



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

**Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO**

**Tema:**

**“ESTUDIO Y PLAN DE MEJORA DE LAS INSTALACIONES ACTUALES  
DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y  
DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE  
GUAYAQUIL”**

**Alumno:**

**JOSUÉ GOVEA MOROCHO**

**Director:**

**ING. ELIAS ANDRADE DIAZ**

**Guayaquil – Ecuador**

**MAYO 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. Josué Manuel Govea Morocho, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánico.

**TUTOR**

---

**Ing. Elías Andrade Díaz**

**REVISORES**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez**

---

**Ing. Pedro Tutiven López**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez**

**Guayaquil, Mayo del 2014.**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, Govea Morocho Josué Manuel.

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación: “Estudio y plan de mejora de las instalaciones actuales de media y baja tensión de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”, cuyo contenido, ideas y criterios es de exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, Mayo del 2014.**

**EL AUTOR**

---

JOSÚE GOVEA MOROCHO



**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Govea Morocho Josué Manuel

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “Estudio y plan de mejora de las instalaciones actuales de media y baja tensión de la facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”. Previa a la obtención del Título **de Ingeniero Eléctrico-Mecánico** 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, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, Mayo del 2014.**

**EL AUTOR**

JOSUÉ GOVEA MOROCHO

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por acompañarme y guiado en mi carrera, por ser la fortaleza en mis debilidades y brindarme grandes aprendizajes en mi vida, experiencias y sobretodo mi familia.

Le doy gracias a mis padres, Javier y Amelia por apoyarme en todo momento, por los valores inculcados, por darme la oportunidad de tener una excelente educación. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida.

A mis compañeros, que durante estos años de estudios de alguna manera me brindaron su confianza y haber hecho de mi etapa universitaria fructífera, siendo parte de mi propósito de ser Ingeniero Eléctrico-Mecánico.

EL AUTOR

JOSUÉ GOVEA MOROCHO

## **DEDICATORIA**

Gracias a esas personas importantes en mi vida, mi novia y mi hija, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado.

**AUTOR**

**JOSUÉ GOVEA MOROCHO**

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en realizar un levantamiento eléctrico en el sistema de baja tensión de la Facultad Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica 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 Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

El levantamiento no 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 se presenta 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.

## **ABSTRACT**

This project consists in an electric lift in the low voltage system of the Faculty of Architecture and Design Santiago de Guayaquil Catholic University to find out the state of electrical installations area.

In the first chapter is described the current status of condition that manifests itself as the need for the lack of documentation of the low voltage system Architecture and Design at the Catholic University of Santiago de Guayaquil.

The uprising will not allow to optimize the electrical service because today we have some not suitable for irrigation and electric power are presented by poor installation facilities.

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

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

In the fourth chapter , the development obtained the project in which we will mention whether or not existing installations comply with what is required by electrical codes is described. 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 change the facilities budget.



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	14
ÍNDICE DE FIGURAS .....	15
1.1. Introducción .....	16
1.2. Antecedentes .....	16
1.3. Planteamiento del problema.....	16
1.3.1. Justificación .....	16
1.3.2. Hipótesis .....	17
1.4. Objetivos .....	17
1.4.1. Objetivo General .....	17
1.4.2. Objetivos Específicos .....	17
1.5. Metodología.....	18
CAPÍTULO II .....	19
2.1. Marco Teórico .....	19
2.1.1. Alta Tensión .....	19
2.1.2. Acometida .....	19
2.1.3. Acometida de baja tensión .....	19
2.1.4. Acometida en Media tensión .....	19
2.1.5. Acometida Monofásica .....	19
2.1.6. Acometida Trifásica.....	20
2.1.7. Ampacidad .....	20
2.1.8. Base (socket) .....	20
2.1.9. Consumidor .....	20
2.1.10. Medidor .....	20
2.1.11. Acometidas (requisitos generales) .....	20

2.1.12. Conductor.....	20
2.2. Clase de Servicio .....	21
2.2.1. Baja Tensión .....	21
2.2.2. Media Tensión.....	22
2.3. Terminología .....	22
2.3.1. Acometida .....	22
2.3.1.1. Acometida en Baja Tensión .....	22
2.3.1.2. Acometida en Media Tensión .....	22
2.3.1.3. Acometida Monofásica .....	23
2.3.1.4. Acometida Trifásica .....	23
2.3.1.5. Acometida Individual.....	23
2.3.1.6. Acometida Colectiva .....	23
2.3.1.7. Acometida Provisional .....	23
2.3.2. Ampacidad .....	23
2.3.3. Base (socket) .....	24
2.3.4. Conductores de Señal.....	24
2.3.5. Consumidor .....	24
2.3.6. Disyuntor .....	24
2.3.7. Electrodo de Puesta a Tierra.....	24
2.3.8. Empresa (Distribuidor) .....	24
2.3.9. Factor de Potencia .....	25
2.3.10. Franja de Servicio .....	25
2.3.11. Interruptor.....	25
2.3.12. Medidor .....	25
2.3.13. Medidor Autosuficiente o Auto-contenido.....	25
2.3.14. Medidor para Medición Indirecta .....	25
2.3.15. Medidor Totalizador.....	26
2.3.16. Servicio Eléctrico.....	26
2.4.2 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-2013)....	26
2.4.2.1. Tableros.....	26
2.4.2.1.1. Conceptos Generales .....	26
2.4.2.1.2. Clasificación .....	27

2.4.2.1.2.1. Tableros Principales .....	28
2.4.2.1.2.2. Tableros Principales Auxiliares.....	28
2.4.2.1.2.3. Tableros de Distribución.....	28
2.4.2.1.2.4. Tableros de Control o Comando.....	28
2.4.2.1.2.5. Tableros de Medición .....	28
2.4.2.1.2.6. Tableros de Transferencia.....	28
2.4.2.1.2.7 Tableros Especiales .....	28
2.4.2.1.3 Especificaciones de Construcción.....	29
2.4.2.1.3.1. Formas constructivas.....	29
2.4.2.1.3.2. Material eléctrico .....	33
2.4.2.1.3.3 Conexión a tierra .....	34
2.4.2.1.3.4. Identificación del tablero .....	34
2.4.2.1.3.5. Ventilación .....	34
2.4.2.1.4. Disposiciones Aplicables a Tableros Generales .....	35
2.4.2.1.5 Disposiciones aplicables a Tableros de Distribución.....	35
CAPÍTULO III .....	37
3.1. Equipo Analizador de Redes Eléctricas de Potencia.....	37
3.1.1 Importancia de la calidad de energía .....	37
3.1.2 Analizador de red avanzado Power Logic serie ION 7650 .....	37
3.1.3 Especificaciones Técnicas del analizador. ....	38
3.1.3.1. Pantalla configurable IEC/IEEE multilingüe con gran visibilidad. .....	38
3.1.3.2. Normas de gran precisión.....	38
3.1.3.3. Registro digital de fallas.....	38
3.1.3.4. Monitoreo del cumplimiento y análisis de la calidad de la energía .....	38
3.1.3.5. Comunicaciones integrales.....	39
3.1.3.6. Tecnología ION patentada.....	39
3.1.3.7. Detección de la dirección de la perturbación .....	39
3.1.3.8 Tendencias y pronósticos .....	39
3.1.3.9. Compensación de pérdidas en las líneas y transformadores ...	39
3.1.3.10. Entradas y salidas .....	40

3.1.3.11. Dispositivos de medición inteligente y control.....	40
3.1.4. Aplicaciones típicas.....	40
3.1.4.1. Para infraestructuras, ambientes industriales y edificios. ....	40
3.1.4.1.1. Ahorros de energía .....	40
3.1.4.2. Parámetros del analizador.....	41
3.1.5. Metodología del monitoreo.....	42
3.1.5.1. Gráficas Obtenidas .....	43
CAPÍTULO IV .....	50
4.1. Desarrollo del Proyecto.....	50
4.1.1 Sistema de Media Tensión.....	50
4.1.2 Subestaciones.....	51
4.1.2.1. Funciones de una Subestación.....	51
4.1.2.2. Tipos de Subestaciones .....	53
4.1.2.2.1 Elevadoras .....	53
4.1.2.2.2 Reductoras.....	53
4.1.2.2.3 De Maniobra.....	53
4.1.2.2.4 Tipo Intemperie .....	54
4.1.2.2.5 Tipo Interior .....	54
4.1.3 Cuarto de Transformadores. ....	55
4.1.3.1 Ubicación.....	55
4.2 Acometida en Media Tensión .....	56
4.2.1 Condiciones del Transformador. ....	57
4.2.3 Protecciones en Media Tensión. ....	58
4.3 Sistema de Baja Tensión. ....	59
4.3.1 Acometida en baja tensión. ....	59
4.3.2 Tablero principal de distribución (TPD). ....	60
4.4 Levantamiento de la carga. ....	70
4.4.1 Implantación y Ubicación de equipos (layout). ....	70
4.4.2 Levantamiento de la carga. ....	71
4.4.2.1. Cuadro General .....	71
4.4.2.2. Cuadro por Nominación.....	77

4.4.2.3. Cuadro Total de Cargas Instaladas .....	82
4.5 Elaboración del Diagrama Unifilar actual .....	83
CAPÍTULO V .....	84
5.1. Observaciones .....	84
5.2. Presupuesto .....	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	93
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES .....	93
ANEXOS .....	94
BIBLIOGRAFÍA .....	95
GLOSARIO.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>CÁPITULO II</b> .....	
Tabla 1 Suministro de acuerdo a CONECEL .....	21
Tabla 2 Espesor mínimo de la plancha de acero para cajas, gabinetes o armarios .....	31
Tabla 3 Distancias entre partes energizadas desnudas dentro de un tablero..	33
<b>CÁPITULO III</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Especificaciones de medición del equipo ION7650.....	38
Tabla 5 Especificaciones de Entradas del Equipo ION7650.....	38
<b>CÁPITULO IV</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Dimensiones de acuerdo a su potencia.....	51
Tabla 7 Datos de Transformador.....	54
Tabla 8 Cargas y ptos Eléctricos PB.....	66
Tabla 9 Cargas y puntos eléctricos PA1.....	67
Tabla 10 Cargas y puntos Eléctricos PA2.....	68
Tabla 11 Cargas y puntos eléctricos PA3.....	69
Tabla 12 Cargas y puntos eléctricos PA4.....	70
Tabla 13 NOMINACIÓN: PB.....	71
Tabla 14 NOMINACIÓN: PA1.....	72
Tabla 15 NOMNACIÓN: PA2.....	73
Tabla 16 NOMINACIÓN: PA3.....	74
Tabla 17 NOMINACIÓN: PA4.....	75
Tabla 18 TOTAL DE CARGAS INSTALADAS.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Armónicos de Corriente y Tendencias .....	42
Figura 3.2 Curva de Voltaje.....	43
Figura 3.3 Curva de Corriente .....	44
Figura 3.4 Potencia Activa .....	45
Figura 3.5 Potencia Reactiva .....	46
Figura 3.6 Potencia Aparente.....	47
Figura 3.7 Armónicos de Voltaje .....	48
Figura 3.8 Armónico de Corriente .....	49
Figura 4. 1 Diagrama Unifilar S/E Ceibos.....	51
Figura 4. 2 Cuarto de Transformadores .....	56
Figura 4. 3 Acometida en Media Tensión.....	57
Figura 4. 4 Banco de Transformadores de 3x100 KVA Fac. Arquitectura Y Diseño .....	58
Figura 4. 5 Acometida en Baja Tensión Fac. Arquitectura y Diseño .....	60
Figura 4. 6 Tablero de Distribución Principal de la Facultad de Arquitectura y Diseño .....	61
Figura 4. 7 Tablero de Distribución Principal Fac. Arquitectura y Diseño.....	62
Figura 4. 8 Tablero de Distribución Principal ubicado en la Facultad de Arquitectura y Diseño .....	63
Figura 4. 9 Tablero de Distribución Principal de Facultad de Arquitectura y Diseño .....	63
Figura 4. 10 PB SALÓN FELIX HENRIQUES .....	64
Figura 4. 11 Panel PB 1 .....	65
Figura 4. 12 PB – 2 .....	66
Figura 4. 13 Panel PB .....	67
Figura 4. 14 Panel PB con vista de conexiones .....	67
Figura 4. 15 Panel PB .....	68
Figura 4. 16 Panel PB .....	69

# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Introducción

El diseño eléctrico de una facultad es parte del desarrollo de la universidad misma, las mismas condiciones eléctricas puede aumentar el valor de un mantenimiento que se necesite y a la vez prepararla para el aumento de su carga eléctrica.

