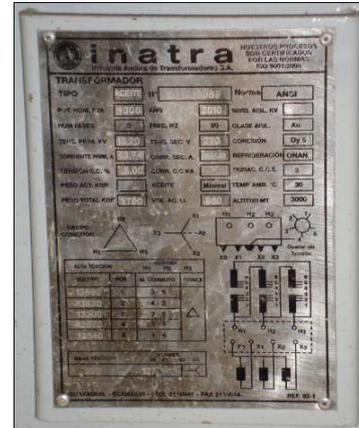
Fuente: Los autores

Fotografía 3.38: Ampacidad del fusible seccionador



Fuente: Los autores

Fotografía 3.39: Placa de datos del transformador



Fuente: Los autores

3.4 Medición de la calidad de energía.

3.4.1 Antecedentes

La Calidad Eléctrica es un indicador del nivel de adecuación de la instalación para soportar y garantizar un funcionamiento fiable de sus cargas. Una perturbación eléctrica o evento puede afectar a la tensión, la corriente o la frecuencia. Las perturbaciones eléctricas pueden originarse en las instalaciones del usuario, las cargas del usuario o la compañía eléctrica.

3.4.2 Configuración y estándar utilizado

Las mediciones fueron realizadas en el tablero principal de distribución fuerza TDF1 con la siguiente configuración:

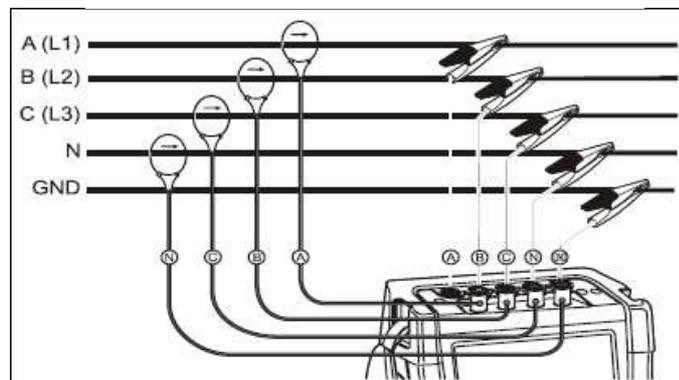
Tabla 3.3: Configuración del analizador de redes trifásico

Topología de Medición	3Ø en Estrella
Modo de aplicación	Registrador
Primera medida	07/11/2013 19:05
Ultima medida	08/11/2013 11:05
Intervalo de grabación	0h 0m 1s 0mseg
Tensión nominal	120V
Corriente Nominal	6000A
Frecuencia Nominal	60Hz
Limites	EN50160

Fuente: Los autores

La norma internacional utilizada fue la Europea EN50160 de noviembre de 1999, la misma que es utilizada por la base de datos del analizador de redes FLUKE 435 Series II. La conexión del equipo se muestra en gráfico 3.7 y la conexión física en gráfico 3.8 a) se observa las mediciones de corrientes por medio de toroides, una en cada fase y neutro, en b) la medición de los voltajes mediante las pinzas tipo lagarto, y en c) las conexiones en el equipo analizador de calidad de energía.

Figura 3.4: Configuración del analizador de redes B



Fuente: Manual de uso Fluke 434-II/435-II/437-II ES Enero de 2012

A continuación se observan fotografías de conexiones del equipo analizador en el tablero de distribución fuerza TDF1.

Fotografía 3.41: Ubicación de los 4 toroides



Fuente: Los autores

Fotografía 3.40: Ubicación de las pinzas de medición



Fuente: Los autores

Fotografía 3.42: Conexión final



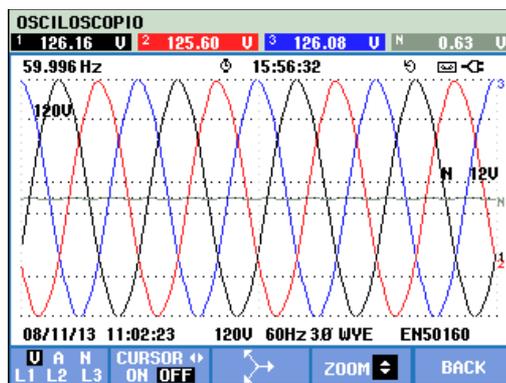
Fuente: Los autores

Los datos obtenidos por el equipo de medición FLUKE, fueron registrados en la memoria interna, descargados en la PC y analizados posteriormente. En las figuras posteriores se mostrarán las formas de ondas de cada variable medido con sus respectivos valores máximos y mínimos. Estos valores fueron comparados con las normas establecidas en calidad de energía y que fueron mostrados en el diagnostico

final que ofrece el equipo y que estuvieron dentro de los parámetros máximos y mínimos de la norma regulatoria EN50160.

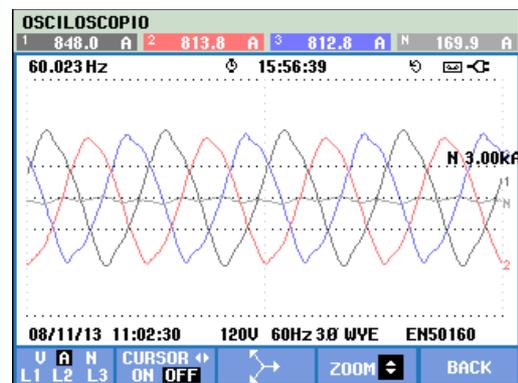
Antes de proceder con las mediciones, se comprobaron secuencias de fases entre voltaje y corriente y ángulo de atraso de corriente con respecto al voltaje, esto es muy importante para evitar mediciones erróneas, en figuras 3.12 se muestra pantallas de verificación del equipo realizadas en sitio, entre ellas se muestra el diagrama fasorial.

Figura 3.5: Tensión de las tres fases



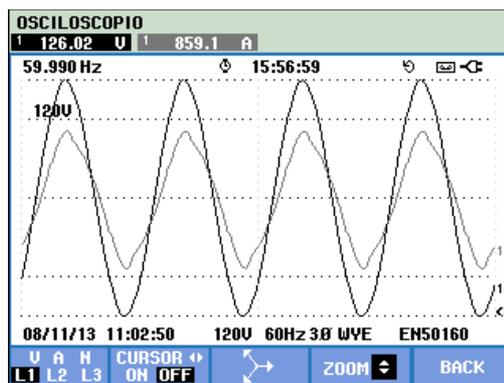
Fuente: Equipo FLUKE 435

Figura 3.6: Corriente de las tres fases



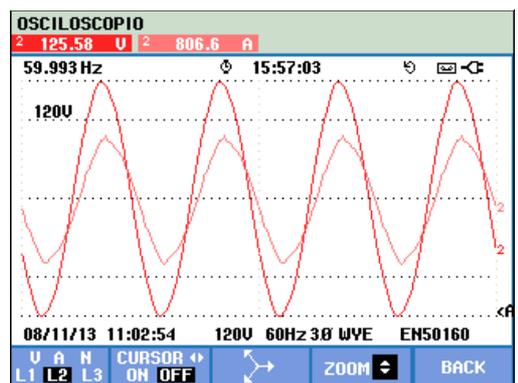
Fuente: Equipo FLUKE 435

Figura 3.8: Tensión - Corriente fase A



Fuente: Equipo FLUKE 435

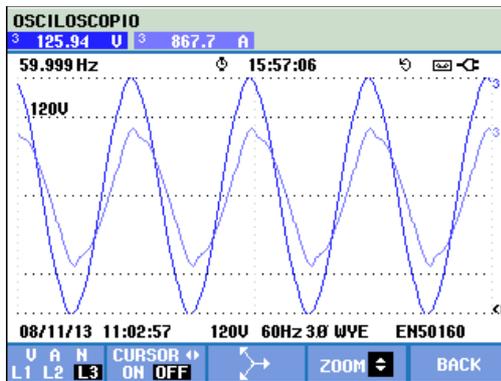
Figura 3.7: Tensión - Corriente fase B



Fuente: Equipo FLUKE 435

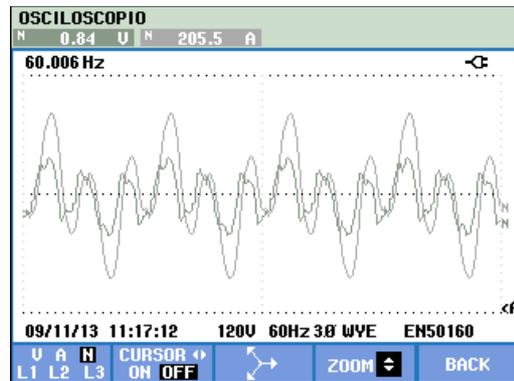
En base a la tecnología patentada por la compañía FLUKE líder en equipos y sistemas de medición, podemos ver en tiempo real un gran espectro de variables, y posteriormente analizarlas a través del software de la misma marca.

Figura 3.10: Tensión - Corriente fase C



Fuente: Equipo FLUKE 435

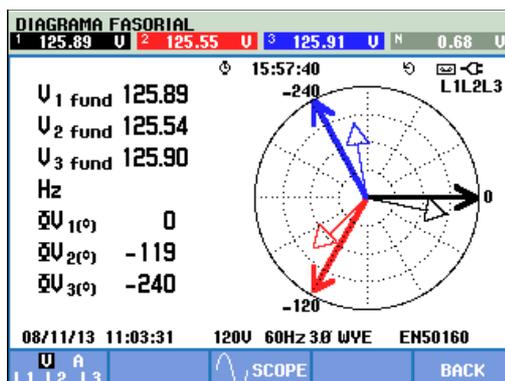
Figura 3.9: Tensión - Corriente Neutro



Fuente: Equipo FLUKE 435

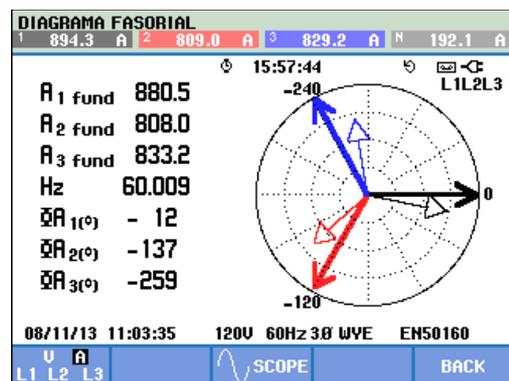
Notamos la gran disposición de la Universidad al facilitarnos este tipo de equipos, que sin ellos habría sido muy complicado el análisis de cada parámetro.

Figura 3.12: Diagrama Fasorial Voltaje



Fuente: Equipo FLUKE 435

Figura 3.11: Diagrama Fasorial Corriente



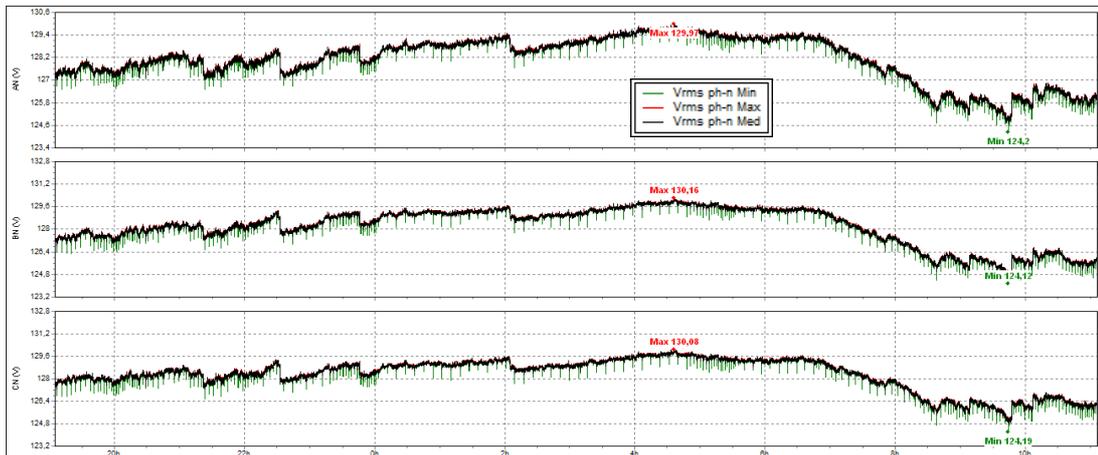
Fuente: Equipo FLUKE 435

Sin adelantar conclusiones se puede observar en las figuras anteriores señales de formas de ondas no distorsionadas, leve distorsión en las de corriente y considerables consumos de corriente en el neutro.

3.4.3 Formas de ondas máximas y mínimas de las variables medidas.

3.4.3.1 Tensión línea a neutro.

Figura 3.13: Tensión de línea a neutro

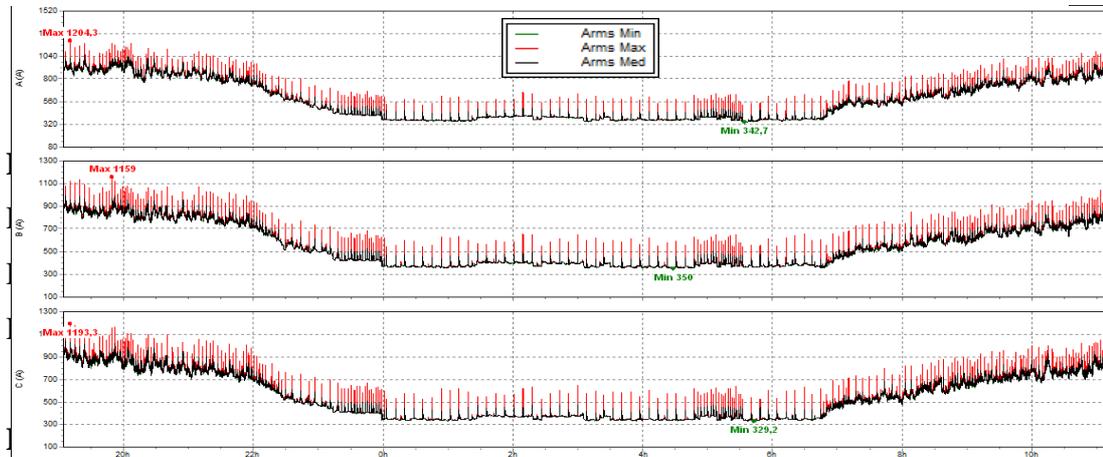


Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Tensión Mínima encontrada.**
 - L1 Vmín. = 124.20 V
 - L2 Vmín. = 124.12 V
 - L3 Vmín. = 124.19 V
- **Detalle de Tensión Máxima encontrada.**
 - L1 Vmáx. = 129.97 V
 - L2 Vmáx. = 130.16 V
 - L3 Vmáx. = 130.08 V

