



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

*Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico.*

TEMA: AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

AUTOR: EDGAR ANTONIO FIGUEROA BARRIONUEVO

AMBATO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor de la presente Tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema “**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**”, ejecutado por el señor Edgar Antonio Figueroa Barrionuevo, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que la presente tesis fue elaborada en su totalidad por el autor y ha sido concluida en forma total, en apego al plan de tesis aprobado.

Ing. M. Sc. Germánico López

TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORÍA DE DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

Declaro que los criterios expresados en la investigación denominada **“AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA”**, así como también las ideas, análisis, conclusiones y propuestas son originales, auténticas y de exclusiva responsabilidad del autor.

Edgar Antonio Figueroa Barrionuevo

C.I. 180405785-7

DEDICATORIA

A mis padres... Antonio y Luz Amelia, por demostrarme su cariño y apoyo incondicional, por sus sabios consejos y por los buenos valores que me han sabido inculcar, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi esposa... Carmen Alicia, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por el apoyo y el amor incondicional.

A mi hijo... Alejandro, quien es mi motor de vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por regalarme la bendición más grande que es la vida... por cuidarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad, a mis padres Antonio y Luz Amelia por apoyarme en todo momento, a mi esposa Carmen Alicia y mi hijo Alejandro por llenar mi vida de alegría y amor cuando más lo he necesitado, a mis hermanos Patricia y José Luis por ser parte importante de mi vida.

A todas aquellas personas quienes realmente supieron darme su apoyo cuando verdaderamente lo necesitaba y que confiaron plenamente en mí.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por permitirme ser parte de esta gran familia, a los docentes de la facultad por los conocimientos, consejos y experiencias compartidas que indudablemente serán un gran aporte a lo largo de mi vida profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS
PÁGINAS PRELIMINARES

PAGÍNA DE TÍTULO.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA DE DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	XI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XV

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis Crítico	4
1.2.3. Prognosis.....	5
1.2.4. Formulación del Problema.....	5
1.2.5. Preguntas Directrices	5
1.2.6. Delimitación del Problema	6
1.3. Justificación.....	7
1.4. Objetivos	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	9
----------------------------	----------

2.1. Antecedentes Investigativos	9
2.1.1. Modelo de Auditoria Energética en el Sector Industrial.....	9
2.2. Fundamentación Filosófica	12
2.3. Fundamentación Legal	12
2.4. Red de Categorías Fundamentales	13
2.4.1. Auditoría Energética	13
2.4.2. Tipos de Auditorías Energéticas	14
2.4.3. Objetivos de las Auditorías Energéticas.	15
2.4.4. Bases de Partida, Planificación y Tareas Preparatorias.	15
2.4.5. Toma de Datos	16
2.4.6. Información Preliminar de una Auditoría Energética	17
2.4.7. Procedimiento del Tratamiento de la Información de una Auditoría Energética	17
2.4.8. Aspectos de una Auditoría Energética.....	19
2.4.9. Mantenimiento Industrial Eléctrico	21
2.4.10. Conceptos y Parámetros Eléctricos.....	22
2.4.11. Revisión de Circuitos.....	28
2.4.12. Sistemas de Gestión Energética (Sge)	29
2.4.13. Sistema de Gestión Energética iso 50001	30
2.4.14. Eficiencia Energética	30
2.4.15. Eficiencia Energética en Edificaciones.....	31
2.5. Hipótesis.	31
2.6. Señalamiento de Variables	32
2.6.1. Variable Independiente.	32
2.6.2. Variable Dependiente.	32
2.6.3. Termino de Relación.....	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA	33
3.1. Enfoque	33
3.2. Modalidad Básica de la Investigación.....	33
3.3. Nivel o Tipo de Investigación.	34
3.4. Población y Muestra.	34

3.4.1. Población.	34
3.4.2. Muestra.	34
3.5. Operacionalización de Variables.	35
3.5.1. Variable Independiente.	35
3.6. Operacionalización de Variables.	36
3.6.1. Variable Dependiente.	36
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de la Información	37
3.8. Plan de Recolección de la Información	37

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	38
4.1. Descripción Física y Geográfica de los Edificios FICM.....	38
4.2. Resultados de la Inspección Visual	39
4.3. Levantamiento de Cargas Instaladas.	50
4.3.1. Levantamiento de Cargas por Luminarias.	50
4.3.2. Levantamiento de Cargas por Equipos de Oficina y otros Dispositivos.	50
4.3.3. Levantamiento de Cargas por Equipos de Potencia.....	50
4.3.4. Tiempo de uso de Luminaria	59
4.4. Análisis de la Calidad de Energía Eléctrica.	60
4.4.1. Descripción del Analizador de Redes	133
4.5. Resultados de las Mediciones.....	61
4.5.1. Registro de Frecuencia.....	62
4.5.2. Registro de Voltajes fase - neutro.....	63
4.5.3. Registro de Flickers de Corta Duración (p_{st})	65
4.5.4. Registro de Armónicos de Voltaje.....	67
4.5.5. Factores de Distorsión Armónica Individual (v_i)	67
4.5.6. Registro de Distorsión Armónica Total (thd).	71
4.5.7. Análisis de Armónicos Registrados.....	73
4.5.8. Registro de Factor de Potencia.	82
4.5.9. Registro de Potencias.....	84
4.5.10. Registro de Corriente.	87
4.5.11. Registro de Energía.....	89

4.6. Análisis de Costos por Consumo Eléctrico	90
4.6.1. Historial de Consumo Eléctrico UTA.....	91
4.6.2. Determinación de Consumo Eléctrico.....	92
4.6.3. Representación de Consumo Eléctrico Universidad Técnica de Ambato.....	93
4.7. Análisis de los Niveles de Iluminación.....	93
4.7.1. Niveles de Iluminación	94
4.7.2. Eficiencia Energética de las Instalaciones	97
4.8. Verificación de la Hipótesis	99

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
5.1. Conclusiones:	100
5.2. Recomendaciones	102