El buen estado de las instalaciones eléctricas nos ayudan a disminuir el riesgo de accidentes dentro del estado operacional de las mismas a todas las personas que se encuentran realizando actividades en la facultad.

Mi estudio se basa en las cargas eléctricas en baja y media tensión de la facultad de Arquitectura y Diseño, habiendo usado un equipo de medición durante 7 días en el cuarto de transformadores de la misma, a su vez realizando un análisis teórico-práctico durante un periodo de 2 meses

### 1.2. Antecedentes

Ya existen antecedentes de apagones en la facultad de Arquitectura y Diseño, a la vez que no se ha hecho un sobredimensionamiento de: transformadores, cableado, protecciones, cableado y otras instancias, que hayan tenido un estudio correspondiente del sistema eléctrico en general.

Por otro lado las modificaciones eléctricas que se realizan en esta facultad, no se las proyecta en los planos correspondientes y un control de mismo. Solo se aumenta equipos sin considerar un posible daño a futuro.

### 1.3. Planteamiento del problema

#### 1.3.1. Justificación

Tener un buen diseño eléctrico es de vital importancia debido a los constantes procesos académicos y sociales que se ejecutan en la facultad



de Arquitectura y Diseño, además es imprescindible proporcionar seguridad eléctrica tanto para el personal que labora dentro de las instalaciones (Administrativo, Docente, Servicios Generales, etc.) así como a los estudiantes de la UCSG en general.

Es necesario e importante un levantamiento, rediseño y un estudio adecuado del sistema eléctrico debido a la gran demanda de carga que está teniendo actualmente, además por el paso de los años del diseño estructural y eléctrico podrían ocurrir fallos eléctricos y cortocircuitos inesperados lo que ocasionaría el paro obligatorio de las actividades académicas provocando tanto pérdidas económicas como peligros para los mismos docentes, trabajadores, estudiantes y visitantes.

### **1.3.2. Hipótesis**

Mediante el estudio de las cargas eléctricas de la Facultad de Arquitectura y Diseño se podrá determinar en qué medida el uso de las líneas de energía eléctrica (Paneles, cables, iluminación, etc.) , son óptimos con respecto al costo de funcionamiento y también si se podría usar equipos eléctricos como (Generadores de Emergencia) para evitar pérdidas económicas a la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar el estudio y plan de mejora de las instalaciones actuales de media y baja tensión de la Facultad de Arquitectura y Diseño, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a. Realizar el levantamiento de las instalaciones eléctricas para determinar las condiciones actuales de operación del sistema eléctrico y realizar una comparación de calidad de servicio eléctrico

con la regulación indicada por el Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil

- b. Determinar mediante mediciones las cargas eléctricas correspondientes a tableros de distribución y acometida expresa de baja tensión.
- c. Analizar el adecuado dimensionamiento de los conductores utilizados en las instalaciones eléctricas de la UCSG.
- d. Proveer una fuente de información para la localización y solución de problemas que se presenten posteriormente en dicho sistema.

### **1.5. Metodología**

En un principio 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.

se reviso el cuarto de transformadores para comprobar si cumplen con las normas respectivas, y a su vez si la capacidad instalada en la facultad de Arquitectura y Diseño es la necesaria para la carga total.

Se inspecciono cada uno de los paneles de breakers, con sus respectivos conductores y estado actual, comprobar los tomacorrientes y las luminarias en todo el edificio.

## CAPÍTULO II

### NORMAS APLICADAS AL PROYECTO

#### 2.1. Marco Teórico

Se puede también conceptualizar al estudio de un sistema eléctrico como un proceso analítico que basado en información recopilada, mediante la toma de datos, mediciones sistematizadas y normas eléctricas que verifique el estado de los equipos y sistemas eléctricos, de tal forma que permita, no sólo detectar los posibles fallas futuras, sino también dar una solución viable en caso de presentarse alguna.

**2.1.1. Alta Tensión.**-sistema trifásico a 69000 voltios. Este servicio se suministrara al voltaje indicado, cuando la demanda del consumidor sea mayor a 1000 KW, para cuyo efecto el interesado deberá instalar una subestación de su propiedad.,

**2.1.2. Acometida.**- Es un conjunto de conductores y equipos utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución primario o secundario del distribuidor hasta las instalaciones del Consumidor.

**2.1.3. Acometida de baja tensión.**- Es la que se conecta a una red secundaria con un nivel de tensión de hasta 600 voltios.

**2.1.4. Acometida en Media tensión.**- Es la que se conecta a una red primaria de distribución sobre los 600 voltios y hasta 15 kV y comprende los conductores de alimentación con sus accesorios, desde dicha red hasta los bornes del transformador o hasta el equipo de medición en media tensión en caso de existir.

**2.1.5. Acometida Monofásica.**- Es aquella que arranca desde la red de la empresa con uno o dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

**2.1.6. Acometida Trifásica.-** Es aquella que arranca desde la red de la empresa con dos o tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

**2.1.7. Ampacidad.-** Es la máxima corriente en amperios que un conductor o equipo puede transportar continuamente, bajo condiciones específicas de uso, sin exceder su límite de temperatura.

**2.1.8. Base (socket).-** Es el elemento sobre el cual se realiza el montaje del medidor.

**2.1.9. Consumidor.-**Es una persona natural o jurídica que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el distribuidor dentro del área que la concesión, incluye al gran consumidor final y al gran consumidor.

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

**2.1.11. Acometidas (requisitos generales).-** Las acometidas son áreas o subterráneas. En los sectores donde el sistema de distribución es subterráneo, las acometidas también deberán serlo y para la construcción de su canalización deberán tener la respectiva autorización del municipio y poner en conocimiento de las otras empresas de servicios básicos, los trabajos a realizarse con al menos 72 horas de anticipación, previo al inicio de la excavación.

**2.1.12. Conductor:** Elementos metálicos, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la energía de un extremo al otro del cable. Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica.

## 2.2. 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.

### 2.2.1. 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

Tabla 1 Suministro de acuerdo a CONECEL

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.

### **2.2.2. 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:

- a) 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.

- b) 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.

## **2.3. Terminología**

### **2.3.1. Acometida**

Es un conjunto de conductores y equipos utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución primario o secundario del Distribuidor hasta las instalaciones del Consumidor.

#### **2.3.1.1. Acometida en Baja Tensión**

Es la que se conecta a una red secundaria con un nivel de tensión de hasta 600 voltios.

#### **2.3.1.2. Acometida en Media Tensión**

Es la que se conecta a una red primaria de distribución sobre 600 voltios y hasta 15 KV y comprende los conductores de alimentación con

sus accesorios, desde dicha red hasta los bornes del transformador o hasta el equipo de medición en media tensión en caso de existir.

#### **2.3.1.3. Acometida Monofásica**

Es aquella que arranca desde la red de la Empresa con uno o dos conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

#### **2.3.1.4. Acometida Trifásica**

Es aquella que arranca desde la red de la Empresa con dos o tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra de referencia del sistema.

#### **2.3.1.5. Acometida Individual**

Es aquella que da servicio a un solo Consumidor y comprende la línea de alimentación con sus accesorios, desde la red de distribución hasta el punto de entrega del medidor.

#### **2.3.1.6. Acometida Colectiva**

Sirve a dos o más Consumidores en un mismo inmueble y comprende la línea de alimentación con sus accesorios, desde la conexión a la red secundaria de distribución hasta el punto de entrega.

#### **2.3.1.7. Acometida Provisional**

Es aquella que se instala para suministrar servicio eléctrico durante corto tiempo, como sucede en las construcciones.

#### **2.3.2. Ampacidad**

Es la máxima corriente en amperios que un conductor o equipo puede transportar continuamente, bajo condiciones específicas de uso, sin exceder su límite de temperatura.

### **2.3.3. Base (socket)**

Es el elemento sobre el cual se realiza el montaje del medidor

### **2.3.4. Conductores de Señal**

Es un cable con revestimiento exterior de PVC conformado por 8 conductores de cobre # 12 AWG y que interconecta las señales de control de los transformadores de corrientes (TC) y de los transformadores de potencial (TP) con los medidores para medición indirecta.

### **2.3.5. Consumidor**

Es una persona natural o jurídica que acredite dominio sobre una instalación que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el Distribuidor dentro del área de la concesión. Incluye al Consumidor Final y al Gran Consumidor.

### **2.3.6. Disyuntor**

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

### **2.3.7. Electrodo de Puesta a Tierra**

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

### **2.3.8. Empresa (Distribuidor)**

Es la empresa Distribuidora encargada de suministrar el servicio de electricidad dentro de su área de concesión, a los Consumidores.



### **2.3.9. Factor de Potencia**

Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica y se la define como la relación entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KV).

### **2.3.10. Franja de Servicio**

Es la superficie comprendida dentro de los 200 m. medidos a cada lado del eje y del punto terminal de las redes secundarias existentes en los sistemas de distribución.

### **2.3.11. Interruptor**

Es un dispositivo que interrumpe la alimentación a un circuito. Su capacidad está dada en amperios y puede interrumpir el circuito con la carga a la tensión nominal para la que fue diseñado.

### **2.3.12. Medidor**

Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor.

### **2.3.13. Medidor Autosuficiente o Auto-contenido**

Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el Consumidor. Para su funcionamiento, utiliza directamente las señales de corriente y voltaje, y no requiere transformadores de medición.

### **2.3.14. Medidor para Medición Indirecta**

Es un equipo electrónico que registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por la Empresa y el

Consumidor. Para su funcionamiento utiliza señales de control provenientes desde los transformadores de medición.

### **2.3.15. Medidor Totalizador**

Es el medidor que registra la energía total entregada a un predio o inmueble, en cuyo interior se ha instalado un conjunto de medidores.

### **2.3.16. Servicio Eléctrico**

Es el servicio de energía eléctrica que suministra el Distribuidor a los Consumidores, desde sus redes de distribución y subtransmisión.

## **2.4.2 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC-2013)**

### **2.4.2.1. Tableros**

#### **2.4.2.1.1. Conceptos Generales**

Según (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) y la recopilación disponible en la página en línea, <http://www.scribd.com/doc/211217429/6>, señala que, los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que agrupan dispositivos de resguardo 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 cuantía de tableros que sea obligatorio para el comando y protección de una instalación se establecerá buscando salvaguardar la seguridad y tratando de obtener la mejor funcionalidad y flexibilidad en la operación de dicha instalación, tomando en cuenta la colocación 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:

- Los tableros de locales de reunión de personas se ubicarán en ambientes sólo accesibles al personal de operación y administración.
- 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.
- 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.
- 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.
- Los tableros deben permitir:
  - Dar respuesta adecuada a las especificaciones técnicas de cada proyecto.
  - El uso óptimo de las dimensiones y de la distribución en el interior del panel.
  - Utilizar componentes estandarizados.
  - Facilidad de modificación.
  - Fácil conexión de potencia y auxiliares.
  - Fácil evolución de la instalación a un costo controlado.

#### **2.4.2.1.2. Clasificación**

(Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) y el trabajo de tableros eléctricos disponibles en <http://www.scribd.com/doc/211217429/6>, indica que estos se clasificarán de acuerdo a su ubicación y uso. Se tiene los siguientes tableros:

**2.4.2.1.2.1. 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.

**2.4.2.1.2.2. 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.

**2.4.2.1.2.3. 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 o un tablero principal auxiliar.

**2.4.2.1.2.4. 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.

**2.4.2.1.2.5. 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.

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

**2.4.2.1.2.7 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.

### **2.4.2.1.3 Especificaciones de Construcción**

#### **2.4.2.1.3.1. Formas constructivas**

- Todos los dispositivos y componentes de un tablero deberán montarse dentro de cajas, gabinetes o armarios, dependiendo del tamaño que ellos alcancen.
- Los tableros deben ser fabricados en materiales resistentes al fuego, autoextinguibles, no higroscópicos, resistentes a la corrosión o estar adecuadamente protegido contra ella.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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 autosoportados mediante una estructura metálica anclada directamente al piso o sobre una estructura de hormigón.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- El tamaño de caja, gabinete o armario se seleccionará considerando lo que recomienda la (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013):
  - 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.
  - Convendrá permanecer un espacio apto entre las paredes de las cajas, gabinetes o armarios y las defensas a conectores de comando y/o maniobra de modo tal de permitir un fácil mantenimiento del tablero.
  - Se deberá considerar un volumen libre de 25% de espacio libre para proveer ampliaciones de capacidad del tablero.
- Las cajas, gabinetes o armarios en que se monten los tableros podrán ser contruidos con láminas de hierro, acero o materiales no conductores.
- Las cajas y gabinetes metálicos podrán estar contruidos por láminas de hierro o como indica la (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) serán de acero plegadas y soldadas las que le darán forma y rigidez mecánica. Los gabinetes metálicos se distribuirán sobre armazones de perfiles de resistencia mecánica adecuada a las exigencias del montaje y se cerrarán con placas plegadas las que formarán sus cubiertas y puertas.
- Las láminas de hierro o acero que se manejen en la arquitectura de cajas, armarios poseerán espesores pequeños de acuerdo a lo indicado en la Tabla2.