3.4.3.2 Amperajes.

Figura 3.14: Amperajes de Línea



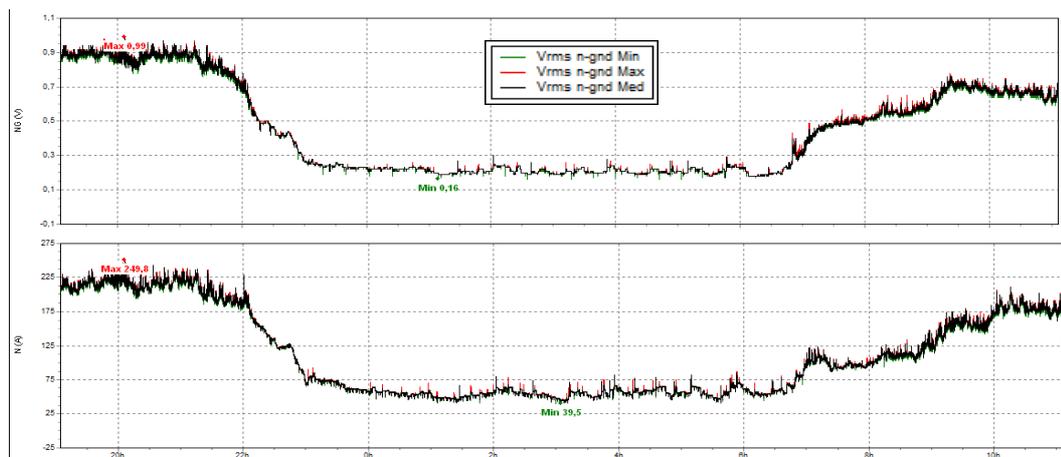
Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Corriente**

- L1 Imáx. = 1204.30 A
- L2 Imáx. = 1159.00 A
- L3 Imáx. = 1193.30 A

3.4.3.3 Tensión y amperaje neutro a tierra.

Figura 3.15: Tensión y Amperaje de Neutro a Tierra

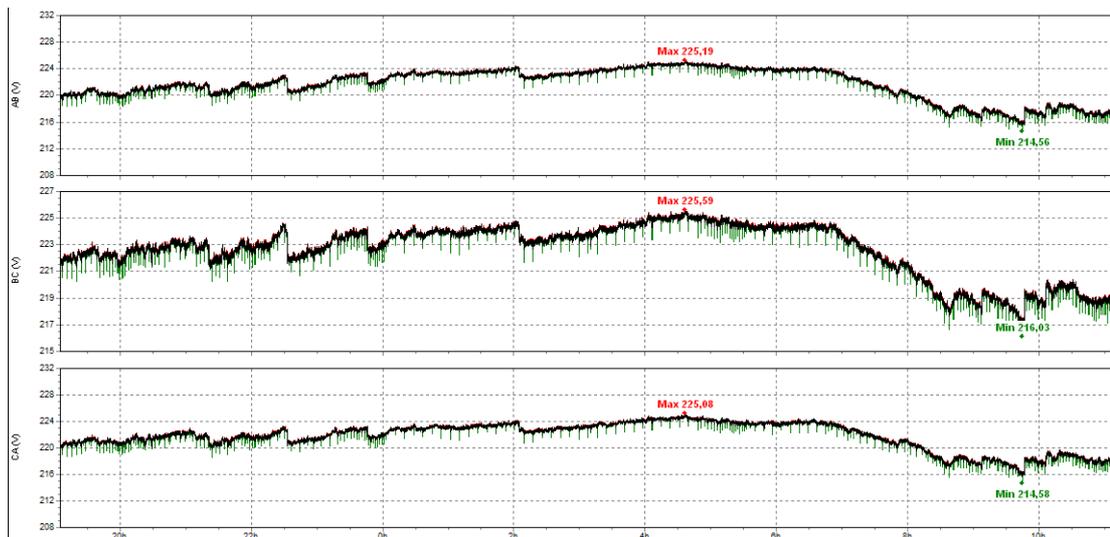


Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Tensión Mínima encontrada.**
 - N Vmín. = 0.16 V
- **Detalle de Tensión Máxima encontrada.**
 - N Vmáx. = 0.99 V
- **Detalle de Amperaje Mínimo encontrado.**
 - IN mín. = 39.5 V
- **Detalle de Amperaje Máximo encontrado**
 - IN máx. = 249.80 V

3.4.3.4 Tensión línea a línea.

Figura 3.16: Tensión de línea a línea



Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

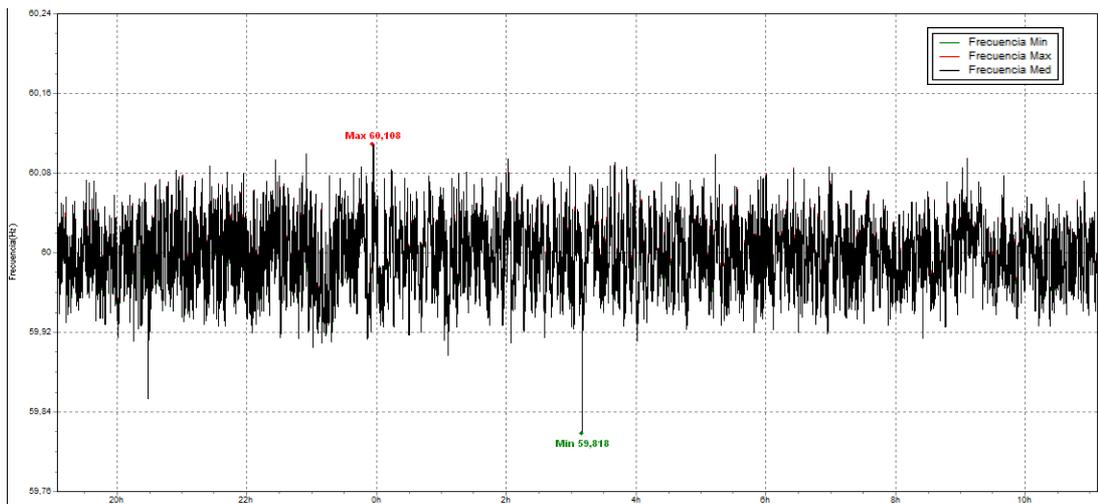
- **Detalle de Tensión Mínima encontrada.**
 - L AB Vmín. = 214.56 V
 - L BC Vmín. = 216.03 V
 - L CA Vmín. = 214.58 V

- **Detalle de Tensión Máxima encontrada**

- L AB $V_{\text{mín.}} = 225.19 \text{ V}$
- L BC $V_{\text{mín.}} = 225.59 \text{ V}$
- L CA $V_{\text{mín.}} = 225.08 \text{ V}$

3.4.3.5 Frecuencia.

Figura 3.17: Frecuencia



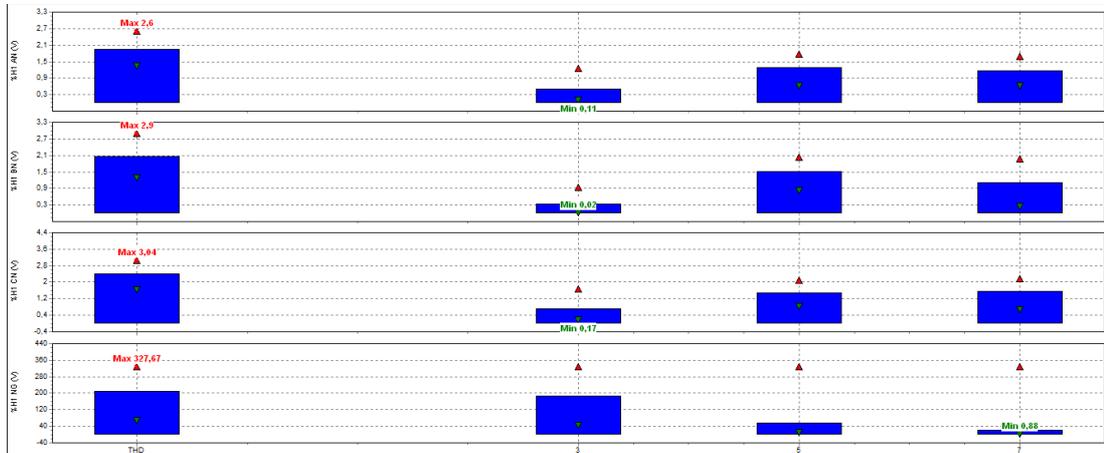
Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de la frecuencia**

- Valor de Frecuencia Mínimo: 59.818 Hz.
- Valor de Frecuencia Máximo: 60.108 Hz.

3.4.3.6 Armónicos / Histograma (THDv).

Figura 3.18: Armónicos de Voltaje



Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de armónicos máximos**

- %H1 AN = 2.6 %
- %H1 BN = 2.9 %
- %H1 CN = 3.04 %
- %H1 NG = 327.67 %

- **Detalle de armónicos mínimos**

- %H1 AN = 0.11 %
- %H1 BN = 0.02 %
- %H1 CN = 0.17 %
- %H1 NG = 0.88 %

3.4.3.7 Armónicos / Histograma (THDi).

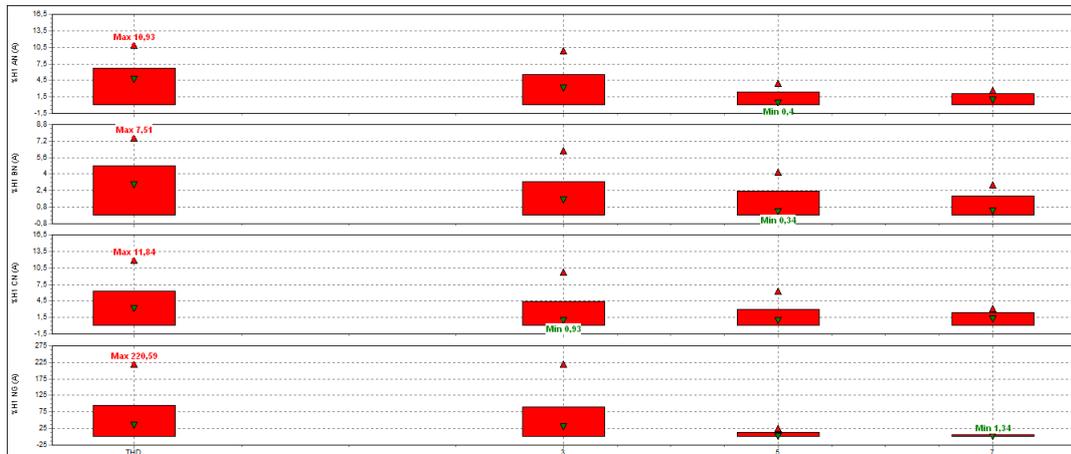


Figura 3.19: Armónicos de Corriente

Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de armónicos máximos**

- %H1 AN = 10.93 %
- %H1 BN = 7.51 %
- %H1 CN = 11.84 %
- %H1 NG = 220.59 %

- **Detalle de armónicos mínimos**

- %H1 AN = 0.4 %
- %H1 BN = 0.34 %
- %H1 CN = 0.93 %
- %H1 NG = 1.34 %

3.4.3.8 Armónicos de potencia (THD)



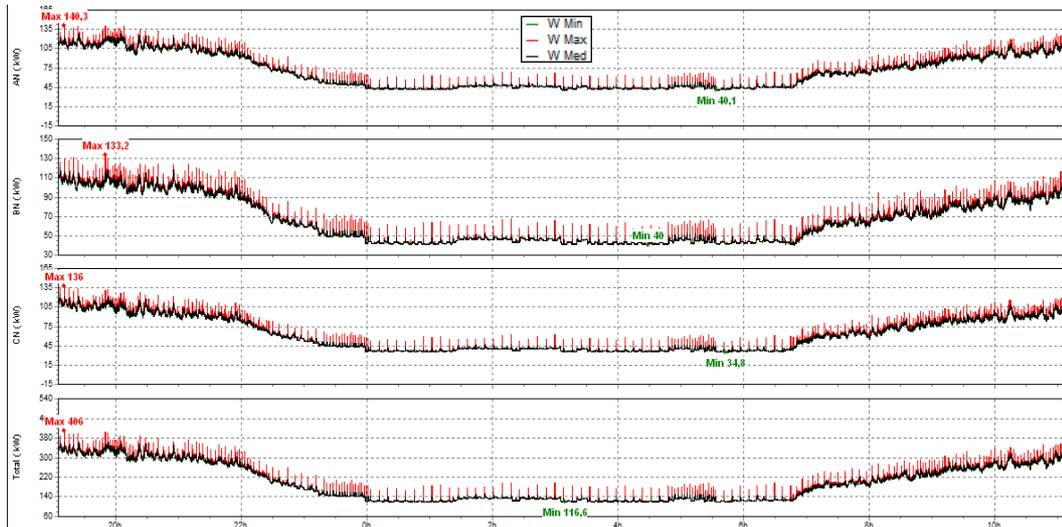
Figura 3.20: Armonicos de Potencia

Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de armónicos máximos**
 - %H1 AN = 0.15 %
 - %H1 BN = 0.67 %
 - %H1 CN = 0.187 %
- **Detalle de armónicos mínimos**
 - %H1 AN = - 0.036 %
 - %H1 BN = - 0.015 %
 - %H1 CN = - 0.009 %

3.4.3.9 Potencia real

Figura 3.21: Potencia real

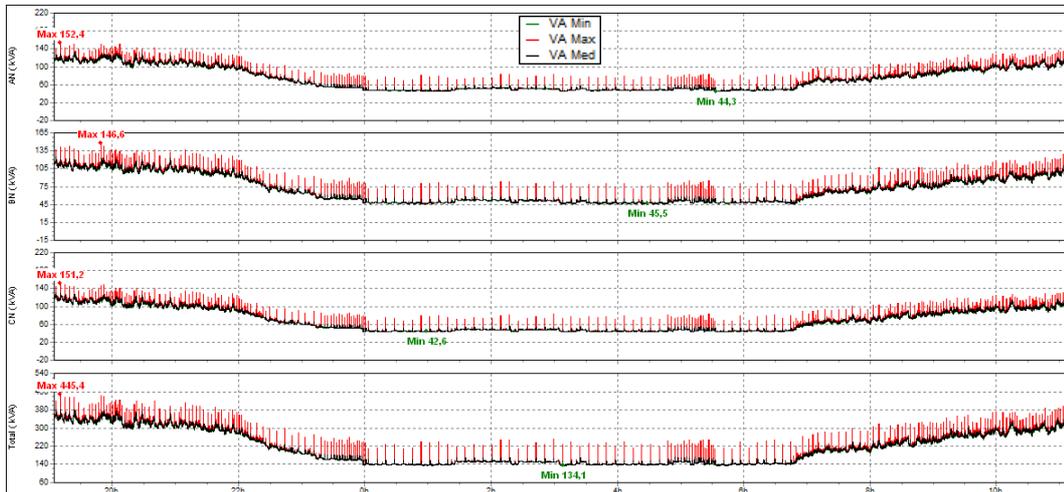


Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Potencia Real Máxima encontrada.**
 - L1 Pot. máx. = 140 Kw
 - L2 Pot. máx. = 133.2 Kw
 - L3 Pot. máx. = 136 Kw
- **Detalle de Potencia Real Mínima encontrada.**
 - L1 Pot. mín. = 40.1 Kw
 - L2 Pot. mín. = 40 Kw
 - L3 Pot. mín. = 34.8 Kw
- **Detalle de Potencia Real Total encontrada**
 - Pot. Real. mín Total = 116.6 Kw
 - Por. Real. máx. Total= 406 Kw