CAPÍTULO VI

PROPUESTA	104
6.1. Datos Informativos	104
6.2. Antecedentes de la Propuesta.....	105
6.3. Justificación.....	105
6.4. Objetivos	106
6.4.1. Objetivo General.....	106
6.4.2. Objetivos Específicos	106
6.5. Análisis de Factibilidad	106
6.5.1. Legal	106
6.5.2. Tecnológico	106
6.5.3. Organizacional.....	107
6.5.4. Ambiental.....	107
6.6. Fundamentación	107
6.6.1. Plan de Mejoras	107
6.6.2. Objetivo de un Plan de Mejoras.....	107
6.6.3. Pasos a Seguir para la Elaboración de un Plan de Mejoras	108
6.6.4. Sistemas de Gestión de la Energía.....	108
6.6.5. Uso Eficiente de la Energía	109

6.6.6. Objetivo de la Eficiencia Energética	109
6.6.7. Ahorro de Energía.....	109
6.6.8. Beneficios del Uso Eficiente de la Energía.	110
6.6.9. Medidas para el Uso Eficiente de la Energía.....	110
6.6.10. Potenciales de Eficiencia	111
6.6.11. Hábitos de Consumo.....	111
6.7. Metodología.....	111
6.8. Administración	129
6.9. Previsión de la Evaluación	129
BIBLIOGRAFÍA.....	130

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1. Relación de cargas y factor de potencia.....	26
Tabla 2. Variable Independiente: Auditoría Energética.....	35
Tabla 3. Variable Dependiente: Disminución de Consumo Energético Eléctrico	36
Tabla 4. Recursos Institucionales.....	37
Tabla 5. Descripción Física y Geográfica FICM	38
Tabla 6. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación Planta Baja Bloque A.	40
Tabla 7. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación 1era Planta Alta Bloque A.	41
Tabla 8. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación 2da Planta Alta Bloque A.	42
Tabla 9. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación Bloque B.	43
Tabla 10. Inspección visual de la utilización de luminarias Bloque A.	44
Tabla 11. Inspección visual de las condiciones arquitectónicas y eléctricas Bloque A.....	45
Tabla 12. Inspección visual del Tablero de distribución principal Bloque A.	46
Tabla 13. Inspección Visual Sistemas de Bombeo.	47
Tabla 14. Reporte Inspección Visual de la Acometida y Derivaciones	48
Tabla 15. Reporte Inspección Visual del Generador de Emergencia.....	49
Tabla 16. Cuadro de Cargas por Luminaria Planta Baja Bloque A.	51
Tabla 17. Cuadro de Cargas por Luminaria Primera Planta Alta - Bloque A.....	52
Tabla 18. Cuadro de Cargar por Luminaria Segunda Planta Alta - Bloque A.....	53
Tabla 19. Carga Total por Luminaria Bloque A	53
Tabla 20. Cuadro de Cargas por Luminaria Bloque B.	54
Tabla 21. Cuadro de Cargas de Equipos de Oficina y Redes Bloque A y B.....	55
Tabla 22. Cuadro de Cargas por Luminaria del 'Bar y Aso. Estudiantes FICM..	56
Tabla 23. Cuadro de Cargas por Equipos Bar y Aso. FICM.....	56
Tabla 24. Cuadro de Cargas de Potencia Bloque A y Bloque B FICM	57
Tabla 25. Carga Total por Luminaria.....	57
Tabla 26. Carga Total Instalada	57
Tabla 27. Tiempos de Utilización de Luminaria.....	59
Tabla 28. Descripción del Transformador, Acometidas y puntos Instalación	60
Tabla 30. Configuración Inicial para el Registro de Datos en el Analizador de Redes	61
Tabla 31. Registro de Datos Medidos en Frecuencia (Hz)	62
Tabla 32. Datos Registrados de Voltaje (Fase - Neutro).....	63

Tabla 33. Datos Registrados de Flickers	65
Tabla 34. Histograma de distorsión armónica (1er - 4to orden), Líneas 1, 2 y 3.	67
Tabla 35. Histograma de distorsión armónica (5to – 10mo orden), Líneas 1, 2 y 3	67
Tabla 36. Histograma de distorsión armónica (11vo – 16vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	68
Tabla 37. Histograma de distorsión armónica (17vo – 21vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	68
Tabla 38. Histograma de distorsión armónica (22vo – 27vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	69
Tabla 39. Histograma de distorsión armónica (28vo – 33vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	69
Tabla 40. Histograma de distorsión armónica (34vo – 38vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	70
Tabla 41. Histograma de distorsión armónica (39vo – 44vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	70
Tabla 42. Histograma distorsión armónica (45vo – 50vo orden), Líneas 1, 2 y 3	71
Tabla 43. Registro de Distorsión Armónica Total THA (%)	71
Tabla 44. Tolerancia de Armónicos de Voltaje en el Punto de Medida.....	72
Tabla 45. Comparación de Armónicos Registrados en Línea 1	73
Tabla 46. Comparación de Armónicos Registrados en la Línea 2	76
Tabla 47. Comparación de Armónicos Registrados en la Línea	79
Tabla 48. Datos Registrados del Factor de Potencia.....	82
Tabla 49. Datos Registrados de Potencia	84
Tabla 50. Datos Registrados de Corriente (A)	87
Tabla 51. Datos Registrados de Energía	89
Tabla 52. Datos de Perfil de Carga Totalizada UTA	91
Tabla 53. Historial de Consumo Eléctrico UTA Medidor # 5148575	91
Tabla 54. Niveles de Iluminación	94
Tabla 55. Relaciones entre el Índice de Área y el Número de Zonas de Medición	94
Tabla 56. Rango de Clasificación de Dosis.....	95
Tabla 57. Valoración de los Niveles de Iluminación Dependencias Planta Baja Bloque A FICM	96
Tabla 58. VEEI Máxima para Zonas de Representación	97
Tabla 59. Eficiencia Energética de la Instalaciones FICM	98
Tabla 60. Verificación de la hipótesis con la implementación de mejoras	99

