



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO  
CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**TEMA:**

**“Estudio actual y rediseño de las instalaciones eléctricas del  
Edificio de la Facultad Técnica para el desarrollo de la  
Universidad de Santiago de Guayaquil”**

**PRESENTADO POR:**

**Sergio Israel Proaño Guevara**

**Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO**

**DIRECTOR:**

**Ing. Elías Andrade Díaz**

**Guayaquil – Ecuador**

**2014**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Sergio Israel Proaño Guevara, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánico.

**TUTOR**

---

**Ing. Elías Andrade Díaz**

**REVISORES**

---

**Ing. Jorge Carrillo Burgos**

---

**Ing. Pedro Tutiven López**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez**

**Guayaquil, Mayo del 2014.**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Sergio Israel Proaño Guevara

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación : Estudio actual y rediseño de las instalaciones eléctricas del edificio de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad de Santiago de Guayaquil previa a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, Mayo del 2014.**

**EL AUTOR**

---

**Sergio Israel Proaño Guevara**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**CARRERA INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Sergio Israel Proaño Guevara

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: Estudio actual y rediseño de las instalaciones eléctricas del edificio de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad de Santiago de Guayaquil, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, Mayo del 2014.**

**EL AUTOR:**

---

**Sergio Israel Proaño Guevara**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, quién es nuestro sustento, fortaleza y apoyo incondicional. A nuestras familias, quienes son el motor diario de nuestras vidas para así tener ganas de esforzarse, de trabajar, de estudiar de cumplir metas, propósitos y a nuestros queridos profesores que formaron parte de este objetivo con sus enseñanzas. No podríamos dejar de lado a nuestros compañeros, que durante estos años de estudios de alguna manera nos ayudamos mutuamente para llegar a este propósito de ser Ingeniero Eléctrico-Mecánico.*

**EL AUTOR:**

**Sergio Israel Proaño Guevara**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi hija que es el motor de mi vida y al resto de mi familia, gracias a esto pude terminar mi proyecto.*

**EL AUTOR:**

**Sergio Israel Proaño Guevara**

## RESUMEN

El presente proyecto consiste en realizar un levantamiento eléctrico en el sistema de baja tensión de la Facultad Técnica para el Desarrollo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil para saber el estado en que se encuentran las instalaciones eléctricas.

En el primer capítulo se describe la situación actual del problema que se manifiesta como la necesidad de la falta de documentación del sistema de baja tensión de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El levantamiento nos va a permitir optimizar el servicio eléctrico ya que en la actualidad tenemos unas instalaciones no adecuadas para la Facultad y se presentan riegos eléctricos por su mala instalación.

En el segundo capítulo presentamos un resumen de las normas eléctricas a utilizar en este proyecto la cual nos ayudan a tener nuestras instalaciones eléctricas en un buen servicio y dentro de los parámetros que las mismas exigen.

En el tercer capítulo, se describe la metodología que se utiliza para realizar un análisis de calidad de energía actual con el cual podemos saber los tipos de voltaje, corriente, potencia, etc. que hay actualmente en la Facultad.

En el cuarto capítulo, se describe el desarrollo obtenido del proyecto en el cual citaremos si las actuales instalaciones cumplen o no, con lo que exigen las normas eléctricas. Además del estado en que se encuentran, el resultado que se obtuvo de las cargas instaladas en funcionamiento y el diagrama unifilar actual de la facultad.

En el quinto capítulo se presenta de manera general un presupuesto proyectado para el cambio de las instalaciones deteriorados.

## **ABSTRACT**

This project consists in an electric lift in the low voltage system of the Technical Faculty Development at the Catholic University of Santiago de Guayaquil to know the state they are in electrical installations.

In the first chapter the current status of the problem manifests itself as the need for the lack of documentation of the low voltage system of the Technical Development Department of the Catholic University of Santiago de Guayaquil described.

The survey will allow us to optimize the electrical service because today we have some not suitable for Faculty and electrical risks presented by poor installation facilities.

The second chapter is a summary of the electrical standards used in this project which we help our electric installations have good service and within the parameters that they require.

In the third chapter, the methodology used for analysis of power quality current with which we can know the types of voltage, current, power, etc. are described. Currently on the faculty.

In the fourth chapter, the development obtained the project in which we will mention whether or not the current facility complies described, which require electrical standards. In addition to that are the result obtained from the installed operating loads and the current line diagram of the faculty.

In the fifth chapter provides an overview of a system designed to the rafters of the damaged facilities budget



## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	III
ABSTRACT .....	IV
INDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Hipótesis .....	3
1.5. Objetivos del proyecto .....	3
1.5.1. Objetivo general .....	3
1.5.2. Objetivos específicos .....	4
1.6. Metodología .....	4
CAPITULO II .....	5
2.1. Medidas de protección contra voltajes peligrosos .....	5
2.2. Medidas de protección contra contactos directos .....	7
2.3. Medidas de protección contra contactos indirectos .....	7
2.4. Normas Natsim .....	15
2.4.1. Clase de Servicio .....	15
2.4.1.1. Baja Tensión .....	15
2.4.1.2. Media Tensión .....	16
2.4.2. Medición .....	16
2.4.2.1. Medición en Baja Tensión .....	17
2.4.2.2. Cargas con Protección de hasta 70 amperios .....	17
2.4.2.3. Cargas con Protección de hasta 175 amperios .....	17
2.4.2.4. Cargas con Protección de hasta 1000 amperios .....	17
2.4.2.5. Métodos de Instalación de Medición en Baja Tensión .....	17
2.4.2.6. Medición en Media Tensión .....	17
2.4.2.7. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Postes .....	18
2.4.2.8. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Cuartos .....	18
2.4.3. Medidor Totalizador .....	19

2.4.3.1. Criterios de Instalación .....	19
2.4.3.2. Ubicación .....	19
2.4.3.3. Características .....	20
2.4.3.4. Clases de Medición.....	20
2.4.3.4.1. Medidor Totalizador en Baja Tensión hasta 600voltios.....	20
2.4.3.4.2. Medidor Totalizador en Media Tensión (13.2 KV).....	20
2.4.3.4.3. Medidor Totalizador en Alta Tensión ( 69 KV) .....	20
2.4.3.4.4. Suministro de Equipos.....	21
2.4.4. Puesta a Tierra.....	22
2.4.4.1. Generalidades .....	22
2.4.4.2. Electrodo s .....	22
2.4.4.3. Conductores .....	22
2.4.4.4. Trayectoria .....	23
2.4.4.5. Conexión .....	23
2.4.4.6. Resistencia.....	23
2.4.5. Cuartos para Transformadores.....	23
2.4.5.1. Requerimientos .....	23
2.4.5.2. Ubicación .....	24
2.4.5.3. Características Constructivas .....	25
2.4.5.4. Mantenimiento.....	27
2.4.5.5. Ductos de Entrada a Cuartos de Transformadores.....	28
2.4.5.6. Centros de Distribución de Carga.....	28
2.4.6. Transformadores.....	28
2.4.6.1. Protección de Transformadores en Media Tensión.....	30
2.4.6.2. Celdas de Media Tensión .....	30
2.4.7. Acometida en Media Tensión .....	31
2.4.7.1. Acometidas Aéreas .....	31
2.4.7.2. Acometidas Subterráneas.....	32
2.4.7.3. Características de las Canalizaciones .....	32
2.4.7.4. Trayectoria .....	32
2.4.7.5. Cajas de paso .....	33
2.4.7.6. Zanj as .....	33
2.4.7.7. Disposición de Ductos .....	33
2.4.7.8. Recubrimientos .....	34
2.5. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2013).....	34
2.5.1. Tableros .....	34
2.5.1.1. Conceptos Generales .....	34
2.5.1.2. Clasificación .....	36

2.5.1.2.1. Tableros Principales .....	36
2.5.1.2.2. Tableros Principales Auxiliares .....	36
2.5.1.2.3. Tableros de Distribución .....	36
2.5.1.2.4. Tableros de Control o Comando .....	36
2.5.1.2.5. Tableros de Medición .....	36
2.5.1.2.6. Tableros de Transferencia.....	37
2.5.1.2.7. Tableros Especiales .....	37
2.5.1.3. Especificaciones de Construcción .....	37
2.5.1.3.1. Formas constructivas.....	37
2.5.1.3.2. Material eléctrico.....	43
2.5.1.3.3 Conexión a tierra .....	44
2.5.1.3.4. Identificación del tablero .....	44
2.5.1.3.5. Ventilación .....	44
2.5.1.4. Disposiciones aplicables a tableros generales .....	44
2.5.1.5. Disposiciones aplicables a tableros de distribución.....	45
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>46</b>
3.1. Importancia de la calidad de energía.....	46
3.2. Analizador de red avanzado Power Logic serie ION 7650.....	47
3.3. Especificaciones Técnicas del analizador. ....	47
3.3.1. Pantalla configurable IEC/IEEE multilingüe con gran visibilidad. ....	47
3.3.2. Normas de gran precisión.....	47
3.3.3. Registro digital de fallas.....	47
3.3.4. Monitoreo del cumplimiento y análisis de la calidad de la energía.....	47
3.3.5. Comunicaciones integrales.....	48
3.3.6. Tecnología ION patentada.....	48
3.3.7. Detección de la dirección de la perturbación.....	48
3.3.8 Tendencias y pronósticos .....	48
3.3.9. Compensación de pérdidas en las líneas y transformadores.....	49
3.3.10. Entradas y salidas.....	49
3.3.11. Dispositivos de medición inteligente y control .....	49
3.4. Aplicaciones típicas.....	49
3.4.1. Para infraestructuras, ambientes industriales y edificios.....	49
3.4.1.1. Ahorros de energía .....	49
3.4.2. Parámetros del analizador .....	50
3.5. Metodología del monitoreo .....	51
3.5.1. Gráficas Obtenidas .....	53
3.5.2. Parámetros de la calidad de energía.....	61

CAPÍTULO IV.....	63
4.1. Sistema de Media Tensión. ....	63
4.2. Subestaciones.....	64
4.2.1. Funciones de una Subestación.....	64
4.2.2. Tipos de Subestaciones.....	66
4.2.2.1. Elevadoras .....	66
4.2.2.2. Reductororas.....	66
4.2.2.3. De Maniobra.....	67
4.2.2.4. Tipo Interperie.....	67
4.2.2.5. Tipo Interior .....	67
4.2.2.6. Clasificación de acuerdo a su topología .....	68
4.3. Cuarto de Transformadores.....	68
4.3.1 Ubicación .....	68
4.3.2 Dimensiones .....	68
4.4. Acometida en Media Tensión .....	69
4.4.1. Materiales de la Acometida en Media Tensión actuales. ....	70
4.4.1.1. Estructura Eléctrica 3CR.....	70
4.4.1.2. Equipos de Protección Eléctrica .....	71
4.4.1.3. Acomedida .....	71
4.4.1.4. Caja de paso .....	71
4.6. Protecciones en Media Tensión.....	73
4.6.1. Seccionadores Fusibles.....	73
4.6.2. Pararrayos.....	73
4.6.3. Aisladores .....	73
4.7. Sistema de baja tensión.....	75
4.7.1. Acometida en baja tensión.....	75
4.7.2. Tablero principal de distribución (TPD) .....	75
4.7.3. Tablero de distribución auxiliar .....	77
4.7.4. Paneles de breakers (centros de carga).....	78
4.7.4.1. Identificación de los paneles de breakers de la Facultad Técnica .....	78
4.7.4.1.1. Administración de la Facultad .....	78
4.7.4.1.2. Laboratorio de Control y Automatización .....	81
4.7.4.1.3. Sala Recreativa .....	84
4.7.4.1.4. Planta baja Industrias Lácteas .....	85
4.7.4.1.5. Planta alta Industrias Lácteas .....	86
4.7.4.1.6. Aula FT- 3.....	88
4.7.4.1.7. Laboratorio de Neumática .....	89

4.7.4.1.8. Laboratorio de Electrónica.....	90
4.7.4.1.9. Laboratorio de Telecomunicaciones.....	92
4.7.4.1.10. Baños de Mujeres.....	93
4.7.4.1.11. Baños de Hombres.....	95
4.7.4.1.12. Aula FT- 4.....	96
4.7.4.1.13. Aula FT- 6.....	97
4.7.4.1.14. Aula FT- 8.....	98
4.7.4.1.15. Oficina Profesores tiempo completo 3 .....	100
4.7.4.1.16. Aula FT- 13.....	101
4.7.4.1.17. Sala de Profesores Agropecuaria.....	102
4.3. Levantamiento de la Carga.....	104
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>109</b>
5.1. Listado de novedades .....	109
5.3. Mantenimiento Preventivo. ....	125
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>126</b>
Conclusiones.....	126
Recomendaciones .....	126
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>127</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>131</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Sistemas en baja tensión.....	15
Tabla 2.2. Capacidades de Transformadores Monofásicos.....	26
Tabla 2.3. Capacidades de Transformadores Trifásicos.....	27
Tabla 2.4. Espesor mínimo de la plancha de acero para cajas, gabinetes o armarios.....	41
Tabla 2.5. Distancias entre partes energizadas desnudas dentro de un tablero.....	43
Tabla 3.1. Especificaciones de Medición del Equipo ION7650.....	50
Tabla 3.2. Especificaciones de Entradas del Equipo ION7650.....	51
Tabla 3.3. Rangos de Voltaje.....	61
Tabla 4.1. Dimensiones de acuerdo a su potencia.....	69
Tabla 4.2. Datos de placa del Banco de Transformadores de la Facultad Técnica.....	72
Tabla 4.3. Cargas del Modulo 1 de la Facultad Técnica.....	104
Tabla 4.4. Cargas del Modulo 2 de la Facultad Técnica.....	105
Tabla 4.5. Cargas del Modulo 4 de la Facultad Técnica.....	105
Tabla 4.6. Cargas del Modulo 5 de la Facultad Técnica.....	106
Tabla 4.7. Cargas del Modulo 6 de la Facultad Técnica.....	106
Tabla 4.8. Cargas del Modulo 7 de la Facultad Técnica.....	107
Tabla 4.9. Demanda Total Instalada en la Facultad Técnica.....	108
Tabla 5.1. Presupuesto General en la Facultad Técnica.....	112
Tabla 5.2. Análisis de Precios Unitarios para Luminarias.....	113
Tabla 5.3. Análisis de Precios Unitarios para Ventiladores.....	114
Tabla 5.4. Análisis de Precios Unitarios para retiro de Tomacorrientes a 220V.....	115
Tabla 5.5. Análisis de Precios Unitarios para instalación de Tomacorrientes a 220V.....	116
Tabla 5.6. Análisis de Precios Unitarios para retiro de Tomacorrientes a 110V.....	117
Tabla 5.7. Análisis de Precios Unitarios para instalación de Tomacorrientes a 110V.....	118
Tabla 5.8. Análisis de Precios Unitarios para cambio de Interruptores.....	119
Tabla 5.9. Análisis de Precios Unitarios para retiro del PB - SSHHM.....	120
Tabla 5.10. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al TDP.....	121
Tabla 5.11. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al TD - IND.....	122
Tabla 5.12. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al cuarto de transformadores.....	123
Tabla 5.13. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al banco de transformadores de 300 KVA.....	124

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2.1. Contactos directos e indirectos.....	6
Figura 2.2. Esquema protector diferencial trifásico. ....	12
Figura 2.3. Esquema protector diferencial monofásico. ....	13
Figura 3.1. Armónicos de Corriente y Tendencias.....	52
Figura 3.2. Voltajes de Línea a Línea. ....	53
Figura 3.3. Corrientes de Línea a Línea. ....	54
Figura 3.4. Potencia Activa. ....	55
Figura 3.5. Potencia Reactiva. ....	56
Figura 3.6. Potencia Aparente. ....	57
Figura 3.7. Factor de Potencia.....	58
Figura 3.8. Armónicos de Voltaje.....	59
Figura 3.9. Armónicos de Corriente. ....	60
Figura 4.1. Diagrama Unifilar de la S/E "Los Ceibos".....	64
Figura 4.2. Acometida en Media Tensión de la Facultad Técnica.....	70
Figura 4.3. Banco de Transformadores de 3x100 KVA de la Facultad Técnica.....	72
Figura 4.4. Elementos de Protección instalados en el último poste. ....	74
Figura 4.5. Seccionador Fusible Unipolar y Pararrayo Tipo Válvula. ....	74
Figura 4.6. Aisladores de porcelana ANSI 55-5 y 52-1. ....	74
Figura 4.7. Acometida en Baja Tensión de la Facultad Técnica. ....	75
Figura 4.8. Tablero de Distribución Principal de la Facultad Técnica.....	76
Figura 4.9. Tablero de Distribución Auxiliar de la Facultad Técnica.....	77
Figura 4.10. PB - 1 Ubicado en la Administración de la Facultad. ....	79
Figura 4.11. PB - 2 Ubicado en la Administración de la Facultad. ....	80
Figura 4.12. PB - 3 Ubicado en la Administración de la Facultad. ....	81
Figura 4.13. TD - Lab.Con. Ubicado en el Laboratorio de Control de la Facultad. ....	82
Figura 4.14. PB - Lab.Aut. Ubicado en el Laboratorio de Automatismo de la Facultad. ....	83
Figura 4.15. PB - S.R. Ubicado en la Sala de Recreación de la Facultad. ....	84
Figura 4.16. PB - Pro.Lac. Ubicado en la Industria de Lácteos de la Facultad.....	85
Figura 4.17. PB - Pro.Car. Ubicado en la Industria de Lácteos de la Facultad.....	87
Figura 4.18. PB - FT3. Ubicado en la Aula FT3 de la Facultad.....	88
Figura 4.19. PB - Lab.Neu. Ubicado en el Lab. de Neumática de la Facultad.....	90
Figura 4.20. PB - Lab.Elec1. Ubicado en el Lab. de Electrónica de la Facultad.....	91
Figura 4.21. PB - Lab.Elec2. Ubicado en el Lab. de Electrónica de la Facultad.....	92
Figura 4.22. PB - Lab.Tel. Ubicado en el Lab. de Telecomunicaciones de la Facultad.....	93
Figura 4.23. PB - SS.HHM. Ubicado en el baño de mujeres de la Facultad.....	94

Figura 4.24. PB - SS.HHH. Ubicado en el baño de hombres de la Facultad. ....	95
Figura 4.25. PB - FT4. Ubicado en el Aula FT4 de la Facultad. ....	96
Figura 4.26. PB - FT6. Ubicado en el Aula FT6 de la Facultad. ....	98
Figura 4.27. PB - FT8. Ubicado en el Aula FT8 de la Facultad. ....	99
Figura 4.28. PB - PTC3. Ubicado en la oficina de profesores de la Facultad. ....	100
Figura 4.29. PB - FT13. Ubicado en el Aula FT13 de la Facultad. ....	101
Figura 4.30. TD - IND. Ubicado en la sala de profesores de agropecuaria. ....	103
Figura 5.1. Luminarias en mal estado de la Facultad Técnica. ....	109
Figura 5.2. Tomacorrientes de 110V en mal estado de la Facultad Técnica. ....	110
Figura 5.3. Tomacorrientes de 220V en mal estado de la Facultad Técnica. ....	110
Figura 5.4. Ventiladores en mal estado de la Facultad Técnica. ....	111
Figura 5.5. Interruptores en mal estado de la Facultad Técnica. ....	111



## INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto de tesis se describe el análisis físico y operacional del sistema eléctrico actual de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, cuya finalidad es mejorar el sistema eléctrico de distribución en baja tensión e identificar cada uno de los paneles centros de carga que existen en la facultad.

El buen estado de las instalaciones eléctricas nos ayudan a disminuir los riesgos de accidentes dentro del estado operacional de las mismas, ya pueden ocurrir contactos directos o indirectos hacia cualquier persona que se encuentre realizando actividades en la facultad.

Para evitar cualquier tipo de riesgos, nos debemos de enfocar en las normas eléctricas establecidas a nivel nacional como internacional, para así obtener estándares de calidad en las instalaciones eléctricas y optimizar la seguridad hacia las personas por cualquier tipo de falla que existiera en el sistema eléctrico de la facultad.

Para realizar estudio actual de las cargas instaladas en la facultad, se procedió hacer un levantamiento eléctrico con el fin de determinar si la demanda actual principalmente no afecta al banco de transformadores (si no se encuentra saturado), con lo cual determinaremos si se procede a aumentar la capacidad instalada o no del mismo.

En base al levantamiento que se realizó, se determinaran los costos para realizar los cambios o el mantenimiento respectivo en el sistema eléctrico de la facultad para mejorar así su calidad energética.

# **CAPITULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. Antecedentes**

El proceso sistemático de construcción de un edificio para un propósito específico constituye desde la concepción de una idea hasta plasmarla físicamente, a partir de una ingeniería de detalle.

En la construcción se debe tener todos los diseños de todas las áreas, desde lo civil, hasta lo eléctrico.

Pero lamentablemente a veces este proceso sistemático de construcción es dejado a un lado y se ve opacado por la construcción en bases de conocimientos empíricos sin dejar registro de lo actuado en papel o en formato digital.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Puesto a consideración la necesidad de solventar la falta de información técnica del sistema eléctrico y problemas que acarrea se desea potenciar el sistema, se pierde tiempo valioso en localizar información relevante o en caso de ocurrir un problema eléctrico se hace difícil identificarlo y localizarlo.

Además, la falta de la información necesaria del sistema eléctrico hace imposible determinar el plan de mantenimiento que permita de forma eficiente programar los diferentes tipos de mantenimientos dispuestos por el departamento de mantenimiento de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Siendo estos los problemas se optó por realizar un estudio y análisis de carga eléctrica para aplicar la correcta selección de los conductores, equipos de protección e identificación de los circuitos del sistema eléctrico de la facultad Técnica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.3. Justificación**

Este proyecto brindara información técnica de la situación actual del sistema eléctrico con la que se podrá realizar el análisis que permitirá determinar las medidas preventivas, correctivas, potencial y ahorro energético.

Con el estudio que se realizará se busca minimizar riesgos de descargas eléctricas a personas como peligros para la infraestructura física de los edificios y bienes instalados que funcionan en su interior.

El departamento de mantenimiento de la UCSG obtendrá facilidades con la información levantada y podrá optimizar los procesos de mantenimientos, adquisiciones de materiales y equipos del sistema eléctrico.

### **1.4. Hipótesis**

Para comenzar la realización del proyecto se parte con la premisa de que la información relacionada al sistema eléctrico de la Facultad Técnica está desactualizadas.

El levantamiento de infraestructura eléctrica y su actualización de diagramas unifilares, diagrama de distribución general, memoria técnica y planillaje, será de mucha utilidad para que el personal de mantenimiento identifique de forma rápida y precisa cada uno de los circuitos.

Pueden deducir sugerencias de conexiones nuevas, aumentos de cargas sin que se vea afectada la instalación eléctrica y se facilitara la localización de fallas en los circuitos.

### **1.5. Objetivos del proyecto**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Documentar toda la información de planos del sistema eléctrico actualizados para cumplir el índice de acreditación universitaria y facilitar las tareas de

mantenimiento de la facultad Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Identificar la acometida principal, tableros de distribución, elementos de protección.
- Identificar los circuitos principales, secundarios y derivados.
- Verificar en forma objetiva y documentada el cumplimiento de las normas vigentes del sistema eléctrico.
- Determinar las acciones de mejoramiento necesarias para lograr un sistema de mantenimiento más eficiente.
- Prevenir los riesgos asociados a deficiencias en el mantenimiento detectadas durante la ejecución del levantamiento de la información.