Superficie Libre (m <sup>2</sup> )	Espesor de la plancha (mm)
0,25	1,2
0,75	1,5
1	1,8

**Tabla 2 Espesor mínimo de la plancha de acero para cajas, gabinetes o armarios**  
**FUENTE: Nomas Mits 2012**

- Todos los componentes metálicos de cajas, según (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) así como gabinetes y armarios deberán someterse a un proceso de acabado que garantice una adecuada resistencia a la corrosión; La calidad de esta culminación se deberá justificar 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:
  - Serán no higroscópicos.
  - 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.
  - 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.
- Según recomienda (Murillo, 2014) en su trabajo similar en la UCSG, recomienda que las distancias pequeñísimas entre partes desnudas energizadas dentro de un tablero serán establecidas de acuerdo a la Tabla anterior. Se excluyen de este requerimiento a las distancias entre contactos de dispositivos de protección y de maniobra las cuales deberán cumplir con las Normas específicas respectivas.
- La elevación mínima de ensambladura de los dispositivos de comando o accionamiento ubicados en un tablero será de 0.60 m y la elevación máxima será de 2.0 m, ambas distancias calculadas respecto del nivel de



piso ejecutado.

- 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 (V)</b>	<b>Partes energizadas con respecto a Tierra (mm)</b>
0 a 200	15
201 a 400	15
401 a 1000	30

**Tabla 3 Distancias entre partes energizadas desnudas dentro de un tablero**  
**FUENTE: Nomas Mits 2012**

#### **2.4.2.1.3.2. Material eléctrico**

Las recomendaciones siguientes son tomadas del trabajo (Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) y recopilación del trabajo de titulación de (Murillo, 2014).

- Los conductores de suministro que alcancen a un tablero deberán hacerlo mediante puentes de conexión o barras metálicas de distribución, pudiendo existir una protección principal.
- A partir las barras de repartimiento se harán las ramificaciones para la conexión de los terminales 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 repartimiento se deberán acoplar 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 importantes de repartición cuya capacidad sea igual o superior a 200 Amperios corresponderán 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.

#### **2.4.2.1.3.3 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, todas y cada una de las 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).

#### **2.4.2.1.3.4. Identificación del tablero**

(Murillo, 2014) recomienda:

- 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

#### **2.4.2.1.3.5. 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.

#### **2.4.2.1.4. 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 la presente norma.

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.

#### **2.4.2.1.5 Disposiciones aplicables a Tableros de Distribución**

En un tablero de distribución según (INACAP, 2011) señala que, 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, según (Reyes, 2011), es 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**

### **3.1. Equipo Analizador de Redes Eléctricas de Potencia**

#### **3.1.1 Importancia de la calidad de energía**

En los últimos años se han originado trascendentales rumbos en el sector energético originados primordialmente por el desbloqueo del mercado eléctrico y el atrevimiento en optimizar la eficiencia energética en las infraestructuras. Según (Schneider Electric, 2010) 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 agotamiento elevado estimula 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.

#### **3.1.2 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.

### **3.1.3 Especificaciones Técnicas del analizador.**

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

Según el manual en línea de (Catalogo Schneider Electric, 2010) indica que la 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 inglés, 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.

#### **3.1.3.2. 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.

#### **3.1.3.3. Registro digital de fallas**

Se realiza la captura paralelamente a los transitorios a nivel sub-ciclo en los canales de voltaje y corriente, así como los vanos de tensión (sags), las sobretensiones temporales (swells) y las dificultades 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).

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

El (Catalogo Schneider Electric, 2010) también indica que 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.

### **3.1.3.5. 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 está casi llena. Capacidad de envío de datos a través de SMTP (correo electrónico).

### **3.1.3.6. 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.

### **3.1.3.7. 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 stampa de fecha y hora que incluye el nivel de confianza para indicar el nivel de certidumbre.

### **3.1.3.8 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.

### **3.1.3.9. 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.

### **3.1.3.10. 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.

### **3.1.3.11. 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.

## **3.1.4. Aplicaciones típicas**

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

#### **3.1.4.1.1. 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.

### 3.1.4.2. Parámetros del analizador

N°	PARÁMETROS	PRECISIÓN ± (% DE LECTURA)
1	Voltaje (Línea-Línea, Línea-Neutro): por fase, mínimo/máximo	0,10%
2	Frecuencia: presente, mínimo/máximo	±0,0005 Hz
3	Corrientes (I1, I2, I3)	0,10%
4	Corrientes (I4, I5)	0,40%
5	Potencia: Real (kW), Reactiva (kVAR), Aparente (kVA), por fase, Total	IEC 62053-22 Class 0,2S (2)
6	Energía: Real (kW), Reactiva (kVAR), Aparente (kVA), Entrada/Salida	IEC 62053-22 Class 0,2S (2)
7	kWA, kVA de Demanda, Aparente (kVAh), Entrada/Salida	IEC 62053-22 Class 0,2S (2)
8	Factor de Potencia	0,20%

Tabla 4 Especificaciones de medición del equipo ION7650

N°	ENTRADAS	ESPECIFICACIONES
<b>ENTRADAS DE VOLTAJE</b>		
1	Escala de Voltaje Nominal	347 VAC Línea a Neutro, 600 VAC Línea a Neutro, RMS
2	Sobrecarga	1500 VAC RMS Continuo
	Impedancia de Entrada	5MΩ/Fase (Fase-Vref)
4	Falla de Captura	1200V Pico
<b>ENTRADAS DE CORRIENTE</b>		
5	Corriente Nominal	5A, 20A y/o 20A, (1A, 2A, 5A, rango opcional de corriente)
6	Voltaje Máximo	600V RMS (CAT III IEC 61010-1)
7	Resisitir a	2500VAC, 60Hz por 1 min.
8	Carga	0,05 VA/Fase (a 5A estándar), 0,015 VA/Fase (a 1A opcional)
9	Impedancia	0,002 Ω/Fase (Fase-Vref), 0,015 Ω/Fase (Rango de corriente opcional)
<b>POTENCIA DE CONTROL</b>		
10	Rango de Operación	Estándar: AC: 85AVC a 240 VAC (±10%), 47Hz a 63Hz; DC: 110 DVC a 300 DVC (±10%), Carga Típica 15VA, máx. 35 VA. Opcional: Bajo Voltaje DC Fuente de Alimentación Entradas: DC 20 VDC a 60 VDC (±10%), Carga: Típica 12 Va, máx. 18VA
<b>SONDA 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 kΩ máximo
14	Opciones	Entradas de sonda de corriente con 3 calibraciones técnica universal 10A tipo Clampon Transformadores de Corriente, de acuerdo a la Norma IEC 61036

Tabla 5 Especificaciones de Entradas del Equipo ION7650

### 3.1.5. Metodología del monitoreo

Según (SECOVI, 2006) recomienda que, para la realización del presente estudio, se hizo uso de un equipo trifásico marca *POWER LOGIC ION 7650* con sensores de corriente de una capacidad de 3,000 A.

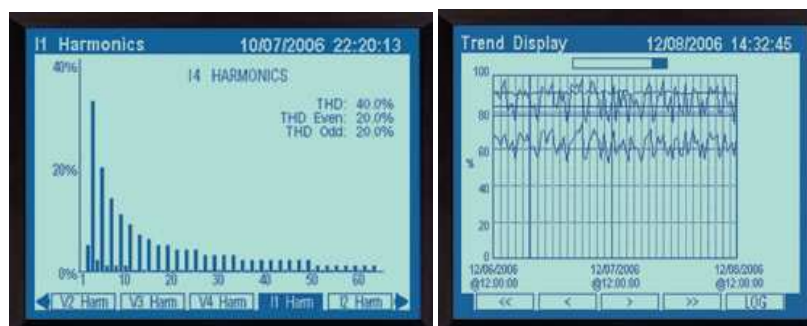
El equipo fue acoplado en las terminales de baja tensión del banco del transformador, arrebatando así el total de la carga enlazada durante el período de medición.

El período de medición fue de 5 días continuos 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 de POWER LOGIC ION 7604**

### 3.1.5.1. Gráficas Obtenidas

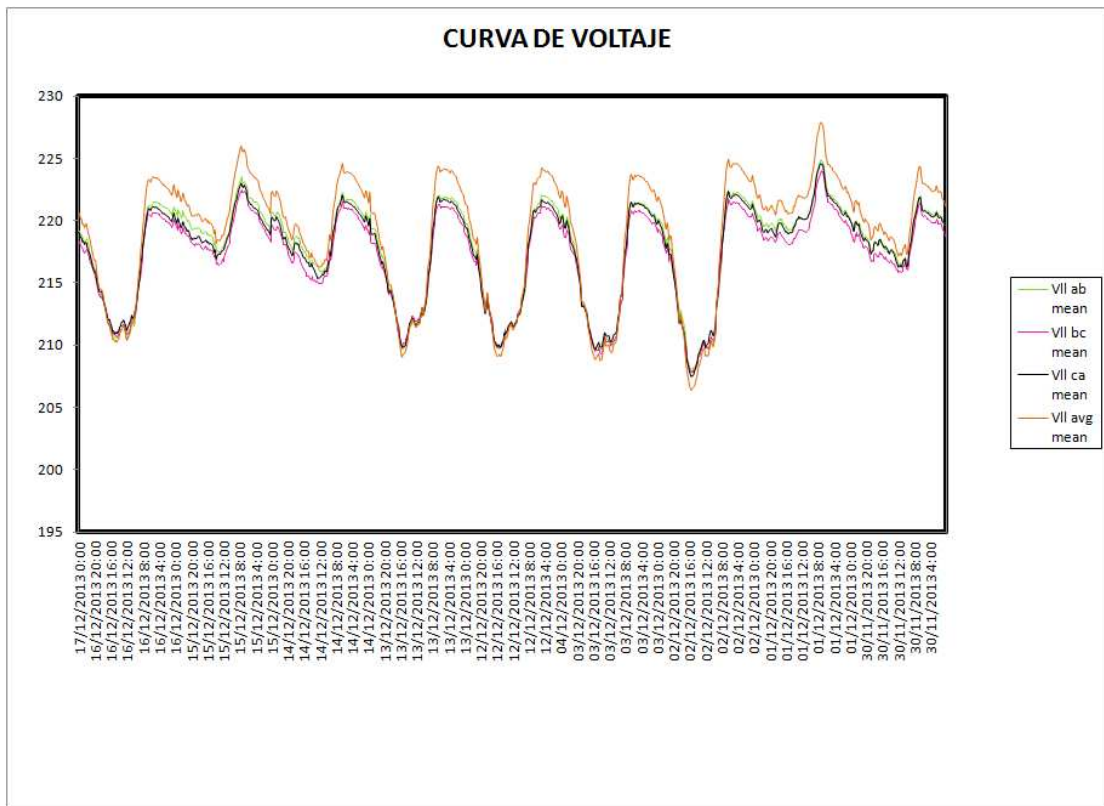
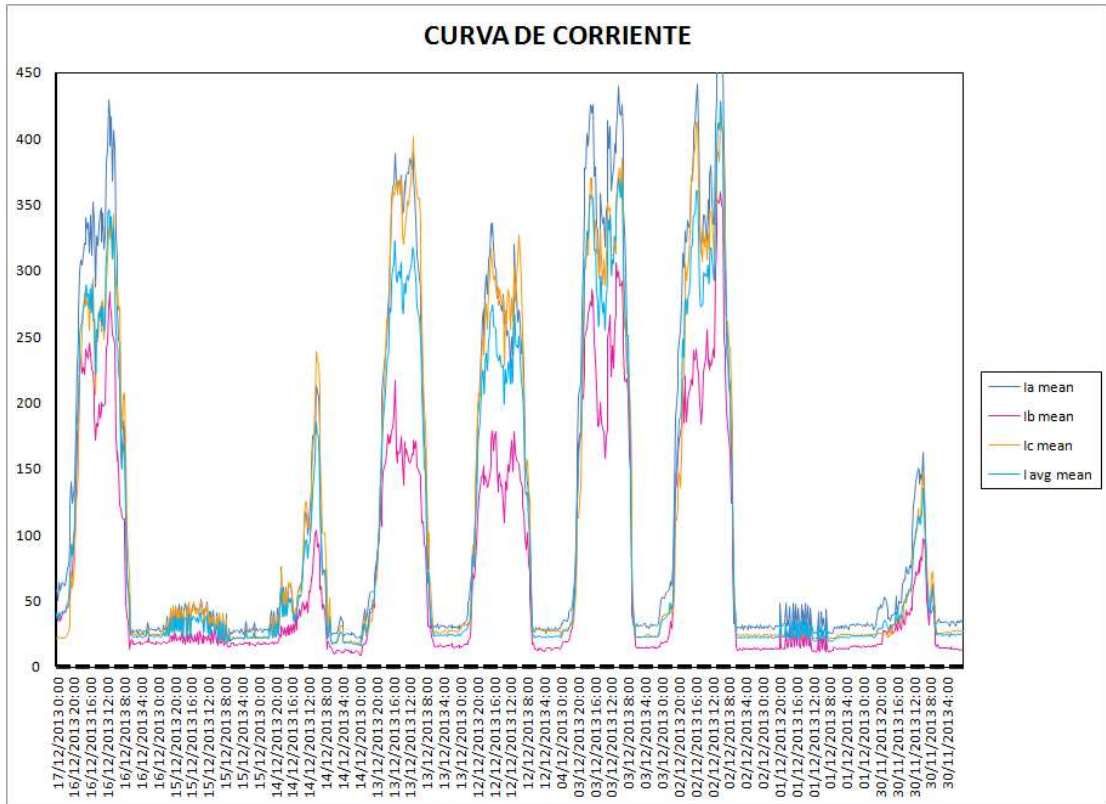