FIGURAS

Figura 1. Analizador de redes eléctricas	20
Figura 2. Luxómetro	20
Figura 3. Transformador con potencia aparente de 167KVA.....	24
Figura 4. Triángulo de potencias	25
Figura 5. Porcentual de Carga instalada Bloque “A”.	58
Figura 6. Porcentual de Carga instalada Bloque “B”	58
Figura 7. Porcentual de Carga Total.	58
Figura 8. Señal de frecuencia vs. Tiempo.....	62
Figura 9. Señal de Voltaje [(FASES – NEUTRO) vs. Tiempo]	63
Figura 10. Señal de Flickers vs. Tiempo.....	65
Figura 11. Histograma de distorsión armónica (1er - 4to orden), Líneas 1, 2 y 3	67
Figura 12. Histograma de distorsión armónica (5to – 10mo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	67
Figura 13. Histograma de distorsión armónica (11vo – 16vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	68
Figura 14. Histograma de distorsión armónica (17vo – 21vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	68
Figura 15. Histograma de distorsión armónica (22vo – 27vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	69
Figura 16. Histograma de distorsión armónica (28vo – 33vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	69
Figura 17. Histograma de distorsión armónica (34vo – 38vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	70
Figura 18. Histograma de distorsión armónica (39vo – 44vo orden), Líneas 1, 2 y 3.....	70
Figura 19. Histograma distorsión armónica (45vo – 50vo orden), Líneas 1, 2 y 3	71
Figura 20. Señal de Armónicos (THD) vs. Tiempo.....	71
Figura 21. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la línea 1	74
Figura 22. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la línea 1.	75
Figura 23. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la línea 2.	77
Figura 24. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la Línea 2.....	78
Figura 25. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la Línea 3.	80
Figura 26. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la línea 3.	81
Figura 27. Señal del Factor de Potencia vs. Tiempo.....	82
Figura 28. Señal de [(VA Var y W) vs. Tiempo].....	84
Figura 29. Señal de Corrientes vs. Tiempo.....	87
Figura 30. Señal de Energía vs. Tiempo.	89
Figura 31. Historial de consumo eléctrico de un año UTA Medidor# 5148575.	91

Figura 32. Porcentual de Representación de Consumo FICM vs UTA (Enero/2015)	93
Figura 33. Fases de un SGE	108

ANEXOS:

ANEXO 1: Especificaciones Técnicas del Analizador de Redes.

ANEXO 2: Instalación del analizador de Redes.

ANEXO 3: Regulación No. CONELEC – 004/01

ANEXO 4: Especificaciones Técnicas del Luxómetro.

ANEXO 5: Certificado de Calibración del Luxómetro.

ANEXO 6: Resultados de la Medición de Iluminación.

ANEXO 7: Facturación de Consumo Eléctrico UTA.

ANEXO 8: Proforma banco de capacitores automático y dispositivos necesarios para la instalación del tablero de distribución para el Bloque A FICM.

ANEXO 9: Proforma materiales eléctricos para instalaciones eléctricas de iluminación.

ANEXO 10: Planos de Instalaciones Eléctricas Bloques A Y B – FICM.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA

**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y
DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se desarrolló el análisis energético de las instalaciones con el apoyo de normas técnicas ecuatorianas e internacionales para el control de los niveles de eficiencia energética en las instalaciones, calidad del suministro de energía eléctrica y niveles de iluminación.

Para el diagnóstico del mismo, se realizó inicialmente una inspección visual de las instalaciones para conocer las condiciones técnico eléctrico y arquitectónico de las instalaciones, en donde fue necesario realizar el levantamiento de cargas instaladas en los edificios y el levantamiento de planos de instalaciones eléctricas de iluminación y tomacorrientes.

Del análisis realizado se encontraron varias oportunidades de mejora, en donde para reducir los consumos de energía eléctrica, se propuso la instalación de un banco de capacitores en las acometidas de red para mejorar el factor de potencia del servicio eléctrico, readecuación del espacio físico de la Biblioteca, redistribución de los circuitos de iluminación, reemplazo de luminarias, instalación de sensores para encendido de luminaria, etc.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA

ENERGY AUDIT OF THE ADMINISTRATIVE BUILDINGS AND TEACHING IN THE FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND MECHANICS OF TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO TO REDUCE ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION.

SUMMARY

This research work was developed at the Faculty of Civil Engineering and Mechanics of Technical University of Ambato, where energy analysis facilities backed by Ecuadorian and international technical standards for control of levels of energy efficiency in facilities, developed quality of electric power supply and lighting levels.

For diagnosis, initially be completed a visual inspection of the facility to meet conditions technician electrical and architectural installations, where it was necessary to perform the lifting of loads installed in buildings and surveying of electrical installations for lighting and outlets.

The analysis found several opportunities for improvement, where to reduce electrical energy consumption, it was proposed installation of a capacitors in network connections to improve power factor of the electric service, readjustment of physical space of the library, redistribution lighting circuits, replacement luminaires, installation of sensors for lighting luminaire, etc.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ADMINISTRATIVO Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. CONTEXTUALIZACIÓN

A nivel mundial, el consumo energético se ha visto incrementado debido al crecimiento poblacional, motivo por el cual el hombre ha buscado nuevas maneras de solventar dichas necesidades energéticas mediante el uso de fuentes alternativas ante la gran demanda que esta representa. La industrialización ha traído consigo nuevas formas de recurrir a la utilización de recursos energéticos viables en busca de satisfacer los requerimientos que son necesarios para solventar procesos de producción o prestación de servicios a pequeñas y grandes escalas, concientizando siempre sobre el uso apropiado de la energía, el aprovechamiento de los recursos para contribuir con la reducción de residuos contaminantes y el cuidado del medio ambiente.

Según Blázquez, J. y Moreno, (2009) en su publicación “Tendencias Globales del consumo de energía y sus implicaciones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero menciona:

El consumo de energía depende de dos elementos fundamentales, primero, del crecimiento económico y segundo, de la eficiencia energética.” Estos elementos llevan una relación directa en cuanto al consumo energético, lo cual depende del modelo de crecimiento, mismo que puede estar aplicado en la industria, construcción, agroindustria en general, servicios afines, etc.