### **1.6. Metodología**

Inicialmente se hará un levantamiento eléctrico de toda la facultad para determinar la carga instalada y los elementos que conforman una instalación eléctrica. Luego se procederá a seguir todos los circuitos derivados que contienen los paneles de *breakers* instalados en la facultad, con la finalidad de saber si sus capacidades de conductor y *breakers* son las adecuadas para dicho circuito.

Además se monitoreará en un lapso de siete días todos los parámetros eléctricos en el banco de transformadores de la facultad, para determinar en qué condiciones se encuentra nuestro sistema eléctrico en baja tensión.

Mediante este proceso podemos verificar el estado de las instalaciones eléctricas de la facultad con la finalidad de mejorarlas y determinar los costos de mantenimiento para las mismas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Medidas de protección contra voltajes peligrosos**

Según el manual de la (Superintendencias de Electricidad y combustibles, 2013), sobre protecciones de consumo en baja tensión, disponible en; [http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad\\_norma4/tensiones\\_peligrosas.pdf](http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad_norma4/tensiones_peligrosas.pdf), señala que al accionar un sistema o circuito eléctrico el operador corre el riesgo de permanecer sometido a voltajes peligrosos por contacto directo o por contacto indirecto. Se entenderá que queda sometido a un voltaje por contacto directo, cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte del circuito o sistema que en condiciones normales esta energizada.

Se entenderá que permanece sometido a un voltaje por contacto indirecto, cuando toca con alguna parte de su cuerpo una parte metálica de un equipo eléctrico que en condiciones normales está desenergizada, pero que en condiciones de falla se energiza.

Se protegerá al operador o usuario de una instalación o equipo eléctrico contra los contactos que se accionan indirectamente, delimitando al mínimo el tiempo de la falla, haciendo que el valor del voltaje con respecto a tierra que se alcance en la parte fallada sea igual o inferior al valor de seguridad, o bien, haciendo que la corriente que pueda circular a través del cuerpo del operador, en caso de falla, no exceda de un cierto valor de seguridad predeterminado.

El valor de resistencia del cuerpo humano se considera igual a 2.000 Ohm para los efectos de aplicación de esta Norma.

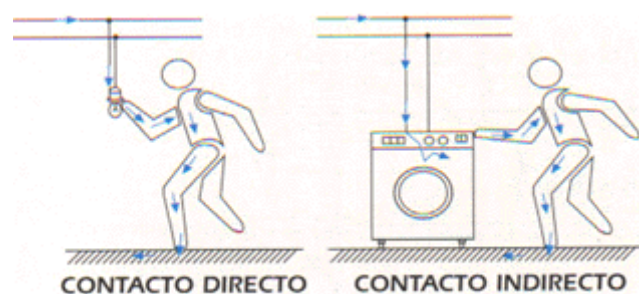
Este valor de la resistencia del cuerpo humano debe considerarse sólo como un valor referencial, utilizable exclusivamente en el ámbito de la

norma y restringido a alguno de sus aspectos específicos. No existe un único valor de la resistencia o impedancia equivalente del cuerpo puesto que su comportamiento está definido básicamente por la piel y la condición en que esta se encuentra en el momento del choque eléctrico. La resistencia del cuerpo entre ambas manos, con un contacto sin piel de por medio, tiene un valor medio para varones de edad intermedia del orden de 500 Ohm; sin embargo la presencia de una piel sana, seca y un poco más gruesa que el promedio, puede elevar el valor equivalente a cifras del orden de  $1M\Omega$ .

Desgraciadamente la piel pierde esta calidad de casi aislante con suma facilidad y por una amplia diversidad de motivos, de modo que para fines de estudios de seguridad esta cifra tan alta solo debe tomarse como un dato anecdótico, sin valor práctico.

Para los efectos de aplicación de esta Norma, se considerarán como máximos valores de voltaje a los cuales puede quedar sometido el cuerpo humano sin ningún riesgo, 50 V en lugares secos y 24 V en lugares húmedos o mojados en general y en salas de operaciones quirúrgicas en particular.

Se considerará piso aislante aquel que tenga una resistencia superior a 50.000 Ohm, en instalaciones que operen a una tensión de servicio de 208/120 V y a una frecuencia de 60 Hz.



**Figura 2.1. Contactos directos e indirectos.**

**Fuente: El Autor.**

## **2.2. Medidas de protección contra contactos directos**

**2.2.1.** Según la (Superintendencias de Electricidad y combustibles, 2013) y la información disponible en; <http://www.docstoc.com/docs/104708318/NCh-4-ELEC-2003>, consideraran suficiente protección contra los contactos directos con partes energizadas que funcionen a más de 50 V, la adopción de una o más de las medidas siguientes:

1. Colocación de la parte energizada fuera de la zona alcanzable por una persona.
2. Colocando las partes activas en bóvedas, salas o recintos similares, accesibles únicamente a personal calificado.
3. Separando las partes energizadas mediante rejas, tabiques o disposiciones similares, de modo que ninguna persona pueda entrar en contacto accidental con ellas y que sólo personal calificado tenga acceso a la zona así delimitada.
4. Recubriendo las partes energizadas con aislantes apropiados, capaces de conservar sus propiedades a través del tiempo y que limiten las corrientes de fuga a valores no superiores a 1 miliamperio. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considerarán como una aislación satisfactoria para estos fines.

## **2.3. Medidas de protección contra contactos indirectos**

**2.3.1.** La primera medida contra los contactos indirectos es evitar que estos se produzcan y esto se logrará manteniendo la aislación en los diversos puntos de la instalación en sus valores adecuados.

**2.3.2.** Se considera que una instalación tiene un adecuado valor de resistencia de aislación si ejecutadas las mediciones en la forma que se describe a continuación se obtienen valores no inferiores a los prescritos:

1. La resistencia de aislación de una instalación de baja tensión se medirá aplicando un voltaje no inferior a 500 V y utilizando instrumentos de corriente continua.

Durante el proceso de medición los conductores de la instalación o la parte de ella que se quiere medir, incluido el neutro, estarán desconectados de la fuente de alimentación.

2. El valor mínimo de resistencia de aislamiento será de 300.000 Ohm para instalaciones con voltajes de servicio de hasta 220V o el valor que especifique la Empresa Eléctrica suministradora local.

**2.3.3.** Asumiendo que aún en una instalación en condiciones óptimas, ante una situación de falla, una parte metálica del equipo puede quedar energizada, y además de la verificación y cumplimiento de lo prescrito en el literal 2, se deberán tomar medidas complementarias para protección contra voltajes de contacto peligrosos. Estas medidas se clasificarán en dos grupos.

**2.3.4. Grupo A:** en los sistemas de protección clase A, se trata de tomar medidas destinadas a suprimir el riesgo haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores entre los cuales puedan aparecer voltajes peligrosos. Dentro de esta clase encontraremos los siguientes sistemas de protección:

- Empleo de transformadores de aislamiento.
- Empleo de VOLTAJES extra bajos (12, 24 voltios).
- Empleo de aislamiento de protección o doble aislamiento.
- Conexiones equipotenciales.



**2.3.5. Grupo B:** En los sistemas de protección clase B se exige la puesta a tierra o puesta a neutro de las carcasas metálicas, asociando ésta a un dispositivo de corte automático que produzca la desconexión de la parte de la instalación con falla; dentro de esta clase encontramos los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de protección y dispositivo de corte automático operado por corriente de falla.
- Puesta a neutro y dispositivo de corte automático operado por corriente de Falla.

**2.3.6.** Sistemas de protección clase A. La aplicación de estas medidas, por sus características, será posible en casos muy restringidos y sólo para ciertos equipos o partes de la instalación.

**2.3.6.1.** Empleo de transformadores de aislamiento: Este sistema consiste en alimentar el o los circuitos que se desea proteger a través de un transformador, generalmente de relación 1:1, cuyo secundario este aislado de tierra. Se deberán cumplir las condiciones siguientes:

1. Su construcción será de tipo doble aislamiento.
2. El circuito secundario no tendrá ningún punto común con el circuito primario ni con ningún otro circuito distinto.
3. No se emplearán conductores ni contactos de tierra de protección en los circuitos conectados al secundario.
4. Las carcasas de los equipos conectados al secundario no estarán conectados a tierra ni a la carcasa de otros equipos conectados a otros circuitos, pero la carcasa de todos los equipos conectados al circuito secundario y que pueden tocarse simultáneamente, estarán interconectados mediante un conductor de protección.

5. El límite de voltaje y de potencia para transformadores de aislamiento monofásicos será de 220 V y 10 KVA; para transformadores trifásicos de aislamiento estos valores límites serán de 380 V y 18 KVA, respectivamente.
6. En trabajos que se efectúen dentro de recipientes metálicos, tales como estanques, calderas, etc., los transformadores de aislamiento deben instalarse fuera de estos recipientes.
7. Este tipo de protección es aconsejable de usar en instalaciones que se efectúen en o sobre calderas, andamiajes metálicos, cascos navales y, en general, donde las condiciones de trabajo sean extremadamente peligrosas por tratarse de locales o ubicaciones muy conductoras. El empleo de este sistema de protección hará innecesaria la adopción de medidas adicionales.

**2.3.6.2.** Empleo de voltajes extra bajos: En este sistema se empleará como voltaje de servicio un valor de 12 V ó 24 V. Su aplicación requiere del cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. El voltaje extra bajo será proporcionado por transformadores, generadores o baterías cuyas características sean las adecuadas para este tipo de trabajo.
2. El circuito no será puesto a tierra ni se conectará con circuitos de voltaje más elevada, ya sea directamente o mediante conductores de protección.
3. No se podrá efectuar una transformación de medio o alto voltaje a voltaje extra bajo.
4. El empleo de este sistema de protección es recomendable en instalaciones realizadas en recintos o lugares muy conductoras y hará innecesaria la adopción de otras medidas adicionales de protección.

Nota.- Como ejemplo de lugares muy conductores pueden citarse piscinas en que se utilicen circuitos de iluminación subacuática, circuitos de alimentación a tinas domésticas de hidromasaje, saunas, etc.

**2.3.6.3.** Empleo de aislamiento de protección o doble aislamiento: Este sistema consiste en recubrir todas las partes accesibles de carcasas metálicas con un material aislante apropiado, que cumpla lo prescrito en el ítem 2.2.1 numeral 4 ó utilizar carcasas aislantes que cumplan iguales condiciones.

El empleo de materiales no conductores en la construcción de las carcasas de electrodomésticos y maquinas herramientas portátiles ha hecho que este sistema de protección haya alcanzado una gran difusión y efectividad.

**2.3.6.4.** Conexiones equipotenciales: Este sistema consiste en unir todas las partes metálicas de la canalización y las masas de los equipos eléctricos entre sí y con los elementos conductores ajenos a la instalación que sean accesibles simultáneamente, para evitar que puedan aparecer voltajes peligrosos entre ellos. Esta medida puede, además, comprender la puesta a tierra de la unión equipotencial para evitar que aparezcan voltajes peligrosas entre la unión y el piso.

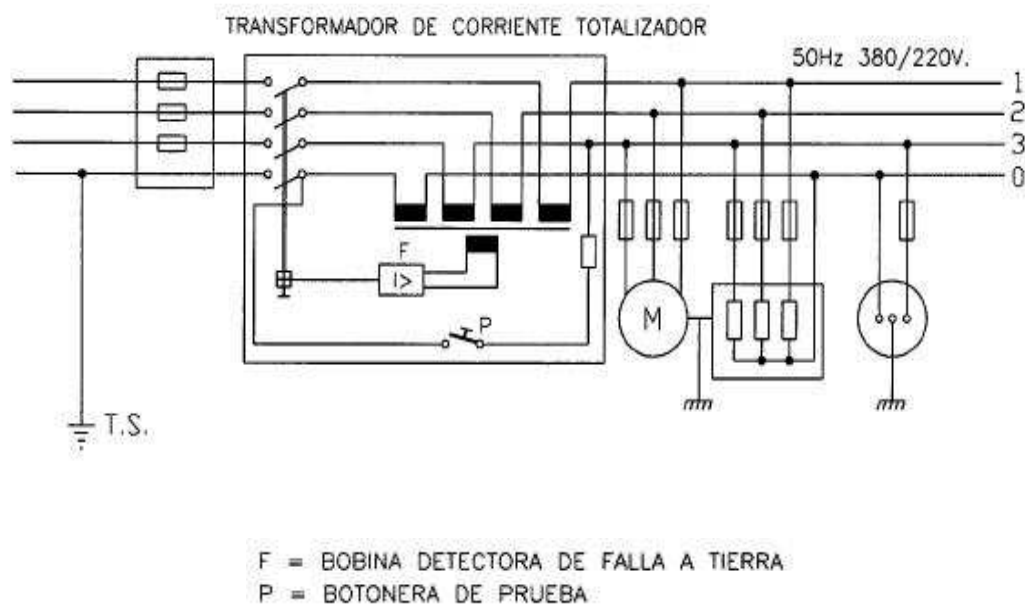
En las condiciones indicadas, deben insertarse partes aislantes en los elementos conductores unidos a la conexión equipotencial, por ejemplo, acoples o uniones aislantes en sistemas de cañerías, a fin de evitar la transferencia de voltajes a puntos alejados de la conexión.

Las puertas y ventanas metálicas o los marcos metálicos que estén colocados en paredes no conductoras y fuera del alcance de otras estructuras metálicas no necesitan conectarse a la conexión equipotencial.

El empleo de este sistema de protección es recomendable en lugares mojados, debiendo asociarse a uno de los sistemas de protección clase B.

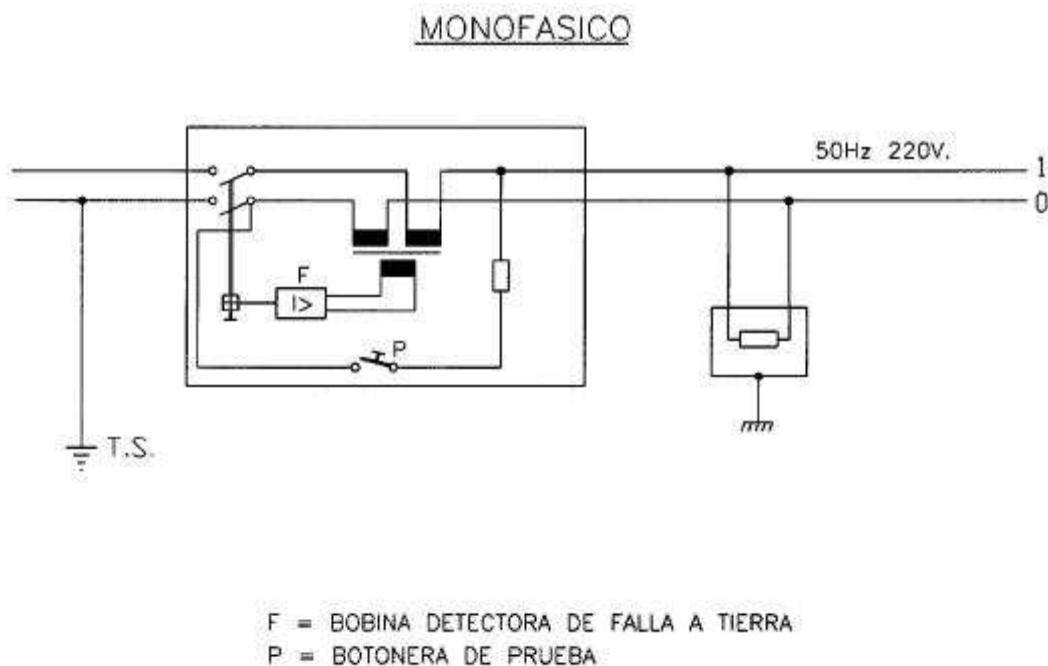
**2.3.7.** Sistemas de protección clase B. Son aquellos que se indican a continuación; en ellos, las puestas a tierra deberán cumplir lo prescrito en la sección 10 de sistemas de puesta a tierra.

**2.3.7.1.** Dispositivos automáticos de corte por corriente de falla asociados con una puesta a tierra de protección. Este sistema consiste en la conexión a una tierra de protección de todas las carcasas metálicas de los equipos y la protección de los circuitos mediante un dispositivo de corte automático sensible a las corrientes de falla, el cual desconectará la instalación o el equipo con falla; ver Figuras 2.1 y 2.2.



**Figura 2.2. Esquema protector diferencial trifásico.**

**Fuente: El Autor.**



**Figura 2.3. Esquema protector diferencial monofásico.**

**Fuente: El Autor.**

La aplicación de este sistema requiere del cumplimiento de las siguientes condiciones:

a) En instalaciones con neutro a tierra:

1. La corriente de falla deberá ser de una magnitud tal que asegure la operación del dispositivo de protección en un tiempo no superior a 5 segundos.
2. Una masa cualquiera no puede permanecer a un potencial que exceda el valor de seguridad en relación con una toma de tierra.
3. Todas las masas de una instalación deben estar conectadas a la misma toma de tierra.

b) En instalaciones con neutro flotante o conectado a tierra a través de una impedancia se cumplirán las mismas condiciones de a); en donde no

se pueda cumplir la primera condición, deberán cumplirse las siguientes otras condiciones:

1. Deberá existir un dispositivo automático de señalización que muestre cuando se haya presentado una primera falla de aislamiento en la instalación.
2. En caso de fallas simultáneas que afecten el aislamiento de fases distintas o de una fase y neutro, la separación de la parte con falla de la instalación debe asegurarse mediante dispositivos de corte automático que interrumpan todos los conductores de alimentación, incluso el neutro.

**2.3.7.2.** Se deberán utilizar protectores diferenciales como dispositivos asociados a los de corte automático.

**2.3.7.3.** Empleo de protectores diferenciales. Las condiciones de operación de un protector diferencial.

Según (Superintendencias de Electricidad y combustibles, 2013) e información de instalaciones de consumo en baja tensión, disponible en línea: <http://www.docstoc.com/docs/104708318/NCh-4-ELEC-2003>, refiere que un protector diferencial es un punto de conexión de protección destinado a desenergizar una instalación, circuito o artefacto cuando existe una falla a masa; opera cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores de alimentación es superior a un valor preestablecido.

Para una mejor comprensión de su alcance; ver las figuras 2.1. y 2.2. En los casos en que el diferencial se emplee en instalaciones de uso doméstico o similar en caso de falla deberá interrumpir el suministro eléctrico al circuito protegido, aún en ausencia del conductor neutro.

## 2.4. Normas Natsim

### 2.4.1. Clase de Servicio

El servicio eléctrico suministrado es de corriente alterna, monofásico o trifásico sólidamente aterrizado, con una frecuencia nominal de 60 ciclos por segundo. Los voltajes de servicio, listados a continuación, están disponibles dependiendo de la localización del Consumidor y la naturaleza de la carga. Las tensiones se clasifican en: baja, media y alta.

#### 2.4.1.1. Baja Tensión

Sistema Monofásico	Sistema Trifásico
120 voltios – 2 hilos	120/240 voltios – triángulo – 4 hilos
120/240 voltios – 3 hilos	120/208 voltios – estrella – 4 hilos
120/208 voltios – 3 hilos	

**Tabla 2.1. Sistemas en baja tensión.**

**Fuente: Manual Natsim 2012.**

La Empresa en condiciones normales mantendrá la regulación de la tensión dentro de los siguientes límites establecidos por el CONELEC: 8% arriba, 8 % abajo con relación al voltaje nominal de suministro.

Con la finalidad de mantener los rangos de regulación de voltaje establecidos, la Empresa no permitirá más de un paso de transformación para obtener el voltaje nominal de suministro; esto es, no se permitirá la instalación de transformadores en cascada para llegar al punto de medición del Consumidor.

Generalmente, para demandas de hasta 3 kilovatios, la Empresa suministrará el servicio monofásico a 120 voltios-2 hilos. Para demandas

mayores y hasta 30 KW., la Empresa suministrará el servicio monofásico trifilar a partir de sus redes de distribución del sector.

El servicio trifásico será suministrado después de que la Empresa haya evaluado el costo beneficio del suministro para determinar la contribución por parte del Consumidor cuando se encuentre localizado fuera de la franja de servicio, o su carga declarada sea mayor a 10 KW. En todo caso, para suministrar este servicio se requiere una carga trifásica mínima de 4 kilovatios.

El servicio en estrella será suministrado en los sectores donde ya exista, de lo contrario será necesario instalar un banco de transformadores suministrado por el Consumidor.

#### **2.4.1.2. Media Tensión**

La Empresa suministrará el servicio eléctrico a nivel de media tensión en los siguientes casos, independientemente si la medición se encuentra en el lado primario o secundario:

##### **Sistema Monofásico a 7.620 voltios**

- Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda del predio sea mayor a 30 KW y menor a 90 KW y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásicos.

##### **Sistema Trifásico a 13.200 voltios**

- Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 KW y menor a 1.000 KW.

#### **2.4.2. Medición**

En este capítulo se resumen los métodos más comunes de medición que realizará la Empresa, con el propósito de registrar la energía utilizada por el Consumidor.



#### **2.4.2.1. Medición en Baja Tensión**

La medición en baja tensión se hará en lo posible para demandas de hasta 300 kilovatios (800 amperios).

#### **2.4.2.2. Cargas con Protección de hasta 70 amperios**

Cuando la carga de un Consumidor requiera de la protección de un disyuntor de hasta 70 amperios, la medición se hará por medio de un medidor auto-contenido clase 100, tipo socket.

#### **2.4.2.3. Cargas con Protección de hasta 175 amperios**

Cuando la carga de un Consumidor requiera la protección de un disyuntor de ampacidad mayor de 70 amperios y hasta 175 amperios, la medición se hará por medio de un medidor auto-contenido clase 200, tipo socket.

#### **2.4.2.4. Cargas con Protección de hasta 1000 amperios**

Cuando la carga de un Consumidor requiera de la protección de un disyuntor de ampacidad mayor de 175 amperios y hasta 1000 amperios, la medición se hará utilizando medidores clase 20, tipo socket con transformadores de corriente.

#### **2.4.2.5. Métodos de Instalación de Medición en Baja Tensión**

La medición en baja tensión se efectuará en forma directa utilizando medidores auto-contenidos y en forma indirecta utilizando transformadores de medición.

#### **2.4.2.6. Medición en Media Tensión**

La medición en media tensión se efectuará cuando las demandas sean superiores a 300 kilovatios (800 amperios) e inferiores a 1.000 kilovatios.

El equipo de medición será instalado en un poste que contenga las líneas primarias aéreas de distribución, o en cuartos de transformadores, previa aprobación de la Empresa, para lo cual se utilizará transformadores de potencial y de corriente, además del medidor adecuado.

Se suministrará un equipo de medición en media tensión para demandas menores a 300 kilovatios por razones técnicas y por disposición de la Empresa.

#### **2.4.2.7. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Postes**

Los postes que soporten el equipo de medición de media tensión contendrán también el módulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura de 1,80 m., con respecto al piso, protegido contra las aguas lluvias por medio de una cubierta o techo.

Cuando la alimentación en media tensión se la realice por medio de un primario particular, el equipo de medición se instalará en el primer poste ubicado dentro del predio, el mismo que se colocará a una distancia máxima de 7 metros, medidos desde la línea de cerramiento y se preverá una estructura de doble retención en dicho poste..