Figura 3.2 Curva de Voltaje  
FUENTE: Autor

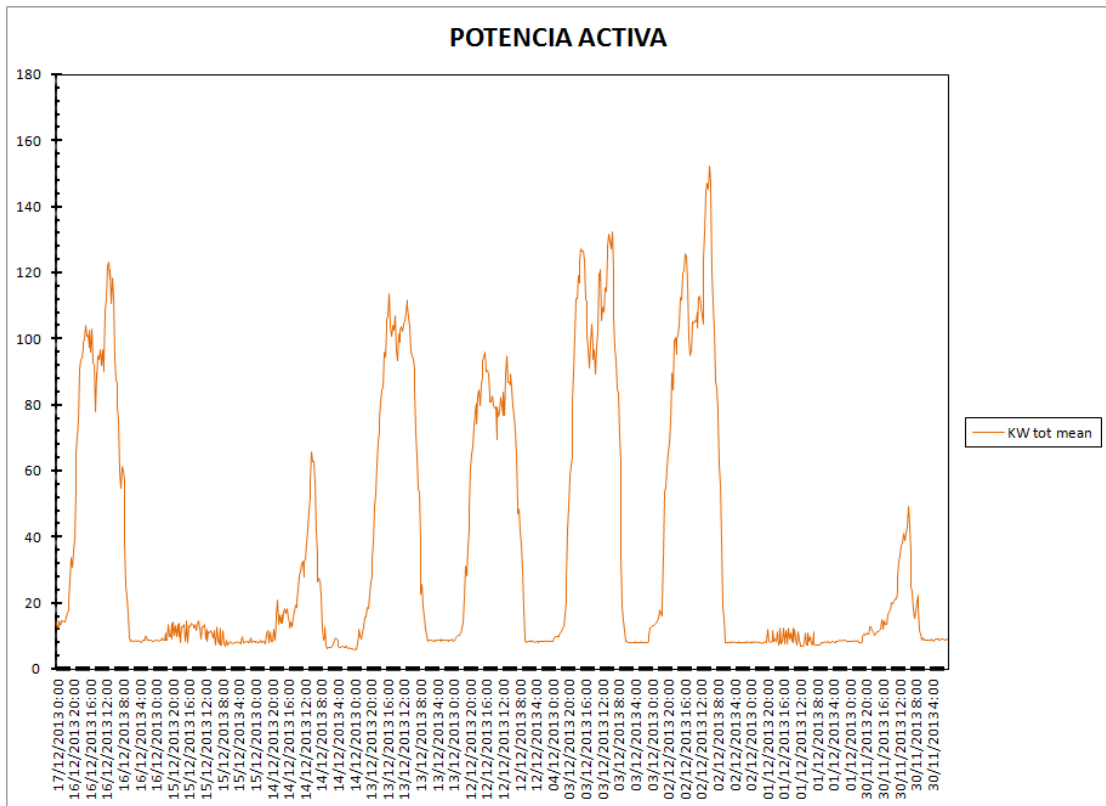
En la gráfica 3.2, se muestra el perfil del voltaje máximo en un período de 7 días. El comportamiento del voltaje mínimo es de **212.1 Volts**, valor que se encuentra **-3.59 % abajo** del valor nominal de **220 Volts del banco de Transformador de 300 kVA**, La ventana de variación presenta un máximo de **228.5 Volts (3.86% arriba** del valor nominal). Los valores grandes se enseñaron de modo breve, 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 Curva de Corriente**  
**FUENTE: Autor**

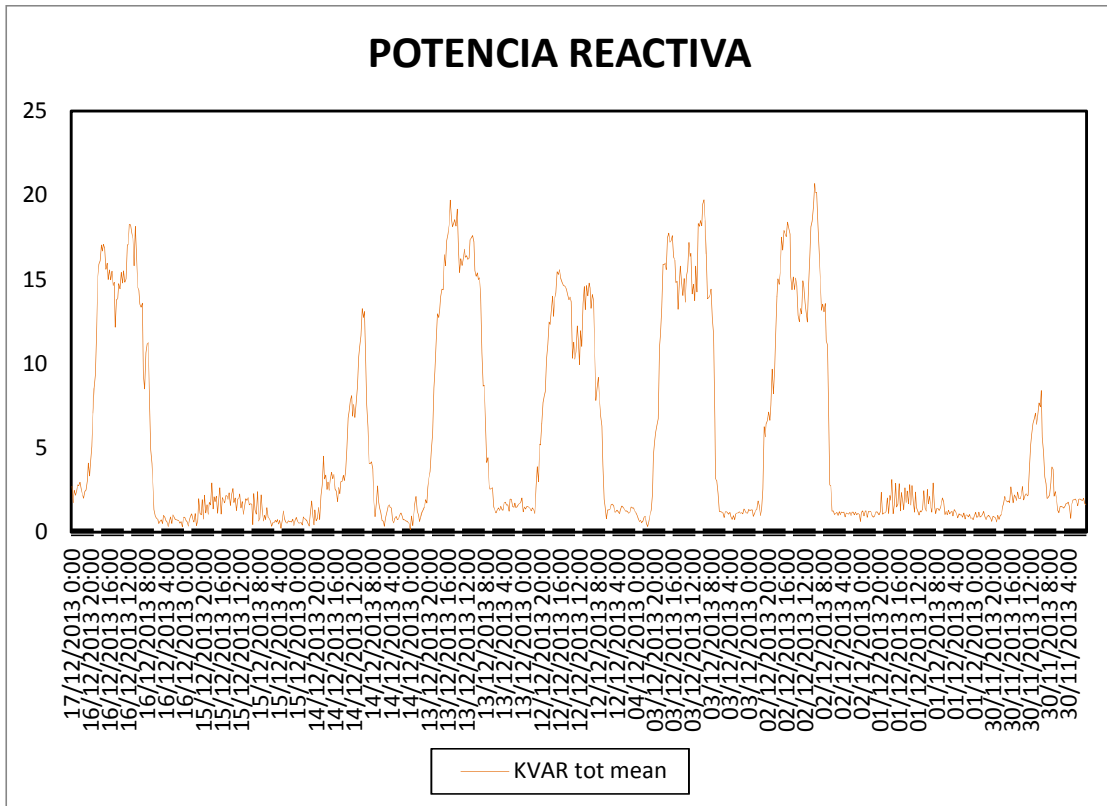
En la gráfica se muestra el perfil del Corriente máximo en un período de 7 días. Se obtuvo como resultado una Corriente promedio de 263.8 A. Los valores máximos se presentaron de manera instantánea, los cuales fueron en la línea La = 507.83 A, en la línea Lb = 359.83 A, en la fase Lc = 417,4 A.

Los valores mínimos se presentaron de manera instantánea, los cuales fueron en la línea La = 19.74 A, en la Línea Lb = 9.16 A, en la Línea = 19.78 A.



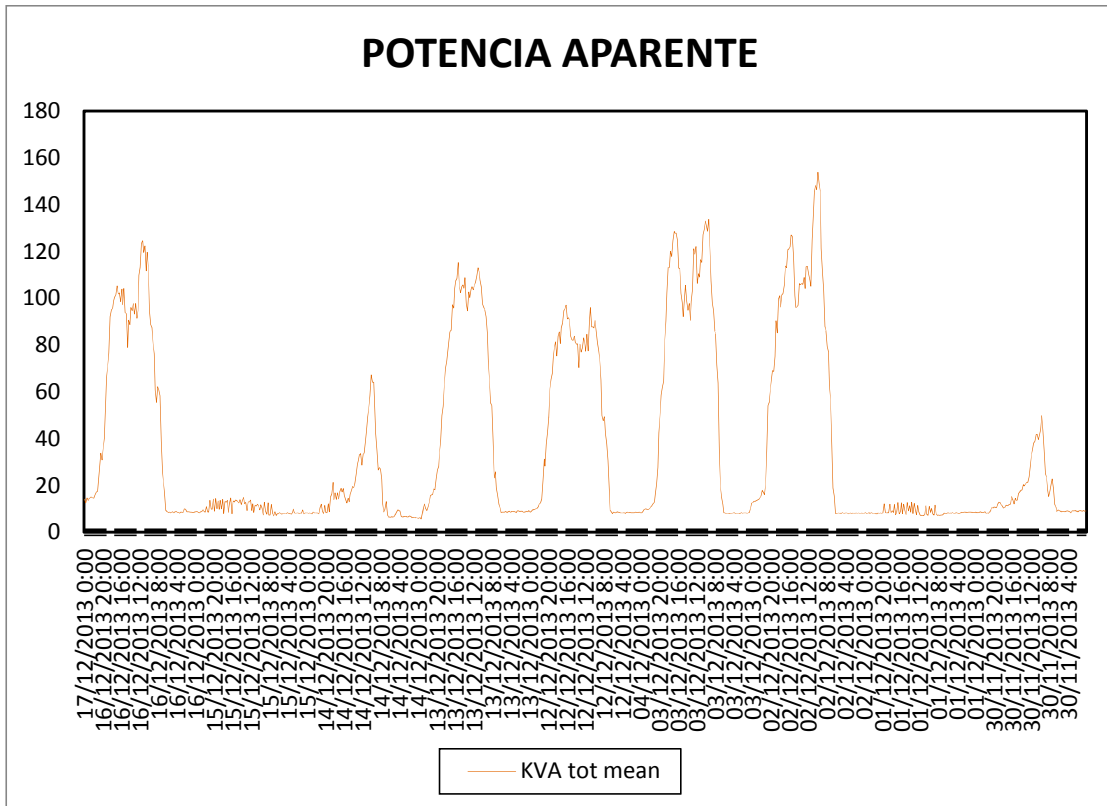
**Figura 3.4 Potencia Activa**  
**FUENTE: Autor**

En la gráfica 3.4, se puede observar la demanda de potencia real en KW durante el período de monitoreo de 7 días. (SECOVI, 2006) en mediciones similares, indica que el valor de potencia real promedio durante el **período de operación normal** es de **79 KW**, explorando un valor máximo de **152.42 KW**. En el **ciclo completo de operación** se registró una potencia real mínima de **5.59 KW**.