3.4.3.10 Potencia Aparente.

Figura 3.22: Potencia aparente



Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

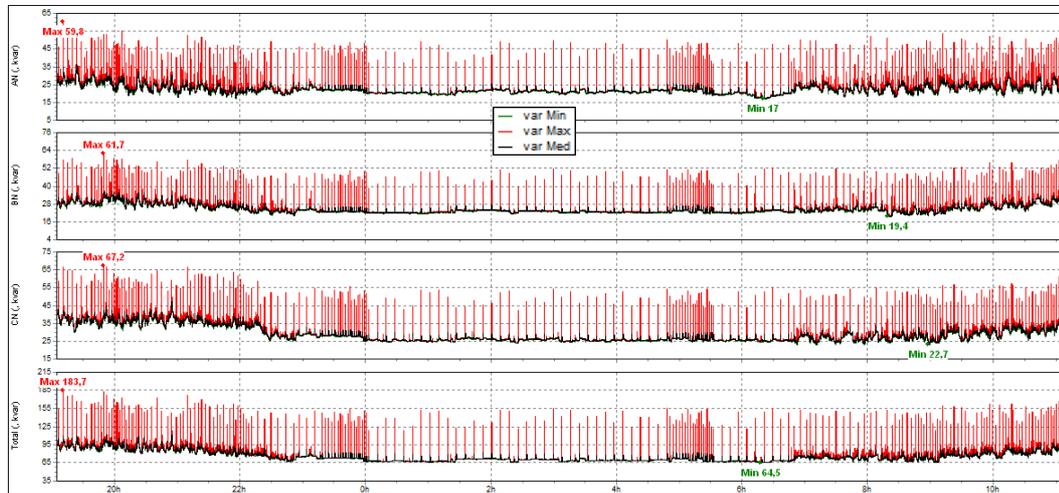
- **Detalle de Potencia Aparente Máxima encontrada.**
 - L1 Pot. máx. = 152.4 Kw
 - L2 Pot. máx. = 146.6 Kw
 - L3 Pot. máx. = 151.2 Kw

- **Detalle de Potencia Aparente Mínima encontrada.**
 - L1 Pot. mín. = 44.3 Kw
 - L2 Pot. mín. = 45.5 Kw
 - L3 Pot. mín. = 42.6 Kw

- **Detalle de Potencia Aparente Total encontrada**
 - Pot. aparente mín. Total = 134.1 Kw
 - Pot. aparente máx. Total = 445.4 Kw

3.4.3.11 Potencia reactiva

Figura 3.23: Potencia reactiva

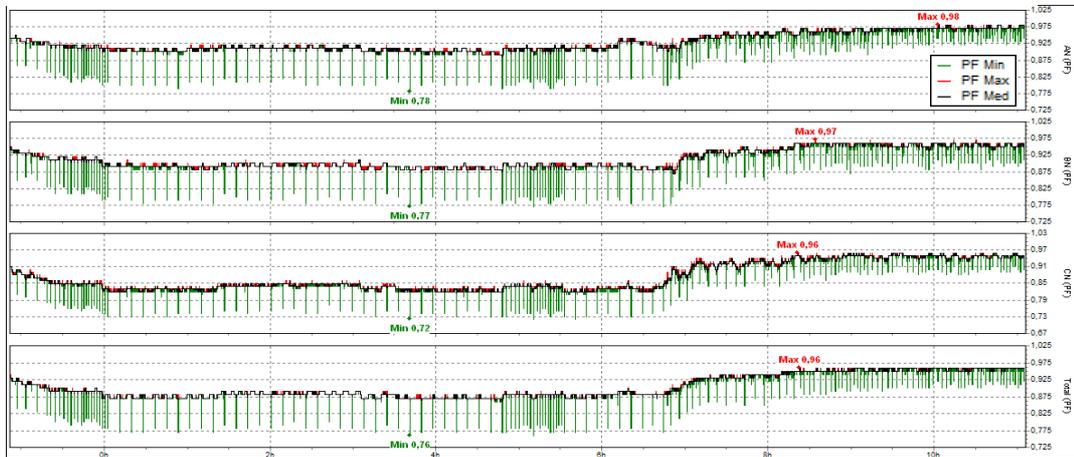


Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Potencia Reactiva Máxima encontrada.**
 - L1 Pot. máx. = 59.8 Kvar
 - L2 Pot. máx. = 61.7 Kvar
 - L3 Pot. máx. = 67.2 Kvar
- **Detalle de Potencia Reactiva Mínima encontrada.**
 - L1 Pot. mín. = 17 Kvar
 - L2 Pot. mín. = 19.4 Kvar
 - L3 Pot. mín. = 22.7 Kvar
- **Detalle de Potencia Reactiva Total encontrada**
 - Pot. reactiva mín. Total = 64.5 Kvar
 - Pot. reactiva máx. Total = 183.7 Kvar

3.4.3.12 Factor de potencia (%)

Figura 3.24: Factor de Potencia

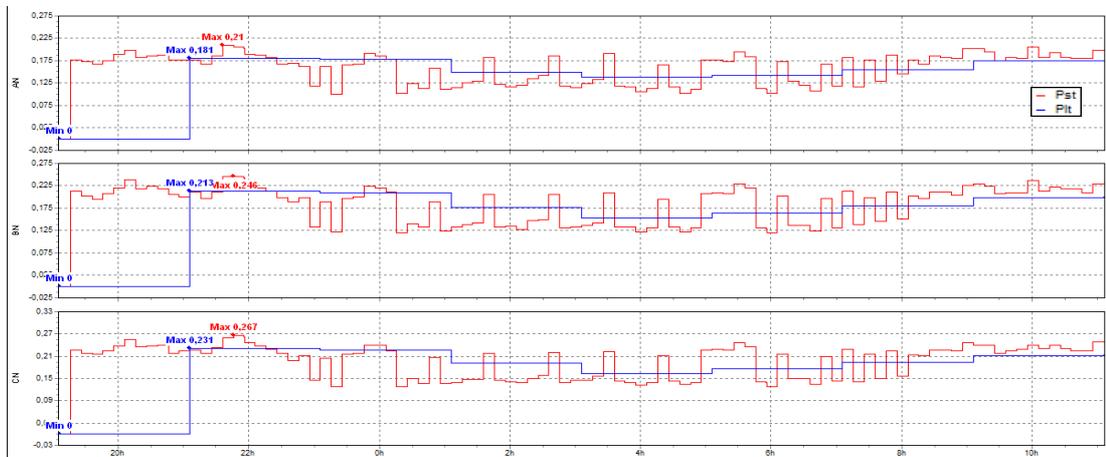


Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de factor de potencia mínimo**
 - FP AN mín. = 0.78
 - FP BN mín. = 0.77
 - FP CN mín. = 0.72
- **Detalle de factor de potencia máximo**
 - FP AN máx. = 0.98
 - FP BN máx. = 0.97
 - FP CN máx. = 0.96
- **Detalle de factor de potencia total**
 - FP total mín. = 0.76
 - FP total máx. = 0.96

3.4.3.13 Parpadeo.

Figura 3.25: Parpadeo



Fuente: Equipo analizador trifásico de energía FLUKE 435

- **Detalle de Parpadeo Máximo**

- AN (Pst) = 0.21
- AN (plt) = 0.181
- BN (Pst) = 0.246
- BN (plt) = 0.213
- CN (Pst) = 0.267
- CN (plt) = 0.231

3.4.4 Síntesis de las mediciones.

La U.P.S.-G cuenta con un transformador de potencia de 1MVA, con TAP en posición A de voltajes 13860/220/127 [V] y su relación de transformación actual es de 63 de 60 correspondiente a 13200/ 220/127 [V]. El análisis tuvo alcance al tablero de distribución principal TDF1 y el monitoreo tuvo inicio el 07/11/2013;19:05 y finalizó el 08/11/2013;11:05, donde a continuación damos a conocer lo relevante de estos registros.

- El voltaje línea a línea promedio máxima fue de 225.28 [V] y la mínima de 214.05 [V], registrando un valor máximo de 225.59 entre las líneas BC donde la fase B registró un valor máximo de 130.16 [V], estando dentro de los valores establecidos en las normas +/- 10% Un.
- La corriente promedio máxima fue de 1185.53 [A] y la mínima de 340.63 [A], donde la máxima corriente fue de 1201.3 [A] en la fase A el 07/11/13; 19:11:04 por 1 segundo debido al encendido directo de la bomba de agua, originando una corriente de arranque de aproximadamente 250 [A] reflejados en las tres fases.
- La potencia real promedio máxima fue de 135.5 [Kw] y la mínima de 38.3 [Kw], con una demanda máxima total de 406 [Kw].
- La potencia reactiva promedio máxima fue de 62.9[Kvar] y la mínima de 9.7[Kvar], con una demanda máxima total de 183.7 [Kvar].
- La potencia aparente promedio máxima fue de 150[Kva] y la mínima de 44.13[Kva], con una demanda máxima total de 445.4 [Kva].
- La tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (THDv) en las tres fases no rebasa el límite máximo permitido que es el 8%, el porcentaje máximo registrado de THD lo encontramos en la fase CN con 3.04%. La tasa de las armónicas 2, 3,5 y 7, cuyo máximo normado es 2%, 5%, 6%, 5% respectivamente, están por debajo de lo establecido.
- Para la corriente (THDi) en las tres fases no rebasa el límite máximo permitido que es 12% según la IEEE 519-1992 / IEC 6100-3-2, sin embargo las fases A y C manejan porcentajes de 10.93 y 11.84 respectivamente y están cerca del límite.

- Estos valores de porcentajes de distorsión de armónicas se pueden observar en las formas de ondas de corrientes según gráfico 3.18, distorsión en las crestas de las tres fases se puede notar con incidencia mayor en las fases A y C.
- Los parpadeos Pst (corta duración) y Plt (larga duración) en el sistema eléctrico fueron medidos, dando un valor de promedio de Pst 0.241 y Plt de 0.208, siendo el límite menor e igual a 1.

3.5 Identificación y etiquetado de tableros eléctricos.

3.5.1 Estandarización.

La estandarización en los procesos siempre ha sido el objetivo de toda empresa, organización e institución, con ello los resultados son alcanzados debido a las ventajas que presenta su implementación. Tal razón nos hace participar en mejorar la estructura de la nomenclatura de los tableros y paneles eléctricos que maneja la institución educativa.

Un gabinete eléctrico es un compartimiento metálico cerrado, estandarizado y certificado que ofrece garantía de protección de los componentes internos y seguridad a la manipulación de las personas. En adelante estableceremos nuevas definiciones basados en la norma CPE INEN 19:2001, con el fin de estandarizar el etiquetado.

Los nombres utilizados en el presente trabajo son:

- Gabinete de Distribución, llamado en adelante Panel de Distribución (PD).
- Gabinete de Control, llamado en adelante Tablero de Control (TC).
- Gabinete de Fuerza, llamado en adelante Tablero de Fuerza (TF).
- Gabinete de Fuerza y Control, llamado en adelante Tablero Fuerza y Control (TFC).
- Gabinete de Distribución y Fuerza, llamado en adelante Tablero de Distribución y Fuerza (TDF).

Todo tablero y panel eléctrico tiene especificaciones estandarizados citados en diferentes normas técnicas del País, las cuales damos a conocer las principales a continuación:

Norma: CÓDIGO DE PRÁCTICA SOBRE PROTECCIÓN DE INCENDIOS. INSTALACIONES ELÉCTRICAS SECCIÓN VIII PARTE 8: 1986

4. TABLEROS ELÉCTRICOS

4.1 Los tableros eléctricos deben instalarse en posiciones fácilmente accesibles y aprobadas, donde no haya presencia de pelusas de algodón, polvo o suciedad.

4.2 Si lo requieren las condiciones del sitio, la parte superior del tablero debe cubrirse con material resistente al fuego.

4.10 En la construcción de un tablero no debe usarse ningún elemento de madera.

4.11 En frente del tablero debe dejarse un espacio libre de 0,9 m de ancho mínimo. En la parte posterior al tablero debe dejarse, así mismo, un espacio libre de 0,75 m de ancho con una altura libre de 1,80 m.

5. DISTRIBUCIÓN DE FUERZA Y CONTROL DE MOTORES

5.1 Todo el equipo debe ser de construcción blindada, libre de polvo, ampliamente proporcionada y de capacidad adecuada.

5.2 El equipo debe ser accesible en todo tiempo. El almacenamiento de artículos no debe impedir el acceso a ninguna parte del equipo.

5.9 Cuando un tablero de distribución o un grupo de tableros se instalan en un local o edificio aislado de la fuente de suministro, deben proveerse medios adecuados de control y aislamiento, tanto cerca del tablero, como en el origen del suministro.

Norma: CPE INEN 19:2001, CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO.

384-13. Generalidades.- Todos los paneles de distribución deben tener unos parámetros nominales no inferiores a los mínimos del alimentador según la carga calculada, de acuerdo con lo establecido en la sección 220. Los paneles de distribución deben estar rotulados de forma duradera por el fabricante con su corriente y voltaje nominales, el número de fases para los que están diseñados y el nombre del fabricante o marca comercial, de manera visible aún después de su instalación y sin que los rótulos estorben la distribución del alambrado interior.

Todos los circuitos de un panel de distribución y sus modificaciones se deben identificar de manera legible en cuanto a su finalidad o uso, en un directorio situado en la puerta del panel o en su interior.

110-21. Rotulado.- Se marcará en todo equipo eléctrico el nombre del fabricante, la marca de fábrica, o cualquier otra señal descriptiva que permita la identificación de la empresa productora responsable del producto. Se proveerán otras marcas que indiquen el voltaje, corriente, wattage y otras capacidades. Las marcas serán de durabilidad suficiente para que resistan el ambiente local circundante.

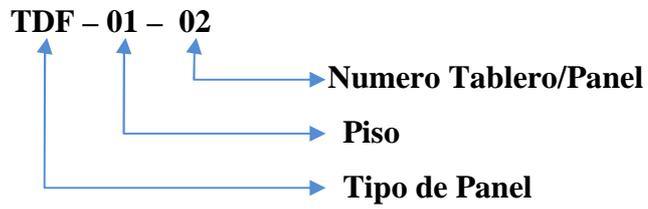
Los tableros y panales deben ser identificados por medio de un Serial o TAG que permita identificarlos de forma sencilla y fácil. Este debe ser impreso o gravado en la parte frontal del panel, con buena característica de lectura y contener los números de secuencia del tablero, número de cuarto, ubicación por piso, localización y tipo de panel.

La estructura a seguir lo presentamos a continuación:

Letra:	Tamaño: 20mm como mínimo. Color: Blanco Sombreado: Negro.
Tipo de Panel:	TDF.- Tablero de Distribución Fuerza TFC.- Tablero de Fuerza Control TC.- Tablero de Control PD.- Panel de Distribución
Piso:	1: Piso 1 (planta Baja) 2: Piso 2 3: Piso 3 4: Piso 4 T: Terraza
N° de Tablero/Panel:	01 al 99: Número de Tablero/Panel

Ejemplo Estructural:

Panel de Distribución Fuerza:



3.5.2. Identificación y etiquetado.

En la tabla 3.4 presentamos el listado de codificación de tableros y paneles eléctricos; allí también mostramos la estructura y nomenclatura utilizada para nombrar a los tableros y paneles; en la figura 3.26 Estandarización de paneles y tableros eléctricos, presentamos el formato utilizado para la elaboración de las etiquetas.