El medio de protección y seccionamiento, es decir, las cajas porta-fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.

#### **2.4.2.8. Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Cuartos**

En los cuartos de transformadores que contengan equipos de medición en media tensión, el módulo individual del medidor deberá instalarse en el lado exterior de una de sus paredes y a una distancia tal, que el recorrido lineal de la trayectoria de la canalización de los conductores de señal del equipo de medición no exceda de 8 metros. Ver figura 30.

El medio de protección y seccionamiento, es decir, la caja porta-fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.

### **2.4.3. Medidor Totalizador**

El Medidor Totalizador es aquel que realiza la medición integral de la potencia y la energía entregada por la Empresa a un edificio o conjunto de edificios ubicados en un predio y en el que existan múltiples usuarios del servicio eléctrico, asociados a su vez con otros medidores individuales.

#### **2.4.3.1. Criterios de Instalación**

Se instalarán Medidores Totalizadores en todos aquellos predios en los cuales se cumplan las siguientes condiciones:

- Que el número de medidores requeridos en un tablero o en varios de éstos sea mayor a 10.
- Que la capacidad de transformación de la subestación sea mayor o igual a 50 KVA.

#### **2.4.3.2. Ubicación**

Los Medidores Totalizadores se instalarán en el lado primario o secundario de la subestación eléctrica que da servicio al predio, en un lugar de fácil y libre acceso para el personal de la Empresa y a una altura de 1,80 m con respecto al piso terminado.

En caso de existir un conjunto de edificios con múltiples usuarios, además del Totalizador, la Empresa exigirá la instalación de Subtotalizadores en cada uno de los edificios.

Según la ubicación del Medidor Totalizador, éste podrá registrar o no la energía autoconsumida por la subestación ( pérdidas de transformación).

En caso de que el medidor no registre las pérdidas de transformación, la Empresa las determinará y las incluirá en la facturación mensual.

#### **2.4.3.3. Características**

El Medidor Totalizador deberá ser electrónico con registro de demanda, monofásico o trifásico, para usarse con transformadores de medición.

#### **2.4.3.4. Clases de Medición**

##### **2.4.3.4.1. Medidor Totalizador en Baja Tensión hasta 600voltios**

El Medidor Totalizador será instalado en el lado de baja tensión de la subestación cuando la capacidad de transformación sea de hasta 250 KVA.

El Medidor será instalado en el lado exterior del cuarto de transformación dentro de un módulo metálico individual de: 70x40x25 cm

##### **2.4.3.4.2. Medidor Totalizador en Media Tensión (13.2 KV)**

El Medidor Totalizador será instalado en el lado de media tensión (13,2 KV) cuando la capacidad de transformación de la subestación sea superior a los 250 KVA e inferior a los 1.100 KVA.

El Medidor será instalado en el lado exterior del cuarto eléctrico o de transformación dentro de un módulo metálico individual de 70x40x25 cm.

##### **2.4.3.4.3. Medidor Totalizador en Alta Tensión ( 69 KV)**

El Medidor Totalizador será instalado en el lado de alta tensión (69 KV) cuando la capacidad de transformación supere los 1.100 KVA.

El Medidor Totalizador será instalado en el lado exterior del cerramiento de la subestación dentro de un módulo metálico individual de 70x40x25 cm. remítase a las Normas para la Construcción de Subestaciones en Alta Tensión.

#### **2.4.3.4.4. Suministro de Equipos**

Cuando se instale el Medidor Totalizador en baja, media o alta tensión, la Empresa suministrará los equipos relacionados con la medición, incluyendo el medidor respectivo, el Consumidor pagará un depósito en garantía por el costo total del equipo.

Cuando el Totalizador sea en baja tensión, el Consumidor deberá suministrar e instalar los siguientes elementos:

- La canalización para los conductores de señal.
- El módulo individual para el medidor con la base (socket) incluida.
- El módulo de seguridad para transformadores de medición, el cual será suministrado por el Distribuidor.

Cuando el Totalizador sea en media tensión, el Consumidor deberá suministrar e instalar los elementos mencionados en los literales a) y b), así como la estructura metálica de soporte de los transformadores de medición dentro del cuarto de transformación o la celda metálica para alojar los mismos, de acuerdo a lo especificado en el proyecto aprobado por el Distribuidor.

Cuando el Totalizador sea en alta tensión, el Consumidor deberá suministrar e instalar los elementos mencionados en los literales a) y b), así como los pórticos metálicos de soporte para los transformadores de medición, de acuerdo a los detalles y especificaciones técnicas señaladas en el proyecto de la subestación, aprobado por el Distribuidor.

## **2.4.4. Puesta a Tierra**

### **2.4.4.1. Generalidades**

Deberán conectarse a tierra los transformadores o los bancos de transformadores cuando las conexiones del diseño así lo requieran. Los circuitos que deben tener conexión a tierra son los siguientes:

- Circuito monofásico de dos conductores para servicio a 120 voltios.
- Circuito monofásico de tres conductores para servicios de fase a neutro y de fase a fase de 120/240 voltios.
- Circuito trifásico de cuatro conductores conexión en estrella para servicios a 120/208 voltios.
- Circuito trifásico de cuatro conductores conexión delta para servicios a 120/240 voltios.

Asimismo, deberán conectarse a tierra los pararrayos, los tanques y gabinetes de transformadores, las tuberías metálicas de acometida, las cajas metálicas de derivación, los tableros de medidores, y en general todas las cubiertas metálicas que contengan equipos eléctricos.

No deberá conectarse el sistema de puesta a tierra a tuberías que se utilizan para transportar gas o cualquier otro tipo de combustible.

### **2.4.4.2. Electroodos**

Los electrodos de puesta a tierra serán varillas de cobre o Cooperweld de 5/8" de diámetro, con una longitud mínima de 6 pies.

### **2.4.4.3. Conductores**

El conductor de puesta a tierra será de cobre, macizo o cableado, desnudo o aislado. Su sección mínima estará de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida en la siguiente relación:

- No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG.
- No. 6 AWG para conductor de acometida hasta No. 1/0 AWG.
- No. 4 AWG para conductores de acometida hasta No. 2/0 AWG.
- No. 2 AWG para conductor de acometida hasta 350 MCM.
- No. 1/0 AWG para conductor de acometida hasta 600 MCM.
- No. 2/0 AWG para conductor de acometida mayor a 600 MCM.

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra será No. 10 AWG, cobre.

#### **2.4.4.4. Trayectoria**

El conductor de puesta a tierra se podrá instalar directamente en paredes, estructuras o postes; si estuviera expuesto a daños mecánicos, se lo protegerá con un tubo metálico.

#### **2.4.4.5. Conexión**

El conductor de puesta a tierra se conectará al electrodo utilizando abrazaderas o conectores. En los tableros de medidores, la conexión a tierra de la barra del neutro se hará mediante terminales, que se utilizarán exclusivamente para el sistema de aterrizamiento.

#### **2.4.4.6. Resistencia**

La resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra deberá ser inferior a 20 ohmios; si fuera mayor, deberán utilizarse 2 o más electrodos de puesta a tierra en paralelo.

### **2.4.5. Cuartos para Transformadores**

#### **2.4.5.1. Requerimientos**

Si la demanda total de un inmueble excede a 30 KW el Proyectista, constructor o propietario habilitará un cuarto destinado a alojar

exclusivamente un transformador o banco de transformadores particulares, con sus respectivos equipos de protección y accesorios.

Por razones de seguridad, los cuartos de transformadores son de acceso restringido a personal calificado y no podrán ser utilizados para ningún otro fin que el de albergar a los transformadores. En caso de que se requiera como protección una celda de media tensión, ésta podrá ser ubicada en un ambiente adyacente, pero separado por una pared de mampostería, del cuarto de transformadores.

Cuando sea necesario realizar trabajos de mantenimiento dentro del cuarto de transformadores, en el que se encuentren instalados equipos de medición y/o distribución de esta Empresa, el Ingeniero Eléctrico Colegiado a cargo de dichos trabajos, deberá solicitar con al menos 48 horas de anticipación y por escrito al Departamento de Distribución la autorización correspondiente.

En aquellas urbanizaciones cuyas redes de distribución hayan sido diseñadas para dar servicio en media tensión a inmuebles a construirse, la Empresa exigirá el suministro del transformador por parte del Consumidor, previo a su instalación, aún cuando su demanda sea menor a 30 KW.

#### **2.4.5.2. Ubicación**

Según recomienda (Murillo, 2014), el cuarto de transformadores estará ubicado a nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública, de manera que permita al personal de la Empresa realizar inspecciones o reparaciones de emergencia a los transformadores.

Cuando por razones técnicas el cuarto de transformadores no pueda ubicarse a nivel de planta baja, éste podrá ser adecuado en el nivel inmediato superior y cumplirá con las disposiciones del párrafo anterior, en lo referente a su acceso.



En los edificios donde se requiera la habilitación de más de un cuarto de transformadores, éstos deberán ubicarse de la siguiente manera: el cuarto eléctrico que aloja la protección principal del inmueble en la planta baja y los cuartos restantes de acuerdo a las necesidades eléctricas de la obra, previendo que todos tengan fácil y libre acceso a través de corredores, parqueos y sirvan sólo para alojar a los transformadores de distribución, su equipo de protección y conductores de salida. En caso de que el cuarto de transformadores esté ubicado en áreas donde haya movimiento vehicular se deberá instalar una barrera de protección, cuyos detalles deberán ser aprobados por esta Empresa.

Por razones de seguridad, no se permitirá la ubicación total, ni parcial, de cuartos eléctricos o cuartos de transformadores sobre losas de cisternas, ni junto a depósitos de combustibles.

#### **2.4.5.3. Características Constructivas**

El cuarto de transformadores será construido con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado. Los cuartos, por razones de seguridad, deberán tener una losa superior de hormigón, ubicada a una altura libre mínima de 2,5 m. diseñada para soportar una carga máxima de acuerdo a su utilización.

Para evitar la corrosión de la base de los transformadores, se deberá construir sobre el piso una base de hormigón de por lo menos 10 cm. de espesor, diseñada para soportar los transformadores.

El cuarto deberá tener ventilación adecuada para mantener en su interior una temperatura que no exceda de 40° C, disipando las pérdidas del transformador a plena carga, sin ocasionar la disminución de la capacidad nominal del mismo.

Las aberturas de ventilación deberán situarse en las paredes laterales, cerca del techo y estarán cubiertas de rejas permanentes, bloques ornamentales,

o persianas resistentes colocadas de forma que sea imposible introducir objetos que alcancen o caigan sobre los transformadores.

La puerta de entrada tendrá dimensiones mínimas de 2,00 metros de alto por 1,00 metro de ancho, construida en plancha metálica de 1/16" de espesor, con abatimiento hacia el exterior y con una resistencia al fuego, de acuerdo a lo que señala el numeral 450.43 del NEC (Código Eléctrico Nacional).

Dentro del cuarto de transformadores y junto a su puerta de acceso se instalará un punto de luz (aplique) y un tomacorriente de 120 voltios, los cuales serán alimentados desde el panel de servicios generales.

El área mínima, rectangular y libre de los cuartos de transformadores, será de acuerdo a la siguiente tabla:

DIMENSIONES DEL CUARTO	CAPACIDAD TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS
2.0 x 2.0m	Hasta 75 KVA (1 solo transformador monofásico)
2.0 x 2.5m	Hasta 100 kVA (1 sólo transformador monofásico)
3.0 x 2.5m	Hasta 150 kVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
4.0 x 3.0m	Hasta 300 kVA (Banco de 3 transformadores)
5.0 x 3.5m	Hasta 750 kVA (Banco de 3 transformadores)
6.0 x 3.5m	Hasta 1,000 kVA (Banco de 3 transformadores)

**Tabla 2.2. Capacidades de Transformadores Monofásicos.**

**Fuente: Manual Natsim 2012.**

DIMENSIONES DEL CUARTO	CAPACIDAD TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
2.5 x 2.5m	Hasta 100 kVA (1 sólo transformador monofásico)
3.0 x 2.5m	Hasta 150 kVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
3.0 x 3.0m	Hasta 300 kVA (Banco de 3 transformadores)
3.5 x 3.5m	Hasta 750 kVA (Banco de 3 transformadores)
4.0 x 4.0m	Hasta 1,000 kVA (Banco de 3 transformadores)

**Tabla 2.3. Capacidades de Transformadores Trifásicos.**

**Fuente: Manual Natsim 2012.**

Cuando el banco de transformadores tenga una capacidad mayor a 1.000 KVA y la Empresa decida suministrar servicio en media tensión, las dimensiones del cuarto serán previamente definidas por ésta.

#### **2.4.5.4. Mantenimiento**

Una vez suministrado el servicio definitivo, los cuartos de transformadores en los que se instalen equipos de medición a nivel de baja o media tensión serán sellados por la Empresa en la puerta de ingreso a dicho cuarto.

Cuando sea necesario realizar trabajos particulares de mantenimiento dentro de estos cuartos, previamente con al menos 48 horas de anticipación, se deberá obtener la autorización de la Empresa en nuestro Departamento de Distribución. Concluidos los trabajos, el cliente informará a la Empresa, para proceder a la reposición inmediata de los sellos de seguridad.

#### **2.4.5.5. Ductos de Entrada a Cuartos de Transformadores**

La canalización que ingresa a un cuarto de transformadores se construirá empleando ductos y codos de tubería metálica rígida, aprobada para uso eléctrico con un diámetro mínimo de 3" para sistemas monofásicos, y de 4" para sistemas trifásicos.

El número de ductos dependerá de la infraestructura eléctrica del edificio y de la necesidad de la Empresa para la creación de centros de carga en el sector.

#### **2.4.5.6. Centros de Distribución de Carga**

Cuando sea necesario crear un Centro de Distribución de Carga, para instalar equipos de media tensión en el edificio que solicite el suministro del servicio eléctrico, la Empresa exigirá la habilitación de un cuarto para su uso exclusivo, el mismo que estará ubicado a nivel de planta baja con facilidades de acceso desde la vía pública, cuyas dimensiones y número de ductos a incorporarse al diseño de la obra serán determinados por la Empresa.

La construcción de los cuartos destinados para este fin correrá a cargo del dueño de la obra.

#### **2.4.6. Transformadores**

La Empresa suministrará e instalará sus transformadores en su sistema de distribución, para Consumidores con una demanda de hasta 30 KW, siempre que no se encuentren ubicados en urbanizaciones o lotizaciones donde existan situaciones especiales como las mencionadas en el numeral 14.1. Si la demanda excede de 30 KW, el Consumidor suministrará e instalará sus propios transformadores dentro de un cuarto habilitado para el efecto, cuya capacidad y tipo de conexión se especificará en el diagrama unifilar del proyecto eléctrico que se presentará a esta Empresa para su aprobación.

Si se prevé la instalación de un sólo transformador monofásico, éste será de hasta de 100 KVA y podrá ser del tipo convencional o auto protegido; pero si se considera la instalación de un banco de transformadores, cada unidad monofásica que lo conforma será del tipo convencional y apropiado para ser utilizado en un sistema de 13200/7620 voltios en el lado primario y 120/240 voltios en el lado secundario, con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal.

Cuando se considere el uso de transformadores tipo Padmounted, deberá ubicárselo en un espacio comprendido entre la línea del cerramiento frontal y la línea de construcción del inmueble, con una separación mínima de 1,5 m. desde la línea de cerramiento frontal al lado más cercano del transformador y a 0,5 m tanto del lindero lateral, como de la línea de construcción del inmueble (fachada). En caso de que se instale el transformador en un área donde haya movimiento vehicular, se deberá colocar una barrera de protección, cuyos detalles deberán ser aprobados por esta Empresa.

El transformador Padmounted se montará sobre una base de hormigón de 15 cm. respecto al nivel del piso terminado; debajo del compartimiento de primario y secundario se construirá una caja de paso de hormigón, con una abertura que se ajuste a las dimensiones del mismo y de 80 cm. de profundidad. En dicho compartimiento se acoplarán las tuberías de entrada de primario y de salida del secundario. Estas tuberías serán del tipo metálico rígido para uso eléctrico.

Los transformadores Padmounted monofásicos tendrán un voltaje en el lado primario de 13.200/ 7.620 voltios y en el lado secundario 120/240 voltios con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal. Cuando se trate de un servicio individual el módulo para medición indirecta descrito en el numeral 11, se instalará en el lado exterior del cerramiento, en tanto que los módulos para los transformadores de corriente y el disyuntor general se

instalarán cerca del transformador, esto es, en el cerramiento lateral del inmueble o en el lado interior del cerramiento frontal.

Cuando la demanda sea mayor a 1.000 KW y la Empresa suministre el servicio a un nivel de tensión de 69 KV, el Consumidor instalará la subestación de reducción a esta tensión, cuyas características técnicas, detalles constructivos y de montaje serán puestos a consideración de la Empresa para su análisis respectivo.

#### **2.4.6.1. Protección de Transformadores en Media Tensión**

Los transformadores de hasta 15 KV se instalarán con el equipo mínimo necesario para su protección y seccionamiento en el lado primario, consistente en una caja fusible de 100 amperios 15 KV y un pararrayo de 10 KV en cada una de las fases de alimentación, los cuales se instalarán en el poste de arranque si la red de distribución es aérea y dentro del cuarto de transformadores si la red es subterránea proveniente de un centro de carga de la Empresa.

El equipo de protección será suministrado por el Consumidor.

#### **2.4.6.2. Celdas de Media Tensión**

a) Si se considera la instalación de un transformador trifásico o banco de transformadores, cuya capacidad de transformación sea mayor a 500 KVA, se deberá prever la instalación, dentro del cuarto de transformadores, de un interruptor automático para operación con carga o un seccionador fusible para operación simultánea de las tres fases bajo carga. Este equipo será suministrado por el Consumidor.

b) Si se considera la instalación de más de un banco de transformadores para el edificio o industria, se deberá instalar un interruptor automático principal para operación con carga o seccionadores fusibles para accionamiento simultáneo de las tres fases bajo carga, un juego de barras

de alimentación en media tensión y como protección individual para cada transformador, un interruptor automático o seccionadores fusibles similares al principal.

#### **2.4.7. Acometida en Media Tensión**

El transformador será conectado al sistema de distribución mediante líneas de acometida suministradas e instaladas por la Empresa. El Consumidor deberá instalar toda la tubería que se requiera y adecuar las obras civiles por su propia cuenta. La Empresa solicitará un depósito en garantía por el costo de los primeros 30 metros de acometida, sobre el exceso, en caso de existir, recaudará su costo como contribución de construcciones.

##### **2.4.7.1. Acometidas Aéreas**

Sólo se aceptarán acometidas aéreas en media tensión, en aquellos sectores donde las calles no estén pavimentadas o existan en ellas zanjas para drenajes y las aceras no hayan sido construidas.

Cuando se instale este tipo de acometida se deberá utilizar un cable tensor acerado de 3/8" de diámetro como mensajero, el mismo que se fijará a un poste de hormigón junto al cuarto de transformación o en la fachada del inmueble.

Para la entrada de los conductores de acometida se utilizará tubería metálica rígida para uso eléctrico de 3" de diámetro en acometidas con dos conductores (incluyendo el neutro) y de 4" de diámetro en acometidas de más de dos conductores. El extremo de la tubería de entrada de acometida estará ubicado del lado del poste de distribución más cercano al inmueble y rematará con el respectivo reversible.

Las acometidas aéreas que cruzan la calzada tendrán una altura mínima de 6 m.

#### **2.4.7.2. Acometidas Subterráneas**

Una acometida en media tensión normalmente será subterránea y cumplirá con las características del numeral anterior en lo referente a la tubería de entrada de los conductores de acometida.

#### **2.4.7.3. Características de las Canalizaciones**

Las canalizaciones subterráneas requieren, previo a iniciar el proceso de excavación, la autorización de la Empresa, Municipalidad y otras empresas de servicios básicos, la misma que deberá ser solicitada con una anticipación de al menos 72 horas. Las canalizaciones en aceras y cruces de calles estarán conformadas por 4 ductos de 10 cm. (4") de diámetro cada uno, de material PVC de presión; sin embargo, en los lugares donde la Empresa por razones técnicas lo requiera, podrá exigir un número mayor de ductos.

La canalización de entrada de acometida en media tensión que se instale junto al poste y las que ingresan al cuarto de transformadores se construirán utilizando tubería metálica rígida aprobada para uso eléctrico. Similares características tendrán las canalizaciones que se deriven desde el cuarto eléctrico que contiene la protección principal del inmueble a los diferentes cuartos de transformadores del mismo.

#### **2.4.7.4. Trayectoria**

La trayectoria de la canalización estará conformada por tramos rectos, debiéndose prever la construcción de cajas de paso en los puntos donde se cambie de dirección, se intercepte la canalización existente y al pie del poste donde el primario subterráneo o acometida se incorpore a la red aérea del sistema. La longitud máxima entre cajas de paso será de 30 m.



#### **2.4.7.5. Cajas de paso**

Las cajas de paso o revisión se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de 3/8" espaciadas 15 cm. en ambos sentidos de acuerdo a su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones interiores de la caja no podrán ser menores a 80x80x80 cm.

Aquellas cajas que se construyan en las aceras para el cruce de calles deberán dimensionarse con una profundidad de 100 cm. y las cajas con derivaciones en sistemas de media tensión tendrán dimensiones de 160x80x100 cm., con tapa de doble hoja.

Las tapas de las cajas de paso se construirán de hormigón armado, en las aceras con ángulo de 2"x 1/4" reforzado con varilla de 1/2" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos y en las calles, con ángulo de 5"x 1/4" reforzado con varillas de 5/8" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos. Dichas tapas estarán provistas de dos agarraderas que permitan su remoción

#### **2.4.7.6. Zanjas**

La excavación de la zanja para la canalización tendrá una profundidad de por lo menos 50 cm. por debajo de la del banco de ductos requeridos, con una amplitud de 15 cm. a cada lado del referido banco. El relleno se realizará con material pétreo y compactándolo en capas de 10 cm. hasta alcanzar bajo el banco de ductos un espesor mínimo de 30 cm. en aceras y 50 cm. en cruce de calles.

#### **2.4.7.7. Disposición de Ductos**

La tubería se colocará en la zanja con una separación de 10 cm. entre tubos, tanto en sentido horizontal como vertical, incrementando niveles cada dos ductos. En caso de requerirse uno o dos ductos, se mantendrá la disposición del nivel inferior.

#### **2.4.7.8. Recubrimientos**

El espesor de las capas de hormigón, medido desde el nivel superior de la calle o acera hasta la cara superior del primer nivel de tubos, no será menor a 40 cm y 30 cm. respectivamente. El espesor de las capas de hormigón medido desde la cara inferior del tubo más profundo hasta la superficie del terreno compactado no será inferior a 20 cm. en ambos casos, y cuando el terreno sea demasiado flojo (fangoso) deberá colocarse en la parte superior de los ductos una malla de armadura metálica con varillas de hierro corrugado de 3/8" y resistencia a la tracción de 1.200 Kg/cm<sup>2</sup>, espaciadas cada 15 cm en ambos sentidos.

El hormigón a emplearse tendrá una resistencia a la compresión simple de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### **2.5. Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2013)**

#### **2.5.1. Tableros**

##### **2.5.1.1. Conceptos Generales**

Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella y deben proveer un alto nivel de seguridad y confiabilidad en la protección de personas e instalaciones.