Es por eso que, el ahorro energético se ve reflejado en función de las políticas internas de cada institución o empresa que tienda a llevar una utilización idónea del recurso energético existente y a la introducción de nuevas fuentes generadoras de energía, especialmente las energías renovables para generación de energía eléctrica. “Considerando estas variables, la Agencia Internacional de la Energía publica anualmente su World Energy Outlook, donde analiza la evaluación de consumo de energía a nivel mundial.”

En el Ecuador, la industrialización se ha puesto de manifiesto en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales existentes para cubrir las necesidades locales, es así que por ejemplo, una fuente alternativa para la generación de electricidad, es la energía Eólica, como es el caso del Proyecto del Parque Eólico Villonaco, ubicado en la provincia de Loja, a cuatro kilómetros de su capital, el cual pretende aportar en parte con las necesidades de energía suficientes, y reducir los efectos contaminantes producto del uso de combustibles de origen fósil para generación de energía eléctrica, así como también la construcción del proyecto Coca Codo Sinclair, que busca abastecer en gran parte los requerimientos en cuanto a energía eléctrica para el país.

Según la estadística de parámetros eléctricos de las empresas distribuidoras del Ecuador, el consumo de energía eléctrica en el país es de 18.469 Gigavatios por hora (GWh), cifra que corresponde al cálculo establecido a septiembre de 2012, de acuerdo a un boletín de la Empresa Eléctrica de Quito. La Empresa Eléctrica Quito, en su área de concesión de 14.971 km², dispone de 3.955 GWh al año. La ciudad de Guayaquil dispone al año de 4.952 GWh, con un área de concesión de 1.399 km²; y la zona Centro – Sur dispone de 874 GWh por año de energía en un área de concesión de 22.721 km², según datos a septiembre de 2012.

En el cantón Ambato, uno de los cantones más representativos de la provincia de Tungurahua por lo que a la industria metalmecánica, automotriz, textil, alimenticia, hotelera y entre otras se refiere, según la Estadística del sector eléctrico ecuatoriano 2012 publicado por el Consejo Nacional de electricidad, en este cantón, en el año 2012 se han realizado transacciones de compra de energía por un monto de 21,08 M.USD lo que representa un decremento con respecto al año 2003 de 14,31%, mientras que con relación al año 2011 se tiene un aumento de 0,45 M.USD lo que representa un crecimiento del 2,18%. Por tanto, la utilización de recursos energéticos es de vital importancia para su desarrollo empresarial y productivo, dentro de las cuales el uso eficaz del recurso energético aborda un total interés para reducir costos y aportar con el cuidado del medio ambiente, no obstante en el mismo cantón, se puede apreciar cómo en busca de la mejora energética y aprovechamiento de los recursos, en el relleno sanitario de Ambato, que está ubicado en el Complejo Ambiental Chasinato, en la vía a Píllaro, y que según el diario El Telégrafo en su entrevista a Rodrigo Acosta menciona: que el 65% de la carga total de desechos que llegan a este lugar es orgánico. “Por esta razón hay un proyecto en marcha para producir energía eléctrica mediante el uso del gas metano. De hecho, ya contamos con 9 lámparas que funcionan con este gas y que sirven para iluminación interna”, razón por la cual el 2 de diciembre del 2013, funcionarios de dicho cantón asistieron a la ciudad de Quito para recibir galardones otorgados por el Ministerio de Ambiente (MAE) a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) por su manejo eficiente de residuos sólidos,

En la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de La Universidad Técnica de Ambato, por ser una de las facultades en donde se requiere mayor utilización de recursos energéticos por la utilización de talleres, laboratorios informáticos, laboratorios experimentales, aulas educativas, oficinas administrativas e incluso salas de recreación y descanso, se maneja uno de los principios fundamentales como es el caso de la conservación de la energía, uso de energías alternativas y protección del medio ambiente, poniendo de manifiesto de esta manera que los costos promedio mensuales por consumo de energía eléctrica que se viene utilizando, tienden a incrementarse cada año, es así que en los años 2011, 2012 y

2013 los costos anuales reportados han sido de 12245.81USD, 13892.56USD y 15230.77USD respectivamente, evidenciando así que los consumos de energía eléctrica se han intensificado y por lo tanto generando los incrementos anteriormente detallados, mismos datos que fueron proporcionados por el personal administrativo de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Ingahurco.

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

En la actualidad existe un sinnúmero de empresas dedicadas a la explotación de materia prima, transporte, transformación y comercialización de sus productos para satisfacer las necesidades de quienes la requieran. Cada una de ellas independientemente de su organización o políticas internas, tiende a mejorar cada día más su calidad de servicio, pero sin tomar en cuenta muchas veces la calidad del consumo energético que se requiere para brindar el mismo. Es por esta razón que uno de los aspectos a considerarse dentro toda empresa de producción o prestación de servicios, es el manejo idóneo de los recursos, sin que esto signifique un cese a la producción o al desmejoramiento de las condiciones de vida y ambientales, permitiendo a la par una mejor utilización de los mismos mediante su uso racional, y reducir costos productivos sin la necesidad de costosas inversiones en compra de nueva maquinaria.

Por otro lado, en concordancia con el uso eficiente de recursos y búsqueda de la eficiencia energética, se puede ver que los costos por consumo en cuanto a energía eléctrica que se facturan a nivel de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de La Universidad Técnica de Ambato no son despreciables, por lo tanto, ante la presente situación de costos por consumo energético, hay que notar que al interior y en las inmediaciones de los edificios de la misma, se puede evidenciar el uso prolongado de luminaria durante horas del día en los cuales la luz natural prevalece, situación que puede traducirse claramente en incremento de costos en planillas, mismos valores que pueden ser recanalizados en otras necesidades institucionales o simplemente aportar de manera inteligente en cuanto al uso apropiado de la energía. Además de ello, es necesario conocer las fuentes que

demanden más consumo de energía que a simple vista no se las puede identificar y que generan más gasto.

1.2.3. PROGNOSIS

Al no aplicar una auditoria energética en los edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, no se podrá verificar los consumos reales de energía eléctrica y disminuir su consumo.

1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La aplicación de una auditoria energética en los edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, permitirá evaluar los consumos de energía eléctrica y disminuirlos?

1.2.5. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Existen registros que permitan inventariar los equipos y dispositivos eléctricos que se encuentran instalados actualmente?