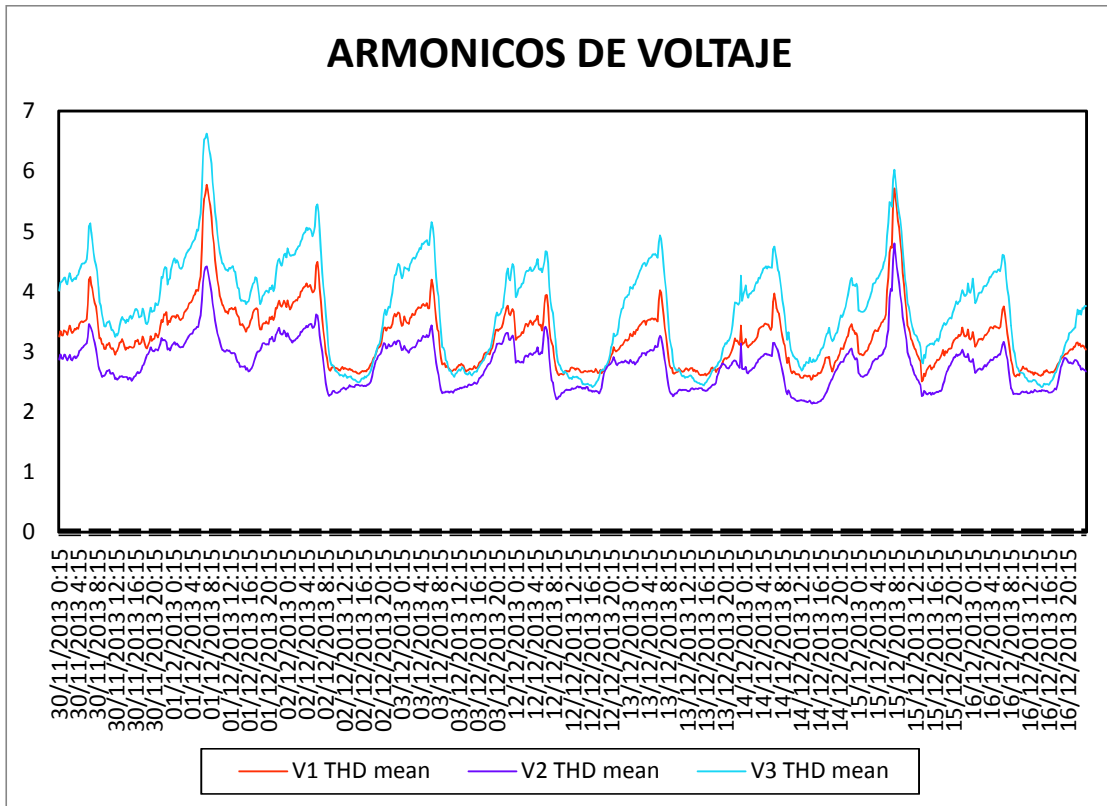
**Figura 3.5 Potencia Reactiva**  
**FUENTE: Autor**

En la gráfica 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 **10.41 KVAR**, registrando un valor máximo de **20.68 KVAR**. En el **ciclo completo de operación** se registró una potencia real mínima de **0.14 KVAR**.



**Figura 3.6 Potencia Aparente**  
**FUENTE: Autor**

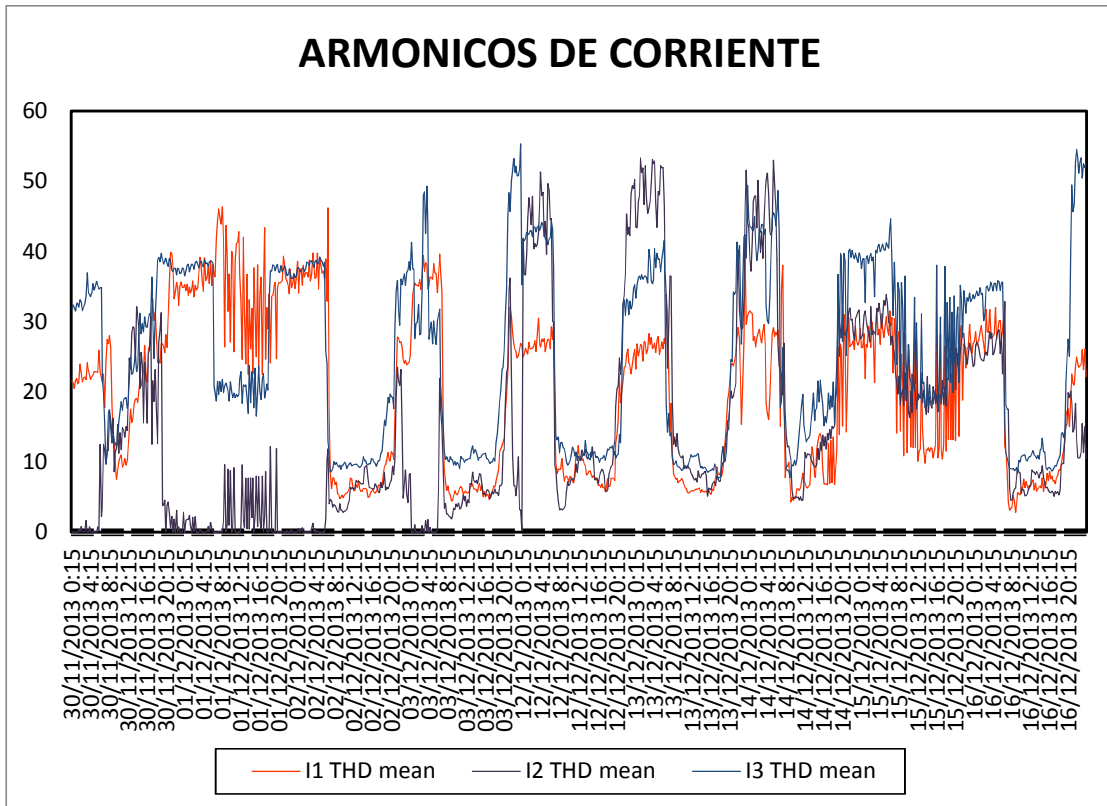
En la gráfica se puede observar la demanda de potencia real en KVA durante el período de monitoreo de 7 días. El valor de potencia real promedio durante el **período de operación normal** fue de **79.725 KVA**, registrando un valor máximo de **153.82 KVA**. En el **ciclo completo de operación** se registró una potencia real mínima de **5.63 KVA**.



**Figura 3.7 Armónicos de Voltaje**  
**FUENTE: Autor**

En la gráfica se muestra el perfil de distorsión armónica en voltaje (THDv) en un período de 7 días. Se registró un porcentaje mínimo de **2.33%** y un valor máximo de **6.62%**, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por el STD IEEE 519-1992.





**Figura 3.8 Armónico de Corriente**  
FUENTE: Autor

En la gráfica se muestra el perfil de distorsión armónica en voltaje (THDv) en un período de 7 días. Se registró un porcentaje mínimo de **2.82%** en condiciones normales de operación y un valor máximo de **46.37% pico máximo en condiciones de baja carga**, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por el STD IEEE 519-1992.

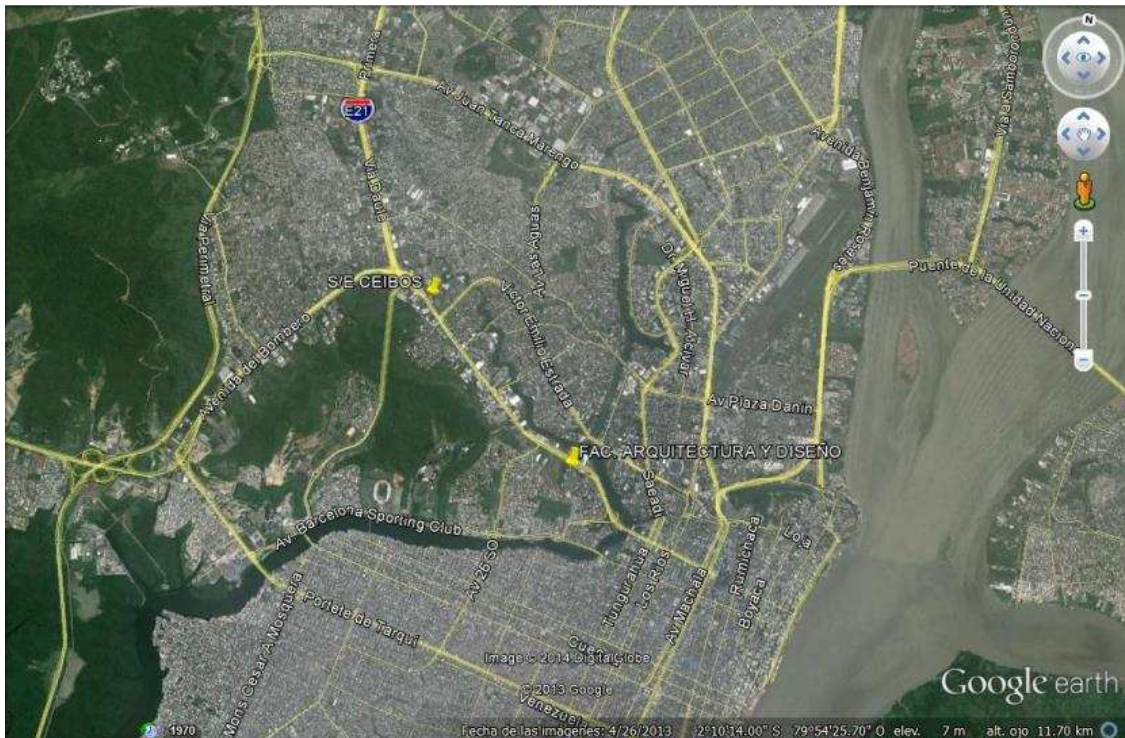
## CAPÍTULO IV

### 4.1. Desarrollo del Proyecto

#### 4.1.1 Sistema de Media Tensión.

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 un 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.



Ubicación Georeferenciada

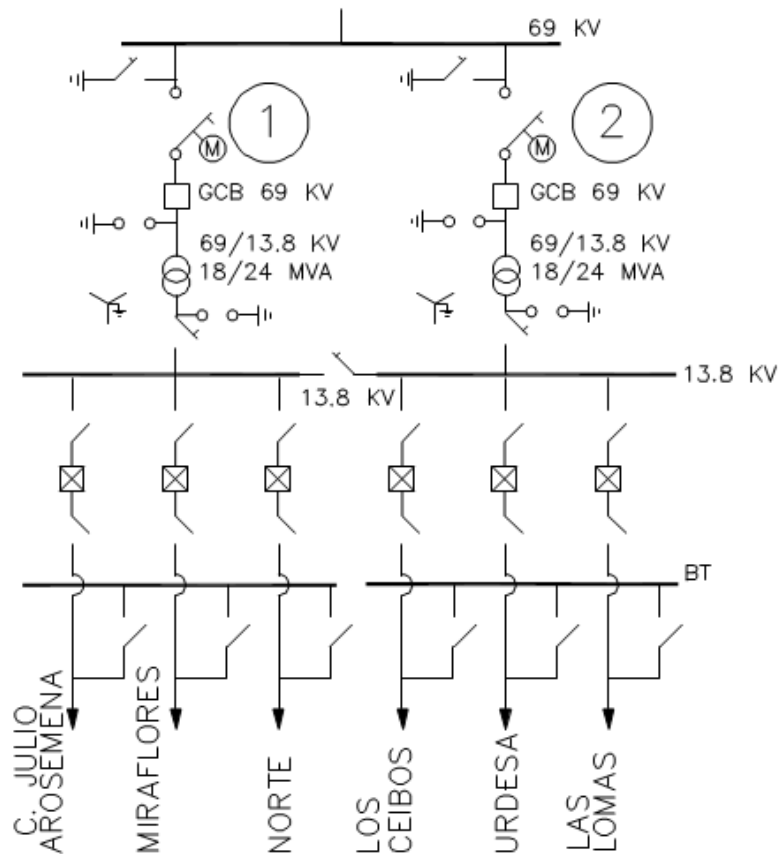


Figura 4. 1 Diagrama Unifilar S/E Ceibos  
FUENTE: Empresa Eléctrica de Guayaquil

#### 4.1.2 Subestaciones

Según (MARPET, 2012) indica que una subestación es la parte de una red eléctrica autorizada 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.

##### 4.1.2.1. 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 “by-pass” 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.

<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/42a5b693a4e07.pdf>

#### **4.1.2.2. Tipos de Subestaciones**

##### **4.1.2.2.1 Elevadoras**

(Mar & Vidal, 2011) señalan que 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.

##### **4.1.2.2.2 Reductoras**

(Mar & Vidal, 2011) vuelven a indicar que, al modificarse 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.

##### **4.1.2.2.3 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.

#### **4.1.2.2.4 Tipo Intemperie**

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.

#### **4.1.2.2.5 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: (Mar Perez & Vidal Lopez, 2011)

- 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.

#### **4.1.2.3. Clasificación de acuerdo a su topología (Caldas, 2006)**

- 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.