Figura 3.26: Estandarización de paneles y tableros eléctricos.

NOMBRE DEL TABLERO / PANEL			CODIGO DEL TAG		
NUMERO DE CUARTO:			ALIMENTADO DE:		
NUMERO DE PLANO:			ALIMENTA A:		
Armario	MATERIAL		INSTALACIÓN		PUERTA FRONTAL
	COLOR	CLASE DE PROTECCION	ENTRADA DE CABLE		SISTEMA DE BLOQUEO
	DIMENSIONES (Ancho - Fondo - Altura) mm.		PLINTO	PESO	
			(mm)	(Kg)	
AMBIENTE	TEMPERATURA AMBIENTE	CONDICIONES AMBIENTALES		REQUERIMIENTO HIGIENICO	
	°C				
ELECTRICO	CONSUMO POTENCIA	CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO		MEDICION DE ENERGIA	FUENTE UPS
	(Kw)	(KA)			

Fuente: Los autores

Tabla 3.4: Estandarización de paneles y tableros eléctricos.

ANEXO	NOMBRE DE PANEL/TABLERO ELÉCTRICO
41	PD1-1 Piso 1 Bloque D
42	PD1-2 Piso 2 bloque D
43	PD1-3 Biblioteca
44	PD1-4 Malecón Sur
45	PD1-5 Departamento médico
46	PD1-6 Bombas de agua de Piletas
47	PD1-7 Bar Patio central
48	PD1-8 Bar Patio central
49	PD1-9 Malecón Sur
50	PD1-10 Área Hall
51	PD1-11 Laboratorio de Radio
52	PD1-12 Camerino Aula Magna
53	PD1-13 Laboratorio 1
54	PD1-14 Laboratorio 2
55	PD1-15 Papelería
56	PD2-1 Auditorio Azul
57	PD2-2 Auditorio Rojo
58	PD2-3 Piso 100 bloque E
59	PD2-4 Piso 2 Bloque E
60	PD2-5 Cabina aula magna
61	PD2-6 Sonido aula magna
62	PD2-7 Cajas de Tomas 120V y 220V escenario
63	PD2-8 Tomacorriente doblePolarizado120V/15A Bloque C
64	PD2-9 Iluminación Bloque C
65	PD2-10 AACC aula magna
66	PD2-11 Computadoras UPS
67	PD2-12 Sistema
68	PD2-13 Pastoral
69	PD3-1 Piso 3 Bloque D
70	PD3-2 Piso 4 bloque D
71	PD3-3 Tomacorrientes Computadoras de Laboratorios bloque D
72	PD3-4 Bar bloque D
73	PD3-5 AACC Auditorio Rojo
74	PD3-6 AACC Auditorio Azul
75	PD3-7 Entrada UPS y TVS

ANEXO	NOMBRE DE PANEL/TABLERO ELÉCTRICO
76	PD3-8 Salida UPS
77	PD4-1 Piso 4 bloque E
78	PD4-2 Piso 3 bloque E
79	PD5-1 Investigación
80	PD5-2 Control Ascensor 1-2
81	PD5-3 Unidades enfriadoras de expansión Tipo Paquete York bloque E (UP4)
82	PD5-4 Unidades enfriadoras de expansión Tipo Paquete bloque D (UP5)
83	TC's Tableros de control
84	TFC-UC1 Unidades Enfriadoras de expansión York Biblioteca
85	TFC1-1 Iluminación exteriores
86	TFC1-2 Bombas de Agua
87	TFC1-3 Bombas Contra Incendio
88	TFC1-4 Generador
89	TFC2-1 AACC Bloque C
90	TFC2-2 AACC Bloque C
91	TFC2-3 Distribución regulada sistemas
92	TDF1 Distribución Principal
93	TDF2 Distribución Bloques Central, Exterior y C
94	TDF3 Tablero de AACC bloques Central y C
95	TDF4 Distribución cargas Teatro
96	TDF5 Tablero Distribución de Paso AACC Teatro
97	TDF6 Distribución de Paneles de los bloques D y E
98	TDF7 Distribución de unidades AACC bloque D y E
99	Tablero de distribución y fuerza principal TDF1
100	Tablero de distribución y fuerza principal TDF2
101	Tablero de distribución y fuerza principal TDF3
102	Tablero de distribución y fuerza principal TDF4
103	Tablero de distribución y fuerza principal TDF5
104	Tablero de distribución y fuerza principal TDF6
105	Tablero de distribución y fuerza principal TDF7
106	Demanda promedio 2012-2013 tomada de las planillas de la empresa eléctrica
107	Consumo de cargas eléctricas

Fuente: Los autores

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE REINGENIERÍA EN LAS INSTALACIONES DE LOS BLOQUES CENTRAL, C, D Y E

Luego de realizar el respectivo levantamiento eléctrico e inspección de todos los sistemas eléctricos, se ha determinado que no hay cambios de tipo estructural que se deban realizar.

Sin embargo se recomienda que antes de planificar cualquier ampliación en los bloques en mención, se considere revisar la información manifestada en este trabajo.

La factibilidad de un incremento de carga, dependerá de un análisis previo que permita conocer el porcentaje máximo de adición de carga que el sistema actual podría soportar.

A continuación se detallarán los cambios a nivel general, para pasar posteriormente a los cambios a nivel de tableros y demás.

4.1. Reingeniería de las instalaciones eléctricas

4.1.1 Acometida de 13.8 KV

Se considera que la acometida actual cumple con todos los sistemas de protección, que la norma ecuatoriana, regula.

4.1.2 Cuarto de transformador

Se recomiendan los siguientes cambios a realizar:

- **Construcción de un Pozo colector de aceite para el Transformador de distribución.**

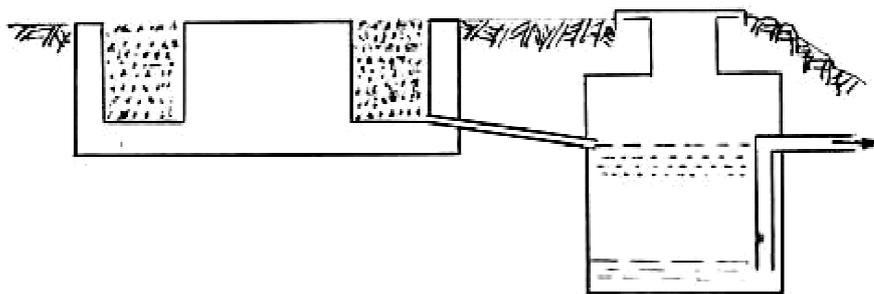
Alrededor de la cimentación del transformador, y como parte integral para evitar filtraciones la propuesta es la construcción de una fosa de derrames o pozo colector de aceite, completamente hecho de concreto.

En la parte superior de la fosa se colocara una rejilla metálica galvanizada para evitar caídas y encima de las mismas, piedras chispas o grava, que estaría ubicada en este lugar para enfriar el aceite dieléctrico en caso de derrame y disminuir el peligro de incendio.

En la parte más baja de la fosa de derrames se coloca un tubo para drenar, de diámetro de 2" suficiente para que no se tape con facilidad. El otro extremo del tubo entra a una fosa contenedora de desalajo para el aceite.

En la figura 4.1 se presenta un esquemático del foso colector de aceite y de la fosa contenedora de desalajo.

Figura 4.1: Construcción de un pozo colector de aceite



Fuente: Los Autores

- **Instalación de alumbrado general, de emergencia y tomacorrientes de servicios generales dentro de cuarto de transformación.**

Como lo indican las normas del NATSIM en su apartado 14.3 en el cuarto de transformación debe haber lámparas de alumbrado general y tomacorrientes de uso general, además que por normas de seguridad se debe poner lámparas de emergencia señalando las salidas.

En el cuarto actualmente sólo existe una lámpara de alumbrado general, por lo que se sugiere implementar un circuito de tomacorrientes, además de la instalación de tres lámparas de emergencia.

El sistema de tomacorrientes está compuesto por un tomacorriente polarizado.

En cada puerta de acceso se deberá ubicar lámparas de emergencia para señalización de las mismas en caso de una emergencia.

- **Instalación de extintores contra incendios.**

Debido a que actualmente no hay en el cuarto de transformadores extintores se considera como propuesta en este diseño instalar extintores de 5Kg de CO₂ (dióxido de carbono), apropiados para fuegos eléctricos. Este tipo de equipos difieren de los PQS (polvo químico seco), ya que al usarse en equipos eléctricos pueden ocasionar daños severos, a diferencia de los de CO₂ que generan un gas que genera frío, sin afectar los dispositivos.

Estos extintores se colocaran cerca de las puertas de acceso al cuarto de transformación como en el área destinada a los tableros eléctricos.

Figura 4.2: Extintor



Fuente: Los Autores

Características del equipo

Descripción: Extintores CO2.

Cuerpo

De acero de alta calidad

Presión de prueba: $PT = 250 \text{ bar.}$; Volumen: $V = 7,5 \text{ l.}$

Diámetro del recipiente: $D = 137 \text{ mm.}$

Válvula y difusor

Válvula con cuerpo de latón que además lleva una anilla de seguridad, un precinto, una maneta de apertura y control en acero, con manguera y difusor especial CO2.

Longitud de disparo del CO2: $L = 4 \text{ m.}$

Agente extintor

CO2 Dióxido de Carbono – (Tol. Llenado: $+0 / +5\%$)

Tiempo descarga: 15 s.

GAS PROPULSOR Y PRESIÓN DE SERVICIO.

CO2 Dióxido de Carbono; $PS = 174 \text{ bar.}$

Soportes

Tipo pared, soporte transporte o armario.

Temperatura de utilización

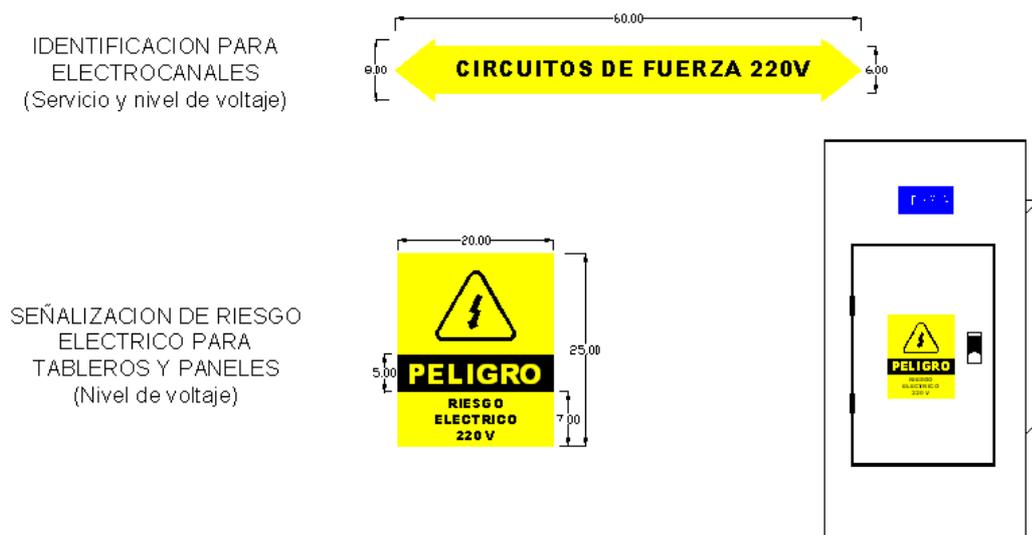
- 20°C + 60°C.

Eficacias fuegos A, B y C.

89B - C.

Además de la instalación de un grupo de extintores también se debe instalar letreros y acrílicos de señaléticas para información de seguridad del personal y de equipos.

Figura 4.3: Letreros de señalización



Fuente: [Ficha Técnica Extintores](#)

- **Bases y Anclaje del transformador**

El cuarto del transformador no dispone de una base de concreto; y según el NATSIM en su apartado 14.3, se recomienda construir sobre el piso una base de hormigón de por lo menos 10 cm de espesor, diseñada para soportar los

transformadores, y el transformador deberá de estar anclado a esta base, para evitar movimientos, por la propia naturaleza del equipo.

Como se puede observar en la FIGURA 4.1 No existe la base de hormigón, y las bases del transformador descansan sobre unas ruedas, algo peligroso.

Fotografía 4.1: Transformador



Fuente: Los autores

- **Dimensiones del cuarto del transformador**

Según lo indicado en el NATSIM en su apartado 14.3, las dimensiones para el cuarto de transformador, según la potencia del mismo deberán ser 6.0 x 4.0 m, como se puede observar en la FIGURA 4.2 no se está cumpliendo esa norma.

También se observa el panel de medición, muy cercano al transformador, este debería estar más alejado para prevenir algún inconveniente con la conexión de alta en el transformador

Fotografía 4.2: Cuarto del transformador



Fuente: Los autores

- **Celda de Media Tensión**

Adjunto al cuarto de transformación se halla una celda de media tensión de protección, y cuya división con el cuarto del transformador es una pared falsa de madera, que según el NATSIM en su apartado 14.1 menciona la colocación de una pared divisoria entre el transformador y la celda.

Fotografía 4.3: Celda de protección



Fuente: Los autores

4.1.3 Cuarto de Tableros en Baja Tensión

En el cuarto de tableros contiguo al cuarto de transformación, se encontró algunas derivaciones de circuitos, que no están dirigidas a través de los electrocanales, siendo esto un riesgo para la seguridad del sistema eléctrico, se detalla imágenes de lo encontrado:

Fotografía 4.4: Tableros



Fuente: Los autores

4.1.4 Sistema de malla a tierra

- **Auditoria al sistema actual de protección a tierra del bloque C, D y E**

Según la información presentada en plano eléctrico de la edificación, con fecha de aprobación de la empresa eléctrica Abril, del 2010, se indica que existen las siguientes mallas de tierras:

- Malla de tierra independiente para cuarto de transformador.
- Malla de tierra independiente para el generador.
- Malla de tierra independiente para el pararrayos.
- Malla de tierra independiente para los laboratorios de computación.

Debido a la poca facilidad de encontrar pozos de revisión, para estos sistemas de puesta a tierra, se pudo determinar las siguientes mallas a tierra:

- Malla de tierra del Generador
- Malla de Tierra de Panel de Distribución Principal
- Malla de Tierra de Paneles de Distribución de Aires acondicionados 1
- Malla de Tierra de Paneles de Distribución de Aires acondicionados 2
- Malla de Tierra de Pararrayos

Con la ayuda del equipo FLUKE 1630, equipo con las siguientes características:

La pinza medidora de resistencia de tierra 1630 pinza de mano alimentada con baterías que mide la resistencia de una varilla de toma de tierra sin utilizar varillas auxiliares. La pinza se puede utilizar en sistemas con varias conexiones a tierra sin desconectar la conexión a tierra en comprobación, y se puede utilizar en las siguientes aplicaciones:

- Comprobación de resistencia de tierra en torres de alto voltaje, edificios, subestaciones de telefonía celular y transmisores de RF.
- Inspección de sistemas de protección de alumbrado.