La cantidad de tableros que sea necesario para el comando y protección de una instalación se determinará buscando salvaguardar la seguridad y tratando de obtener la mejor funcionalidad y flexibilidad en la operación de dicha instalación, tomando en cuenta la distribución y finalidad de cada uno de los ambientes en que estén subdivididos el o los edificios componentes de la propiedad.

Los tableros serán instalados en lugares seguros y fácilmente accesibles, no deben ubicarse en la parte posterior del tablero ningún artículo de vestuario ni ningún depósito, se debe tener en cuenta las condiciones particulares siguientes:

- a) Los tableros de locales de reunión de personas se ubicarán en ambientes sólo accesibles al personal de operación y administración.
- b) En caso de ser necesaria la instalación de tableros en ambientes peligrosos, éstos deberán ser construidos utilizando equipos y métodos constructivos acorde a las normas específicas sobre la materia.
- c) Todos los tableros serán fabricados por una empresa calificada, y deberán llevar en forma visible, legible e indeleble la marca de fabricación, el voltaje de servicio, la corriente nominal y el número de fases. El responsable de la instalación deberá agregar en su oportunidad su nombre o marca registrada y en el interior deberá ubicarse el diagrama unifilar correspondiente.
- d) El equipo colocado en un tablero debe cumplir con las normas NTE INEN correspondientes y los requisitos establecidos por las empresas de suministro de energía eléctrica. Los cargadores de baterías no deben instalarse en los tableros principales.
- e) Los tableros deben permitir:
  1. Dar respuesta adecuada a las especificaciones técnicas de cada proyecto.
  2. El uso óptimo de las dimensiones y de la distribución en el interior del panel.
  3. Utilizar componentes estandarizados.
  4. Facilidad de modificación.

5. Fácil conexión de potencia y auxiliares.
6. Fácil evolución de la instalación a un costo controlado.

### **2.5.1.2. Clasificación**

Atendiendo a la función y ubicación de los distintos Tableros dentro de la instalación, estos se clasificarán como sigue:

**2.5.1.2.1. Tableros Principales:** Son los tableros que distribuyen la energía eléctrica proveniente de las fuentes principales de suministro. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación de consumo en forma conjunta o fraccionada.

**2.5.1.2.2. Tableros Principales Auxiliares:** Son tableros que son alimentados desde un tablero principal y desde ellos se protegen y operan subalimentadores que energizan tableros de distribución.

**2.5.1.2.3. Tableros de Distribución:** Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente sobre los circuitos en que está dividida una instalación o parte de ella; pueden ser alimentados desde un tablero principal ó un tablero principal auxiliar.

**2.5.1.2.4. Tableros de Control o Comando:** Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o únicamente dispositivos de maniobra y que permiten la operación de grupos de artefactos, en forma individual, en subgrupos, en forma programada o manual. Aquí se incluyen los tableros arrancadores para motores o los tableros tipo centro de control de motores.

**2.5.1.2.5. Tableros de Medición:** Son tableros que contienen elementos de medición de los parámetros de corriente, voltaje y potencia, además de alarmas y otra información dependiendo de la aplicación.

**2.5.1.2.6. Tableros de Transferencia:** Son tableros que contienen elementos de maniobra para la transferencia del sistema de energía principal a sistema de energía de emergencia, de forma automática o manual.

**2.5.1.2.7. Tableros Especiales:** Son tableros que cumplen una función específica, con elementos de protección y maniobra. Por ejemplo tablero de Bomba Contra Incendios, tableros aislados de tierra, tableros de compensación de potencia reactiva.

### **2.5.1.3. Especificaciones de Construcción**

#### **2.5.1.3.1. Formas constructivas**

- a) Todos los dispositivos y componentes de un tablero deberán montarse dentro de cajas, gabinetes o armarios, dependiendo del tamaño que ellos alcancen.
- b) Los tableros deben ser fabricados en materiales resistentes al fuego, autoextinguibles, no higroscópicos, resistentes a la corrosión o estar adecuadamente protegido contra ella.
- c) Todos los tableros deberán contar con una cubierta interna sobre los equipos y con una puerta exterior. La cubierta interna tendrá por finalidad impedir el contacto de cuerpos extraños con las partes energizadas, o bien, que partes energizadas queden al alcance del usuario al operar las protecciones o dispositivos de maniobra; deberá contar con perforaciones de tamaño adecuado como para dejar pasar libremente el cableado y demás conexiones pertinentes, sin que ello permita la introducción de los mencionados cuerpos extraños, sin que ninguno de los elementos indicados sea solidario a ella, palancas, perillas de operación o piezas de reemplazo, si procede, de los dispositivos de maniobra o protección. La cubierta

cubre equipos se fijará mediante bisagras en disposición vertical, elementos de cierre a presión o cierres de tipo atornillado; en este último caso los tornillos de fijación empleados deberán ser del tipo no desprendible para que no se pierdan.

- d) La puerta exterior será totalmente cerrada con un grado de hermeticidad de acuerdo a su aplicación, permitiéndose sobre ella indicadores, equipos de medida, selectores o pulsadores. Su fijación se hará mediante bisagras en disposición vertical u horizontal.
- e) Las partes energizadas de un tablero sólo podrán alcanzarse removiendo la cubierta cubre equipos, entendiéndose que esta maniobra solo se realizará por necesidad de efectuar trabajos de mantenimiento o modificaciones en el interior del tablero.
- f) Los elementos de operación de las protecciones o dispositivos de maniobra sólo serán accesibles abriendo la puerta exterior la que deberá permanecer cerrada, para lo cual deberá contar con una chapa con llave o un dispositivo equivalente.
- g) Todo tablero debe contar con la cubierta interior o tapa cubre equipos, y se podrá exceptuar de la exigencia de contar con puerta exterior a todo tablero de uso doméstico o similar.
- h) Los tableros podrán ser montados empotrados o sobrepuestos en una pared si son de baja o mediana capacidad, tamaño y peso. Si los tableros son de gran capacidad, tamaño y peso, éstos deberán ser auto soportados mediante una estructura metálica anclada directamente al piso o sobre una estructura de hormigón.
- i) Posición en las paredes.- En las paredes de concreto, azulejo u otro material no combustible, los armarios deben instalarse de modo que

el borde delantero del mismo no quede metido más de 6 mm por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los armarios deben quedar nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

- j) En lugares húmedos y mojados.- Los encerramientos montados en superficie a que hace referencia esta Sección 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 y deben ir montados de modo que quede por lo menos 6.4 mm de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.
- k) Excepción: Se permite instalar armarios y cajas de corte no metálicos sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.
- l) Los tableros de gran capacidad y tamaño, además de ser accesibles frontalmente a través de puertas y cubiertas cubre equipos, podrán ser accesibles por los costados o por su parte trasera mediante tapas removibles fijadas mediante pernos del tipo no desprendible.
- m) El conjunto de elementos que constituyen la parte eléctrica de un tablero deberá ser montado sobre un bastidor o placa de montaje mecánicamente independiente de la caja, gabinete o armario los que se fijarán a éstos mediante pernos, de modo de ser fácilmente removidos en caso de ser necesario.
- n) El tamaño de caja, gabinete o armario se seleccionará considerando que:

1. El cableado de interconexión entre sus dispositivos deberá hacerse a través de bandejas o canaletas de material no conductor que permitan el paso cómodo y seguro de los conductores.
  2. Deberá quedar un espacio suficiente entre las paredes de las cajas, gabinetes o armarios y las protecciones o dispositivos de comando y/o maniobra de modo tal de permitir un fácil mantenimiento del tablero.
  3. Se deberá considerar un volumen libre de 25% de espacio libre para proveer ampliaciones de capacidad del tablero.
- o) Las cajas, gabinetes o armarios en que se monten los tableros podrán ser construidos con láminas de hierro, acero o materiales no conductores.
- p) Las cajas y gabinetes metálicos podrán estar constituidos por láminas de hierro o acero plegadas y soldadas las que le darán forma y rigidez mecánica. Los armarios metálicos se estructurarán sobre bastidores de perfiles de resistencia mecánica adecuada a las exigencias del montaje, esto es recomendado por el material informativo en línea: NCH Elec. 4/84 Vigente, disponible en; <http://www.planospara.com/planos4/normatividad-para-instalaciones-electricas-8741.doc>, se indica que, se cerrarán con placas plegadas las que formarán sus cubiertas y puertas. Será recomendable la construcción modular de estos contenedores de modo de poder construir tableros de gran tamaño mediante el montaje de grupos de estos módulos.
- q) Las láminas de hierro o acero que se utilicen en la construcción de cajas, gabinetes o armarios tendrán espesores mínimos de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.6.



Superficie libre	Espesor de la plancha
[m <sup>2</sup> ]	[mm]
0.25	1.2
0.75	1.5
1	1.8
Sobre 1	2.0

**Tabla 2.4. Espesor mínimo de la plancha de acero para cajas, gabinetes o armarios.**

**Fuente: Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-2013).**

Todos los componentes metálicos de cajas, gabinetes y armarios deberán someterse a un proceso de acabado que garantice una adecuada resistencia a la corrosión; según la información de Tableros eléctricos disponible en: <http://www.scribd.com/doc/211217429/6>, sugiere que la calidad de esta terminación se deberá comprobar mediante la aplicación de las normas de control de calidad correspondientes

Los compuestos químicos utilizados para la elaboración de las pinturas a emplearse en los tableros no deben contener TGIC (triglicidilisocianurato).

Los tableros deberán construirse con un índice de protección (grado IP) adecuado al ambiente y condiciones de instalación. En general no se aceptará la construcción de tableros de tipo abierto. Como referencia se sugiere considerar un grado IP 41 como mínimo para tableros en interior e IP44 como mínimo para tableros instalados en exterior.

Los materiales no metálicos empleados en la construcción de cajas, gabinetes o armarios deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Serán no higroscópicos.

- b) En caso de combustión deberán ser autoextinguibles (soportar 650°C durante 30 segundos), arder sin llama y emitir humos de baja opacidad, sus residuos gaseosos serán no tóxicos.
- c) Tendrán una resistencia mecánica al impacto mínimo grado IK 05 y tendrán un grado de protección contra sólidos, líquidos y contacto directo, mínimo IP2X para montaje en interiores e IP4X para tableros montados en exteriores.
- d) Las distancias mínimas entre partes desnudas energizadas dentro de un tablero serán determinadas de acuerdo a la Tabla 2.6. Se exceptúan de esta exigencia a las distancias entre contactos de dispositivos de protección y de maniobra las cuales deberán cumplir con las Normas específicas respectivas.
- e) La altura mínima de montaje de los dispositivos de comando o accionamiento colocados en un tablero será de 0.60 m y la altura máxima será de 2.0 m, ambas distancias medidas respecto del nivel de piso terminado.

Se recomienda que todos los tableros eléctricos sean adecuadamente probados y satisfacer las normas aplicables en referencia a los siguientes aspectos:

- Construcción y ensamble de tableros de Baja Tensión
- Grado de protección de tableros
- Resistencia a la salinidad
- Resistencia a la humedad relativa

<b>Voltajes de servicio</b>	<b>Partes energizadas con respecto a tierra</b>
<b>[V]</b>	<b>[mm]</b>
0 a 200	15
201 a 400	15
401 a 1000	30

**Tabla 2.5. Distancias entre partes energizadas desnudas dentro de un tablero.**

**Fuente: Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-2013).**

#### **2.5.1.3.2. Material eléctrico**

Los conductores de alimentación que lleguen a un tablero deberán hacerlo mediante puentes de conexión o barras metálicas de distribución, pudiendo existir una protección principal.

Desde las barras de distribución se harán las derivaciones para la conexión de los dispositivos de comando o protección constitutivos del tablero. No se aceptará el cableado interno de un tablero con conexiones hechas de dispositivo a dispositivo.

Las barras de distribución se deberán montar rígidamente soportadas en las cajas, gabinetes o armarios; estos soportes deberán ser aislantes.

Tanto las barras como los conductores del cableado interno de los tableros deberán cumplir el código de colores vigente.

Todos los tableros principales de distribución cuya capacidad sea igual o superior a 200 Amperios deberán llevar instrumentos de medida que indiquen el voltaje y corriente sobre cada fase.

Todos los tableros principales de distribución deberán llevar luces piloto sobre cada fase para indicación de tablero energizado.

Los tableros principales y principales auxiliares y aquellos cuyas características de funcionamiento lo exijan deberán llevar luces piloto de indicación del estado de funcionamiento.

#### **2.5.1.3.3 Conexión a tierra**

Todo tablero deberá contar con una barra o puente de conexión a tierra.

Si la caja, gabinete o armario que contiene a un tablero es metálico, según (Murillo, 2014) señala que cada una de sus partes desmontables del tablero, deberán conectarse a la barra o puente de conexión a tierra.

Las conexiones a tierra de un tablero deberán cumplir con lo dispuesto en la sección 10 (Sistemas de Puesta a Tierra).

#### **2.5.1.3.4. Identificación del tablero**

Los tableros deberán contener la siguiente identificación:

- Diagrama Unifilar del tablero
- Tipo de ambiente para el que fue diseñado
- Rotulado para la identificación de circuitos
- Instrucciones para la instalación, operación y mantenimiento

#### **2.5.1.3.5. Ventilación**

Dentro del tablero debe existir ventilación ya sea natural o forzada de tal forma que se garantice que los equipos operarán a una temperatura adecuada y que no sobrepasarán las temperaturas máximas de operación.

#### **2.5.1.4. Disposiciones aplicables a tableros generales**

Todo tablero principal o principal auxiliar, del cual dependan más de seis alimentadores deberá llevar un disyuntor general que permita proteger y operar sobre toda la instalación en forma simultánea.

En un tablero principal no podrán colocarse dispositivos de operación o protección para alimentadores de distintos voltajes.

Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el literal 2.2.

Se podrán instalar tableros de producción única, sin Certificado de Conformidad de producto, siempre y cuando el fabricante demuestre mediante documento suscrito por él y avalado por un ingeniero eléctrico o electromecánico, con matrícula profesional vigente, que el producto cumple los requisitos establecidos en esta norma; el inspector de la instalación verificará el cumplimiento de este requisito y su incumplimiento será considerado una no conformidad con esta norma.

#### **2.5.1.5. Disposiciones aplicables a tableros de distribución**

En un tablero de distribución en que se alimentan circuitos de distintos servicios, tales como fuerza, alumbrado, calefacción u otros, las protecciones se deberán agrupar ordenadamente ocupando distintas secciones del tablero.

El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de hierro o acero de espesor mínimo 0.9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de hierro o acero de espesor mínimo 1.2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.

Todo tablero de distribución debe tener una barra de neutro y una barra de tierra independientes.

## **CAPÍTULO III**

### **EQUIPO ANALIZADOR DE REDES ELÉCTRICAS**

#### **3.1. Importancia de la calidad de energía**

En los últimos años se han producido importantes cambios en el sector energético motivados principalmente por la liberalización del mercado eléctrico y el esfuerzo en mejorar la eficiencia energética en las instalaciones. Uno de los objetivos de estos cambios es reducir el consumo de energía eléctrica, que ha experimentado un importante aumento, el cual continuará en el futuro. El principal responsable de este incremento es el consumo eléctrico originado por los edificios del sector terciario, el cual ha aumentado exponencialmente debido a mayores exigencias relativas al confort térmico y visual, seguridad, comodidad, etc., que requieren multitud de equipamiento eléctrico. Además, un consumo elevado provoca efectos negativos en el medio ambiente debido al incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases y partículas contaminantes. Por este motivo, los gobiernos están instaurando políticas que fomentan el ahorro energético y el uso eficiente y racional de la energía, lo que se traduce en un ahorro económico en la factura eléctrica.

En esta situación, los consumidores de electricidad deberían adoptar estrategias encaminadas a mejorar la eficiencia energética y a gestionar la demanda de energía eléctrica de sus equipos e instalaciones. Una tarea imprescindible previa a la gestión y toma de decisiones es la supervisión del consumo de energía eléctrica. Es imposible gestionar adecuadamente una instalación eléctrica si previamente no se tiene información acerca de la misma. Por tanto, es necesario medir, adquirir, almacenar, visualizar y analizar el conjunto de variables eléctricas de la instalación.

### **3.2. Analizador de red avanzado Power Logic serie ION 7650**

Es un dispositivos de medición y control inteligente que proporcionan ingresos exactos, RMS verdaderas, mediciones de voltaje, corriente, potencia, y son complementados con la capacidad de E / S amplias, un registro exhaustivo, y medición de la calidad de energía avanzada y funciones de verificación de cumplimiento. Los medidores vienen con una amplia selección de pantallas de datos pre- configurados y mediciones, para su respectiva actualización.

### **3.3. Especificaciones Técnicas del analizador.**

#### **3.3.1. Pantalla configurable IEC/IEEE multilingüe con gran visibilidad.**

Su pantalla LCD grande con iluminación posterior presenta múltiples parámetros simultáneos históricos y de tiempo real con estampa de fecha y hora, así como tendencias graficas e histogramas. Cuenta con soporte multilingüe para ingles, francés, español y ruso, anotaciones IEC o IEEE configurables por el usuario y soporte para reloj de 12 o 24 horas en varios formatos de fecha y hora.

#### **3.3.2. Normas de gran precisión**

Cumple las exigentes normas de precisión para facturación IEC y ANSI, IEC 62053-22 Clase 0.2S y ANSI C12.20 0.2 Clase 10 y 20.

#### **3.3.3. Registro digital de fallas**

Capture simultáneamente los transitorios a nivel subciclo en los canales de voltaje y corriente, así como los huecos de tensión (sags), las sobretensiones temporales (swells) y las interrupciones del servicio de ciclos múltiples: registro e formas de onda de 1024 muestras/ciclo, captura de transitorios de 20/17  $\mu$ s (50/60 Hz).

#### **3.3.4. Monitoreo del cumplimiento y análisis de la calidad de la energía**

Con una selección de mediciones de THD, lecturas individuales de armónicas de corriente y voltaje, captura de la forma de onda, evaluación del

cumplimiento con la calidad de la energía EN50160 y IEC 61000-4-30 Clase A (solo ION7650) y detección de perturbaciones (hueco de tensión/sobretensión temporal, sag/ swell) de voltaje y corriente.

### **3.3.5. Comunicaciones integrales**

Fibra - Ethernet - Puerto serie - Modem. Su funcionalidad de Gateway simplifica la arquitectura de las comunicaciones y reduce los costos de conexión o de líneas dedicadas. Los puertos concurrentes e independientes se comunican con diferentes protocolos como ION, DNP 3.0, Modbus RTU, Modbus TCP y Modbus Máster. Con 32 conexiones concurrentes de servidor Modbus/TCP. Capacidad de marcación cuando la memoria esta casi llena. Capacidad de envío de datos a través de SMTP (correo electrónico).

### **3.3.6. Tecnología ION patentada**

Proporciona una arquitectura modular y flexible que facilita la programación por parte del usuario. Maneja en forma exclusiva las aplicaciones complejas de monitoreo y control. Se adapta a las necesidades cambiantes, y en consecuencia evita su obsolescencia.

### **3.3.7. Detección de la dirección de la perturbación**

Determine la ubicación de una perturbación con mayor rapidez y precisión al determinar la dirección de la perturbación en relación con el medidor. Los resultados de los análisis se capturan en el registro de eventos junto con una estampa de fecha y hora que incluye el nivel de confianza para indicar el nivel de certidumbre.

### **3.3.8 Tendencias y pronósticos**

Pronostique valores como la demanda para controlar mejor los cargos por demanda y las tarifas de facturación. Vea los resultados en las páginas Web del medidor. Analice las tendencias para apoyar los programas de mantenimiento proactivo.



### **3.3.9. Compensación de pérdidas en las líneas y transformadores**

Mida, compense y corrija en forma automática las pérdidas del transformador o las líneas cuando el medidor este físicamente separado del punto de facturación o cuando cambie de propietario.

### **3.3.10. Entradas y salidas**

Entradas y salidas digitales y analógicas para el conteo de pulsos, medición de la demanda para otros servicios públicos WAGES (agua, aire, gas, electricidad, vapor), monitoreo del estado y posición del equipo, sincronización de la demanda, activación de la medición de energía condicionada, control o interconexión del equipo.

### **3.3.11. Dispositivos de medición inteligente y control**

Los medidores Power Logic ION7550 y ION7650 de Schneider Electric se usan en puntos fundamentales de distribución y en cargas sensibles; además, ofrecen una funcionalidad incomparable que incluye el análisis avanzado de calidad de la energía combinado con precisión de la facturación, múltiples opciones de comunicaciones, compatibilidad Web y capacidades de control. Integre estos medidores con nuestro software Power Logic ION Enterprise o comparta datos de sus operaciones con sistemas SCADA existentes mediante múltiples canales y protocolos de comunicación.

## **3.4. Aplicaciones típicas**

### **3.4.1. Para infraestructuras, ambientes industriales y edificios.**

#### **3.4.1.1. Ahorros de energía**

- Mida la eficiencia, descubra oportunidades y verifique los ahorros.
- Reduzca los cargos por demanda máxima.
- Reduzca las penalizaciones por factor de potencia.

- Fortalezca la negociación de las tarifas con los proveedores de energía.
- Participe en programas de reducción de carga (como los de respuesta a la Demanda).
- Identifique las discrepancias de facturación.
- Aproveche la capacidad de la infraestructura existente y evite ampliaciones Innecesarias.
- Apoye el mantenimiento proactivo para prolongar la vida de los bienes.
- Disponibilidad y confiabilidad de la energía.
- Verifique que la calidad de la energía cumpla con el contrato de energía.
- Verifique la operación confiable del equipo.
- Mejore la respuesta a los problemas relacionados con la calidad de la energía.

### 3.4.2. Parámetros del analizador

N°	PARAMETROS	PRECISIÓN ± (% DE LECTURA)
1	Voltaje (Línea-Línea, Línea- Neutro): por fase, mínimo/ máximo.	0.1%
2	Frecuencia: presente, mínimo/ máximo.	±0.005 Hz
3	Corrientes (I1,I2,I3)	0.1%
4	Corrientes (I4,I5)	0.4%
5	Potencia: Real (kW), Reactiva (kVAR), Aparente (kVA), por fase, Total	IEC 62053-22 Class 0,2S[2]
6	Energía: Real (kWh), Reactiva (kVARh), Aparente (kVAh), Entrada y Salida.	IEC 62053-22 Class 0,2S[2]
7	kWA, kVA de Demanda, Aparente (kVAh), Entrada y Salida.	IEC 62053-22 Class 0,2S[2]
8	Factor de Potencia	0.2%

**Tabla 3.1. Especificaciones de Medición del Equipo ION7650.**

**Fuente: Manual del Power Logic ION 7650.**

N°	ENTRADAS	ESPECIFICACIONES
<b>Entradas de Voltaje</b>		
1	Escala de Voltaje Nominal.	347 VAC Línea a Neutro,
2	Sobrecarga	1500 VAC RMS Continuos
3	Impedancia de Entrada	5 M $\Omega$ / Fase (Fase - Vref)
4	Falla de Captura	1200 V Pico
<b>Entradas de Corriente</b>		
5	Corriente Nominal.	5A, 10A y /o 20 A,
		(1A, 2A, 5 A, rango opcional de corriente)
6	Voltaje Máximo	600 V RMS (CAT III IEC 61010-1)
7	Resistir a	2500 VAC, 60 Hz por 1 minuto
8	Carga	0.05 VA/ Fase (a 5A standard )
		0.015 VA/ Fase (a 1A opcional )
9	Impedancia	0.002 $\Omega$ / Fase (Fase- Vref.)
		0.015 $\Omega$ / Fase (rango de corriente opcional )
<b>Potencia de Control</b>		
10	Rango de Operación	Standard: AC: 85 VAC a 240 VAC ( $\pm 10\%$ ), 47 Hz a 63 Hz; DC: 110 VDC to 300 VDC ( $\pm 10\%$ ) Carga Típica 15 VA, max. 35 VA
		Opcional: Bajo Voltaje DC Fuente de Alimentación Entradas: DC: 20 VDC a 60 VDC ( $\pm 10\%$ )
		Carga: Típica 12 VA, max. 18 VA
<b>Sondas de Corriente con Salidas de voltaje de CA</b>		
11	Entradas	1, V RMS
12	Sobrecarga	5.5 V (CAT I IEC 61010-1)
13	Impedancia de Entrada	220 k $\Omega$ max.
14	Opciones	Entradas de sonda de corriente con tres calibraciones técnica universal 10 A tipo Clamp- on Transformadores de Corriente, de acuerdo a la norma IEC 61036.