#### 4.1.3 Cuarto de Transformadores.

##### 4.1.3.1 Ubicación

El cuarto de transformadores de esta facultad, no posee un acceso fácil para el mismo debido a la vegetación que ha crecido debido al invierno, pero si se encuentra en la planta baja de la facultad; con lo cual cumple lo que establece la norma **NATSIM 14.2.** (Murillo, 2014).

##### 4.1.3.2 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 **NATSIM 14.3** 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 2,0 m	Hasta 75 kVA (1 solo transformador monofásico)
2,0 x 2,5 m	100 kVA (1 solo transformador monofásico)
3,0 x 2,5 m	Hasta 150 kVA (banco de 2 o 3 transformadores)
4,0 x 3,0 m	Hasta 300 kVA (Banco de 3 Transformadores)
5,0 x 3,5 m	Hasta 750 kVA (Banco de 3 Transformadores)
6,0 x 3,5 m	Hasta 1000 kVA (Banco de 3 Transformadores)

Tabla 6 Dimensiones de acuerdo a su potencia  
FUENTE: Norma NATSIM 14.3





**Figura 4. 2 Cuarto de Transformadores**  
**FUENTE: Autor**

#### **4.2 Acometida en Media Tensión**

El sistema de media tensión actual de la facultad de Arquitectura y Diseño, empieza desde las salidas de las celdas de M/T de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que se deriva mediante un sistema de distribución tipo padmounted que contiene internamente barras y protecciones para la derivación de circuitos. Haciendo el seguimiento del mismo se puede notar que parte de una de las barras cercanas a la facultad y se transporta directamente a los bushings del transformador primario de mi banco de transformadores, mediante 3 conductores #2 Xple de 15 KV.





**Figura 4. 3 Acometida en Media Tensión**  
**FUENTE: Autor**

### **Acometida**

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

### **Caja de paso**

- Caja de paso de 80x80x80 cm.

### **4.2.1 Condiciones del Transformador.**

El banco de transformadores actual consta con las siguientes características:

<b>Datos de Transformador</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
Marca	NN (son reconstruidos)

Tabla 7 Datos de Transformador

Fuente: Autor

El banco de transformadores luego del análisis de calidad, se determinó que no se encuentra saturado, ya que su potencia máxima fue de 153.820679 KVA cumpliendo con un factor de utilización del 51.27% de su capacidad nominal.



Figura 4. 4 Banco de Transformadores de 3x100 KVA Fac. Arquitectura Y Diseño  
FUENTE: Autor

#### 4.2.3 Protecciones en Media Tensión.

##### **SECCIONADORES DE MANIOBRAS TIPO PEDESTAL (pad mounted):**

Son cajas consistentes de varios seccionadores , bajo una envolvente metálica, diseñadas para ser instaladas a la intemperie, deben ser resistentes contra la lluvia, sol, humedad, insectos, polvo y todas las condiciones climáticas

adversas que puedan causar deterioro de sus elementos constructivos y que originen un mantenimiento frecuente o la alteración de las partes eléctricas.

El medio de aislamiento para este tipo de cajas debe ser en aceite o SF6 y el medio de extinción del arco en aceite, SF6 o vacío.

### **4.3 Sistema de Baja Tensión.**

#### **4.3.1 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 400 A del Tablero de Distribución Principal.



Figura 4. 5 Acometida en Baja Tensión Fac. Arquitectura y Diseño  
FUENTE: Autor

#### 4.3.2 Tablero principal de distribución (TPD).

El tablero de distribución principal se encuentra ubicado fuera del cuarto de transformadores, está construido en plancha metálica de 1/18" de espesor. Cuenta con un acabado de pintura anticorrosivo y una capa de pintura azul como acabado final y una compuerta metálica.

Sus módulos están contruidos en planchas fijas y lisas con una espesor de 1.5 cm. El modulo se encuentra sujeto al panel mediante pernos cadmiados y posee una ventilación externa con lo cual cumple la norma de acuerdo con lo que establece el **NEC-11 Art. 15.1.6.**



**Figura 4. 6** Tablero de Distribución Principal de la Facultad de Arquitectura y Diseño  
**FUENTE:** Autor





**Figura 4. 7 Tablero de Distribución Principal Facultad de. Arquitectura y Diseño**  
**FUENTE: Autor**



**Figura 4. 8** Tablero de Distribución Principal ubicado en la Facultad de Arquitectura y Diseño  
**FUENTE:** Autor



**Figura 4. 9** Tablero de Distribución Principal de Facultad de Arquitectura y Diseño  
**FUENTE:** Autor

El Tablero presenta las siguientes novedades:

- Cables desorganizados y enredados.
- Cables cortados y sin utilización.
- Breakers sobrepuestos.
- Breakers sin uso.
- Candado de la puerta sin llave, con fácil acceso.
- Cables usados como amarras.

#### **4.3.3 Paneles de Breakers (centros de carga).**

(Superintendencia de Electricidad y Combustible, 2013) Indica que son paneles que aprisionan dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente sobre los circuitos en que está dividida una instalación o parte de ella, son alimentados desde el tablero principal.

##### **4.3.1.1 Identificación de los paneles de Breakers en la facultad de Arquitectura y Diseño.**



**Figura 4. 10 PB SALÓN FELIX HENRIQUES**  
**FUENTE: Autor**

El panel **PB SALÓN FELIX HENRIQUES** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 24 espacios.



- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 12 breakers de 1 polo 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#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.

## PLANTA ALTA 1



Figura 4. 11 Panel PB 1  
FUENTE: Autor

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

- Marca General Electric, monofásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 5 breakers de 1 polo y 7 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#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.



Figura 4. 12 PB – 2  
FUENTE: Autor

El panel **PB 2** presenta las siguientes características técnicas:

- Marca General Electric, monofásico, 16 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 12 breakers de 1 polo y 3 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#4.



**Figura 4. 13 Panel PB**  
**FUENTE: Autor**



**Figura 4. 14 Panel PB con vista de conexiones**  
**FUENTE: Autor**

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

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 22 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#4+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 11/2" de diámetro.
- No posee la puerta de protección.

El panel **PB** tiene las siguientes características técnicas:



**Figura 4. 15 Panel PB**  
**FUENTE: Autor**

- Marca General Electric, bifásico, 24 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 22 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#4+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.
- No posee la puerta de protección.

El panel **PB** tiene las siguientes características técnicas:



**Figura 4. 16 Panel PB**  
FUENTE: Autor

- Marca General Electric, bifásico, 16 espacios.
- Tiene un voltaje de operación de 110/220 V.
- Contiene 14 breakers de 1 polos 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#4+1N#4.
- Llega por un ducto PVC 1 1/2" de diámetro.

#### **4.4 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 edificios de la Facultad de Arquitectura y Diseño. Físicamente no se logró verificar en su totalidad las aéreas, debido a que hubo sitios en las cuales no pude tener el ingreso por ser zonas restringidas para estudiantes, sin embargo se inspeccionó en un 85% 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.

##### **4.4.1 Implantación y Ubicación de equipos (layout, ver anexos).**

#### 4.4.2 Levantamiento de la carga.

##### 4.4.2.1. Cuadro General

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																
		CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS				
AREA	AULAS/ DEPARTAMENTOS	COMPUTADOR	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. 32W	ALUM. 100W	ALUM. 20W
PLANTA BAJA	SALON FELIZ HENRIQUEZ	1			4	1						10		60		41
	ADMINISTRACION GENERAL	19		7		1	5		3			42	4	21	20	
	DECANATO	1		1				1				3	2	16		
	PASILLOS/PB															17
	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>6</b>	<b>97</b>	<b>20</b>	<b>58</b>

Tabla 8 Cargas y puntos Eléctricos PB  
FUENTE: Autor

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																
		CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS				
AREA	AULAS/ DEPARTAMENTOS	COMPUTADOR	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. 32W	ALUM. 100W	ALUM. 20W
PLANTA ALTA I	BAR										8	11	1	11		
	COMERDOR DEL BAR							1	3			4	1			
	ASOCIACION DE ARQUITECTURA	3	1	1			2					5	1			24
	SALA DE COMPUTO 1	22		1		1						35	3		6	
	SALA DE COMPUTO 2	26		1		1						24	3		6	
	AUDITORIO RAFAEL RIVAS	1		2		1		1			1	7		18		
	SALA DE LECTURA	15		2			2					43		56		
	PERGOLAS	1							6			47				
	PASILLOS/PAI													33		
<b>TOTAL</b>		<b>68</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>176</b>	<b>9</b>	<b>118</b>	<b>12</b>	<b>24</b>



**Tabla 9 Cargas y puntos eléctricos PA1**  
**FUENTE: Autor**

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																
		CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS				
AREA	AULAS/ DEPARTAMENTOS	COMPUTADOR	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. 32W	ALUM. 100W	ALUM. 20W
PLANTA ALTA 2	IPUR	10		2		1	3			1		16	4	16		
	ECDMATERIALES	3							1					8		
	AULA 202	5		1		1	3			1		13	2		8	1
	AULA 203	1	1			1			4			7	2	27		
	AULA 204	1		1	1	1			4			9	1	27		
	AULA 205	31		1		1						33		27		
	AULA 206	1		1		1					1	10	4	18		
	AULA 207	28		1		1						27		18		
	AULA 208	1		1		1			2			11	1	12		
	TALLER DE CERAMICA	1		1			1				2	3	6	12		
	PASILLOS/PA2											4				63
<b>TOTAL</b>		<b>82</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>133</b>	<b>20</b>	<b>165</b>	<b>8</b>	<b>64</b>

**Tabla 10 Cargas y puntos Eléctricos PA2**

**FUENTE: Autor**

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																
		CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS				
AREA	AULAS/ DEPARTAMENTOS	COMPUTADOR	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYECTOR	IMPRESORAS COPIADORAS	TV	VENTILADOR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. 32W	ALUM. 100W	ALUM. 20W
PLANTA ALTA 3	AULA 301	1		1		1			4			13		18		
	AULA 302	1		1		1			4			10	2	27		
	AULA 303	19		1		1						29	1	18		
	AULA 304	19		1		1						23		18		
	AULA 305	1		1		1			4			21	1	27		
	AULA 306	1		1		1			3			22	1		6	
	AULA 307	1		1		1			4			17		18		
	AULA 308	1		1		1			4			21	2	18		
	PASILLOS/PA3											5				
<b>TOTAL</b>		<b>44</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>161</b>	<b>7</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>54</b>

Tabla 11 Cargas y puntos eléctricos PA3  
FUENTE: Autor

CUADRO GENERAL DE CARGAS Y PUNTOS ELECTRICOS																
		CARGAS ELECTRICAS										PUNTOS ELECTRICOS				
AREA	AULAS/ DEPARTAMENTOS	COMPUTADOR	A.A.	A.A. SPLIT	A. A. CENTRAL	PROYEC TOR	IMPRESORAS COPIADORAS	TV	VENTILAD OR	DISPENSADOR DE AGUA	OTROS EQUIPOS	TOMA 110V	TOMA 220V	ALUM. 32W	ALUM. 100W	ALUM. 20W
PLANTA ALTA 4	AULA 401	1		1		1			4			9	2	12		
	AULA 402	1		1		1			4			10	2	12		
	PASILLOS/PA3															13
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>13</b>

**Tabla 12 Cargas y puntos eléctricos PA4**  
**FUENTE: Autor**

#### 4.4.2.2. Cuadro por Nominación

NOMINACIÓN 1	PLANTA BAJA		
	TOTAL DE CARGA	POTENCIA W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	21	200	4,2
A.A.	0	2200	0
A.A. SPLIT	8	4920	39,36
A.C. CENTRAL	4	9840	39,36
PROYECTOR	2	254	0,508
IMPRESOR/ACOPADORA	5	200	1
TV	1	100	0,1
VENTILADOR	65	126	8,19
DISPENSADOR DE AGUA	0	648	0
OTROS EQUIPOS	0	0	0
TOMACORRIENTE 110	55	150	8,25
TOMACORRIENTE 220	6	400	2,4
ALUMBRADO 32W	97	32	3,104
ALUMBRADO 100W	20	100	2
ALUMBRADO 20W	58	20	1,16
<b>TOTAL</b>			<b>109,632</b>