Fotografía 4.5: Medidor Fluke 1630



Fuente: Los autores

Fotografía 4.6: Mediciones de tierra



Fuente: Los autores

Por tanto las lecturas que se tuvieron de las mallas, a continuación fueron:

Tabla 4.1: Lecturas de mallas de tierra

Malla	Unidades	Valor
Malla de tierra del Generador	Ohmios (Ω)	3.2
Malla de Tierra de Panel de Distribución Principal	Ohmios (Ω)	0.326
Malla de Tierra de Paneles de Distribución de Aires acondicionados 1	Ohmios (Ω)	1.445
Malla de Tierra de Paneles de Distribución de Aires acondicionados 2	Ohmios (Ω)	0.621
Malla de Tierra de Pararrayos	Ohmios (Ω)	0

Fuente: Los autores

- **Conclusiones del sistema de protección a tierra.**

Acorde a lo que la norma IEEE 80-1986, indica para sistemas de puesta a tierra, la resistencia debe ser menor a 10.00 Ohmios (Ω), por tanto se concluye que esta malla, está en condiciones aceptables para un sistema de protección

En la malla de tierra del pararrayos, se hizo la medición con el equipo FLUKE 1630, y se determinó que estaba desconectada, no se puede tampoco concluir en qué punto está desconectada, ya que el cable bajante del pararrayos, en la planta baja, no pasa por una caja de paso, para su revisión, por tanto se sugiere, hacer una revisión más a fondo de este sistema de tierra; tomando en cuenta que el pararrayos tipo dipolo está instalado en la azotea para protección del edificio.

4.1.5 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Los sistemas de protección minimizan potenciales amenazas de perturbaciones, como descargas eléctricas atmosféricas, es debido a que se tiene una amenaza mínima o potencial cuando se tiene un fenómeno como una descarga eléctrica atmosférica o rayo, y se debe conocer muy bien su proceso de formación y los efectos que produce al impactar a una estructura de forma directa o indirecta este fenómeno.

En la historia quien descubrió el carácter eléctrico de los rayos atmosféricos e invento el pararrayos, fue benjamín franklin. (1706 – 1790), físico, escritor y político norteamericano.

Se denomina descarga directa o rayo a la que se produce en caso de tormenta entre nube y nube o entre nube y tierra. Está caracterizada por las enormes tensiones puestas en acción por las elevadas intensidades y por su pequeña duración.

La acumulación de cargas eléctricas en la atmósfera hace que el conjunto nube - Tierra se comporte como las dos placas de un condensador que se va cargando cada vez más. Cuando la intensidad del campo eléctrico se hace suficientemente elevada

(unos 500 kV/m), el condensador se descarga casi instantáneamente, originándose el rayo o descarga directa entre la nube y la tierra o en otros casos, entre nubes cargadas con distinto signo. De esta forma se establece la compensación de cargas eléctricas entre nube y tierra.

El rayo puede deteriorar las instalaciones eléctricas de forma directa (rayo directo) o en forma indirecta (rayo indirecto). El primero es más frecuente y peligroso y ocurre cuando la descarga cae directamente en la línea de transmisión de corriente; en este caso la línea recibe bruscamente una tensión muy elevada produciendo descargas a tierra a través de los postes o del cable de guarda si se instala este elemento de protección. El segundo se refiere a descargas que producen tensiones elevadas, pero que viajan a través de las líneas.

Las descargas atmosféricas son eventos naturales sobre los cuales el hombre no tiene ninguna potestad y representan un factor que pone en riesgo la seguridad de los seres vivos y el adecuado funcionamiento de los dispositivos, equipos y sistemas eléctricos y electrónicos.

Cada país ha buscado solucionar el problema de la protección contra rayos. Como producto de esto, se han diseñado normas como la IEC62305 de carácter internacional donde se explica a detalle cada aspecto de un sistema de protección contra descargas atmosféricas.

Grandes áreas de la Industria, el Comercio, las Finanzas, las Comunicaciones, dependen cada vez en mayor medida de las técnicas electrónicas e informáticas.

En consecuencia existe una mayor exigencia en cuanto a los niveles de seguridad y protección que aseguren la disponibilidad y pleno rendimiento de los equipos.

A causa de estas elevadas tensiones pueden producirse descargas en retroceso desde el poste hacia las líneas; para evitar estas descargas, la resistencia de paso del poste debe ser lo más reducida posible.

Cuando un rayo directo cae sobre un poste de madera, generalmente se producen grietas y resquebrajaduras, con el peligro que la corriente ulterior de servicio pueda hacer que arda el poste.

En la actualidad el bloque C, D y E no disponen de un sistema de protección contra descargas atmosféricas, dicho lo cual partiremos por realizar un análisis de riesgo para saber qué nivel de daño podría sufrir la estructura, las personas que se encuentren en el edificio, o los equipos con los que se cuente en los bloques.

Partiendo de esta premisa, y en base a la norma internacional IEC Standard 62305-2, que abarca la “protección contra descargas atmosféricas”; se dispone de una hoja en Excel donde podemos obtener el nivel de riesgo para una determinada estructura en función de los siguientes parámetros:

Densidad de impactos de Rayo (Ng): Es la medida de cuántos impactos de rayo se han presentado por kilómetro cuadrado, por año, en un área determinada. Entre más alto este valor, más alta es la probabilidad, de impactos de rayo, lo cual determinará un alto nivel de protección contra descargas.

Para el caso de los bloques C, D y E, vamos a referirnos a un informe del Sistema Nacional de Trasmisión desarrollado en la Escuela Politécnica Nacional durante el año 2008 el cual menciona que mediante datos de la Dirección de Aviación a través de su base de datos del monitoreo del clima se pudo valores para varias zonas del país

Para Guayaquil se toma un valor de 5.

Daño a vidas humanas (h): Es un factor que indica la presencia de personas, y el nivel de pánico dentro del edificio; en caso de una descarga atmosférica, y viene dada por la siguiente clasificación:

- Sin daño particular 1
- Bajo nivel de pánico, (menor o igual a 2 pisos o menor a 100 personas) 2

- Medio riesgo de pánico (menor a 1000 personas) 5
- Dificultad para evacuar (personas discapacitadas, hospitales) 5
- Alto riesgo de pánico (mayor a 1000 personas) 10
- Peligro para el entorno donde está situado el edificio 20
- Contaminación del entorno o medio ambiente 50

Para el caso de los bloques C, D y E vamos a tomar el valor que corresponde a alto riesgo de pánico 10, por la aproximación de la cantidad de estudiantes en horas pico que se pudieran encontrar en la universidad.

Coefficiente de ocupación (Lf1): Es el factor de reducción de riesgo con respecto, al nivel de ocupación en el edificio, y tenemos:

- Estructura desocupada 0.1
- Estructura normalmente ocupada 0.01

Para el caso de los bloques C, D y E corresponde el valor de 0.01 que corresponde a una estructura normalmente ocupada.

Ubicación relativa del sitio (Cd): Es la reducción del factor de riesgo con respecto a la ubicación y entorno, de la estructura, por ejemplo, opciones de impacto de rayos es minimizada en un edificio que está situado junto a un edificio de gran altura. Para determinar este factor tenemos:

- Rodeada por objetos altos 0.25
- Rodeado por objetos de la misma o menor altura 0.5
- Objeto aislado 1
- Objeto aislado en la parte más alta 2

Para el caso de los bloques C, D y E corresponde el valor de 1 debido a que la estructura en mención está aislada, casi no hay objetos de altura considerable a su alrededor.

Riesgo de incendio (rf): Es el factor de reducción de riesgo, con respecto a cuan inflamable pudiera ser el material que se encuentre dentro del edificio, por ejemplo el caso de un impacto de rayo sobre una estación de gasolina, sería menor que si impactara sobre una fábrica de cemento, y tenemos las siguientes opciones:

- Contiene elementos explosivos 1
- Construcción con elementos combustibles 0.1
- Riesgo de fuego ordinario 0.01
- Bajo o ninguno 0.001
- Para el caso de los bloques C, D y E corresponde el valor de 0.01, que es el equivalente a un nivel ordinario de inflamabilidad.

Para terminar de completar la información en la hoja de cálculo, necesitamos las dimensiones, del bloque:

Dimensiones Generales

Largo (L): 50 metros

Ancho (W): 60 metros

Altura (H): 20 metros

Resultados

Los resultados del análisis que a través de la hoja de Excel se obtuvieron fueron los siguientes:

Riesgos de lesiones a seres vivos:	Existe riesgo
Riesgo de pérdida de servicios:	No existe riesgo
Riesgo de pérdidas patrimoniales:	No existe riesgo

Análisis de los datos obtenidos

El riesgo por lesiones a seres vivos, tiene su justificación en la cantidad de personas que normalmente ocupan las instalaciones de la estructura; enfocando el riesgo de peligro en un momento de pánico que se pudiera presentar, cuando exista una o varias descargas que ocasionaren algún tipo de afectación a la estructura.

Por otro lado la densidad de impactos de raro en la zona donde se encuentra la estructura, es tan mínimo que no representa riesgo alguno para que se pueda considerar algún tipo de riesgo de daños materiales dentro del bloque.

Figura 4.4: Análisis de riesgo para descargas atmosféricas

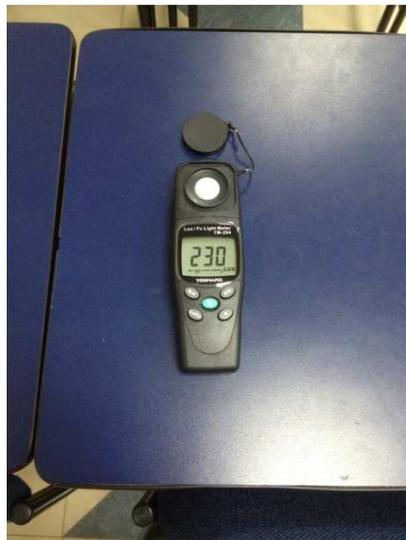
LIGHTNING RISK ASSESSMENT CALCULATIONS	
Building / Installation :	BLOQUE C, D UPS-G
Building ID No.	Francisco Robles st107
LIGHTNING DENSITY	Ng= <input type="text" value="5"/>
STRUCTURE	
Length L(m)	L= <input type="text" value="50"/>
Width W(m)	W= <input type="text" value="60"/>
Height H(m)	Hi= <input type="text" value="20"/>
Chimney/Tower height (m)	T= <input type="text" value="2"/>
DANGER FOR PEOPLE	h= <input type="text" value="High risk of panic (> 1000 persons)"/>
OCCUPATION OF THE STRUCTURE	Lf1= <input type="text" value="Structure normally occupied"/>
LIGHTNING CONDUCTOR	Pd= <input type="text" value="None"/>
Electrical Line	Ai= <input type="text" value="Underground"/>
RELATIVE LOCATION OF THE STRUCTURE	Cd= <input type="text" value="Structure surrounded by similar or lower objects"/>
FIRE RISK	rf= <input type="text" value="Ordinary"/>
SERVICE	Lf2= <input type="text" value="TV, Communication, Electricity, Radio"/>
SURGE ARRESTOR	Pi= <input type="text" value="None"/>
RESULTS OF THE RISK ASSESSMENT	
Risk of human loss	R1= <input type="text" value="NOT ACCEPTABLE"/>
Risk of loss of service	R2= <input type="text" value="ACCEPTABLE"/>
Risk of loss of cultural heritage	R3= <input type="text" value="ACCEPTABLE"/>
Notes:	

Fuente: <http://electrical-engineering-portal.com/>

4.1.6 Estudio de iluminación de Aulas y Biblioteca

Se pudo verificar mediante mediciones realizadas en sitio con un luxómetro TENMARS Modelo TM-204, que debido a sombras y la falta de lámparas en la mayoría de las aulas y biblioteca, el nivel de iluminación no es el ideal, por lo que se incrementará la potencia de las lámparas, para que se cumpla con el estandar que indica la norma internacional.

Fotografía 4.7: Medición de intensidad lumínica en aulas



Fuente: Los Autores

Según diversos estudios de luminotécnica y la norma internacional ISO 8995:2002/CIE S008-2001, IDT se indica que el valor mínimo de nivel de iluminación de las aulas y laboratorios es de 500 Lux (Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos, verificar en la tabla).

Tabla 4.2: Especificaciones de niveles de iluminación.

Tipo de interior, tarea o actividad	LUX
Museos (general)	300
BIBLIOTECAS	
Estanterías (de libros)	200
Áreas de lectura	500
Mostradores	500
PARQUEOS PUBLICOS (interiores)	
Rampas ent/sal (durante el día)	300
Rampas ent/sal (durante la noche)	75
Sendas de tránsito	75
Áreas de parqueo	75
Oficina de entrada	300
EDIFICIOS EDUCACIONALES	
Local de juegos (escuela)	300
Aula de pre-escolares	300
Aula de habilidades pre-escolares	300
Aulas, locales de profesores	300
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500
Salas de lectura	500
Pizarras, pizarrones	500
Mesa de demostraciones	500
Locales de artes y oficios	500
Locales de artes (en escuelas de arte)	750
Salas de dibujo técnico	750

Fuente: ISO 8995:2002/CIE S008-2001

Por lo cual presentamos un detalle de las mediciones que se hicieron en los 3 tipos de aulas del bloque D, aula del bloque C, y biblioteca:

Tabla 4.3: Medición de intensidad lumínica en aulas y biblioteca

	Bloque D			Bloque C	Biblioteca
	Aula A	Aula B	Aula C	Aula A	
Largo	8	8	7.75	8.55	15.5
Ancho	7	5.5	3.75	4.8	11.5
Altura	2.75	2.75	2.75	3.5	3.75
Número de luminarias	9	9	6	6	16
Tipo luminaria	3x17 W	3x17 W	3x17 W	3x32 W	3x17 W
Potencia Total (W)	459	459	306	576	816
Lux promedio	223	246	220	440	157

Fuente: Los Autores

De los resultados obtenidos podemos concluir que el único bloque de aulas que tiene un nivel aceptable de nivel de iluminación son las aulas del bloque C; por el contrario las aulas del bloque D, y la biblioteca, requieren incrementar su nivel de iluminación.

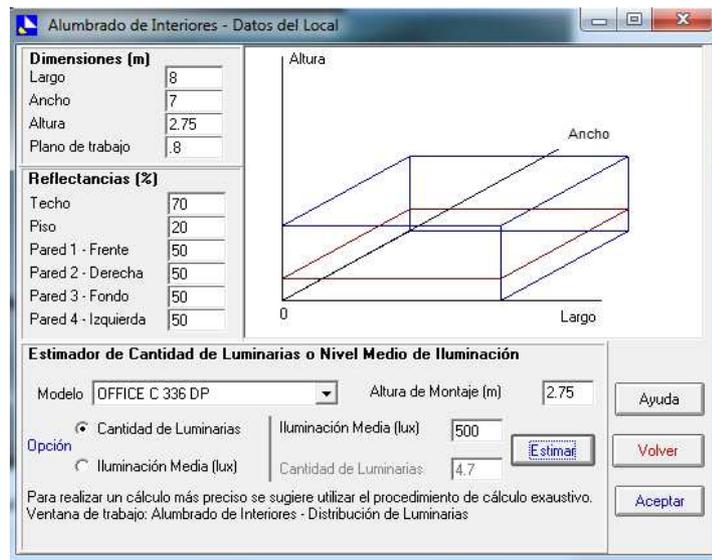
Reestructuración de luminarias

Para saber el nivel de iluminación que tendrían las aulas en mención, al incrementar la potencia de las luminarias, nos servimos del software Gratuito LumenLUX versión 2.0, 2005, realizado por la compañía de Luminarias LUMENAC S.A., que distribuye este software gratuito en su página de internet www.lumenac.com, con la única finalidad de orientar a sus clientes y amigos para resolver sus cálculos luminotécnicos de manera más exacta y eficiente.