**Tabla 3.2. Especificaciones de Entradas del Equipo ION7650**

**Fuente: Manual del Power Logic ION 7650.**

### 3.5. Metodología del monitoreo

Para la realización del presente estudio, se aplicó la metodología que emplea (SECOVI, 2006) en ella se recomienda utilizar un equipo trifásico

marca POWER LOGIC ION 7650 con sensores de corriente de una capacidad de 3,000 amperes.

De esta manera el equipo se conectará en las terminales de baja tensión del banco del transformador, tomando así el total de la carga conectada durante el período de medición.

El período de medición fue de 5 días continuas en cada transformador, tomado muestras cada 15 minutos. Esto representa un muestreo total de 11,040 muestras para cada parámetro eléctrico registrado.

Las 11,040 muestras registradas se almacenan en memoria y se procesan para obtener los perfiles de operación de cada parámetro eléctrico.

De estos parámetros eléctricos se obtienen los valores máximos, mínimos y promedios para establecer los límites de operación del sistema eléctrico y son comparados con lo que recomiendan los estándares internacionales.

Además se programó el equipo para detectar eventos de tipo transitorio en voltaje con variaciones por encima del 20% de voltaje pico, esto con la finalidad de evaluar si los arranques de cargas internas impactan en el voltaje de suministro, o en su defecto registrar los eventos que son generados externamente.

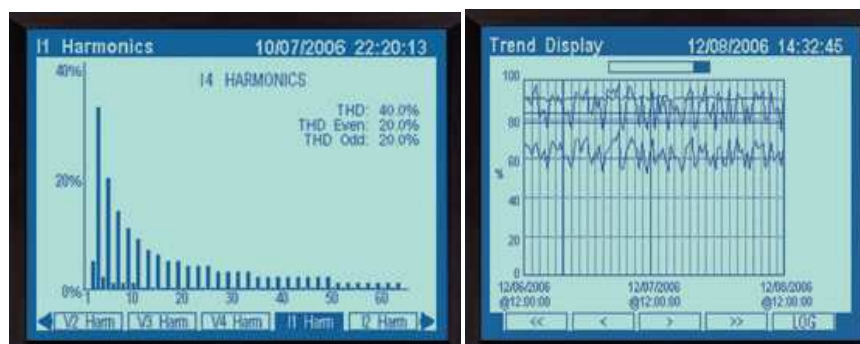


Figura 3.1. Armónicos de Corriente y Tendencias

Fuente: Manual del Power Logic ION 7650.

### 3.5.1. Gráficas Obtenidas

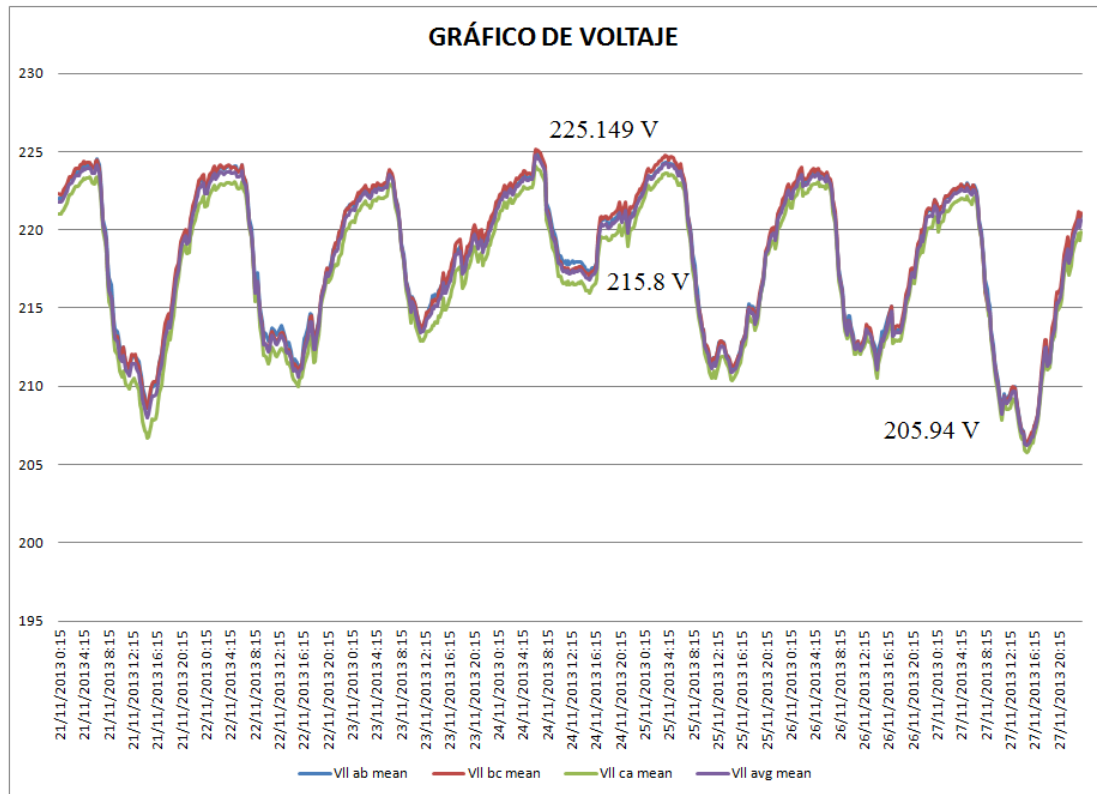
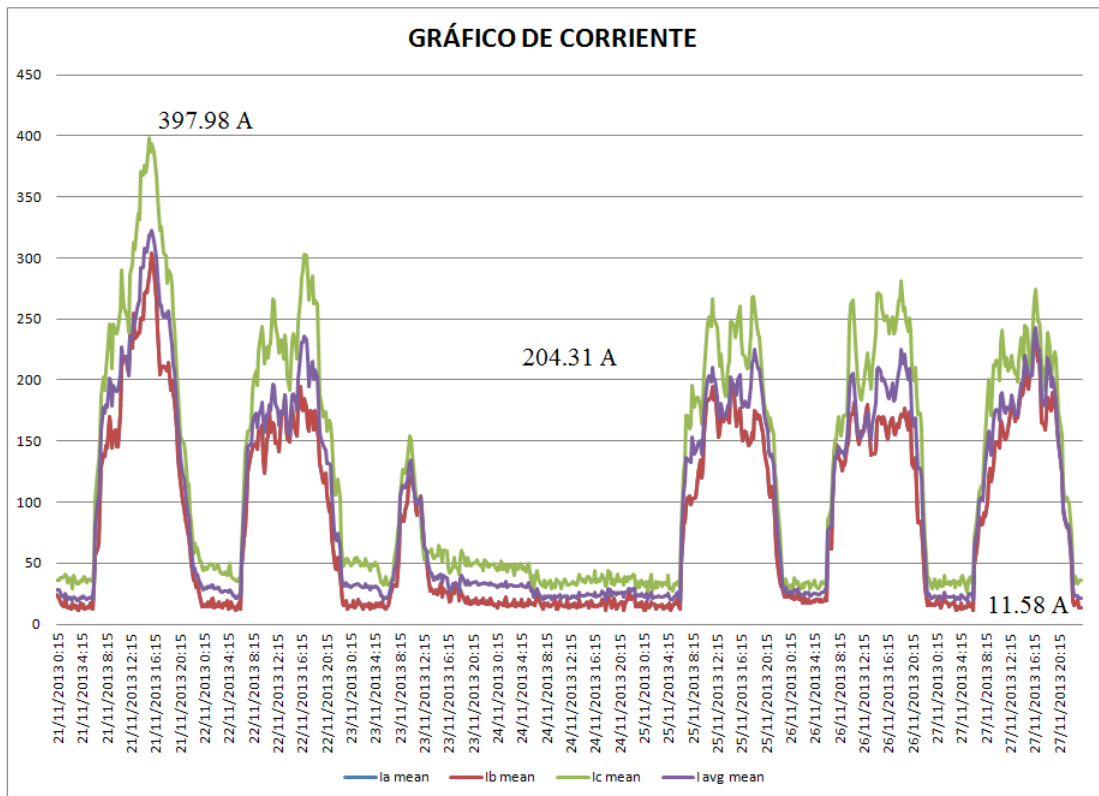


Figura 3.2. Voltajes de Línea a Línea.

Fuente: El Autor.

En la figura 3.2, se muestra el perfil del voltaje máximo en un período de 7 días. El comportamiento del voltaje promedio es de 215.8 Volts, valor que se encuentra -1.90 % arriba del valor nominal de 220 Volts del banco de Transformador de 300 kVA, La ventana de variación presenta un máximo de 225.149 Volts (2.34% arriba del valor nominal). Los valores máximos se presentaron de manera instantánea, sin embargo estos valores se encuentra dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100-1999 tabla 4-3 (variación no mayor al 5% del valor nominal), el cual está enfocado a la operación de equipo electrónico crítico.

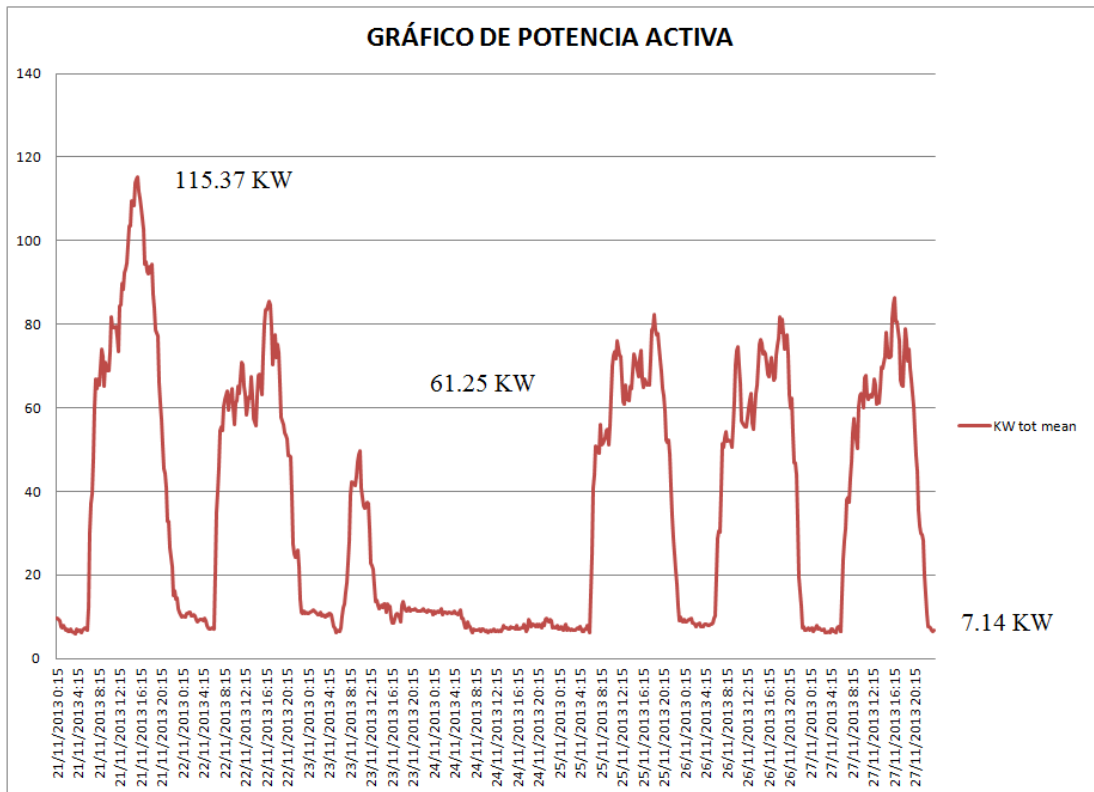


**Figura 3.3. Corrientes de Línea a Línea.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.3, se muestra el perfil del Corriente máximo en un período de 7 días. Se obtuvo como resultado una Corriente promedio de 204,31 Amperes. Los valores máximos se presentaron de manera instantánea, los cuales fueron en la línea la = 322.24 A, en la línea lb = 307.08 A, en la fase lc = 397,98 A.

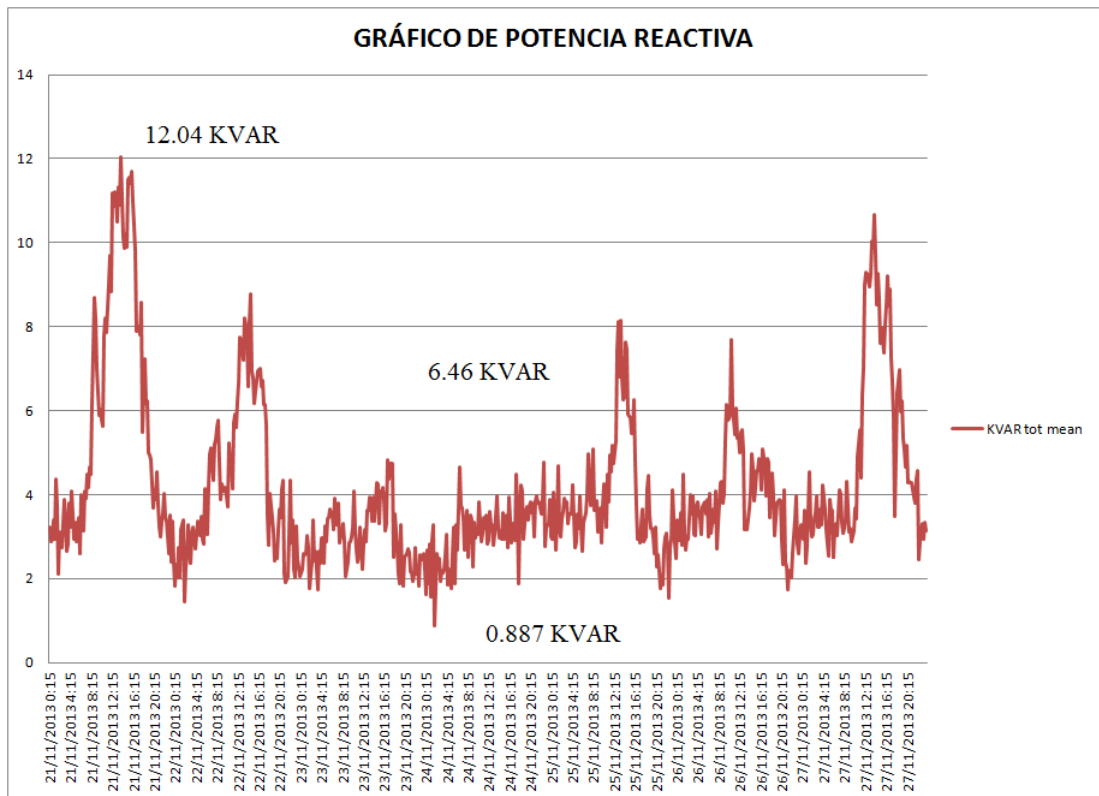
Los valores mínimos se presentaron de manera instantánea, los cuales fueron en la línea la = 25.49 A, en la Línea lb = 11.58 A, en la Línea lc= 47.17 A.



**Figura 3.4. Potencia Activa.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.4, se puede observar la demanda de potencia real en KW durante el período de monitoreo de 7 días. El valor de potencia real promedio durante el período de operación normal fue de 61.25 KW, registrando un valor máximo de 115.37 KW. En el ciclo completo de operación se registró una potencia real mínima de 7.14 KW.

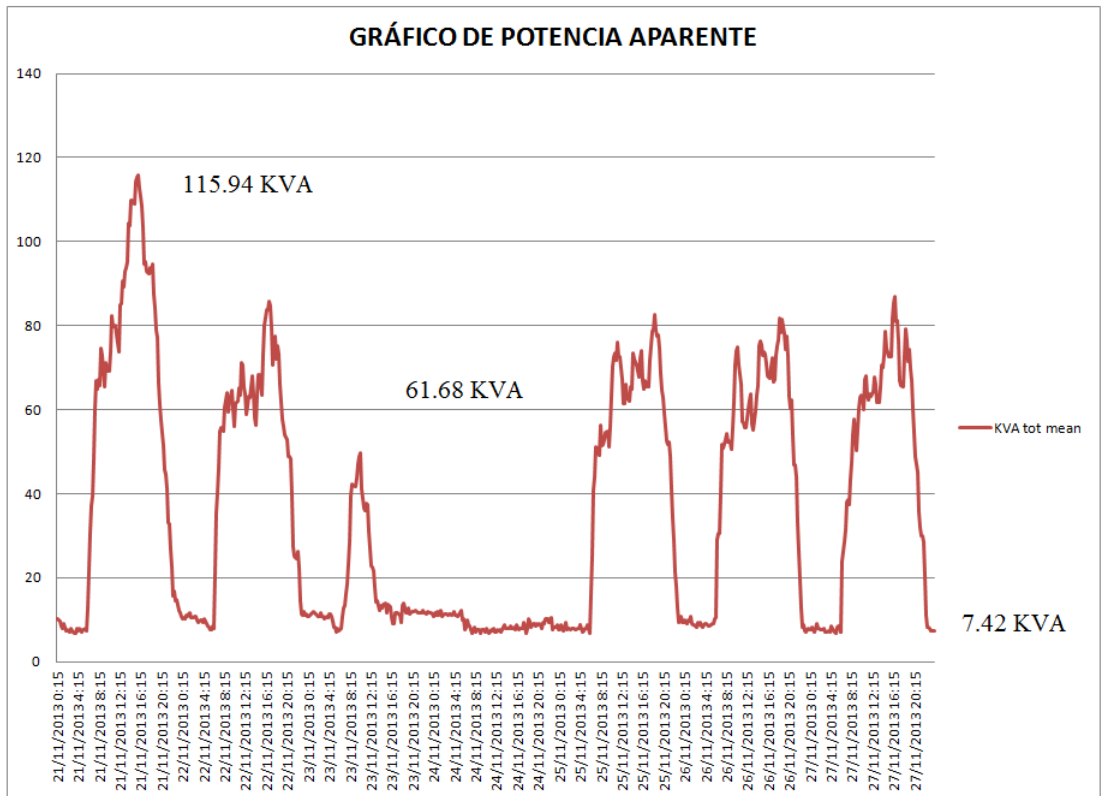


**Figura 3.5. Potencia Reactiva.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.5, se puede observar la demanda de potencia real en KVAR durante el período de monitoreo de 7 días. El valor de potencia real promedio durante el período de operación normal fue de 6.46 KVAR, registrando un valor máximo de 12.040 KVAR. En el ciclo completo de operación se registró una potencia real mínima de 0.887 KVAR.

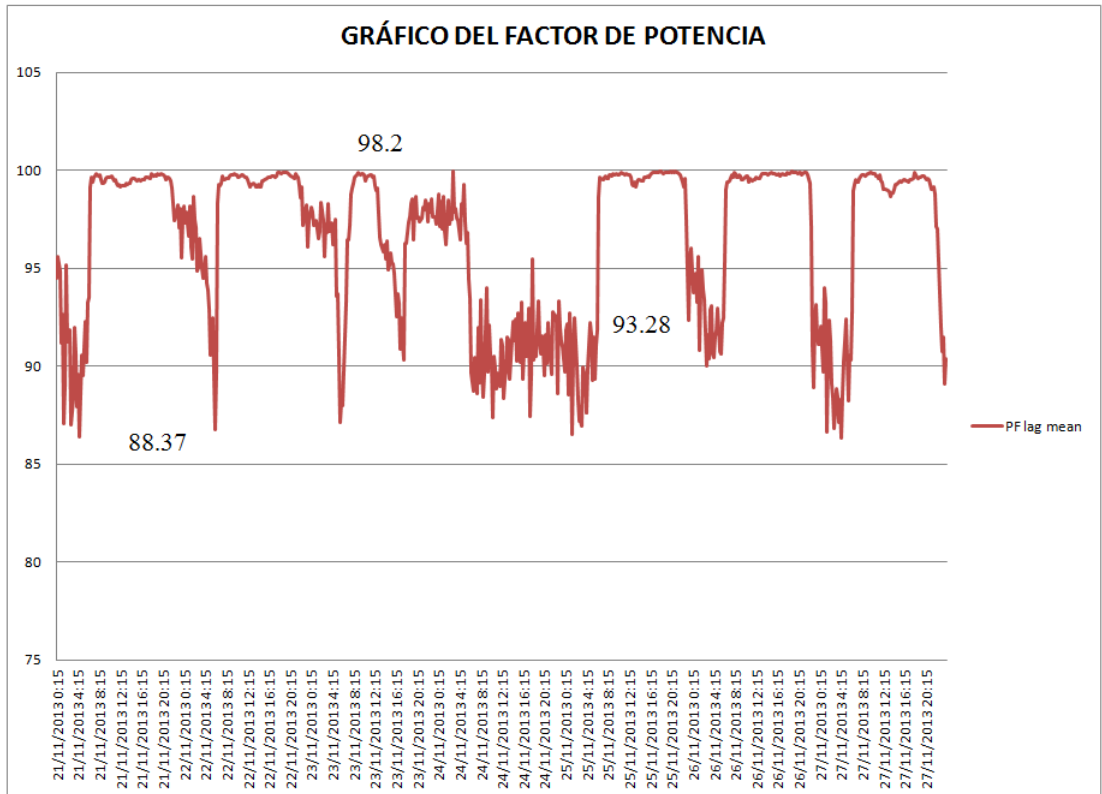




**Figura 3.6. Potencia Aparente.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.6, se puede observar la demanda de potencia real en KVA durante el período de monitoreo de 7 días. El valor de potencia real promedio durante el período de operación normal fue de 61.68 KVA, registrando un valor máximo de 115.94 KVA. En el ciclo completo de operación se registró una potencia real mínima de 7.42 KVA.



**Figura 3.7. Factor de Potencia.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.7, se muestra el comportamiento del factor de potencia durante el período de monitoreo de 7 días. El valor del factor de potencia promedio durante el período de operación normal fue de 93.28% (inductivo), registrando un valor máximo instantáneo de 98.2% (inductivo). En el ciclo completo de operación se registró una factor de potencia mínimo de 88.37%.