Tabla 13 NOMINACIÓN: PB  
FUENTE: Autor

NOMINACIÓN 2	PLANTA ALTA 1		
	TOTAL DE CARGA	POTENCIA W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	68	200	13,6
A.A.	1	2200	2,2
A.A. SPLIT	7	4920	34,44
A.C. CENTRAL	0	9840	0
PROYECTOR	3	254	0,762
IMPRESORA/COPIADORA	4	200	0,8
TV	2	100	0,2
VENTILADOR	9	126	1,134
DISPENSADOR DE AGUA	0	648	0
OTROS EQUIPOS	1	2891	2,891
TOMACORRIENTE 110	176	150	26,4
TOMACORRIENTE 220	9	400	3,6
ALUMBRADO 32W	118	32	3,776
ALUMBRADO 100W	12	100	1,2
ALUMBRADO 20W	24	20	0,48
<b>TOTAL</b>			<b>91,483</b>

Tabla 14 NOMINACIÓN: PA1  
FUENTE: Autor

NOMINACIÓN 3	PLANTA ALTA 2		
	TOTAL DE CARGA	POTENCIA W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	82	200	16,4
A.A.	1	2200	2,2
A.A. SPLIT	9	4400	39,6
A.C. CENTRAL	1	440	0,44
PROYECTOR	9	1650	14,85
IMPRESORA/COPIADORA	6	2200	13,2
TV	0	2200	0
VENTILADOR	11	126	1,386
DISPENSADOR DE AGUA	2	220	0,44
OTROS EQUIPOS	3	13931	41,793
TOMACORRIENTE 110	133	150	19,95
TOMACORRIENTE 220	20	400	8
ALUMBRADO 32W	165	32	5,28
ALUMBRADO 100W	8	100	0,8
ALUMBRADO 20W	64	20	1,28
<b>TOTAL</b>			<b>165,619</b>

**Tabla 15 NOMNACIÓN: PA2**  
**FUENTE: Autor**

NOMINACIÓN 4	PLANTA ALTA 3		
	TOTAL DE CARGA	POTENCIA W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	44	200	8,8
A.A.	0	2200	0
A.A. SPLIT	8	4400	35,2
A.C. CENTRAL	0	440	0
PROYECTOR	8	1650	13,2
IMPRESORA/COPIADORA	0	2200	0
TV	0	2200	0
VENTILADOR	23	126	2,898
DISPENSADOR DE AGUA	0	220	0
OTROS EQUIPOS	0	0	0
TOMACORRIENTE 110	161	150	24,15
TOMACORRIENTE 220	7	400	2,8
ALUMBRADO 32W	144	32	4,608
ALUMBRADO 100W	6	100	0,6
ALUMBRADO 20W	54	20	1,08
<b>TOTAL</b>			<b>93,336</b>

**Tabla 16 NOMINACIÓN: PA3**  
**FUENTE: Autor**



NOMINACIÓN 5	PLANTA ALTA 4		
	TOTAL DE CARGA	POTENCIA W	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	2	200	0,4
A.A.	0	2200	0
A.A. SPLIT	2	4400	8,8
A.C. CENTRAL	0	440	0
PROYECTOR	2	1650	3,3
IMPRESORA/COPIADORA	0	2200	0
TV	0	2200	0
VENTILADOR	8	220	1,76
DISPENSADOR DE AGUA	0	220	0
OTROS EQUIPOS	0	0	0
TOMACORRIENTE 110	19	150	2,85
TOMACORRIENTE 220	4	400	1,6
ALUMBRADO 32W	24	32	0,768
ALUMBRADO 100W	0	100	0
ALUMBRADO 20W	13	20	0,26
<b>TOTAL</b>			<b>19,738</b>

Tabla 17 NOMINACIÓN: PA4  
FUENTE: Autor

#### 4.4.2.3. Cuadro Total de Cargas Instaladas

TOTAL CARGAS INSTALADAS					
	TOTAL DE PUNTOS	WATIOS (W)	FACTOR DE UTILIZACION	POTENCIA POR PUNTO (W)	POTENCIA TOTAL (KW)
COMPUTADORA	217	200	0,5	21700	21,7
A.A.	2	2200	0,5	2200	2,2
A.A. SPLIT	34	4400	0,4	59840	59,84
A.C. CENTRAL	5	440	0,3	660	0,66
PROYECTOR	24	254	0,3	1828,8	1,8288
IMPRESORA COPIADORA	15	2200	0,3	9900	9,9
TV	3	2200	0,2	1320	1,32
VENTILADOR	54	220	0,4	4752	4,752
DISPENSADOR DE AGUA	2	220	1	440	0,44
OTROS EQUIPOS	12	6965,5	0,4	33434,4	33,4344
TOMACORRIENTE 110	544	150	0,4	32640	32,64
TOMACORRIENTE 220	46	400	0,4	7360	7,36
ALUMBRADO 32W	548	32	0,7	12275,2	12,2752
ALUMBRADO 100W	46	100	0,7	3220	3,22
ALUMBRADO 20W	213	20	0,7	2982	2,982
				<b>TOTAL</b>	<b>194,5524</b>
				<b>FACTOR DE COINCIDENCIA</b>	<b>0,85</b>
				<b>TOTAL KVA</b>	<b>165,36954</b>

Tabla 18 TOTAL DE CARGAS INSTALADAS  
FUENTE: Autor

#### **4.5 Elaboración del Diagrama Unifilar actual (Ver anexos)**

## **CAPÍTULO V**

### **MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### **5.1. Observaciones**

Después de haber realizado el levantamiento eléctrico en la Facultad Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en el sistema de baja tensión se encontraron las siguientes anomalías:

- Luminarias fluorescentes de 2x32 W en mal estado.
- Luminarias fluorescentes de 3x32 W en mal estado.
- Puntos de tomacorrientes de 110 V en mal estado.
- Puntos de tomacorrientes de 220 V en mal estado.
- Falta de mantenimiento al tablero principal de distribución (TDP).
- Falta de mantenimiento en general a los paneles de breakers.
- Falta de mantenimiento al cuarto de transformadores de 300 KVA.

Para continuar con el proceso del buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas es necesario arreglar y/o dar mantenimiento a las mismas.

#### **5.2. Presupuesto**

Con el siguiente presupuesto se detalla el costo total que se necesita para realizar el mejoramiento de las instalaciones eléctricas de la Facultad Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

<b>OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS</b>							
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>							
<b>RUBRO:</b>	1	<b>UNIDAD:</b>	u				
<b>DETALLE:</b>	Acometida eléctrica de baja tensión						
<b>M.- EQUIPOS</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	<b>%</b>	
Camión 1.5 Ton 4w	0,4	3	1,2	0,03	0,036	0,92	
Herramienta variada	1	0,5	0,5	0,03	0,015	0,38	
			-		-	-	
			-		-	-	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					<b>Subtotal M</b>	<b>0,051</b>	<b>1,3</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	<b>%</b>	
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	0,03	0,041	1,04	
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	0,03	0,049	1,25	
Electricista	1	2,51	2,51	0,03	0,075	1,91	
Ayudante electricista	2	2	4	0,03	0,12	3,05	
Chofer	0,4	2,5	1	0,03	0,03	0,76	
					-	-	
					-	-	
					-	-	
<b>O.- MATERIALES</b>					<b>Subtotal N</b>	<b>0,315</b>	<b>8,01</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>	<b>%</b>		
Conductor # 2 THHN cobre 7 H	m		1,9	-	-		
Conductor # 4 THHN cobre 7 H	m		1,23	-	-		
Conductor # 4 THHN cobre 7 H	m		1,23	-	-		
Tubo de 1x1/4 emt	m	1	1,29	1,285	32,69		
Codo de 1x1/4 emt	m	1	0,8	0,8	20,35		
Tubo 3" PVC	m	1	1,38	1,376	35,01		
<b>P.- TRANSPORTE</b>					<b>Subtotal O</b>	<b>3,461</b>	<b>88,05</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>	<b>%</b>		
Movilización y estiba				0,104	2,64		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
<b>Subtotal P</b>					<b>0,104</b>	<b>2,64</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>				<b>3,931</b>	<b>100</b>		
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD:</b>				15 % X	0,59		
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				3 % X	0,118		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBF</b>				<b>4,639</b>			
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>4,64</b>			

Tabla 5.1 APU Acometida en baja tensión

FUENTE: Autor

OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS						
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO						
RUBRO: 2		UNIDAD: u				
DETALLE: Panel de distribución Auxiliar						
M.- EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
Camión 1.5 Ton 4w	-	3	-	3,5	-	-
Herramienta variada	1	0,5	0,5	3,5	1,75	1,04
			-		-	-
			-		-	-
<b>Subtotal M</b>					<b>1,75</b>	<b>1,04</b>
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	3,5	4,813	2,85
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	3,5	5,688	3,37
Electricista	1	2,51	2,51	3,5	8,785	5,2
Ayudante electricista	2	2	4	3,5	14	8,29
Chofer	-	2,5	-	3,5	-	-
					-	-
					-	-
					-	-
					-	-
<b>Subtotal N</b>					<b>33,286</b>	<b>19,71</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%	
Panel de Distribución Auxiliar	m	1	130	130	76,95	
<b>Subtotal O</b>					<b>130</b>	<b>76,95</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	%	
Movilización y estiba				3,9	2,31	
				-	-	
				-	-	
				-	-	
				-	-	
				-	-	
<b>Subtotal P</b>					<b>3,9</b>	<b>2,31</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>					<b>168,936</b>	<b>100,01</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15 % X					25,34	
OTROS INDIRECTOS % 3 % X					5,068	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>199,344</b>	
VALOR OFERTADO					<b>199,34</b>	

Tabla 5.2 APU Panel de distribución auxiliar

FUENTE: Autor

<b>OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>					
<b>RUBRO: 3</b>		<b>UNIDAD: u</b>			
<b>DETALLE: PUNTO DE TOMACORRIENTE 110 V</b>					
<b>M.- EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camión 1.5 Ton 4w	-	3	-	0,8	-
Herramienta variada	1	0,5	0,5	0,8	0,4
			-		-
			-		-
<b>Subtotal M</b>					<b>0,4</b>
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	0,8	1,1
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	0,8	1,3
Electricista	1	2,51	2,51	0,8	2,008
Ayudante electricista	2	2	4	0,8	3,2
Chofer	-	2,5	-	0,8	-
					-
					-
					-
<b>Subtotal N</b>					<b>7,608</b>
<b>O.- MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Conductor # 12 AWG cobre 19 H	m	18	0,24	4,32	
Conductor # 14 AWG cobre 19 H	m	9	0,18	1,62	
Tubo de 1/2" PVC	UNIDAD	3	1,04	3,12	
Caja 4x4	UNIDAD	1	0,55	0,55	
Caja rectangular	UNIDAD	1	0,35	0,35	
Conector de 1/2"	UNIDAD	2	0,39	0,78	
Cinta vinil #33	UNIDAD	0,1	0,047	0,005	
Codo PVC 1/2	UNIDAD	2	0,15	0,3	
Polipega 1/8 lts	UNIDAD	0,1	0,4	0,04	
Alambre galvanizado	Lbs	0,5	0,5	0,25	
Tomacorriente polarizado	UNIDAD	1	2,5	2,5	
<b>Subtotal O</b>					<b>13,835</b>
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Movilización y estiba				0,415	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
<b>Subtotal P</b>					<b>0,415</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)</b>					<b>22,258</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15 % X					3,339
OTROS INDIRECTOS % 3 % X					0,668
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>26,265</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>26,27</b>

Tabla 5.3 APU Punto de tomacorriente 110V

FUENTE: Autor

<b>OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>						
<b>RUBRO:</b>	4	<b>UNIDAD:</b>	u			
<b>DETALLE:</b>	PUNTO DE TOMACORRIENTE 220 V					
<b>M.- EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
Camión 1.5 Ton 4w	-	3	-	1,5	-	
Herramienta variada	1	0,5	0,5	1,5	0,75	
			-		-	
			-		-	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					<b>Subtotal M</b>	<b>0,75</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	1,5	2,063	
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	1,5	2,438	
Electricista	1	2,51	2,51	1,5	3,765	
Ayudante electricista	2	2	4	1,5	6	
Chofer	-	2,5	-	1,5	-	
					-	
					-	
					-	
<b>O.- MATERIALES</b>					<b>Subtotal N</b>	<b>14,266</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>		
Conductor # 10 AWG cobre 19 H	m	18	0,34	6,12		
Conductor # 14 AWG cobre 19 H	m	9	0,12	1,08		
Tubo de 3/4" PVC	UNIDAD	3	1,02	3,06		
Caja 4x4	UNIDAD	2	0,95	1,9		
Caja rectangular	UNIDAD	2	0,27	0,54		
Conector de 3/4"	UNIDAD	2	0,24	0,48		
Cinta vinil #33	UNIDAD	0,1	0,047	0,005		
Polipega 1/8 lts	UNIDAD	0,1	0,4	0,04		
Tomacorriente 220v	UNIDAD	1	2,06	2,06		
<b>P.- TRANSPORTE</b>					<b>Subtotal O</b>	<b>15,285</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>		
Movilización y estiba				0,459		
				-		
				-		
				-		
<b>Subtotal P</b>					<b>0,459</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>X = (M+N+O+P)</b>			<b>30,76</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				15 % X	4,614	
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				3 % X	0,923	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>36,297</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>36,3</b>	