Utilizaremos como ejemplo el aula A, reemplazando en el software las luminarias 3 x 17W, por luminarias 3 x 32W:

Ingresaremos las dimensiones del área a trabajar, así como el nivel mínimo de iluminación, que se requerirá, con lo cual se nos indica que para un mínimo de 500 lux, se requerirá un mínimo de 5 lámparas.

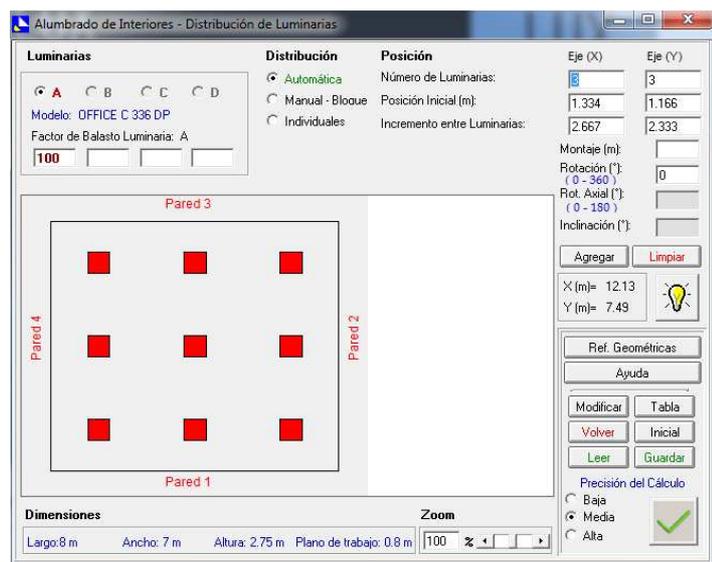
Figura 4.5: Dimensiones del área a calcular



Fuente: Software LUMENLUX

A continuación vamos a seleccionar la ubicación de las luminarias, y la cantidad; el número de luminarias seguirá siendo 9:

Figura 4.6: Distribución de luminarias



Fuente: Software LUMENLUX

Resultados:

Iluminación media: 685 Lux.

Iluminación máxima: 900 Lux.

Iluminación mínima: 328 Lux.

Figura 4.7: Resultados

VALORES CARACTERISTICOS OBTENIDOS	
Iluminancia Media (Emed):	685 lux
Iluminancia Máxima (Emáx):	900 lux
Iluminancia Mínima (Emin):	328 lux
Uniformidad G1 (Emin / Emed):	1 : 2.1
Uniformidad G2 (Emin / Emáx):	1 : 2.7
Flujo Total de Lámparas:	78300 lm
Flujo Total por Unidad de Area:	1398 lm/m ²
Potencia eléctrica Total:	1.21 kW
Potencia Eléctrica Específica:	21.69 W/m ²

Fuente: Software LUMENLUX

4.2. Propuesta de plan de evacuación

4.2.1. Introducción

Es de vital importancia en cualquier centro de educación superior, un plan de evacuación que garantice la salud y bienestar de las personas que se hallen en el bloque C, D y E en el caso desafortunado de una situación de emergencia.

Como norma guía, este plan ha sido elaborado en base al Decreto Ejecutivo 2393 (IESS, 1988), que es el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo, así como el Plan Institucional de Emergencias para Centros Educativos. (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2010)

4.2.2. Objetivo

El objetivo fundamental de este Plan, es asegurar la integridad física de los ocupantes del bloque C, D y E ante una situación de emergencia, así como salvaguardar sus bienes y propiedades, como primer aspecto a implementar se debe organizar a los responsables para la contingencia de una emergencia.

La organización del comité de emergencia para el bloque C, D y E estará conformada por:

- Departamento administrativo de la sede Guayaquil.
- Conserje general del bloque.

Se recomienda que el departamento administrativo seleccione al conserje del bloque, que podría ser la persona que actualmente cumple la función de supervisor del personal de servicio, por el conocimiento global que tiene del bloque, así como la permanencia en los bloques en las horas de mayor afluencia de personas.

- Líderes de cada piso.

Se recomienda que los líderes de cada piso sean escogidos, entre el personal que está cargo de mantenimiento y limpieza del edificio.

4.2.3. Responsables del plan de emergencia

Comité de administración

- Brindar los equipos e implementos para la idónea operación del plan.
- Contactar a las autoridades locales (bomberos, policía, ambulancia).
- Mantener una actualización anual del plan.

Responsable del bloque

- Asumir la responsabilidad como “jefe de emergencia”.
- Conocer y comprender cabalmente el plan.
- Supervisar y ejecutar los procedimientos establecidos en el plan de emergencia.

- Organizar simulacros junto al comité de administración.
- Revisar periódicamente las instalaciones.
- Conocer el funcionamiento de los equipos contra incendio y las instalaciones del edificio.

Líderes de pisos

- Conocer y comprender cabalmente el plan.
- Conocer el funcionamiento y operación de los equipos contra incendio.
- Colaborar en el entrenamiento de las personas en su piso.
- Dirigir la evacuación de su piso hacia el punto de reunión y zona de seguridad.
- Participar en reuniones de seguridad.
- Comunicar irregularidades al comité de administración.

Dentro de las características que se deben tener en cuenta para escoger a los líderes de piso, se detallan:

- Disponibilidad de tiempo (docente que tenga asignada la mayor cantidad de horas en el bloque).
- Estado físico compatible con los requerimientos que establece el cargo.
- Liderazgo para ejercer el rol de jefatura en momentos críticos y que entregue confianza y credibilidad.
- Criterio para tomar decisiones oportunas y con el menor riesgo posible para los ocupantes.
- Conocimiento del edificio, su entorno, uso de los equipos contra incendio y vías de evacuación.

Se recomienda que al inicio de la implementación de este plan, se realice un test de aptitudes a todos los docentes, con el objetivo de determinar el nivel de capacidad de cada uno; y escoger los que más alto puntaje tengan, para estas responsabilidades.

4.2.4. Amenazas

Antes de detallar las amenazas que a las que se hará frente en caso de presentarse, vamos a describir ciertos términos que serán utilizados en dicho tema:

Emergencia: Es la combinación imprevista de circunstancias que podrán dar por resultado peligro para la vida humana, daño a la propiedad, los bienes y el medio ambiente.

Evacuación: Es la acción de desalojar un local o edificio en que se ha declarado un incendio u otro tipo de emergencia (sismo, escape de gas, etc.).

Vía de Evacuación: Camino expedito, continuo y seguro que desde cualquier punto habitable de una edificación conduzca a un lugar seguro.

Punto de Reunión: Lugar de encuentro, tránsito o zona de transferencia de las personas, donde se decide la vía de evacuación más expedita para acceder a la Zona de Seguridad o de Menor Riesgo establecida.

Escape: Medio alternativo de salida, razonablemente seguro, complementario de las Vías de Evacuación.

Zona de seguridad: Lugar de refugio temporal en un edificio construido en forma que ofrezca un grado alto de seguridad frente al incendio u otra emergencia que se pueda presentar (sismo, fuga de gas, etc.).

Zona vertical de seguridad: Espacio vertical de un edificio que desde el nivel superior hasta el de la calle, permite a los usuarios protegerse contra los efectos del fuego, el humo, gases y evacuar masiva y rápidamente el inmueble.

Escalera: Parte de una vía de circulación de un edificio, compuesta de una serie de peldaños o escalones horizontales colocados a intervalos verticales iguales.

Flujo de ocupantes: cantidad de personas que pasan a través del ancho útil de la vía de evacuación, en la unidad de tiempo. Se expresa en personas / minutos.

Vía habitual: Vía de Evacuación que se usa normalmente como vía de ingreso y de salida en los edificios en condiciones normales. Su tramo seguro puede estar estructurado como Zona Vertical de Seguridad.

Incendio: Fuego descontrolado que provoca daños a las instalaciones y puede lesionar a las personas.

Amago de Incendio: Fuego descubierto y extinguido a tiempo.

Explosión: Fuego a mayor velocidad, produciendo rápida liberación de energía, aumentando el volumen de un cuerpo, mediante una transformación física y química.

Sismo: Movimiento telúrico de intensidad variable debido a una liberación de energía en las placas tectónicas.

Tipos de amenaza

De acuerdo con su origen las amenazas se clasifican en tres grupos o categorías:

Origen natural

- Terremotos (movimientos sísmicos).
- Temporales de lluvia y/o vientos.

Origen Humano

- Artefacto explosivo.
- Asaltos.

Origen técnico

- Incendio.
- Fugas de gas.
- Fuga de agua.

4.2.5. Punto de Reunión

El “punto de encuentro” será el patio principal de los bloques C, D y E; se ha escogido este sitio por ser el lugar de mayor facilidad de acceso desde las diferentes áreas de los bloques en mención.

Fotografía 4.8: Punto de encuentro



Fuente: Los Autores

4.2.6 Ruta de evacuación

Zona vertical de seguridad

El bloque D, cuenta con escaleras en los laterales, y en la parte central, que van desde el tercer piso alto, hasta la planta baja.

Dentro de la inspección que se realizó, se detectó la presencia de iluminación de emergencia en las escaleras, con baterías autorecargables. Esta implementación debe de ser inspeccionada regularmente, sin importar que el bloque cuente con un grupo electrógeno para abastecer las luminarias, los ascensores y otros servicios generales.

Fotografía 4.9: Ruta de evacuación - escaleras en bloque D

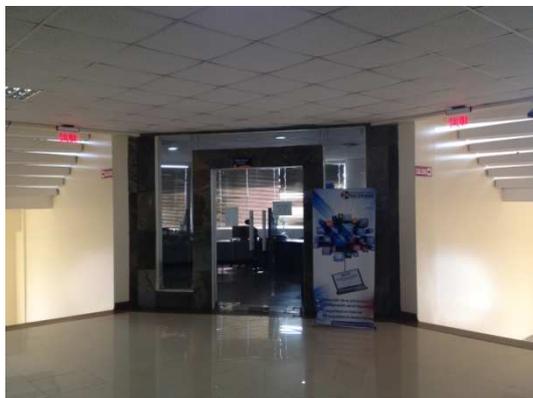


Fuente: Los Autores

Señalización

El bloque D cuenta con una excelente señalización, se ha podido observar que es muy fácil la identificación de las salidas, así como las rutas de evacuación.

Fotografía 4.10: Señalización de las rutas de evacuación



Fuente: Los Autores

4.2.7. Sistema de detección y alarmas

Alarmas de luz y Palancas de activación de alarmas de Incendio

El bloque D cuenta con alarmas de luz, las cuales son activadas por las palancas de incendio que también se dispone por cada piso.

Fotografía 4.11: Alarma de luz



Fuente: Los Autores

4.2.8. Procedimiento de emergencia

A continuación se indica los distintos procedimientos que deben realizarse de acuerdo a los diferentes tipos de emergencia.

Evacuación Parcial:

Esta se desarrollará sólo cuando la emergencia sea detectada oportunamente y sólo requiera la evacuación del piso afectado y además por seguridad y procedimiento, el inmediatamente superior e inferior, hasta el primer piso u otra dependencia del edificio, sin que esta sea necesariamente, la Zona de Seguridad.

Las instrucciones serán impartidas a los pisos afectados a cada docente como responsable de su curso; comunicando claramente a las personas el lugar preciso hacia donde deben evacuar.

Este procedimiento de emergencia, es producto generalmente de una inundación local o un foco de fuego controlado inmediatamente.

Evacuación total:

Se realizará cuando la situación de emergencia sea de gran envergadura (incendio, declarado, llamas violentas hacia el exterior o interior del edificio, presencia de humo de áreas comunes y aberturas propias del edificio, como la de los ascensores por ejemplo), o ponga en riesgo la seguridad de las personas.

En dicho caso se procederá a evacuar totalmente el edificio, siguiendo las instrucciones establecidas en este Plan de Emergencia (orden de evacuación).

Orden de Evacuación:

Una vez declarada la emergencia, el Jefe de Emergencia o quien lo subrogue, dará la orden para la evacuación del edificio (a viva voz y/o por medio de las alarmas de incendio a la comunidad en general).

En toda evacuación se debe dar prioridad al piso afectado, al inmediatamente superior e inferior, para luego continuar con los pisos superiores y terminar con los pisos inferiores.

Inicio de la Evacuación:

- Al oír alarma u orden de evacuación conserve la calma y no salga corriendo.
- Interrumpa completamente sus actividades.
- Siga solo las instrucciones de los Líderes de Pisos o las impartidas desde la Conserjería

Al iniciar la evacuación, las personas deberán seguir los siguientes pasos:

- Paralizar sus actividades.

- Desenchufar o cortar la energía eléctrica y alimentación de gas de todo artefacto o equipo que esté en funcionamiento (cocina, estufa, calefactores, computadoras, etc.).
- Dirigirse con calma y sin precipitarse hacia la Vía de Evacuación (caja escala), hasta el Punto de Reunión señalado (acceso principal del edificio), para luego dirigirse a la Zona de Seguridad por la alternativa de salida que corresponda, siguiendo las instrucciones de los Líderes de Piso si estos se encuentran presentes.
- Una vez reunidos en la Zona de Seguridad, se procederá a hacer el recuento de las personas, por parte de los Líderes de Pisos o las personas encargadas para tal efecto.

Proceso de Evacuación

Dada la orden de evacuación se deberá cumplir el siguiente procedimiento:

- Identificar los líderes de piso con un chaleco de específico. Cada empresa pública o privada que utilice oficina en Alameda Office deberá implementar dicho distintivo.
- Los Líderes de Pisos estarán a cargo de la evacuación, con la colaboración de sus ayudantes.
- Las acciones de evacuación están determinadas según el tipo de siniestro, ejemplo si es un incendio o un sismo.
- Baje por las escaleras.
- Desplácese gateando si existe humo en la ruta de evacuación.
- Camine en silencio.
- No corra.
- Evite formar aglomeraciones.
- Antes de abrir una puerta, palpe su temperatura en su parte superior, para saber si hay una fuerte presión de calor en la dependencia a la cual se va a trasladar.
- Permanezca en la Zona de Seguridad.

CONCLUSIONES

- La presente tesis se ha realizado aplicando las normativas apropiadas para eliminar las no – conformidades técnicas y de seguridad existentes en el sistema eléctrico que actualmente presta servicio al Edificio del Bloque C, D y E.
- En general, el estado actual de las instalaciones eléctricas no presenta condiciones altamente riesgosas:
 - Falta de Iluminación y de servicio de tomacorrientes para uso general.
 - Base del transformador no se encuentra anclada a base de concreto.
 - Falta de extintores contra incendios.
 - Dimensiones del cuarto del transformador no cumple rango mínimo.
 - Falta de foso para desalojo de aceite dieléctrico
 - Niveles de iluminación en aulas, por debajo de normativa.
- No existe una buena práctica de mantenimiento preventivo. No existe información técnica del sistema eléctrico.
- La programación de las obras descritas y de las inversiones necesarias se pueden modificar de acuerdo a las prioridades que la Universidad establezca.