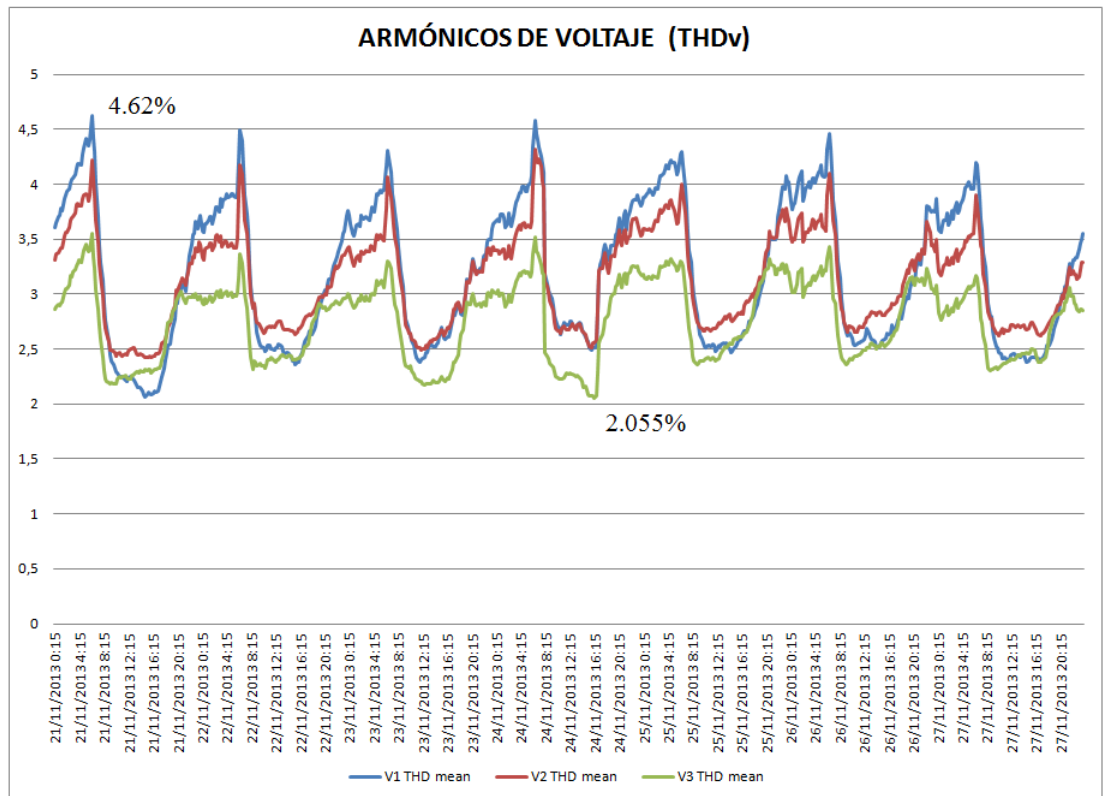
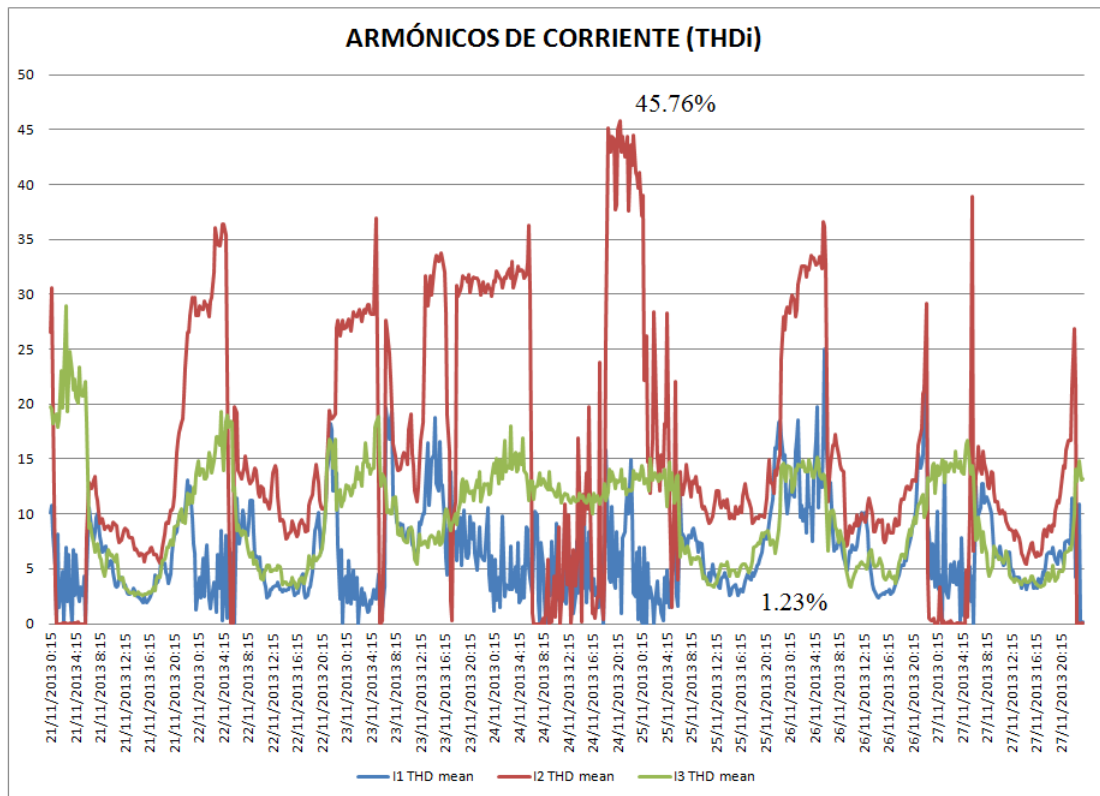


Figura 3.8. Armónicos de Voltaje.

Fuente: El Autor.

En la figura 3.8, se muestra el perfil de distorsión armónica en voltaje (THDv) en un período de 7 días. Se registró un porcentaje mínimo de 2.055% y un valor máximo de 4.62%, lo cual se encuentra DENTRO del porcentaje recomendado por el STD IEEE 519-1992.



**Figura 3.9. Armónicos de Corriente.**

**Fuente: El Autor.**

En la figura 3.9, se muestra el perfil de distorsión armónica en voltaje (THDv) en un período de 7 días. Se registró un porcentaje mínimo de 1.23% en condiciones normales de operación y un valor máximo de 45.76% pico máximo en condiciones de baja carga, lo cual se encuentra DENTRO del porcentaje recomendado por el STD IEEE 519-1992.

### 3.5.2. Parámetros de la calidad de energía.

Se realizó el monitoreo en el banco de transformadores de la Facultad Técnica para el Desarrollo durante un período de 7 días, con el objetivo de analizar los parámetros de calidad de energía provenientes de la compañía suministradora:

N°	Voltaje	Voltaje Máximo	Voltaje Promedio	Voltaje Mínimo	% Variación máximo y mínimo		Std. IEEE 1100-1999
1	Vab	224,99	215,7	210,41	2,27	-4,36	Si Cumple
2	Vbc	225,15	215,8	210,45	2,34	-4,34	Si Cumple
3	Vca	224,09	214,93	211,77	1,86	-2,3	Si Cumple

**Tabla 3.3. Rangos de Voltaje.**

**Fuente: El Autor.**

Se puede observar que los parámetros de voltaje de la tabla 3.3. Están dentro de la norma de rangos de voltaje de la IEEE 1100-1999 tabla 4-3 (variación no mayor al 5% del valor nominal). Este estándar está enfocado a la operación de equipo electrónico crítico.

La demanda en corriente promedio fue de 204.31 A. Durante el período del monitoreo realizado, registrando un valor en demanda máxima de corriente de 393.3 Amp. (Fase C), de forma instantánea. Este comportamiento se presentó en el monitoreo.

La demanda en Potencia Real promedio fue de 62.25 kW. Durante el período del monitoreo realizado, registrando un valor en demanda máxima de 115.37 kW, de forma instantánea.

Bajo información de (MAR & VIDAL, 2011), se indica que, la demanda en Potencia Reactiva promedio fue de 6.46 kVAR. Durante el período del

monitoreo realizado, registrando un valor en demanda máxima de 12.04 kVAR, de forma instantánea.

La demanda en Potencia Aparente promedio fue de 61.68 kVA en condiciones normales de operación, registrando un valor en demanda máxima pro de 115.68 kVA, de forma instantánea.

El factor de potencia tuvo un valor promedio de 93.28% y un mínimo de 88.37%, se necesita mejorar el factor de potencia ya que fue registrado en hora pico.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1. Sistema de Media Tensión.**

Un sistema de media tensión es aquella transformación de voltaje que supera los 1.000 voltios de valor nominal. Se suele hacer una subdivisión dentro de ella, separando media tensión, alta tensión y muy alta tensión. Estas categorías se delimitan en los valores propios usados dependiendo del punto de la propia red de distribución, explicado de otra manera, de una central eléctrica se sale en media tensión a unos 20kV, ésta es elevada a alta tensión, unos 60kV y más adelante se eleva a valores que llegan a los 400kV, lo que conocemos por muy alta tensión. A medida que nos aproximamos a los núcleos urbanos ésta se va reduciendo progresivamente, siguiendo el proceso inverso al anteriormente descrito, hasta a llegar a los valores de baja tensión utilizados por los abonados. Estos valores de tensión vienen especificados por las propias necesidades de abastecimiento surgidas en cada ocasión

El actual sistema de media tensión, viene suministrado por la Unidad Eléctrica de Guayaquil "S/E Los Ceibos", la cual queda ubicada en el Km. 5 vía a la costa, diagonal al teatro de mujeres. Consta de una área de 5000 m<sup>2</sup> y fue construida en el año de 1966.

La S/E Los Ceibos alberga 2 transformadores de potencia de 18/24 MVA, transformando los niveles de voltaje de 69 a 13.8 kv, es una S/E reductora de voltaje y de maniobra para líneas de subtransmisión. Cada transformador de potencia distribuye 3 alimentadores, el cual uno de ellos es el Alimentador Carlos Julio Arosemena, es aquel que distribuye el suministro eléctrico hacia las celdas de media tensión de la Universidad Católica.

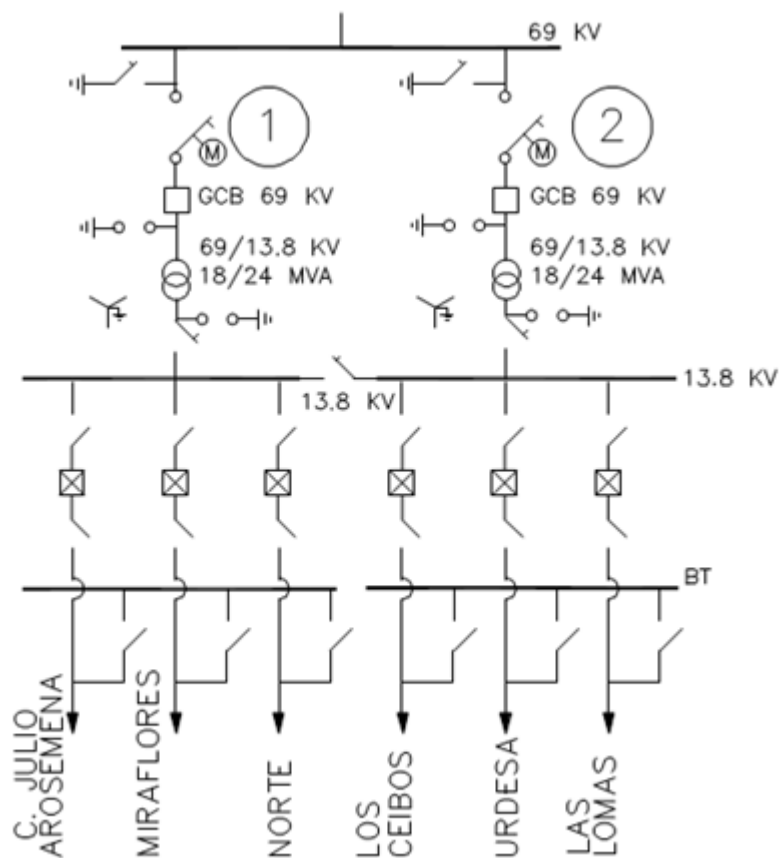


Figura 4.1. Diagrama Unifilar de la S/E "Los Ceibos"

Fuente: Unidad Eléctrica de Guayaquil.

## 4.2. Subestaciones

Una subestación es la parte de una red eléctrica encargada de dirigir y transformar el flujo de la energía. De ella salen y a ella confluyen líneas de igual o diferente tensión. Está compuesta por una serie de equipos eléctricos que sirven para la explotación y protección de la subestación.

### 4.2.1. Funciones de una Subestación

- **Explotación:** La subestación tiene como meta el dirigir el flujo de energía de una manera óptima, tanto desde el punto de vista de pérdidas energéticas, como de la fiabilidad y seguridad en el servicio.



- **Interconexión:** Se encarga de la interconexión de las diferentes líneas que forman una red eléctrica, de igual o diferente tensión, así como también de la conexión de un generador a la red.
- **Seguridad:** del sistema eléctrico, en caso de falta.

Una subestación, queda formada básicamente por varios circuitos eléctricos o posiciones, conectadas a través de un sistema de barras conductoras. Cada circuito eléctrico está compuesto a su vez por interruptores, transformadores y seccionadores.

El interruptor es el aparato de desconexión que puede asegurar la “puesta en servicio” o “puesta fuera de servicio” de un circuito eléctrico y que, simultáneamente, está capacitado para garantizar la protección de la instalación en que han sido montados contra los efectos de las corrientes de cortocircuito. Dichos aparatos deben ser capaces de cortar la intensidad máxima de corriente de cortocircuito. Por tanto. Su elección depende principalmente de la potencia de cortocircuito.

Los transformadores, de intensidad y tensión, dan la información necesaria al circuito de medida, para poder detectar la falta y actuar sobre ella. Los equipos de protección necesitan de estos datos para poder actuar eficazmente.

Por último, los seccionadores son equipos capaces de aislar eléctricamente los diferentes elementos, componentes o tramos de una instalación o circuito, con el fin de realizar labores de mantenimiento con la seguridad adecuada. También son utilizados como selectores de barras o como “bypass” para aislar a algún equipo fuera de servicio. Los seccionadores sólo pueden ser utilizados fuera de carga.

Paralelamente a estos equipos, existen también las auto válvulas, equipos de protección que se disponen previamente a otros aparatos con el fin de protegerlos en caso de falta en la red.

Los embarrados son el conjunto de cables o tubos conductores de la energía eléctrica al que se conectan todos los circuitos, sirviendo de pasillo de unión entre todos ellos. La configuración de estas barras puede ser de diferentes maneras, dependiendo del nivel de tensión, la finalidad de la subestación, la fiabilidad necesaria o incluso las costumbres en ciertos países. Las configuraciones más típicas son: simple barra, doble barra, triple barra, interruptor y medio y anillo.

## **4.2.2. Tipos de Subestaciones**

### **4.2.2.1. Elevadoras**

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros principales en la generación de la energía eléctrica por medio de los transformadores de potencia, elevando el voltaje y reduciendo la corriente para que la potencia pueda ser transportada a grandes distancias con el mínimo de pérdidas. Son las subestaciones que generalmente se encuentran en las Centrales Eléctricas.

Algunos niveles típicos de voltaje usados en los sistemas eléctricos de potencia, se dan en la tabla siguiente, agrupándolos en transmisión, subtransmisión, distribución y utilización.

### **4.2.2.2. Reductoras**

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros de la transmisión de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, reduciendo el voltaje y aumentando la corriente para que la potencia pueda ser distribuida a distancias medias a través de líneas de transmisión, subtransmisión y circuitos de distribución, los cuales operan a bajos voltajes para su comercialización.

#### **4.2.2.3. De Maniobra**

En este tipo de Subestaciones no se modifican los parámetros en la transmisión de la energía eléctrica, únicamente son nodos de entrada y salida sin elementos de transformación y son utilizadas como interconexión de líneas, derivaciones, conexión y desconexión de compensación reactiva y capacitiva, entre otras.

#### **4.2.2.4. Tipo Interperie**

Generalmente se construyen en terrenos expuestos a la intemperie, y requiere de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (lluvia, viento, nieve, etc.) por lo general se utilizan en los sistemas de alta tensión.

#### **4.2.2.5. Tipo Interior**

Son Subestaciones que se encuentran con protección de obra civil, similares en su forma a las de tipo intemperie, con el fin de protegerlas de los fenómenos ambientales como son: la contaminación salina, industrial y agrícola, así como de los vientos fuertes y descargas atmosféricas. También existen, las Subestaciones compactas blindadas aisladas con gas Hexafloruro de Azufre (SF<sub>6</sub>), las cuales proporcionan grandes ventajas, ya que además de poder ser diseñadas para operar a la intemperie, estas pueden estar protegidas del medio ambiente con cierta infraestructura civil, reduciendo los costos de mantenimiento; y se aplican generalmente en:

- Zonas urbanas y con poca disponibilidad de espacio.
- Zonas con alto costo de terreno.
- Zonas de alta contaminación y ambiente corrosivo.
- Zonas con restricciones ecológicas.
- Instalaciones subterráneas.

#### **4.2.2.6. Clasificación de acuerdo a su topología**

- Barraje sencillo.
- Barraje sencillo seccionado.
- Barraje doble principal y transferencia.
- Barraje doble principal y transferencia en u.
- Barraje doble principal seccionado y transferencia.
- Barraje principal y reserva.
- Barraje en anillo.
- Barraje en malla.
- Interruptor y medio.
- Doble barraje interruptor.

#### **4.3. Cuarto de Transformadores.**

##### **4.3.1 Ubicación**

El cuarto de transformadores se encuentra ubicado en el nivel 3 de la facultad Técnica, junto al laboratorio de telecomunicaciones. Con lo cual cumple lo que establece la norma.

##### **4.3.2 Dimensiones**

El cuarto de transformadores alberga 3 transformadores monofásicos de 100 KVA. y consta actualmente con las siguientes dimensiones:

Largo = 4m; Ancho = 3m; Alto = 2m.

Con lo cual cumple de acuerdo a la norma. El área mínima, rectangular y libre de los cuartos de transformadores, será de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>DIMENSIONES DEL CUARTO</b>	<b>CAPACIDAD TRANSFORMADORES MONOFASICOS</b>
2.0 x 2.0m	Hasta 75 kVA (1 solo transformador monofásico)
2.0 x 2.5m	100 kVA (1 sólo transformador monofásico)
3.0 x 2.5m	Hasta 150 kVA (Banco de 2 o 3 transformadores)
4.0 x 3.0m	Hasta 300 kVA (Banco de 3 transformadores)
5.0 x 3.5m	Hasta 750 kVA (Banco de 3 transformadores)
6.0 x 3.5m	Hasta 1,000 kVA (Banco de 3 transformadores)

**Tabla 4.1. Dimensiones de acuerdo a su potencia.**

**Fuente: Manual Natsim 2012.**

#### **4.4. Acometida en Media Tensión**

La acometida en media tensión actualmente se origina desde un sistema de distribución trifásico aéreo que nace de las salidas de las celdas de media tensión de la Universidad, hacia el trazado de 4 postes de hormigón armado que transporta la red primaria trifásica. En el ultimo poste la acometida está conectada a la red primaria mediante 3 conductores #2 Xple de 15kv y hace su bajante por medio de un tubo rígido de 4" , pasando por una caja de paso de 80x80x80 cm. hacia los bushing del primario del banco de transformadores de 3x100 KVA de la Facultad Técnica. Con lo cual cumple de acuerdo a la norma .



**Figura 4.2. Acometida en Media Tensión de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

#### **4.4.1. Materiales de la Acometida en Media Tensión actuales.**

##### **4.4.1.1. Estructura Eléctrica 3CR**

- Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")
- Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")
- Pletina de acero galvanizado, para unión y soporte 75 x 6 x 420 mm (3 x 1/4 x 17")
- Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm (5/8 x 10")
- Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")
- Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")

- Aislador de suspensión, porcelana, 7.5 kV, ANSI 52-1
- Terminal o grapa tipo pistola
- Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG
- Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm<sup>2</sup> (3/64" x 5/16")
- Perno pin de acero galvanizado, rosca plástica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")

#### **4.4.1.2. Equipos de Protección Eléctrica**

- Aislador espiga (pin), porcelana, 15 kV, ANSI 55-5
- Pararrayo tipo válvula, 10 kV
- Cajas porta fusibles de 100 A, 15 kV

#### **4.4.1.3. Acomedida**

- Tubo rígido EMT de 4"
- Reversible rígido EMT de 4"
- Puntas Tipo Exterior
- Conductor aislado #2 Xple de 15 kV

#### **4.4.1.4. Caja de paso**

- Caja de paso de 80x80x80 cm.

#### **4.5. Condiciones del Transformador.**

El actual banco de transformadores de 300 KVA de la Facultad Técnica consta con las siguientes características técnicas:

<b>Datos de Placa</b>	
Tipo	Monofásico
Potencia	3x100 KVA
Voltaje del Primario	13.8 KV
Voltaje del Secundario	208-120 V
Conexión	Estrella - Estrella con neutro aterrizado
Taps	+/- 2.5% del voltaje nominal

**Tabla 4.2. Datos de placa del Banco de Transformadores de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

El banco de transformadores luego del análisis de calidad de energía, se determino que no se encuentra saturado, ya que su potencia máxima fue de 115 KVA cumpliendo con un factor de utilización del 38.33% de su capacidad nominal.



**Figura 4.3. Banco de Transformadores de 3x100 KVA de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**



## **4.6. Protecciones en Media Tensión**

### **4.6.1. Seccionadores Fusibles**

Un seccionador fusible es aquel que permite abrir o cerrar diferentes elementos que componen una instalación, dejando fuera de servicio eléctrico temporalmente donde se encuentren realizando trabajos de mantenimiento o reparaciones, proporcionan seguridad contra sobrecorrientes y contra cualquier falla que ocurra en el sistema de media tensión.

El sistema actual cuenta con tres seccionadores porta fusibles unipolares, que es la protección general de mi sistema eléctrico conectado en media tensión. Cuentan con las siguientes características:

- Tensión nominal: 15 KV
- Corriente Máxima: 100 A
- Tira Fusible: 12 A

### **4.6.2. Pararrayos**

Un pararrayo es un equipo de seguridad que se encuentra fijos en las crucetas y su final conectado a tierra, su función es limitar las sobretensiones por descargas atmosféricas y descargados a través del conductor a tierra con el fin de proteger a los equipos.

Se cuenta actualmente con tres pararrayos tipo válvula de 10 KV conectados a tierra como lo establece la norma.

### **4.6.3. Aisladores**

Los aisladores están fabricados de porcelana y la superficie es cubierta con un vidrio templado de alta resistencia, es brillante e impermeable a la humedad, que permite un lavado natural y la superficie total es esmaltada de color café. Posee tres aisladores de suspensión ANSI 52-1 y tres aisladores pin 55-5, ver a continuación figuras 4.4, 4.5 y 4.6.



**Figura 4.4. Elementos de Protección instalados en el último poste.**

**Fuente: El Autor.**



**Figura 4.5. Seccionador Fusile Unipolar y Pararrayo Tipo Válvula.**

**Fuente: El Autor.**



**Figura 4.6. Aisladores de porcelana ANSI 55-5 y 52-1.**

**Fuente: El Autor.**

## **4.7. Sistema de baja tensión**

### **4.7.1. Acometida en baja tensión**

La acometida en baja tensión nace de los bushing del secundario en conexión estrella con neutro aterrizado, con un voltaje de operación de 208/120 voltios. Está compuesta por 2x(3C#350 MCM + 1N#350 MCM) y es transporta hacia el breaker principal de 600 A del Tablero de Distribución Principal por medio de una parrilla metálica de 12", con un tramo aproximado 4 metros.