¿Qué equipos o dispositivos requieren mayoritariamente el uso de energía eléctrica o que generan mayor consumo?

¿Qué procedimientos se pueden aplicar en busca de la mejora del consumo energético en los edificios administrativo y docente de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato?

1.2.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1. DE CONTENIDO.

La presente investigación se fundamenta en los siguientes ítems:

Campo:

- Ingeniería Mecánica.

Área:

- Básico Profesionalizantes.

Aspecto:

- ✓ Gestión de la Energía.
- ✓ Recursos energéticos no convencionales.
- ✓ Medioambiente y tecnologías.
- ✓ Mantenimiento Industrial.
- ✓ Gestión de Proyectos.

1.2.6.2. ESPACIAL

El tema propuesto se realizó en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se complementó dicho estudio mediante la utilización de libros relacionados con el tema que se encuentren disponibles en la Biblioteca de la facultad en mención, o bibliotecas externas.

1.2.6.3. TEMPORAL

El presente trabajo investigativo se desarrolló en los meses comprendidos entre agosto del 2014 a abril del 2015.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales objetivos empresariales e institucionales independientemente de su razón social, es el de mejorar la producción manteniendo costos operativos relativamente bajos y simultáneamente ahorrar energía, motivo por el cual muchas veces se desconoce si los recursos energéticos existentes están aprovechándose o no al máximo, y peor aún, desconocer métodos aplicables en busca de un óptimo aprovechamiento de los mismos.

Además, una de las prioridades a manejarse a nivel industrial, empresarial, institucional, educativo e incluso domiciliario es el aprovechamiento de recursos en busca de la reducción de costos por consumo de energía eléctrica, desde el simple uso de una ducha eléctrica, hasta el manejo de grandes máquinas industriales donde depende su utilización idónea para el máximo aprovechamiento tanto del recurso energético, operativo personal y materia prima, y por consiguiente obtener reducción de costos de operación, mayor efectividad productiva y pagos en planillas más bajos.

Por esta razón, el planteamiento del presente tema investigativo se vio reflejado en la necesidad de conocer la evolución y aprovechamiento de los recursos institucionales existentes en los edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, en donde no se cuenta con medidores de energía eléctrica para cada edificio, por tanto se desconocen los valores reales de consumo que tiene la Facultad en mención, y así servir como ejemplo en el manejo idóneo de dichos recursos, promoviendo el uso eficiente y racional de la energía.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar una auditoría energética en los edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para determinar el consumo energético real y disminuir su consumo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la línea base de consumo energético.
- Determinar factores que incidan en el consumo innecesario de energía eléctrica.
- Establecer alternativas técnicas para optimizar el consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Tras una revisión de textos y trabajos de mayor relevancia relacionados con el tema propuesto, se pudo encontrar la siguiente información:

2.1.1. Modelo de Auditoria Energética en el Sector Industrial

Realizado por Ernesto Budia Sánchez, en su proyecto de fin de carrera en la Universidad Carlos III de Madrid, en donde concluye con mejoras de ahorro y eficiencia energética, poniendo énfasis en varios ejemplos aplicativos en busca de reducción de costos. En caso de suministro energéticos, optimización de potencia contratada, mejoramiento de factores de carga. Mientras que en el sistema productivo, creación de almacenes pulmón en equipos con elevado consumo, determinación de tiempos óptimos de parada, y otras mejoras aplicables al campo productivo industrial.

Además se pudo encontrar los siguientes temas:

“AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.”

Fuente: Tesis

Autor: Franklin Marcelo Núñez Salguero

Año de Publicación: Noviembre del 2005

Lugar: Latacunga, Escuela Politécnica Nacional.

Repositorio Digital: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4304>

Conclusiones: Las conclusiones a las que se ha llegado son varias, entre las cuales se puede anotar las de mayor relevancia:

- ✓ Se realizó el estudio de caídas de tensión en el sistema eléctrico en donde se encontró inconvenientes en cuanto a caídas de tensión en los sectores: Taller Mecánico con una caída de tensión del 2,2%, Gimnasio 2,6%, Pasillo de laboratorios 4,4%, Bienestar Politécnico 3,12%, Apoyo Salón de los Marqueses 3,26%, Lab. Mecánica de Patio 3,52%, Auditorio 3,55%, Jefatura de Lab. y Multimedia 2,01%, Ex-Comisariato 9,05%, Comedor 6,3%, Taller Metalmecánica y Soldadura 3,4%, Carpintería 2,7%.
- ✓ Las luminarias mixtas que se encuentran dentro de ESPE - LATACUNGA son de un valor de 250 watts, un rendimiento de 25 lm/w y se requiere de una alternativa como las Lámparas de Mercurio de 125 watts con una vida útil de 8000 hrs., un rendimiento de 71 a 80 lm/w y un Índice de reproducción cromática de 85.
- ✓ Lo más conveniente para la ESPE - LATACUNGA es un cambio de categoría en la Facturación de Energía Eléctrica, de un cliente con demanda medida (CDM) a un cliente con demanda horaria (CDP).
- ✓ La reducción de las luminarias, sustituyendo 2 tubos de 40 W por 2 de 32 W, que permiten ahorrar un 30 por ciento de la energía para el mismo nivel de iluminación. De igual forma la sustitución de balastos electromagnéticos de 16W por balastos electrónicos que consumen 1 a 2W.
- ✓ La documentación sobre la organización del sistema eléctrico es deficiente, el Campus Politécnico y Producción carecen de diagramas Unifilares.