RECOMENDACIONES

- La propuesta ha sido elaborada para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas del edificio del Bloque C, D y E, y su respectiva implementación brindará el cumplimiento de la normativa eléctrica y de seguridad. Con el programa de mantenimiento se evitará tomas medidas correctivas en marcha. La recomendación general es la aplicación de todos los procedimientos descritos en cada esquema capitular.

BIBLIOGRAFÍA

- Benemerito Cuerpo de Bomberos. (2008). Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios.
- CICE. (2011-2012). Seguridad Industrial Operativa Modulo 1. Guayaquil, Ecuador.
- Dr. Doupovec, M. (July de 2010). *La metodología y planteamiento del problema*. Obtenido de Blogspot: <http://metodologia02.blogspot.com/2010/07/la-metodologia.html>
- EAFIT, S. O. (Mayo de 2010). *Manual para elaboración de matrices de peligro de investigaciones y proyectos desarrollados en la universidad EAFIT*. Recuperado el 20 de 11 de 2013, de <http://www.eafit.edu.co/investigacion/comunidad-investigativa/semilleros/Documents/MANUAL%20PARA%20ELABORACION%20DE%20MATRICES%20DE%20PELIGRO%20PARA%20INVESTIGACIONES%20Y%20PROYECTOS.pdf>: <http://www.eafit.edu.co/investigacion/comunidad-investigativa/semilleros/Documents/MANUAL%20PARA%20ELABORACION%20DE%20MATRICES%20DE%20PELIGRO%20PARA%20INVESTIGACIONES%20Y%20PROYECTOS.pdf>
- El Mercurio. (5 de March de 2010). *Ecuador es vulnerable a los terremotos*. Obtenido de <http://www.elmercurio.com.ec/233258-ecuador-es-vulnerable-a-los-terremotos/#.VNKaqiwQ0yV>
- El Universo. (29 de September de 2013). *Guayaquil, entre las 10 ciudades del mundo más vulnerables a inundaciones*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/vida-estilo/2013/09/29/nota/1519436/guayaquil-10-ciudades-mundo-mas-vulnerables-inundaciones>
- Empresa Electrica del Ecuador. (s.f.). NATSIM.
- Fire Department USA. (2015). *Incendio*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Incendio>
- Fluke. (2015). *Medidores eléctricos y Analizadores de electricidad de Fluke*. Obtenido de <http://www.fluke.com/fluke/eces/products/Calidad-Energia-Elctrica.htm>
- Holguin, M., & Gomezcoello, D. (2010). *Analisis de calidad de energía en el nuevo campus de la UPS_G*.

- IESS. (1988). *Decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de trabajo.*
- INEN. (2001). *Código Eléctrico Nacional 019.*, (págs. 4-5).
- Kasemir, H. W. (1950). *Qualitative survey of the potential, field and charge conditions during a lightning discharge in the thunderstorm cloud.* Liepzig, Germany: H. Israel.
- NFPA. (2015). *Standard for Electrical Safety in the Workplace.*
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2010). *Plan Institucional de Emergencias para Centros Educativos.*
- Stawsewsky, L. (2005). *Lightning Phenomenon - Introduction and Basic Information to Understand the Power of Nature.* Wroclaw, Poland: University of technology

ANEXO

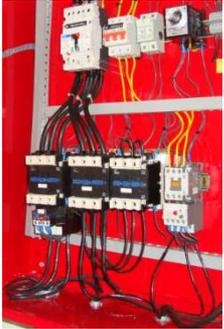
Anexo 1: Inspección al cuarto de bombas, tanques y motores

Lugar de Inspección: Cuarto de Bombas.		
Identificación Equipos o Componentes: Tanques y motor-bomba de agua		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
 	1. Acople del tubo flexible por piso.	MTE-RSRE Art.1;4
	2. Cables de conexión del motor sin ajuste.	CPE-19:2001 Art.430;13
	3. Tanques sin pruebas hidrostáticas.	MTE-RSST Art.173
	4. Falta Válvula de seguridad.	MTE-RSST Art.70;2
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Tuberías flexibles deben estar instaladas apropiadamente evitando su deterioro. Los tanques a presión deben de señalizarse y ser certificados evitando un riesgo alto contra la seguridad de las personas.	Se requiere corregir las conexiones, el área es propensa al agua. Se debe realizar las pruebas hidrostáticas para certificar el estado del recipiente a presión.	Medio

Anexo 2: Inspección al cuarto de bombas y tableros eléctricos

Lugar de Inspección: Cuarto de Bombas.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Bombas Agua		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Barras de alimentación sin disyuntor principal.	CPE 19:2001: Art.384;16 a). CPE 5-8-VIII Art.4.5
	2. Derivación de acometida sobre otra acometida.	CPE 19:2001: Art.230;2 a).
	2. Tablero sin puesta a tierra.	CPE 19:2001: Art.384;20.
	3. Motor de bombas sin puesta a tierra.	MTE MSRE Art.1;5 a).
	4. Falta señalética de riesgo eléctrico.	CPE 19:2001: Art.110;17 c)
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Los tableros eléctricos y componentes eléctricos (motores) requieren aterrizarse para evitar el contacto accidental en caso de fallas.</p> <p>Las barras principales deben de protegerse mediante disyuntor adecuado, para poder cortar la anergia cuando se manipule.</p>	<p>Aterrizar el tablero eléctrico y motores de las bombas de agua, evitando la electrificación o electrocución por contacto accidental.</p>	<p>Media.</p>

Anexo 3: Inspección al cuarto de bombas y tablero de bomba RCI

Lugar de Inspección: Cuarto de Bombas.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Bomba RCI		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Tablero no aterrizado.	CPE 19:2001: Art.384;20.
	2. Motor principal sin conexión a tierra.	MTE MSRE Art.1;5 a).
	3. Motor bomba Yokee sin conexión a tierra.	MTE MSRE Art.1;5 a).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Los tableros eléctricos y componentes eléctricos (motores) requieren aterrizarse para evitar el contacto accidental en caso de fallas.	Aterrizar el tablero eléctrico y motores de las bombas de agua, evitando el riesgo de electrocución a personas por contacto externo.	Alto.

Anexo 4: Inspección al cuarto de bombas y parrilla eléctrica

Lugar de Inspección: Cuarto de Bombas.		
Identificación Equipos o Componentes: Parrilla Eléctrica hacia Bomba RCI.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Parrilla Eléctrica no aterrizada.	CPE 19:2001: Art.318;7 a)
	2. Tramo de parrilla eléctrica sin tapa.	CPE 19:2001: Art.318;6 d)
	3. Tuberías de agua por encima de parrilla Eléctrica. Presencia de charco de Agua	MTE RSRE Art.1;4. MTE RSST Art.34;5
	4. Parrilla eléctrica expuesto a daño físico y no adecuado para el sitio.	CPE 19:2001: Art.230;50 a) Art.318;6 h), i). Art.695;7, d). Art.695;8 f).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Las parrillas deben ser instaladas en lugares libre de obstáculos, sin riesgo de sufrir deformaciones y caída de agua.</p> <p>El espacio entre el piso y base de la parrilla debe ser mínimo 30cm.</p>	<p>Las parrillas deben ser instaladas en lugares libres de obstáculos y sin riesgos a deterioro por factores externos.</p>	<p>Media.</p>

Anexo 5: Inspección al cuarto del transformador.

Lugar de Inspección: Cuarto de transformador y tableros de distribución		
Identificación Equipos o Componentes: Luces de Emergencias.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	<p>1. No se cuenta con planificación y revisiones periódicas de luces de emergencia.</p>	<p>CPE 19:2001: Art.700;4, a),b), c) y d). MTE RSST Art.58;2</p>
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>a) Dirigir o presencia las pruebas.- La autoridad competente debe dirigir o presencia de los ensayos de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.</p> <p>b) Ensayos periódicos.- Los sistemas de emergencia se deben ensayar periódicamente, siguiendo las recomendaciones del fabricante que aseguren que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.</p>	<p>d) Registro escrito.- De todos los ensayos y mantenimientos de los sistemas de emergencias se debe llevar un registro escrito.</p>	<p>Media.</p>

Anexo 6: Inspección al cuarto de grupo electrógeno y parrilla eléctrica

Lugar de Inspección: Cuarto Grupo Electrónico.		
Identificación Equipos o Componentes: Parrilla Eléctrica.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Parrilla Eléctrica no aterrizada.	CPE 19:2001: Art.318;7 a)
	2. Parrilla eléctrica sin tapa.	CPE 19:2001: Art.318;6 d)
	3. Parrilla eléctrica sobre piso.	CPE 19:2001: Art.230;50 a) y b)
	4. Falta de Iluminación de Emergencia.	MTE RSST Art.58;2
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Las acometidas no deben tener riesgos de daño físico.</p> <p>En aquellas áreas donde exija la presencia permanente de trabajadores en caso de interrupción del sistema de iluminación, el alumbrado de emergencia debe tener intensidad mínima suficiente para identificar las partes más importantes y peligrosas de la instalación.</p>	<p>Las acometidas, cuando estén propensos a daños físicos, deben estar protegidos por alguna de las siguientes maneras:1) por tubo Conduit de metal rígido. [...].</p> <p>Los cables y conductores individuales a la vista[.], no se deben instalar a menos de 3m del nivel del suelo o donde estén expuestos a daños físicos.</p>	Media.

Anexo 7: Inspección al cuarto de celda de media tensión.

Lugar de Inspección: Cuarto Celda de Media Tensión.		
Identificación Equipos o Componentes: Acometidas.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Cruce y cercanía no adecuado entre acometidas protegida y no protegida.	CPE 19:2001: Art.710;4 b), 4. MTE MSRE Art.1;4 y 5
	2. Cables de Acometida sin pasacables en sus extremos finales.	CPE 19:2001: Art.300;5 h).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>710;4 b) 4. Sellado de las canalizaciones.- Cuando una canalización procedente de una instalación subterránea entre en una edificación, el extremo [...] se debe sellar con un material adecuado que evite la entrada de gases o humedad a través de la canalización o se debe acomodar de modo que se evite el contacto de humedad con partes energizadas.</p>	<p>Las acometidas de más de 600V deben ser instaladas con distancias de seguridad que permita su mantenimiento, manipulación y distinción sin ningún riesgo.</p>	<p>Medio.</p>

Anexo 8: Inspección al cuarto de celda de media tensión y acometida.

Lugar de Inspección: Cuarto Celda de Media Tensión.		
Identificación Equipos o Componentes: Acometida.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Persona de mantenimiento no está acreditado.	MTE RSRE Art.11;1 a)
	2. Sujeción de acometida no adecuada.	CPE 19:2001: Art.230;54 d).
	3. Armario sin cabecera.	CPE 19:2001: Art.300;31
	4. Arreglo de cables aéreos de acometida eléctrica no adecuado.	MTE RSRE Art.1;4
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>300-31.Cubiertas requeridas.- En todas las cajas, accesorios y encerramientos similares, se deben instalar cubiertas adecuadas que eviten el contacto accidental con partes energizadas o daños físicos a los cables y equipos o su aislamiento.</p>	<p>Toda persona que intervenga en operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas debe tener una credencial que acredite su conocimiento técnico y de seguridad industrial conforme a su especialización y a la actividad que va a realizar.</p>	<p>Alto.</p>

Anexo 9: Inspección al cuarto de celda de media tensión.

Lugar de Inspección: Cuarto Celda de Media Tensión.		
Identificación Equipos o Componentes: Celda de Media Tensión, ingreso.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Obstáculos en el paso y salida.	MTE RSST Art.146;1 CPE 19:2001: Art.110; 16 b).
	2. Presencia de Charco de agua.	CPE 19:2001: Art.110;11 MTE RSST Art. 34;5
	3. Falta Procedimiento o instructivo de operación.	NFPA 70E Cap.1 Art.110;7 E y G
	4. Falta de Iluminación de Emergencia.	MTE RSST Art.58;2
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Presencia de agua en lugares peligrosos, se debe evitar el ingreso de agentes externos que deterioren la instalación o pongan en riesgo la seguridad (vida) de las personas.</p> <p>La iluminación de emergencia es importante para la manipulación de los equipos.</p>	<p>Art 58; 2. En aquellas áreas [...]en las que se exija la presencia permanente de trabajadores en caso de interrupción del sistema [...]de iluminación, el alumbrado de emergencia tendrá una intensidad mínima suficiente para identificar las partes más importantes y peligrosas [...] y, en todo caso, se garantizará tal nivel como mínimo durante una hora.</p>	Medio.

Anexo 10: Inspección al cuarto de transformador

Lugar de Inspección: Cuarto de Transformador de Potencia.		
Identificación Equipos o Componentes: Transformador.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta anclar las bases.	CPE 19:2001: Art.110;13 a)
	2. Falta dique de contención y drenaje de aceite.	CPE 19:2001: Art.450;46 CPE 5 8 VIII: Art.6.2.4
	3. Falta de Iluminación de Emergencia.	MTE RSST: Art.58; 2
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Los equipos de alto riesgo como los transformadores deben ser instalados y anclados asegurando su estabilidad y seguridad.	Art.450;46 Drenaje.- Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100KVA, deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca [...].	Medio

Anexo 11: Inspección al cuarto de transformador – conexiones

Lugar de Inspección: Cuarto de Transformador de Potencia.		
Identificación Equipos o Componentes: Transformador.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. El cuarto no cumple distancia de seguridad.	CPE 19:2001: Art.110;16.
	2. Transformador de Potencia cerca de armario de medición.	CPE 5 VIII IE 6.2.5 CPE 19:2001: Art.110;16. Art.110;34 a).
	3. Falta Señalización	CPE 19:2001: Art.450;8 d).
	4. Tubería de drenaje de agua de Split en cuarto de transformadores.	CPE 19:2001: Art.450;8 d). Art.450;47.
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Se requiere que los armarios eléctricos estén a distancia de seguridad de los transformadores de potencia. Agentes externos como el riesgo de presencia de agua también deben evitarse en los cuartos de transformación.	Art.110;16 Espacio alrededor de los equipos eléctricos.- Alrededor de todos los equipos eléctricos se proveerá y mantendrá suficiente espacio de acceso y trabajo [...], para así permitir la operación segura y la conservación del equipo.	Medio

Anexo 12: Inspección al cuarto de tableros de distribución.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Caja Subterránea Baja Tensión.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Presencia de obstáculos (cables) sobre caja subterránea.	MTE RSRE:Art.1; 4 b). CPE 19:2001: Art.90; 8. Art.110; 16 b).
	2. Presencia de cables de acometida sobre caja subterránea.	CPE 19:2001: Art.230; 50 a)
	3. Caja subterránea abierta.	CPE 19:2001: Art.230; 62 a) y b).
	4. Contacto accidental	CPE 19:2001: Art.110;17
	5. Falta Luces Emergencia	MTE RSST: Art.58; 2
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art 230;62. Equipo de acometida-Encerrado o resguardado.- [...].</p> <p>a)Dentro de un cerramiento.- Las partes energizadas deben estar encerradas de modo que no estén expuestas a contacto accidental, o resguardadas como se indica en b) a continuación [...].</p>	<p>Los cables de acometida deben estar en ductos de protección, evitando cualquier contacto accidental.</p> <p>Iluminación de Emergencia debe ser adecuada para visibilidad del operador en ausencia de energía pública.</p>	Medio