**Figura 4.7. Acometida en Baja Tensión de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

### **4.7.2. Tablero principal de distribución (TPD)**

El Tablero de Distribución Principal se encuentra ubicada dentro del cuarto de transformadores, está construido en plancha metálica de 1/16" de espesor. Cuenta con un acabado de pintura anticorrosivo y una capa de pintura esmalte como acabado final.

Sus módulos están contruidos en planchas fijas y lisas con una espesor de 1.5 cm. Cada modulo está firmemente sujeto al panel mediante pernos cadmiado y consta una ventilación externa con lo cual cumple lo que establece la norma.



**Figura 4.8. Tablero de Distribución Principal de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

El Tablero presenta las siguientes novedades:

- Cables desorganizados y enredados.
- Cables cortados y sin utilización.
- Breakers puestos encima de otros breakers.
- Breakers sin uso.
- Seguridad de la puerta dañada.
- Borneras desajustadas.

### 4.7.3. Tablero de distribución auxiliar

Actualmente el tablero de distribución auxiliar se encuentra ubicado detrás del aula virtual, está construido con bases similares a las del Tablero de Distribución Principal (TDP). Su alimentador proviene del TDP con 3C#4/0+1N#2/0 TTU-Cu, transportado por una tubería PVC de 3" de diámetro hacia las barras de distribución del panel auxiliar. Con lo cual cumple lo establecido por la norma .



**Figura 4.9. Tablero de Distribución Auxiliar de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

El Panel presenta las siguientes novedades:

- Luminaria y punto de tomacorriente en mal estado.
- Puertas dañadas.
- Presenta rasgos de oxidación.
- Cables desorganizados.

#### **4.7.4. Paneles de breakers (centros de carga)**

Son paneles que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente sobre los circuitos en que está dividida una instalación o parte de ella, pueden ser alimentados desde un tablero principal ó un panel de distribución auxiliar.

##### **4.7.4.1. Identificación de los paneles de breakers de la Facultad Técnica**

###### **4.7.4.1.1. Administración de la Facultad**

En la Administración de la facultad encontramos tres paneles de breakers ubicados en la cocina:

- PB - 1
- PB - 2
- PB - 3

El panel **PB - 1** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 20 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 11 breakers de 2 polos 30 Amperios.
- Los circuitos derivados están conformados por: 2C#10+1T#10
- Se deriva desde el TDP.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#1/0+1N#2.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.10. PB - 1 Ubicado en la Administración de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

El panel **PB - 2** está conectado al sistema de emergencia presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 20 breakers de 1 polos y 1 breaker de 2 polos de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Se deriva desde el Panel de Transferencia Automática.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#4+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.11. PB - 2 Ubicado en la Administración de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

El panel **PB - 3** está conectado al sistema de emergencia presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 4 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 2 breakers de 1 polos y 1 breaker de 2 polos de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #12 y #14.
- Se deriva desde el Panel de Transferencia Automática.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#10+1N#10.
- Llega por un ducto PVC 1" de diámetro.





**Figura 4.12. PB - 3 Ubicado en la Administración de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados de los tres paneles mencionados:

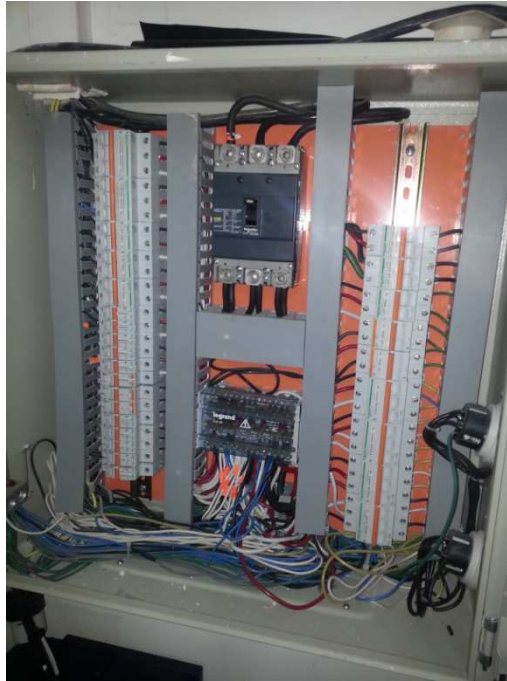
- Focos ahorradores de 40w.
- Luminaria Fluorescente 3x32w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

#### **4.7.4.1.2. Laboratorio de Control y Automatización**

El panel **TD - Lab.Con.** está conectado desde las barras de distribución del TDP tiene las siguientes características técnicas:

- Marca Schneider Electric, trifásico, 50 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 13 breakers de 1 polos, 6 breakers de 2 polos y 6 breakers de 3 polos de varias capacidades.

- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador trifásico conformado por: 3C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.13. TD - Lab.Con. Ubicado en el Laboratorio de Control de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del TD - Lab.Con. mencionados:

- Tomas tipo Clavijas Trifásicas.
- Tomacorriente polarizados 110v con UPS.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

El panel **PB - Lab.Aut.** está conectado desde las barras de distribución del TDP tiene las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 16 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.

- Contiene 9 breakers de 1 polos y 2 breaker de 2 polos de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#4+1N#8.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.14. PB - Lab.Aut. Ubicado en el Laboratorio de Automatismo de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Lab.Aut. mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Luminaria fluorescente 2x110w.
- Focos ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observaciones:

- Breakers sin uso.
- Recalentamiento de breakers.
- Conductores punteados.

#### 4.7.4.1.3. Sala Recreativa

El panel **PB - S.R.** está conectado desde las barras de distribución del TDP tiene las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 10 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 4 breakers de 1 polo con capacidad de 20 amperios.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#4+1N#8.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.15. PB - S.R. Ubicado en la Sala de Recreación de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - S.R. mencionados:

- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.

Presenta las siguientes observación:

- Circuito de alumbrado conectados con tomacorrientes.

#### 4.7.4.1.4. Planta baja Industrias Lácteos

El panel **PB - Pro.Lac.** está conectado desde el breaker de 3(1P - 50A) instalado en el TD - IND. tiene las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, Trifásico, 20 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador trifásico conformado por: 3C#2+1N#2.
- Llega por un ducto PVC 11/2" de diámetro.

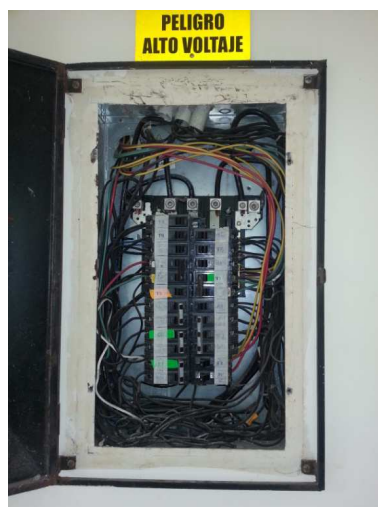


Figura 4.16. PB - Pro.Lac. Ubicado en la Industria de Lácteos de la Facultad.

Fuente: El Autor.

Circuitos derivados del PB - Pro.Lac. mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Focos ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Circuito de alumbrado conectados con tomacorrientes.
- Circuitos de 220v mezclados.
- Breakers sin uso.
- cables desordenados.

#### **4.7.4.1.5. Planta alta Industrias Lácteas**

El panel **PB - Pro.Car.** está conectado desde el breaker de 3P - 175A instalado en el TD - IND. tiene las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 48 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador trifásico conformado por: 2C#1/0+1N#2.
- Llega por un ducto PVC 11/2" de diámetro.



**Figura 4.17. PB - Pro.Car. Ubicado en la Industria de Lácteos de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Pro.Car. mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x18w.
- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Focos ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

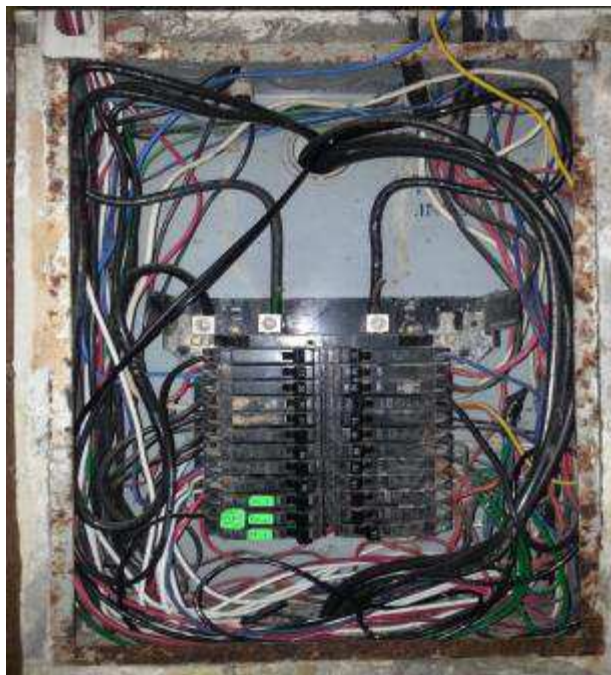
Presenta las siguientes observación:

- Circuitos de 220v instalados en el piso.
- Breakers con recalentamiento.
- cables desordenados.

#### 4.7.4.1.6. Aula FT- 3

El panel **PB - FT3** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.18. PB - FT3. Ubicado en la Aula FT3 de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - FT3 mencionados:

- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Focos ahorradores de 40w.



- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Panel expuesto al aire libre.
- Caja con rasgos de oxidación.
- Breakers sin servicio.
- Breakers con recalentamiento.
- Circuitos mezclados.
- Circuitos de aire acondicionado con protección no adecuada.

#### **4.7.4.1.7. Laboratorio de Neumática**

El panel **PB - Lab.Neu.** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.19. PB - Lab.Neu. Ubicado en el Lab. de Neumática de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Lab.Neu. mencionados:

- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Caja pintada en mal estado.
- Circuitos mezclados.
- Circuitos de aire acondicionado con protección no adecuada.

#### **4.7.4.1.8. Laboratorio de Electrónica**

El panel **PB - Lab.Elec1**. presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.

- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.20. PB - Lab.Elec1. Ubicado en el Lab. de Electrónica de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Lab.Elec1. mencionados:

- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Cables amarrados con cinta aislante.
- Breakers sin servicio.

El panel **PB - Lab.Elec2.** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, trifásico, 12 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de 3 polos de 30 y 40 amperios.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8 y #10.
- Presenta una alimentador trifásico conformado por: 3C#1/0+1N#2.
- Llega por un ducto PVC 2" de diámetro.



**Figura 4.21. PB - Lab.Elec2. Ubicado en el Lab. de Electrónica de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Lab.Elec1. mencionados:

- Tomacorrientes de 220v Trifásicos.

#### **4.7.4.1.9. Laboratorio de Telecomunicaciones**

El panel **PB - Lab.Tel.** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 8 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.

- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#8+1N#8.
- Llega por un ducto PVC 1" de diámetro.



**Figura 4.22. PB - Lab.Tel. Ubicado en el Lab. de Telecomunicaciones de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - Lab.Tel. mencionados:

- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

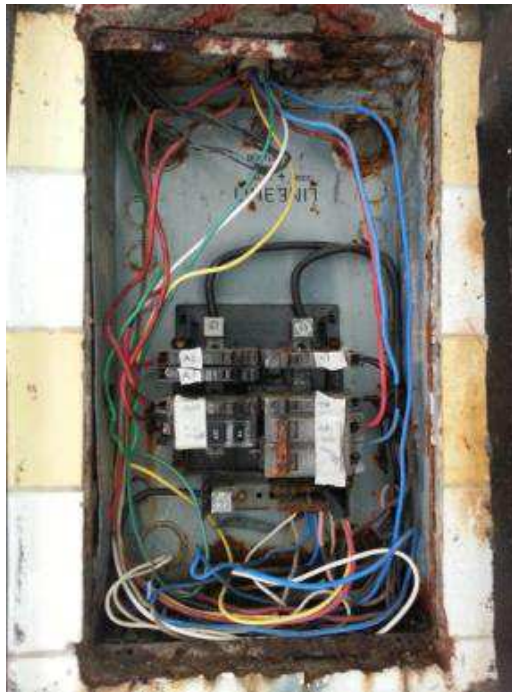
Presenta las siguientes observación:

- Circuitos de tomacorriente enviados por canaleta en mal estado.
- Breakers sin servicio.

#### **4.7.4.1.10. Baños de Mujeres**

El panel **PB - SS.HHM.** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 12 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#8+1N#8.
- Llega por un ducto PVC 1" de diámetro.



**Figura 4.23. PB - SS.HHM. Ubicado en el baño de mujeres de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - SS.HHM. mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Focos Ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Panel dañado completamente.
- Breakers en mal estado.
- Cables desorganizados.

#### 4.7.4.1.11. Baños de Hombres

El panel **PB - SS.HHH**. presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 12 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#8+1N#8.
- Llega por un ducto PVC 1" de diámetro.



Figura 4.24. PB - SS.HHH. Ubicado en el baño de hombres de la Facultad.

Fuente: El Autor.

Circuitos derivados del PB - SS.HHH. mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Luminaria fluorescente 2x32w.
- Focos Ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes de 220v.

#### 4.7.4.1.12. Aula FT- 4

El panel **PB - FT4** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



Figura 4.25. PB - FT4. Ubicado en el Aula FT4 de la Facultad.

Fuente: El Autor.



Circuitos derivados del PB - FT4 mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Luminaria fluorescente 3x32w.
- Focos ahorradores de 40w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observaciones:

- Breakers con recalentamiento.
- Breaker dañado.

#### **4.7.4.1.13. Aula FT- 6**

El panel **PB - FT6** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.26. PB - FT6. Ubicado en el Aula FT6 de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - FT6 mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Breakers con recalentamiento.
- Panel con rasgos de oxidación.
- Tapa con rasgos de oxidación.

#### **4.7.4.1.14. Aula FT- 8**

El panel **PB - FT8** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.

- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



**Figura 4.27. PB - FT8. Ubicado en el Aula FT8 de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - FT8 mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Breakers con recalentamiento.
- Breakers en mal estado.
- Panel con rasgos de oxidación.

#### 4.7.4.1.15. Oficina Profesores tiempo completo 3

El panel **PB - PTC3** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 11/2" de diámetro.



**Figura 4.28. PB - PTC3. Ubicado en la oficina de profesores de la Facultad.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del PB - PTC1 mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Breakers con recalentamiento.
- Panel con rasgos de oxidación.

#### 4.7.4.1.16. Aula FT- 13

El panel **PB - FT13** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #10 y #12.
- Presenta una alimentador bifásico conformado por: 2C#2+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



Figura 4.29. PB - FT13. Ubicado en el Aula FT13 de la Facultad.

Fuente: El Autor.

Circuitos derivados del PB - FT13 mencionados:

- Luminaria fluorescente 3x17w.
- Tomacorrientes polarizados de 110v.
- Tomacorrientes de 220v.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Breakers con recalentamiento.
- Breakers sin servicios.
- Circuitos mezclados.

#### **4.7.4.1.17. Sala de Profesores Agropecuaria**

El panel **TD - IND.** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca Schneider Electric, trifásico, 60 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene breakers de varias capacidades.
- Los circuitos derivados están conformados por varias capacidades de conductores : #2, #4, #8, #10 y #12.
- Presenta una alimentador trifásico conformado por: 3C#1/0+1N#1/0.
- Llega por un ducto PVC 2" de diámetro.



**Figura 4.30. TD - IND. Ubicado en la sala de profesores de agropecuaria.**

**Fuente: El Autor.**

Circuitos derivados del TD - IND. mencionados:

- Paneles de breakers de la toda la Industria de Lácteos.
- Centrales de Aire de la Industria de Lácteos.

Presenta las siguientes observación:

- Cables desordenados.
- Cables cortados.
- Breakers conectados entre sí mismo.
- Breakers sin servicios.
- Circuitos mezclados.

### 4.3. Levantamiento de la Carga

El objetivo de un levantamiento de cargas es darnos a conocer la cantidad de cargas (equipos eléctricos, equipos electrónicos, etc.) y puntos eléctricos (tomacorriente 110/220v, alumbrado) que existen en cada uno de los bloques de la Facultad Técnica. Físicamente no se logró verificar en su totalidad las aéreas, debido a que hubo sitios en los cuales no pudo tener acceso, sin embargo se inspeccionó en un 90% de los lugares.

En las siguientes tablas veremos detalladamente el número de cargas que se encuentran operativas, primero de manera independiente en cada departamento y posteriormente de acuerdo al total por cada edificio, logrando con esto obtener la potencia total instalada.

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELÉCTRICOS																
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS									PUNTOS ELECTRICOS					
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (3X32W)	ALUM. (2x100W)	ALUM. 40W
MODULO 1	LAB. CONTROL	7	1			1						16	15	8		1
	LAB. AUTOMATIZACIÓN	7	1			1	1					16	15	8		1
	LAB. VETERINARIA	1	2							1	2	15	2	7		
	SALA DE RECREACIÓN											24		15		
	PASILLOS/M1														2	17
	<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>71</b>	<b>32</b>	<b>38</b>	<b>2</b>

Tabla 4.3. Cargas del Modulo 1 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.



CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELÉCTRICOS																		
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS						
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (3X17W)	ALUM. (3X18W)	ALUM. (3X32W)	ALUM. (2X32W)	ALUM. 40W
MODULO 2	INDUSTRIAS LÁCTEAS PB	6		1			1	1									5	
	INDUSTRIAS LÁCTEAS P1				2						4	2 3	6	7	1 5	1		9
	PASILLOS/M2																	
	<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2 3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>1 5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>9</b>

Tabla 4.4. Cargas del Modulo 2 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																	
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS					
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (3X32W)	ALUM. (2X32W)	ALUM. (3X17W)	
MODULO 4	LAB. TELEC.	8	1			1			1			16	2		9		
	LAB. ELECTRONICA	18	3			1						33	6		11		
	LAB. ELECTRICIDAD	7	3			1			3			23	13		15		
	LAB. NEUMATICA		1									15	15		8	15	
	PASILLOS/M6													5	3		
	<b>TOTAL</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>46</b>	<b>15</b>	

Tabla 4.5. Cargas del Modulo 4 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS															
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS			
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORA	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (2X32W)	ALUM. (3X32W)
MODULO 5	FT1	1	1			1						10	1	7	
	FT2	1	1			1						12	1	7	
	FT3	1	1			1						8	1	7	
	SALON DE USO MULTIPLE	1	2			1						11	2	6	2
	PASILLOS/M5														6
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>8</b>

Tabla 4.6. Cargas del Modulo 5 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS															
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS			
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (3X32W)	ALUM. (2X32W)
MODULO 6	FT14	1	1			1			3			11	1		6
	FT15	1	2			1			2			11	2		6
	FT16	1	1			1			3			12	1	8	
	SALA DE COMPUTO	34	2			1		1				23	2		15
	AULA VIRTUAL	20	2			1						41	2	9	
	PASILLOS/M6											1		10	
	<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>99</b>	<b>8</b>	<b>27</b>	<b>12</b>

Tabla 4.7. Cargas del Modulo 6 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS															
AREA	AULAS/DEPARTAMENTOS	CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS			
		COMPUTADORA	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS/COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. (3X17W)	ALUM. 40W
MODULO 7	FT4	1	2			1						10	2	12	
	FT5	1	2			1						10	2	12	
	FT6	1	2			1						10	2	12	
	FT7	1	2			1						10	2	12	
	FT8	1	2			1						10	2	12	
	FT9	1	2			1						9	2	16	
	PTC1	3	2			1						6	2	12	
	PTC2	6	2			1						11	2	12	
	PTC3		2			1						11	2	12	
	FT12	1	2			1						11	2	12	
	FT13	1	2			1						11	2	12	
	SALA DE LECTURA	8	2			1	1					34	2	12	
	PASILLOS/M7 PLANTA BAJA											0		6	1
	PASILLOS/M7 PLANTA ALTA													6	12
	<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>143</b>	<b>24</b>	<b>160</b>	<b>13</b>

Tabla 4.8. Cargas del Modulo 7 de la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

TOTAL CARGAS INSTALADAS					
ITEN	TOTAL DE PUNTOS	WATIOS	FACTOR DE UTILIZACIÓN	POTENCIA POR PUNTO W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	140	200	0,4	11200	11,2
A.A.	49	2820	0,4	55272	55,27
A.A. SPLIT	1	4510	0,4	1804	1,804
A.C. CENTRAL	2	4510	0,4	3608	3,608
PROYECTOR	26	254	0,4	2641,6	2,642
IMPRESORA/COPIADORA	2	200	0,4	160	0,16
TV	2	100	0,3	60	0,06
VENTILADOR	12	220	0,3	792	0,792
DISPENSADOR DE AGUA	1	220	1	220	0,22
OTROS EQUIPOS	4	762	0,4	1219,2	1,219
TOMACORRIENTE 110	464	150	0,4	27840	27,84
TOMACORRIENTE 220	111	400	0,4	17760	17,76
ALUM. (3X32W)	79	96	0,8	6067,2	6,067
ALUM. 100W	4	100	0,8	320	0,32
ALUM. 40W	26	40	0,8	832	0,832
ALUM. (3X17w)	197	51	0,8	8037,6	8,038
ALUM. (3X18w)	15	54	0,8	648	0,648
ALUM. (2X32)	90	64	0,8	4608	4,608
Oficinas	1	25200	0,6	15120	15,12
				<b>DEMANDA TOTAL</b>	158,21
				<b>F.C</b>	0,8
				<b>TOTAL</b>	<b>126,57</b>

Tabla 4.9. Demanda Total Instalada en la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.

## CAPITULO V

### MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

#### 5.1. Listado de novedades

De acuerdo al levantamiento eléctrico que se realizó en la Facultad Técnica en el sistema de baja tensión se encontraron las siguientes novedades:

40 Luminarias fluorescentes de 2x32 W en mal estado en las siguientes áreas:

- Laboratorio de Electricidad.
- Laboratorio de Electrónica.
- Laboratorio de Telecomunicaciones.
- Laboratorio de Neumática.
- Aula FT1.
- Aula FT2.
- Aula FT3.



**Figura 5.1. Luminarias en mal estado de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

20 Puntos de tomacorrientes de 110 V en mal estado en las siguientes áreas:

- Laboratorio de Telecomunicaciones.
- Aula FT14.
- Aula FT15.
- Aula FT16.



**Figura 5.2. Tomacorrientes de 110V en mal estado de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

10 Puntos de tomacorrientes de 220 V en mal estado en las siguientes áreas:

- Laboratorio de Electricidad.
- Laboratorio de Telecomunicaciones.
- Laboratorio de Electrónica.



**Figura 5.3. Tomacorrientes de 220V en mal estado de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

Retiro de los Ventiladores de tumbado de las siguientes áreas:

- Aula FT14.
- Aula FT15.
- Aula FT16.
- Laboratorio de Electricidad.
- Laboratorio de Telecomunicaciones.



**Figura 5.4. Ventiladores en mal estado de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

3 Interruptores dobles y 4 simples se encuentran en mal estado.



**Figura 5.5. Interruptores en mal estado de la Facultad Técnica.**

**Fuente: El Autor.**

Retiro del panel de breakers PB - SSHHM.