“LEVANTAMIENTO, REDISEÑO Y AUDITORÍA ENERGÉTICA INTERNA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA CEREALES LA PRADERA, PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”

Fuente: Tesis

Autores:

- ✓ Néstor Leonidas Chuquitarco Yacchirema
- ✓ Stalin Leonardo Ortiz Rubio

Año de Publicación: 2012**Lugar:** Latacunga - Ecuador**Repositorio Digital:** <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5212/1/T-ESPEL-0903.pdf>**Conclusiones:**

- ✓ Se desarrolló una base de datos de las condiciones actuales de carga del sistema eléctrico de la empresa “CEREALES LA PRADERA”, tomando en cuenta las protecciones instaladas, calibre, trayectoria y longitud de conductores, potencia instalada, entre otros.
- ✓ Mediante los resultados obtenidos en las mediciones realizadas con el Analizador Trifásico de Energía Eléctrica, fue posible el estudio de la calidad de energía consumida en las instalaciones de la empresa “CEREALES LA PRADERA”, obteniendo resultados satisfactorios con respecto a lo exigido por parte de la empresa distribuidora.
- ✓ El funcionamiento del sistema eléctrico de la empresa “CEREALES LA PRADERA” se simuló en el software NEPLAN versión 5.2.4, en donde se confirmó los cálculos de corrientes de cortocircuito, la estabilidad del voltaje y la cargabilidad del sistema.
- ✓ La cargabilidad del sistema es del 79,36% que se considera aceptable, con lo que queda un porcentaje disponible que se puede incrementar por motivos de THD (Distorsión Armónica) correspondientes al 1,6%.
- ✓ La capacidad del banco de capacitores debe ser de máximo 4,2 KVAR y deben entregar 1,6 KVAR para obtener un factor de potencia de 0,92

siendo lo ideal y evitando las penalizaciones y pérdidas económicas a la empresa.

- ✓ Las pérdidas de conductores corresponden al 2% y con el estudio de rediseño las pérdidas se reducen a 1,8 % lo cual no resultaría económicamente un cambio de los mismos.

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación toma el paradigma crítico propositivo, ya que parte de problemas reales en nuestro medio, involucrados con el aprovechamiento idóneo de recursos energéticos de los cuales en la actualidad se está haciendo uso.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Los métodos, procedimientos, mecanismos y especificaciones técnicas para la ejecución del presente trabajo investigativo, están sujetos por la normativa que a continuación se detalla:

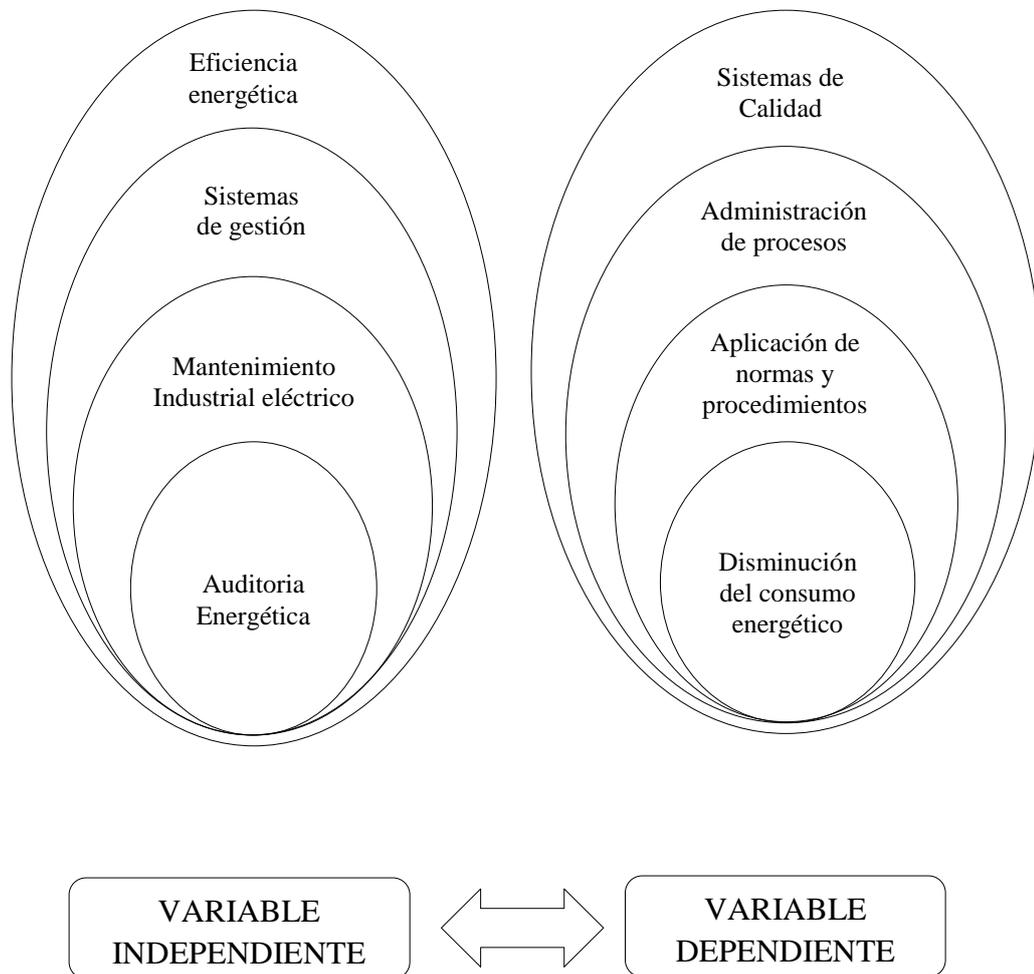
Normativa Ecuatoriana:

- ✓ RTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”
- ✓ Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo IESS”.

Normas Internacionales:

- ✓ Norma ISO 50001: sistemas de gestión energética, adoptada por el INEN en el año 2012.
- ✓ UNE-EN 16247:2012 auditorías energéticas.
- ✓ ISO 14001, ISO 9001& ISO18000, para la mejora continua en el empleo de la energía.

2.4. RED DE CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



Elaborado por: El Autor

2.4.1. AUDITORÍA ENERGÉTICA

Existen diversas conceptualizaciones en cuanto a la definición que se da a una Auditoría Energética, por ello es necesario destacar las siguientes.

Según Rey F. y Velasco E, (2006), es un estudio de disminución de costos energéticos, abarcando una amplia información, en función del grado con el que se realice el estudio, pudiendo llegar desde un informe básico de

propuestas de mejoras en equipos que son parte del proceso principal, hasta un estudio completo y detallado de mejoras en la empresa

Según CERTIEN, (2010), es un estudio técnico de una unidad (empresa, vivienda, comercio, edificio, etc.) para comprobar que la gestión energética es optimizada. Esto significa que el estudio técnico explicará si se puede o no ahorrar en gasto energético. Y si es el caso, se explicará dónde y cómo se lo puede conseguir.