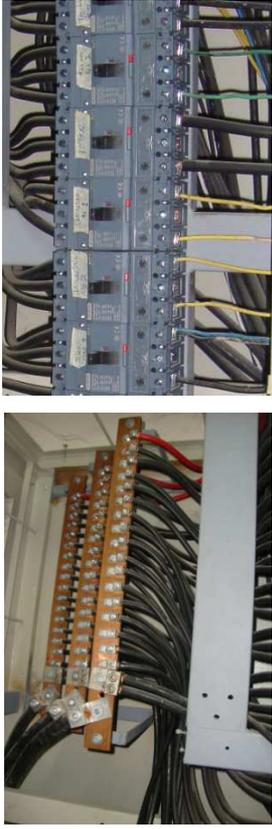
Anexo 13: Inspección al cuarto de tableros de distribución - disyuntor principal.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Disyuntor Principal.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta estudio de coordinación de los sistemas eléctricos	CPE INEN Art.240;12
	2. Falta estudio de corto circuito para comparar características propias del equipo.	CPE INEN Art.240;12
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Se recomienda un estudio de coordinación y de cortocircuito de los elementos eléctricos (Disyuntores, conductores, accesorios) para analizar capacidades nominales de interruptores, conductores y coordinación en el sistema de distribución.	Los riesgos asociados a una mala coordinación pueden conllevar a una explosión del interruptor por exceso de energía, recalentamiento de elementos eléctricos e incendio.	Medio

Anexo 14: Inspección al cuarto de tableros de distribución - paneles.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros de Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Presencia de Objetos en cuarto de tableros de distribución.	CPE 19:2001: Art.90; 8. Art.110; 16 b). CPE 5 8 VIII: Art.5.2
	2. Cables expuestos sin ducto de protección ni identificación.	CPE 19:2001: Art.110; 12.
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.110; 16 b). Espacios libres.- El espacio de trabajo que se requiere en este capítulo no se usará para el almacenamiento. Donde partes energizadas normalmente cubiertas, son expuestas para inspección o servicio, el espacio de trabajo (si es un pasillo o en un espacio generalmente abierto) estará debidamente resguardado.</p>	<p>Los cuartos de tableros eléctricos deben estar libres de obstáculos, libres de materiales combustibles.</p>	<p>Medio</p>

Anexo 15: Inspección al cuarto de tableros de distribución 2.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros de Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Distribución 2.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta de frente muerto en barras.	CPE 19:2001: Art.384; 3 a)
	2. Barras sin disyuntor de protección principal.	CPE 19:2001: Art.384;16 a). CPE 5-8-VIII Art.4.5
	3. Disyuntores trifásicos utilizados para protección bifásica.	
	4. Métodos de protección inadecuados. Cables de rango de amperajes inferiores con respecto a la capacidad de protección.	
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Las protecciones de las acometidas deben ser instaladas de acuerdo a las características de funcionamiento y aplicación.	CPE 5-8-VIII Art.4.5.- Cada circuito de salida del tablero debe controlarse independientemente por medio de un interruptor automático apropiado o de interruptores manuales[...].	Medio

Anexo 16: Inspección al cuarto de tableros de distribución 3.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros de Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Distribución 3.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta de frente muerto en barras. Riesgo contacto por partes.	CPE INEN Art.110;17 a) 1) .
	2. Barras sin disyuntor protección principal.	CPE 19:2001: Art.384;16 a). CPE 5-8-VIII Art.4.5
	3. Derivación de acometida desde otra acometida.	CPE 19:2001: Art.230;3 MTE RSRE: Art.4;1-2
	4. Disyuntores trifásicos utilizados para protección bifásica.	
	5. Falta rotulado de tablero.	CPE INEN Art.110;21
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.110;17 a) 1).- Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas dispuestas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas sólo tenga acceso personal calificado.[...].</p>	<p>CPE 5-8-VIII Art.4.5.- Cada circuito de salida del tablero debe controlarse independientemente por medio de un interruptor automático apropiado o de interruptores manuales[...].</p>	Alto

Anexo 17: Inspección al cuarto subterráneo de bombas de pileta.

Lugar de Inspección: Cuarto Subterráneo Bombas Pileta		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Fuerza Control.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Tablero no adecuado para sitios húmedos.	CPE 19:2001: Art.110; 11 Art.373; 2 a). Art.680; 11
	2. Instalaciones deterioradas (óxido) por presencia constante de vapor de agua.	CPE 19:2001: Art.300;6 a)
	3. Bombillos, tomacorrientes y aparatos no adecuados para el sitio.	CPE 19:2001: Art.410; 4 a). Art.410; 49. Art.410; 57 a).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Art.410; 4 a). Lugares húmedos y mojados.- La instalación de aparatos de alumbrado en lugares húmedos o mojados debe hacerse de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos de los alambres, portabombillas ni en otras partes eléctricas.[...].	Art.680; 11.Cuartos y Pozos de Equipos.- No se debe instalar equipos eléctricos en cuartos o pozos que no tengan un drenaje adecuado que impida la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o mantenimiento[...].	Medio

Anexo 18: Inspección al cuarto de tableros de distribución 3 – cableado

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros de Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Distribución 3.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Cables de salida de acometida no ordenados y cruzados con control.	CPE 19:2001: Art.230; 7. Art.318; 8 b).
	2. Abertura en parte superior de tablero sin caucho en filo.	CPE 19:2001: Art.300; 4, b), 1). Art.373; 5 a) al c)
	3. Falta de Planos Eléctricos.	CPE 5 8 VIII: Art. 9.1.1. Art. 9.1.2.
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.230; 7. Otros conductores en canalizaciones o cables.- Los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni cable que los de la acometida.</p>	<p>Art.300; 4, b), 1).Cables con recubrimiento no metálico.- En lugares expuestos y ocultos, cuando haya cables [...] que pasen por ranuras u orificios [...]sobre miembros metálicos, se debe proteger el cable mediante pasacables o casquillos bien sujetos a la abertura antes de instalar el cable.</p>	Alta.

Anexo 19: Inspección al cuarto de tableros de distribución - tableros de control.

Lugar de Inspección: Cuarto Tableros de Distribución.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Control.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	<p>1. Excesivo bucles de cables en poco espacio del tablero.</p>	<p>CPE 19:2001: Art.373; 6 a) y b). Art.373; 7</p>
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.373; 7 Espacio dentro de los armarios.- Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.</p>	<p>Art.373; 6 Curva de los conductores.- Los conductores de los terminales a los que entren o salgan de armarios, cajas de corte y similares, deben cumplir lo establecido[...]. a) Ancho de las canaletas para cables[...]. b) Espacio para curvatura de los cables en los terminales.</p>	<p>Medio</p>

Anexo 20: Inspección a la terraza de laboratorios - tablero principal AC 2.

Lugar de Inspección: Terraza de Laboratorios.		
Identificación Equipos o Componentes: Tablero Principal Aires 2.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta Puente equipotencial entre puerta y base del tablero.	CPE 19:2001: Art.384;11
	2. Tablero no apto para intemperie.	CPE 19:2001: Art.100;11 Art.373; 2 a).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.373; 2 a).En lugares húmedos y mojados.- En los lugares o mojados, los encerramientos [...] deberán estar colocados o equipados de modo que se evite que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro de la caja o armario[...].</p>	Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.	Bajo.

Anexo 21: Inspección al techo de laboratorios - caja de paso

Lugar de Inspección: Techo Laboratorios.		
Identificación Equipos o Componentes: Caja de Paso.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta tapa de protección de la caja de paso.	CPE 19:2001: Art.90;1 Art.370; 28 c).
	2. Exceso de cables en caja de paso.	CPE 19:2001: Art.370;16
	3. Componentes no apropiado para el medio.	CPE 19:2001: Art.300; 6 a). Art.370;15,a)
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
En lugares húmedos o mojados las cajas y conduletas deben asegurar el sellado para evitar deterioro por oxido o daños en sus componentes.	Art.370; 28 c).Tapas.- todas las cajas de empalmes y derivaciones y las conduletas deben estar dotados de tapas compatibles que sean adecuadas para sus condiciones de uso.	Medio

Anexo 22: Inspección al techo de laboratorios – presostatos

Lugar de Inspección: Techo Laboratorios.		
Identificación Equipos o Componentes: Presostatos.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Cables de salida de los Presostatos sin protección a daño físico.	CPE 19:2001: Art.410; 28 a) al c). Art.110;17 b).
	2. Acceso difícil al tablero eléctrico.	CPE 19:2001:
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.410; 28 Protección de los conductores y los aislamientos.- a) Bien sujetos.- Los conductores deben estar sujetos de modo que no se produzcan cortaduras ni abrasión del aislamiento. b) Protección al pasar por metales.- Cuando los conductores pasen a través de metales, se debe proteger su aislamiento contra la abrasión.</p>		Medio

Anexo 23: Inspección al cuarto de paneles piso 3A

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Cables desordenados.	CPE 19:2001: Art.110;12 c). Art.318; 8 b).
	2. Sobreocupación de orificios en panel.	
	3. Abertura en parte superior de tablero sin caucho en filo.	CPE 19:2001: Art.300; 4, b), 1). Art.373; 5 a) al c)
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.300; 4, b), 1).Cables con recubrimiento no metálico.- En lugares expuestos y ocultos, cuando haya cables [...] que pasen por ranuras u orificios [...]sobre miembros metálicos, se debe proteger el cable mediante pasacables o casquillos bien sujetos a la abertura antes de instalar el cable.</p>	<p>Art.318; 8. Instalación de los cables. B) Cables bien sujetos.- En los tramos distintos a los horizontales, los cables se deben sujetar bien a los travesaños de las bandejas.</p>	<p>Media.</p>

Anexo 24: Inspección a las instalaciones en azotea bloque B

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Conexiones y derivaciones no adecuadas para intemperie.	CPE 19:2001: Art.300; 13 a). Art.305; 4 g).
	2. Cables expuesto a daño físico.	CPE 19:2001: Art.110; 17 b). Art.305; 4 h).
	3. Posible contacto accidental de cables con personas.	CPE 19:2001: Art.110; 17 a).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
Los conductores se empalmarán con dispositivos de empalme adecuados para dicho uso, o soldados fuertemente con metal o latón de aleación fundible (soldadura fuerte) y no deben quedar a la intemperie.	Art.110; 17 a). Partes energizadas protegidas contra contacto accidental.- [...] las partes energizadas de los equipos eléctricos [...], deben ser protegidos contra contacto accidentales por medio de gabinetes apropiados [...].	Medio

Anexo 25: Inspección al cuarto de paneles del piso 3C

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Parrilla de pasillo con acceso a panel eléctrico en mal estado	MTE RSRE: Art.1; 4. MTE RSST: Art.21; 1 y 2.
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art. 21. Seguridad estructural.-1. Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.</p> <p>2. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos.</p>		Medio

Anexo 26: Inspección al cuarto de paneles del piso 3D

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Tapa en mal estado (oxidado).	CPE 19:2001: Art.300; 6 a) Art.318; 6 d) MTE RSST: Art. 11; 3.
	2. Presencia de Objetos en cuarto de tableros de distribución.	CPE 19:2001: CPE 5 8 VIII: Art.5.2
	3. Cables bajantes expuestos sin ducto de protección.	CPE 19:2001:
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art. 11; 3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.</p> <p>CPE 5 8 VIII: Art.5.2 El equipo debe ser accesible en todo tiempo. El almacenamiento de artículos no debe impedir el acceso a ninguna parte del equipo.</p>	<p>Art.300; 6.- Protección contra la corrosión.- La canalizaciones mecánicas, [...], codos, juntas , herrajes, soportes y todo material de apoyo, deben ser de un material adecuado para soportar el medio en el que están instalados.</p>	Medio

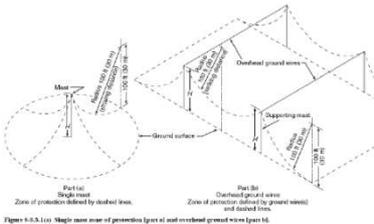
Anexo 27: Inspección al cuarto de paneles del piso 3E-A

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Sobreocupación de acometida.	CPE 19:2001: Art.90; 1 b).
	2. Panel con perforaciones sin sellar.	MTE RSST: Art.11;3 CPE 19:2001: Art.110;12 a).
	3. Abertura en parte superior de tablero sin caucho en filo.	CPE 19:2001: Art.300; 4, b), 1). Art.373; 5 a) al c)
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.300; 4, b), 1).Cables con recubrimiento no metálico.- En lugares expuestos y ocultos, cuando haya cables [...] que pasen por ranuras u orificios [...]sobre miembros metálicos, se debe proteger el cable mediante pasacables o casquillos bien sujetos a la abertura antes de instalar el cable.</p>	<p>Art.90; 1 b). Provisión y suficiencia.- El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.</p>	Medio

Anexo 28: Inspección al cuarto de paneles piso 3 E-B

Lugar de Inspección: Cuarto Paneles Piso 3		
Identificación Equipos o Componentes: Paneles.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Conexiones inconclusa	CPE 19:2001: Art.110;13 a).
	2. Cables sin soporte ni protección.	
	3. Aberturas en cajas sin utilizar.	CPE 19:2001: Art.370; 18.
	4. Caja sin sujeción adecuada.	CPE 19:2001: Art.300; 11 a).
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art.370; 18. Aberturas sin utilizar.- Las aberturas para cables o canalizaciones en las cajas y conduletas que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezca una protección prácticamente igual a la de la pared de la caja o conduleta.</p>	<p>Art.300; 11 a) Sujeciones y soportes.- Las canalizaciones, conjuntos de cables, cajas, armarios y herrajes, deben estar bien sujetos. No se permite utilizar como único apoyo, cables de soporte que no ofrezca resistencia suficiente.</p>	Medio

Anexo 29: Inspección a la terraza bloque D

Lugar de Inspección: Terraza Bloque D.		
Identificación Equipos o Componentes: Pararrayo.		
Registro Fotográfico	Desviación Encontrada	Requisito Evaluado
	1. Falta pozo de inspección de puesta a tierra.	CPE 19:2001: Art.250; Notas1 g)
	2. La institución no cuenta con plano y un estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas.	MTE RSST Art.148
Recomendaciones	Observaciones Importantes	Riesgo
<p>Art. 148. PARARRAYOS.- Serán de obligada instalación en los siguientes lugares:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En los edificios en que se fabriquen, manipulen o almacenen explosivos. 2. En los tanques que contengan sustancias muy inflamables. 3. En las chimeneas altas. 4. En los edificios y centros laborales que destaquen por su elevación. 	 <p>Riesgo frente de una falla grave no poder revisar y mantener las conexiones.</p>	Medio