Falta de mantenimiento al banco de transformadores de 300 KVA.

Falta de mantenimiento al tablero principal de distribución (TDP).

Falta de mantenimiento al tablero distribución (TD-IND).

Falta de mantenimiento al panel breakers (PB - FT3).

## 5.2. Presupuesto

Después de la culminación del levantamiento eléctrico que se realizó en la Facultad Técnica se realizó el siguiente presupuesto con el cual se detalla el costo total que se necesita para realizar el mejoramiento de las instalaciones eléctricas de la Facultad Técnica para el Desarrollo.

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>				
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO</b>	<b>COSTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
1	INSTALACIÓN LUMINARIA 2x32W PARA TUMBADO	120,16	40	4.806,40
2	RETIRO DE VENTILADORES DE TUMBADO	75,30	12	903,60
3	RETIRO DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 220V	67,26	10	672,60
4	INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 220V	74,27	10	742,70
5	RETIRO DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 110V	67,26	20	1.345,20
6	INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 110V	69,04	20	1.380,80
7	CAMBIO DE INTERRUPTORES DOBLES Y SIMPLES	62,48	7	437,36
8	RETIRO DEL PANEL DE BREAKERS PB - S.S.H.H.M.	357,15	1	357,15
9	MANTENIMIENTO AL TDP	386,84	1	386,84
10	MANTENIMIENTO AL TD - IND	386,84	1	386,84
11	MANTENIMIENTO AL CUARTO DE TRANSFORMADORES	662,25	1	662,25
12	MANTENIMIENTO AL BANCO DE TRANSFORMADORES DE 300 KVA	1.003,80	1	1.003,80
<b>TOTAL</b>				<b>13.085,54</b>

Tabla 5.1. Presupuesto General en la Facultad Técnica.

Fuente: El Autor.



FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:		INSTALACIÓN LUMINARIA 2x32W PARA TUMBADO		UNIDAD: C/U	
RUBRO:		1			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	0,50	5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
INSTALACIÓN DE LUMINARIA 3x32 W	UNIDAD	1,00	46,00	46,00	
SUBTOTAL O					46,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					104,48
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	12,54
OTROS INDIRECTOS				3,00%	3,13
COSTO TOTAL DEL RUBRO					120,16
VALOR OFERTADO					120,16

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.2. Análisis de Precios Unitarios para Luminarias.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: RETIRO DE VENTILADORES DE TUMBADO		RUBRO: 2		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	A 1,00	B 5,00	C=A*B 5,00	R 0,80	D=C*R 4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	A 0,50	B 2,70	C=A*B 1,35	R 0,50	D=C*R*8 5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
TAPAS CIEGAS METALICAS CIRCULARES		A 12,00	B 0,51	C=A*B 6,07	
CINTA AISLANTE - 3M		1,00	0,92	0,92	
SUBTOTAL O					6,99
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A 1,00	B 20,00	C=A*B 20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					65,48
INDIRECTOS Y UTILIDAD					7,86
OTROS INDIRECTOS					1,96
COSTO TOTAL DEL RUBRO					75,30
VALOR OFERTADO					75,30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.3. Análisis de Precios Unitarios para Ventiladores.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: RETIRO DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 220V		RUBRO: 3		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	0,50	5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		-		-	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A	B	C=A*B	
		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					58,48
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	7,02
OTROS INDIRECTOS				3,00%	1,75
COSTO TOTAL DEL RUBRO					67,26
VALOR OFERTADO					67,26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.4. Análisis de Precios Unitarios para retiro de Tomacorrientes a 220V.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:		INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 220V		UNIDAD: C/U	
RUBRO:		4			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	A 1,00	B 5,00	C=A*B 5,00	R 0,80	D=C*R 4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	A 0,50	B 2,70	C=A*B 1,35	R 0,50	D=C*R*8 5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CONDUCTOR #10 THHN Cu - Flexible	M	A 1,00	B 0,98	C=A*B 0,98	
CONDUCTOR #12 THHN Cu - Flexible	M	1,00	0,63	0,63	
CINTA AISLANTE - 3M	UNIDAD	1,00	0,92	0,92	
TOMACORRIENTE 220V - BTICINO	UNIDAD	1,00	3,57	3,57	
SUBTOTAL O					6,10
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A 1,00	20,00	C=A*B 20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12,00%	64,58
INDIRECTOS Y UTILIDAD				3,00%	7,75
OTROS INDIRECTOS					1,94
COSTO TOTAL DEL RUBRO					74,27
VALOR OFERTADO					74,27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.5. Análisis de Precios Unitarios para instalación de Tomacorrientes a 220V.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:		RETIRO DE INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 110V		UNIDAD: C/U	
RUBRO:		5			
DETALLE:					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00
SUBTOTAL M					4,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	0,50	5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				-	
SUBTOTAL O					0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					58,48
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	7,02
OTROS INDIRECTOS				3,00%	1,75
COSTO TOTAL DEL RUBRO					67,26
VALOR OFERTADO					67,26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.6. Análisis de Precios Unitarios para retiro de Tomacorrientes a 110V.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:		INSTALACIÓN DE TOMACORRIENTE A 110V		UNIDAD: C/U	
RUBRO:		6			
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	1,00	5,00	5,00	0,80	4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	0,50	5,39
Supervisor	0,50	2,25	1,13	0,50	4,51
Electricista	1,00	2,16	2,16	0,50	8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					34,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CONDUCTOR #12 THHN Cu - Flexible	M	1,00	0,63	0,63	
CINTA AISLANTE - 3M	UNIDAD	1,00	0,92	0,92	
TOMACORRIENTE 110V - BTICINO	UNIDAD	1,00	2,42	2,42	
SUBTOTAL O					1,55
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					60,04
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	7,20
OTROS INDIRECTOS				3,00%	1,80
COSTO TOTAL DEL RUBRO					69,04
VALOR OFERTADO					69,04

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.7. Análisis de Precios Unitarios para instalación de Tomacorrientes a 110V.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: CAMBIO DE INTERRUPTORES DOBLES Y SIMPLES					
RUBRO: 7 UNIDAD: C/U					
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	A 1,00	B 5,00	C=A*B 5,00	R 0,80	D=C*R 4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Electricista	A 1,00	B 2,16	C=A*B 2,16	R 0,50	D=C*R*8 8,62
Ayudante	2,00	2,00	3,99	0,50	15,96
SUBTOTAL N					24,59
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
INTERRUPTOR DOBLE 10A MODUS PLUS MARFIL BTICINO	UNIDAD	A 1,00	B 3,16	C=A*B 3,16	
INTERRUPTOR SENCILLO 10A MODUS PLUS BLANCO BTICINO	UNIDAD	1,00	2,07	2,07	
TAPAS CIEGAS METALICAS RECTANGULARES	UNIDAD	1,00	0,51	0,51	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL O					5,74
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A 1,00	B 20,00	C=A*B 20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					54,33
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	6,52
OTROS INDIRECTOS				3,00%	1,63
COSTO TOTAL DEL RUBRO					62,48
VALOR OFERTADO					62,48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.8. Análisis de Precios Unitarios para cambio de Interruptores.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: RETIRO DEL PANEL DE BREAKERS PB - S.S.H.H.M.		RUBRO: 8		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	A 1,00	B 5,00	C=A*B 5,00	R 0,80	D=C*R 4,00
SUBTOTAL M					<b>4,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	A 0,50	B 2,70	C=A*B 1,35	R 4,00	D=C*R*8 43,13
Supervisor	0,50	2,25	1,13	4,00	36,04
Electricista	1,00	2,16	2,16	4,00	68,99
Ayudante	2,00	2,00	3,99	4,00	127,71
SUBTOTAL N					<b>275,87</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CEMENTO	SACO	A 1,00	B 7,48	C=A*B 7,48	
ARENA	M3	1,00	3,22	3,22	
				-	
				-	
				-	
				-	
SUBTOTAL O					<b>10,70</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A 1,00	B 20,00	C=A*B 20,00	
SUBTOTAL P					<b>20,00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					<b>310,57</b>
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	<b>37,27</b>
OTROS INDIRECTOS				3,00%	<b>9,32</b>
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>357,15</b>
VALOR OFERTADO					<b>357,15</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.9. Análisis de Precios Unitarios para retiro del PB - SSHHM.**

**Fuente: El Autor.**



FORMULARIO N° 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: MANTENIMIENTO AL TDP		RUBRO: 9		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES	1,00		5,00	0,80	4,00
MEGÓHMETRO	1,00		6,25	0,8	5,00
SUBTOTAL M					9,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R*8
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	4,00	43,13
Supervisor	0,50	2,25	1,13	4,00	36,04
Electricista	1,00	2,16	2,16	4,00	68,99
Ayudante	2,00	2,00	3,99	4,00	127,71
SUBTOTAL N					275,87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CONDUCTOR #8 THHN Cu - Flexible	M	1,00	1,44	1,44	
CONDUCTOR #6 THHN Cu - Flexible	M	1,00	2,07	2,07	
CONDUCTOR #4 THHN Cu - Flexible	M	1,00	3,80	3,80	
CONDUCTOR #2 THHN Cu - Flexible	M	1,00	5,75	5,75	
CONDUCTOR #1/0 THHN Cu - Flexible	M	1,00	8,63	8,63	
CONDUCTOR #2/0 THHN Cu - Flexible	M	1,00	9,78	9,78	
AMARRA CABLES	UNIDAD	1,00	0,06	0,06	
				-	
				-	
SUBTOTAL O					31,51
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CAMIONETA		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					336,38
INDIRECTOS Y UTILIDAD 12,00%					40,37
OTROS INDIRECTOS 3,00%					10,09
COSTO TOTAL DEL RUBRO					386,84
VALOR OFERTADO					386,84

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Tabla 5.10. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al TDP.

Fuente: El Autor.

FORMULARIO N° 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: MANTENIMIENTO AL TD - IND		RUBRO: 9		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES	1,00		5,00	0,80	4,00
MEGÓHMETRO	1,00		6,25	0,8	5,00
SUBTOTAL M					<b>9,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R*8
Ingeniero Eléctrico	0,50	2,70	1,35	4,00	43,13
Supervisor	0,50	2,25	1,13	4,00	36,04
Electricista	1,00	2,16	2,16	4,00	68,99
Ayudante	2,00	2,00	3,99	4,00	127,71
SUBTOTAL N					<b>275,87</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CONDUCTOR #8 THHN Cu - Flexible	M	1,00	1,44	1,44	
CONDUCTOR #6 THHN Cu - Flexible	M	1,00	2,07	2,07	
CONDUCTOR #4 THHN Cu - Flexible	M	1,00	3,80	3,80	
CONDUCTOR #2 THHN Cu - Flexible	M	1,00	5,75	5,75	
CONDUCTOR #1/0 THHN Cu - Flexible	M	1,00	8,63	8,63	
CONDUCTOR #2/0 THHN Cu - Flexible	M	1,00	9,78	9,78	
AMARRA CABLES	UNIDAD	1,00	0,06	0,06	
				-	
				-	
SUBTOTAL O					<b>31,51</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
CAMIONETA		1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P					<b>20,00</b>
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					<b>336,38</b>
INDIRECTOS Y UTILIDAD 12,00%					<b>40,37</b>
OTROS INDIRECTOS 3,00%					<b>10,09</b>
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>386,84</b>
VALOR OFERTADO					<b>386,84</b>

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.11. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al TD - IND.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO N° 001					
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN: MANTENIMIENTO AL CUARTO DE TRANSFORMADORES		RUBRO: 11		UNIDAD: C/U	
DETALLE:					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES	A 1,00	B 5,00	C=A*B 5,00	R 0,80	D=C*R 4,00
SUBTOTAL M					4,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Ingeniero Eléctrico	A 0,50	B 2,70	C=A*B 1,35	R 4,00	D=C*R*B 43,13
Supervisor	0,50	2,25	1,13	4,00	36,04
Electricista	1,00	2,16	2,16	4,00	68,99
Ayudante	2,00	2,00	3,99	4,00	127,71
SUBTOTAL N					275,87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
VITINI	GL	A 3,00	B 92,00	C=A*B 276,00	
SUBTOTAL O					276,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
CAMIONETA		A 1,00	B 20,00	C=A*B 20,00	
SUBTOTAL P					20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					575,87
INDIRECTOS Y UTILIDAD				12,00%	69,10
OTROS INDIRECTOS				3,00%	17,28
COSTO TOTAL DEL RUBRO					662,25
VALOR OFERTADO					662,25

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.12. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al cuarto de transformadores.**

**Fuente: El Autor.**

FORMULARIO Nº 001						
NOMBRE DEL OFERENTE: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL - FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
DESCRIPCIÓN: MANTENIMIENTO AL BANCO DE TRANSFORMADORES DE 300 KVA						
RUBRO: 12 UNIDAD: C/U						
DETALLE:						
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B		C=A*B	R	D=C*R
HERRAMIENTAS MENORES Y MAYORES	1,00		20,00	20,00	4,00	80,00
SUBTOTAL M						80,00
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B		C=A*B	R	D=C*R*8
Ingeniero Eléctrico	0,50		2,70	1,35	4,00	43,13
Supervisor	0,50		2,25	1,13	4,00	36,04
Electricista	1,00		2,16	2,16	4,00	68,99
Ayudante	2,00		2,00	3,99	4,00	127,71
Desconexión de alimentación en media tensión	1,00					40,00
Limpieza con solvente de acometida en " b/t y m/t	1,00					20,00
Cambio de empaques averiados	3,00					30,00
Pruebas dieléctricas ruptura del aceite	3,00					20,00
Regeneración del aceite con filtros raco 1000	3,00					30,00
Limpieza y reajuste de terminales interiores y exteriores	15,00					5,00
Limpieza exterior de los tanques	3,00					4,00
Pruebas de aislamiento a 5000 v de la parte activa	3,00					20,00
Pruebas de relación de vueltas equipo trr	3,00					20,00
Ubicación de pasta de contacto en bornes de cables	12,00					2,00
SUBTOTAL N						466,87
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD		CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
	A	B			C=A*B	
SOLVENTE		GL	3,00	92,00	276,00	
PASTA PARA CONTACTOS		UNIDAD	3,00	10,00	30,00	
SUBTOTAL O						-
SUBTOTAL O						306,00
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD		CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
	A	B			C=A*B	
CAMIONETA			1,00	20,00	20,00	
SUBTOTAL P						20,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						872,87
INDIRECTOS Y UTILIDAD 12,00%						104,74
OTROS INDIRECTOS 3,00%						26,19
COSTO TOTAL DEL RUBRO						1.003,80
VALOR OFERTADO						1.003,80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

**Tabla 5.13. Análisis de Precios Unitarios para el mantenimiento al banco de transformadores de 300 KVA.**

**Fuente: El Autor.**

### **5.3. Mantenimiento Preventivo.**

Se debe realizar un mantenimiento preventivo cada tres meses, con la finalidad de los siguientes puntos:

1. Se debe de tener limpio el interior como el exterior del cuarto de transformadores.
2. Realizar un mantenimiento preventivo al banco de transformadores de 300 KVA con la finalidad de alargar su vida útil, siempre y cuando la demanda a futuro de la Facultad no exceda su capacidad nominal.
3. Realizar ajustes a los terminales de cada interruptor termo magnético, ya que por el paso de la corriente existen vibraciones y causan aflojamientos en las uniones con el conductor.
4. Se debe realizar una inspección del terreno para tener un sistema de puesta a tierra estable y seguro, ya que se cuenta con variaciones de voltaje y eso nos puede llevar a contactos indirectos riesgosos.

Después de haber realizado el periodo de mantenimiento a los tres meses, hay que realizar una programación anual con la finalidad de tener un registro de las novedades y correcciones que se hayan hecho en el mantenimiento anual.

1. Realizar las pruebas de dieléctrico al aceite.
2. Realizar las pruebas de aislamiento a las bobinas del transformador.
3. Realizar las pruebas de cortocircuito al transformador.
4. Reajustar los terminales de baja.
5. Limpieza interna del cuarto.
6. Limpieza de la Acometida de baja tensión y los módulos de medición.
7. Limpieza al TDP y ajuste de los terminales en las barras de distribución.
8. Ajustar los bornes del sistema de puesta a tierra.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

Se debe realizar un mantenimiento principalmente en los bancos de transformadores de la facultad, ya que no se cuenta actualmente con un registro de condiciones del aceite, dieléctrico, aislamiento de las bobinas y pruebas en general.

El banco de transformadores de 300 KVA se encuentra trabajando con un factor de utilización de acuerdo al análisis que se hizo se determinó que su factor de utilización es de un 38% de su capacidad nominal.

Las instalaciones en el sistema de baja tensión se encuentran con problemas ya que no se está cumpliendo con lo que exigen las normas. Los Paneles de breakers presentan un estado pésimo, rasgos de oxidación, tomacorrientes sin utilización, circuitos mezclados, etc.

### **Recomendaciones**

Realizar un plan de mantenimiento cada tres meses haciendo reajustes en las borneras, inspecciones y pruebas en general.

Se debe realizar una limpieza en el cuarto de transformadores ya que presenta demasiada suciedad y esto afecta en la vida útil de los equipos instalados en el cuarto.

Se debe realizar continuamente una revisión del sistema de puesta a tierra para obtener un suministro de energía sin variaciones de voltaje. Realizar un arreglo en el Tablero de distribución principal ya que se encuentra en condiciones no técnicas.

Se debe llevar un control mensual de los registros que proporciona el medidor clase 20, con el cual podemos determinar los parámetros actuales de energía que se está obteniendo en la facultad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Caldas, U. D. (2006). Curso Virtual de Redes Eléctricas. Recuperado el 23 de 01 de 2014, de <http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/gispud/redeselectrica/site/cap2/c2topologia24.php>
2. Club Ensayos, M. C. (2012). Club Ensayos. Recuperado el 14 de 10 de 2012, de Metodo Cientifico: <http://clubensayos.com/Historia/El-Metodo-Cientifico/355572.html>
3. Emagister, P. (2012). Grupos Emagister. Recuperado el 1 de 10 de 2012, de Profibus: <http://grupos.emagister.com/ficheros/vcruzada?Fdown=1&idgrupo=1543&idfichero=580227>
4. FCAEC, F. U. (2012). Fundación Universitaria Luis Amigo. Recuperado el 5 de 10 de 2012, de Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables: <http://www.funlam.edu.co/administracion.modulo/NIVEL-06/teoriaymetodologiadelainvestigacion.pdf>
5. Fluke, C. D. (2012). Fluke. Recuperado el 6 de 10 de 2012, de Calidad de energia electrica: <http://www.fluke.com/fluke/eses/products/calidad-energia-electrica.htm>
6. Homologación de estructuras. (s.f.). Recuperado el 25 de 10 de 2013, de [www.unidadesdepropiedad.com](http://www.unidadesdepropiedad.com)
7. Inele, U. D. (2012). Departamento de Ingeniería Eléctrica de Universidad de La Frontera. Recuperado el 4 de 10 de 2012, de Departamento de Ingeniería Eléctrica: [www.inele.ufro.cl/apuntes/Sistemas\\_de\\_Potencia.../Capitulo\\_1.pdf](http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Sistemas_de_Potencia.../Capitulo_1.pdf)
8. LAGUNAS, J. P. (2012). Liceo Vicente Pérez Rosales. Recuperado el 2 de 10 de 2012, de Protecciones eléctricas: <https://docs.google.com/viewer?A=v&q=cache:q6fmdpb9zs4j:www.liceovpr.cl/v.7/index.php/2011-11-06-20-46-49/category/48-mantenimiento-y-operacion-de-maquinas-y-equipos-electricos%3Fdownload%3D68:protecciones-elctricas+Presente+en+los+disyuntores+magn%C3%a9t>
9. Mar Perez, J. G., & Vidal Lopez, E. D. (2011). DESCRIPCION Y FUNCION DEL EQUIPO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA. Poza Rica, Tuxpan: Universidad Veracruzana.

10. SCRIBD. (s.f.). Recuperado el 16 de 8 de 2013, de <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>
11. SIEMENS. (s.f.). Recuperado el 12 de 11 de 2011, de <http://www.industry.siemens.com/topics/global/es/tia-portal/pages/default.aspx>
12. Siemens, A. S. (2012). Automation Siemens. Recuperado el 8 de 10 de 2012, de Sentron Pac 3200: <https://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a100-l300-v2-7800.pdf>
13. Siemens, P. (2012). Automation Siemens. Recuperado el 11 de 10 de 2012, de Profibus: <http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/profibus/pages/profibus.aspx>
14. Siemens, P. (2012). Siemens. Recuperado el 6 de 10 de 2012, de Powermanager: <http://w3.siemens.com/powerdistribution/low-voltage/es/portfolio/software/software-sentron/powermanager/pages/powermanager.aspx>
15. Siemens, P. (2012). Siemens. Recuperado el 8 de 10 de 2012, de Powerconfig: <http://w3.siemens.com/powerdistribution/low-voltage/en/product-portfolio/software/software-sentron/powerconfig/pages/powerconfig.aspx>
16. Textos Cientificos, P. O. (2012). Textos Cientificos. Recuperado el 1 de 10 de 2012, de Principios Operacion Ethernet: <http://www.textoscientificos.com/redes/ethernet/principios-operacion-ethernet>
17. Voltimum, A. D. (2012). Voltimum. Recuperado el 7 de 10 de 2012, de Análisis de la calidad de la energía eléctrica en sistemas trifásicos de distribución: <http://www.voltimum.es/news/607/cm/analisis-de-la-calidad-de-la-energia-electrica-en-sistemas-trifasicos-de-distribucion.html>
18. Watery, O. L. (2012). Watery A.C. Recuperado el 7 de 10 de 2012, de Optimizando la Operación y el Mantenimiento: <http://www.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Calidad%20de%20la%20Energia.pdf>



## GLOSARIO

**Media Tensión:** es el término que se usa para referirse a instalaciones eléctricas de alta tensión, con tensiones entre 1,599 y 2500 v (volts ). En ocasiones, se extiende el uso del término a pequeñas instalaciones de 30 kV para distribución. Dichas instalaciones son frecuentes en líneas de distribución que finalizan en Centros de Transformación en donde, normalmente, se reduce la tensión hasta los 400 voltios.

**Baja Tensión:** es la que se encuentra en los siguientes límites de tensiones nominales: corriente alterna, igual o inferior a 1.000 voltios; corriente continua, igual o inferior a 1.500 voltios.

**Subestación Eléctrica:** Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.

**Transformador:** Es un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

**Distorsión:** Se entiende por distorsión la diferencia entre la señal que entra a un equipo o sistema y la señal que sale del mismo. Por tanto, puede definirse como la "deformación" que sufre una señal tras su paso por un sistema. La distorsión puede ser lineal o no lineal.

**IEEE:** Corresponde a las siglas de (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en español Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Con cerca de 425.000 miembros y voluntarios en 160 países, es

la mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías, como ingenieros eléctricos, ingenieros en electrónica, científicos de la computación, ingenieros en informática, matemáticos aplicados, ingenieros en biomédica, ingenieros en telecomunicación e ingenieros en Mecatrónica.

## **ANEXOS**

1. Manual del Identificador de Circuitos Ideal 61-534.
2. Detalle de la Acometida en Media Tensión y Cuarto de Transformadores.
3. Paneles de breakers o centros de carga de la Facultad.