Tabla 5.4 APU Punto de tomacorriente de 220V

FUENTE: Autor



OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS							
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO							
RUBRO:	5	UNIDAD:	u				
DETALLE:	LAMPARA FLOURECENTE 2 X 32W CON LUBER ALUMINIO						
<b>M.- EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Camión 1.5 Ton 4w	-	3	-	1,3	-	-	
Herramienta variada	1	0,5	0,5	1,3	0,65	1,03	
			-		-	-	
			-		-	-	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					<b>Subtotal M</b>	<b>0,65</b>	<b>1,03</b>
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	1,3	1,788	2,84	
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	1,3	2,113	3,36	
Electricista	1	2,51	2,51	1,3	3,263	5,19	
Ayudante electricista	2	2	4	1,3	5,2	8,27	
Chofer	-	2,5	-	1,3	-	-	
					-	-	
					-	-	
					-	-	
<b>O.- MATERIALES</b>					<b>Subtotal N</b>	<b>12,364</b>	<b>19,66</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
LAMPARA FLOURECENTE 2 X 32W CON LUBER ALUMINIO	UNIDAD	1	48,41	48,41	76,99		
				-	-		
<b>P.- TRANSPORTE</b>					<b>Subtotal O</b>	<b>48,41</b>	<b>76,99</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	%		
Movilización y estiba				1,452	2,31		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
<b>Subtotal P</b>					<b>1,452</b>	<b>2,31</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>X = (M+N+O+P)</b>	<b>62,876</b>	<b>99,99</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					<b>15 % X</b>	<b>9,431</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>					<b>3 % X</b>	<b>1,886</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>74,193</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>						<b>74,19</b>	

Tabla 5.5 APU Fluorescente 2x32 W

FUENTE: Autor

OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS							
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO							
RUBRO:	6	UNIDAD:	u				
DETALLE:	LUMINARIA ORNAMENTAL EN POSTE METALICO						
<b>M.- EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Camion 1.5 Ton 4w	-	3	-	0,05	-	-	
Herramienta variada	1	0,5	0,5	0,05	0,025	0,01	
			-		-	-	
			-		-	-	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					<b>Subtotal M</b>	<b>0,025</b>	<b>0,01</b>
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	0,05	0,069	0,01	
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	0,05	0,081	0,02	
Electricista	1	2,51	2,51	0,05	0,126	0,03	
Ayudante electricista	2	2	4	0,05	0,2	0,04	
Chofer	-	2,5	-	0,05	-	-	
					-	-	
					-	-	
					-	-	
<b>O.- MATERIALES</b>					<b>Subtotal N</b>	<b>0,476</b>	<b>0,1</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
LUMINARIA ORNAMENTAL EN POSTE METALICO	UNIDAD	1	460	460	96,98		
				-	-		
<b>P.- TRANSPORTE</b>					<b>Subtotal O</b>	<b>460</b>	<b>96,98</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	%		
Movilizacion y estiba				13,8	2,91		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
<b>Subtotal P</b>					<b>13,8</b>	<b>2,91</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>X = (M+N+O+P)</b>	<b>474,301</b>	<b>100</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES				15 % X	71,145		
OTROS INDIRECTOS %				3 % X	14,229		
COSTO TOTAL DEL RUBRO					<b>559,675</b>		
VALOR OFERTADO					<b>559,68</b>		

Tabla 5.6 APU Luminario ornamental

FUENTE: Autor

OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS							
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO							
RUBRO:	6	UNIDAD:	u				
DETALLE:	MANTENIMIENTO DEL CUARTO DE TRANSFORMADORES DE 3						
M.- EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Camion 1.5 Ton 4w	-	3	-	0,05	-	-	
Herramienta variada	1	0,5	0,5	0,05	0,025	0,01	
			-		-	-	
			-		-	-	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					<b>Subtotal M</b>	<b>0,025</b>	<b>0,01</b>
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	%	
Supervisor electricista	0,5	2,75	1,38	0,05	0,069	0,01	
Capataz electricista	0,5	3,25	1,63	0,05	0,081	0,02	
Electricista	1	2,51	2,51	0,05	0,126	0,03	
Ayudante electricista	2	2	4	0,05	0,2	0,04	
Chofer	-	2,5	-	0,05	-	-	
					-	-	
					-	-	
					-	-	
<b>O.- MATERIALES</b>					<b>Subtotal N</b>	<b>0,476</b>	<b>0,1</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	%		
VITENI	GALON	3	92	276	96,98		
				-	-		
<b>P.- TRANSPORTE</b>					<b>Subtotal O</b>	<b>460</b>	<b>96,98</b>
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	%		
Movilizacion y estiba				13,8	2,91		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
				-	-		
<b>Subtotal P</b>					<b>13,8</b>	<b>2,91</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>X = (M+N+O+P)</b>	<b>290,301</b>	<b>100</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				<b>15 % X</b>	<b>43,544</b>		
<b>OTROS INDIRECTOS %</b>				<b>3 % X</b>	<b>8,709</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>342,55</b>		
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>376,8</b>		

Tabla 5.7 APU Mantenimiento de cuarto de transformadores 300 KVA

FUENTE: Autor

<b>OBRA: MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES</b>					
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	<b>p.u</b>	<b>Total</b>
1	Acometida eléctrica de baja tensión	ml	500	4,64	2.320,00
2	Panel de distribución auxiliar	u	1	199,34	199,34
3	Punto de tomacorriente de 110 v	u	50	26,27	1.313,50
4	Punto de tomacorriente de 220 v	u	50	36,3	1.815,00
5	Lámpara fluorescente 2x32 w	u	50	74,19	3.709,50
6	Luminarias ornamental en poste metálico	u	4	2.236,93	8.947,72
7	Mantenimiento cuarto de transformadores de 300 KVA	u	1	376.80	376/80
				<b>TOTAL</b>	<b>18.711,86</b>

**Tabla 5.8 Presupuesto Referencial**

**FUENTE: Autor**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo a las observaciones realizadas dentro de todo el estudio, se recomienda una serie de trabajos que ayudará a alargar la vida útil de los transformadores, mejorar la eficiencia de las instalaciones y dar mayor seguridad en el sistema eléctrico.

Se tiene que reparar los dos extractores de aire que se encuentran dentro del banco de transformadores de 300 KVA, debido a las altas temperaturas a la que se encuentra funcionando, con esto se evitara el daño prematuro de los mismos, a su vez se debería comprar transformadores nuevos debido a que los reconstruidos que posee la facultad ya han presentado fallas en el transcurso que han sido usados.

### **RECOMENDACIONES**

El cuarto de transformadores necesita un mantenimiento periódico de:

- Limpieza externa de los transformadores
- Reajuste de conectores de alta tensión.
- Reajuste de conectores de baja tensión.
- Ubicación correcta de acometidas.

Se debe retirar los diferentes tomacorrientes de 220 V que están operativos pero que no se les da uso alguno, cubrir con canaletas el cableado que se encuentra a la vista.

Se determinó que no existe limpieza, ni orden en los diferentes paneles de breakers, lo cual es un factor de riesgo para las vidas humanas en el momento de realizar alguna maniobra en los mismos.

Realizar mediciones periódicas de: voltaje, corriente, factor de potencia, ya que esto permite tener el valor real de cómo se encuentra trabajando el cuarto de transformadores.

## ANEXOS

## BIBLIOGRAFÍA

- 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/redeselectricas/site/cap2/c2topologia24.php>
- Catalogo Schneider Electric. (2010). *Análisis y supervisión de redes eléctricas*. Recuperado el Diciembre de 2013, de <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/de/cap6.pdf>
- Henry Pantigoso Loza. (2009). *Manual de ArcGIS 9.3*. Grupo Editorial Megabyte S.A.C.
- [http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_gps/af\\_gps\\_10.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_10.htm). (s.f.). Obtenido de [http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_gps/af\\_gps\\_10.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_10.htm).
- <http://www.euroresidentes.com/gps/que-es-el-gps.htm>. (s.f.). Obtenido de <http://www.euroresidentes.com/gps/que-es-el-gps.htm>.
- <http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-del-alumbrado-publico/>. (s.f.). Obtenido de <http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-del-alumbrado-publico/>.
- <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>. (s.f.).
- INACAP. (2011). *Tableros, conductores y canalizaciones*. Recuperado el Diciembre de 2013, de <http://www.oocities.org/stselectricos/clase2.pdf>
- Mar Perez, J. G., & Vidal Lopez, E. D. (2011). *DESCRIPCION Y FUNCION DEL EQUIPO DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA*. Poza Rica, Tuxpan: Universidad Veracruzana.
- Mar, J., & Vidal, E. (Abril de 2011). *Descripción y función del equipo de una subestación eléctrica*. Recuperado el Diciembre de 2013, de <http://www.slideshare.net/jhoonyrx/descripcin-y-funcin-del-equipo-de-una-subestacin-elctrica>

MARPET. (2012). *Subestaciones eléctricas*. Recuperado el Diciembre de 2013, de <http://www.grupomarpet.com/subestacion.html>

Murillo, A. (Enero de 2014). *ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE MEDICINA DE LA UCSG. PLAN DE MEJORAS DEL SISTEMA ELECTRICO*. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de <file:///C:/Users/WORK/Downloads/TESIS%20ANGEL%20ALFONSO%20MURILLO%20AVECILLAS.pdf>

REGULACIÓN No. CONELEC 008/11. (s.f.).

Reyes, R. (Julio de 2011). *Electricos, Electrónicos & Electrógenos*. Recuperado el Diciembre de 2013, de [blogspot.com:](http://rarearr.blogspot.com/2011/07/elaboracion-de-tableros-electricos.html)  
<http://rarearr.blogspot.com/2011/07/elaboracion-de-tableros-electricos.html>

Schneider Electric. (2010). *Gestión Edificios*. Obtenido de Laboratorio Remoto de Automática: <http://ira.unileon.es/es/gestionedificiosschneiderelectric>

SECOVI. (Agosto de 2006). *Estudio de la calidad de la energía*. Recuperado el Diciembre de 2013, de <http://www.secovi.com/files/ingenieria/calidad/Estudio%20de%20Calidad%20de%20Energia%20Ejemplo.pdf>

Superintendencia de Electricidad y Combustible. (2013). *INSTALACIÓN DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN*. Recuperado el 2014, de NCH ELECTRICA:  
[http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad\\_norma4/tableros.pdf](http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SECNORMATIVA/electricidad_norma4/tableros.pdf)

Universidad Nacional de Colombia. (2007). Alumbrado Publico exterior. *Guía didáctica para el buen uso de la energía*, 28. Colombia.

OTRAS FUENTES DE CONSULTA:

- National Electrical Code (NEC), 2008, NFPA.



- <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=70>
- Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad (NATSIM), 2012, Eléctrica de Guayaquil.
- [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xvi.-las-subestaciones-electricas](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xvi.-las-subestaciones-electricas)
- Manual de Aplicación, Conjuntos Generadores enfriados con Líquido, Mayo 2010, Cummins Power Generation.
- Estudio de Calidad de Energía, SECOVI® Planta Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Agosto del 2006.
- <http://www.electricaguayaquil.gob.ec/index.php/la-empresa/boletines>
- Advanced power quality analysis coupled with revenue accuracy in a web compatible meter, PowerLogic® ION7550/ION7650 series, Energy and power meters. Schneider Electric.
- PowerLogic™ ION7550/ION7650, Power and energy meters, User guide, 70002-0248-07, Septiembre 2010, Schneider Electric.
- [http://www.powerlogic.com/product.cfm/c\\_id/1/sc\\_id/2/p\\_id/2](http://www.powerlogic.com/product.cfm/c_id/1/sc_id/2/p_id/2)
- <http://www.chipkin.com/files/liz/PowerLogic%20ION%207550%207650%20User%20Guide%20082004.pdf>
- Artículo Armónicos y la norma IEEE 519 1992
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=570&edi=7>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2115:2004
- [http://apps.inen.gob.ec/normas/norma.php?COD\\_NORMA=223](http://apps.inen.gob.ec/normas/norma.php?COD_NORMA=223)

## 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.