Según (ENERBUILDING, 2007), la realización de Auditorías Energéticas permite detallar los aspectos de mayor interés energético de los edificios y proponer actuaciones para mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones, para obtener ahorros energéticos y económicos.

2.4.2. TIPOS DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS¹

Los tipos de auditoría energéticas se agrupan de acuerdo a diferentes puntos de vista, entre los cuales se puede destacar los siguientes.

1.- Según la profundidad de la auditoría:

- ✓ Diagnóstico energético.- Estudio sobre el estado actual de las instalaciones.
- ✓ Auditoría Energética.- Estudio sobre el estado de las instalaciones, con propuestas de mejoras orientadas al ahorro de energía, incluyendo un estudio económico de las mismas.
- ✓ Auditoría Energética especial o en profundidad.- Conlleva los aspectos anteriores incluyendo el detalle del proceso productivo, llegando incluso a proponer modificaciones muy importantes en dicho proceso.
- ✓ Auditoría Energética dinámica y continua.- Se realiza de modo continuo, este concepto está identificado con el de gestión energética en edificios.

¹REY, F. y VELASCO, E. (2006) “Eficiencia Energética En Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas.”

2.- Según el campo de actuación:

- ✓ En la industria.
- ✓ En edificios ya construidos.

2.4.3. OBJETIVOS DE LAS AUDITORÍAS ENERGÉTICAS.

La implantación de un sistema de auditorías energéticas permite obtener principalmente:

- ✓ Datos sobre consumos, costes de energía y producción para mejorar los índices energéticos de las instalaciones.
- ✓ Balances energéticos de las instalaciones consumidoras de energía.
- ✓ Además, Clark W. (1998) afirma que “uno de los objetivos de una auditoría energética es dar prioridad a los usos energéticos de acuerdo con el mayor a menor costo efectivo de oportunidades para el ahorro de energía”.

2.4.4. BASES DE PARTIDA, PLANIFICACIÓN Y TAREAS PREPARATORIAS.

Una Auditoría Energética debe precisar de una planificación de trabajos con el objetivo de:

- ✓ Garantizar la fiabilidad del estudio.
- ✓ Ajustar al mínimo los costos y tiempos de ejecución.

Además previamente a los trabajos de campo se requiere realizar lo siguiente:

- ✓ Recopilación de información.
- ✓ Comprobación y ajuste de los equipos de medida, etc.

2.4.5. TOMA DE DATOS²

Los datos que serán de completa ayuda en la realización de la Auditoría podrán ser los siguientes:

De instalaciones mecánicas:

- ✓ Estudio de los planos existentes y descripción de la instalación.
- ✓ Estado aparente de la instalación e impresión sobre el mantenimiento realizado.
- ✓ Datos técnicos de las placas y del fabricante.
- ✓ Realización de controles sobre tensión de funcionamiento, consumos, etc.
- ✓ Petición de información sobre posibles defectos o anomalías detectadas durante la vida de servicio de la instalación.

De Instalaciones de Iluminación:

- ✓ Dimensiones de los espacios de trabajo que están iluminados.
- ✓ Planos de las instalaciones y circuitos eléctricos de alumbrado.
- ✓ Ubicación y altura de los puntos de luz en referencia a los puestos de trabajo.
- ✓ Calidad de energía y factor de potencia.
- ✓ Número y distribución de luminarias, estudio del tipo y las características técnicas, prestando especial atención a su potencia.
- ✓ Estudio de sistemas de regulación de encendido.
- ✓ Mediciones de los niveles lumínicos.
- ✓ Estudio de la calidad del mantenimiento realizado y las tareas de limpieza de luminarias y lámparas.
- ✓ Cuadros de distribución eléctrica con circuitos diferenciados.
- ✓ Estudio sobre el tipo de reactancia, balasto y sistema de regulación.
- ✓ Análisis sobre regulación: potenciómetro, sensor de iluminación, etc.

²Analiza Invierte y Ahorra, S.L. Auditorías energéticas.

2.4.6. INFORMACIÓN PRELIMINAR DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA.

Según Budia, (2009), es necesario chequear la información o los antecedentes que estén disponibles sobre todo lo concerniente a las instalaciones, para realizar una planificación idónea del trabajo, y coordinar con el personal administrativo de la entidad auditada, recogiendo la siguiente información:

- ✓ Planos del edificio.
- ✓ Inventario de luminarias y lámparas de alumbrado.
- ✓ Listado del equipamiento instalado.
- ✓ Información histórica de las facturas de los suministradores de energía.
- ✓ Esquemas unifilares eléctricos.

2.4.7. PROCEDIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA³

- ✓ Fase 1. Análisis de la estructura energética.
- ✓ Fase 2. Análisis de eficiencia energética
- ✓ Fase 3. Evaluación de medidas de ahorro energético.
- ✓ Fase 4. Informe final de la auditoría.

2.4.7.1. Fase 1: Análisis de la estructura energética.

En esta fase se comprenderán todos los aspectos que sirven como inicio al desarrollo de una auditoría energética, precisando de la recolección de información que es de mayor prioridad, resumiéndose de la siguiente manera:

- a. Recogida de información previa a la visita.
- b. Análisis del proceso productivo.
- c. Visita a las instalaciones.
- d. Petición adicional de información.

³Agencia Andaluza de la Energía. Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria.

2.4.7.2. Fase 2: Análisis de eficiencia energética.

Se realiza la toma de datos y tabulación de los mismos, procedimiento que puede detallarse de la siguiente manera:

- a. Visita a las instalaciones y toma de datos de los equipos.
- b. Balances de materia y energía. Análisis de eficiencia.
- c. Listados de propuestas de mejora energética.

2.4.7.3. Fase 3: Evaluación datos obtenidos y medidas de ahorro energético.

Una vez realizada la tabulación y evaluación de datos de la fase dos, podemos continuar en el siguiente orden:

- a. Selección de las medidas de ahorro energético.
- b. Evaluación de ahorro energético y económico de las medidas seleccionadas.
- c. Informe de auditoría energética.

2.4.7.4. Fase 4: Informe final de la auditoría.

Como última fase debe emitirse un informe detallado con el contenido de los datos obtenidos y ejecución de las posibles mejoras implantadas o los correctivos o propuestas aplicadas en busca de la optimización de los recursos, en donde podrá destacarse la siguiente información:

- a) Descripción de las medidas de ahorro.
- b) Potencia de ahorro de cada medida.
- c) Selección de las medidas recomendadas.
- d) Tabla resumen de medidas de ahorro.
- e) Ahorro energético y ambiental total.
- f) Inversión y período de retorno de la misma.

2.4.8. ASPECTOS DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Los aspectos a considerarse para la realización de una auditoría energética, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

2.4.8.1. PERFIL DEL AUDITOR ENERGÉTICO.

El auditor es la persona encargada en ejecutar o liderar la realización de una auditoría energética.

Los perfiles más idóneos que llevan relación en su ejecución pueden ser:

- ✓ **Ingeniero Superior o Ingeniero Técnico Industrial**, especialmente que pertenezca a la especialidad “Técnicas Energéticas”.
- ✓ **Ingeniero Mecánico o Eléctrico**, son profesionales que cuentan con una formación Técnica - teórica muy amplia, por lo que son los más adecuados para la realización de auditorías energéticas complejas en la industria.
- ✓ **Técnico profesional Instalador y Mantenedor de instalaciones** de calefacción, aire acondicionado y producción de agua caliente sanitaria.

2.4.8.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN.

Existe varios equipos que pueden ser utilizados en la realización de una auditoría energética, por tanto es necesario disponer del equipo apropiado para cada caso en particular, unos fundamentales y otros complementarios, pero de mucha utilidad, esto con el objetivo de ejecutar un análisis fiable y completo.

Particularmente si la auditoría energética va dirigida al aprovechamiento del consumo eléctrico, las herramientas idóneas a utilizar se destacan a continuación:

Analizador de redes eléctricas.

Los analizadores de redes eléctricas son instrumentos de medida que miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red, normalmente en baja tensión: tensión, intensidad, potencia y energía activas y reactivas, factor de potencia, etc. Todos los equipos de este tipo disponen,

además, de la posibilidad de memorizar y/o registrar dichos parámetros mediante diversas funciones de programación.



Figura 1. Analizador de redes eléctricas

Fuente: Laboratorio Automatización de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Luxómetro.

El luxómetro es un instrumento que permite medir los niveles de iluminancia (lux) sobre una determinada superficie. Normalmente estos equipos son muy sencillos y ligeros, conformados por el analizador y la sonda fotosensible.



Figura 2. Luxómetro

Fuente: SERVOVENDI. Disponible en www.servovendi.com/es/medidores/luxometros.html

2.4.8.3. HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

Entre las herramientas básicas que pueden resultar necesarias o útiles para la realización de una auditoría energética pueden ser:

- a. Destornilladores, alicates, tijeras etc. (aislados)
- b. Cinta métrica, linterna, guantes, etc.
- c. Alargadores, adaptadores, cables eléctricos, borneros, cinta aislante, etc.

2.4.8.4. EQUIPOS DE SEGURIDAD.

Todo trabajo profesional requiere y exige que se adopten medidas de seguridad para la protección propia y de terceros durante la realización de mediciones, debido a los riesgos físicos presentes, que pueden ser de origen químico, por desprendimiento de material o principalmente las de origen eléctrico, quemaduras, caídas u otros, los que posteriormente pueden repercutir sobre el auditor, por esta razón se recomienda utilizar siempre el equipo mínimo de protección individual homologado que a continuación se detalla:

- a. Alfombrilla dieléctrica, casco y gafas para corte.
- b. Guantes dieléctricos clase “0” (hasta 1000V) o clase “00” (hasta 5000V) de resistividad dieléctrica.

2.4.9. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ELÉCTRICO⁴

Una instalación eléctrica correctamente realizada no debe incurrir en futuros problemas en su mantenimiento; no obstante, en una institución educativa debe ser prioridad estar al tanto del cuidado de los dispositivos eléctricos sobre el mantenimiento de los circuitos, para lo cual es necesario incentivar la participación de los estudiantes controlando el buen funcionamiento de equipos o sistemas mediante una participación activa del alumnado, verificando el estado y

⁴CONDEMARÍN, G. “Guía para el mantenimiento de instalaciones eléctricas del establecimiento educacional”

condición de los sistemas de alumbrado, horas de uso y vida útil de las lámparas, estado de los interruptores, portalámparas, enchufes, cableado, etc.

Las acciones propuestas son establecidas para llevar un control periódico del sistema eléctrico, por lo que puede incorporarse dentro del margen administrativo, por ejemplo, los alumnos de educación básica, respecto cantidad existente de artefactos en funcionamiento, y los estudiantes de niveles superiores en el estudio del cálculo de rendimiento y costos en el uso de los equipos eléctricos y electrónicos.

Previamente a la incorporación de parámetros de funcionalidad en cuanto al consumo de energía eléctrica se refiere, se deberá conocer los conceptos básicos de electricidad que se manejan en cuanto al buen entendimiento de las tareas a ejecutarse.

2.4.10. CONCEPTOS Y PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Según la Regulación No. CONELEC 004/01 del Ecuador, se establecen las siguientes definiciones:

- a. Armónicas.- Ondas sinusoidales de igual frecuencia a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental (60 Hz. en Ecuador).
- b. Centro de transformación.- Conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento que se utilizan para la distribución de energía eléctrica.
- c. Interrupción.- Corte parcial o total del suministro de electricidad a los consumidores de un área de concesión.
- d. Niveles de voltaje.- Son los niveles de alto (AV), medio (MV) y bajo voltaje (BV) respectivamente definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.
- e. Perturbación rápida de voltaje (Flicker).- Fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, el cual no excede del 10% del voltaje nominal, pudiendo repetirse varias veces por segundo. El flicker o

parpadeo causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia apreciable por el ojo humano.

- f. Voltaje nominal (Vn).- Valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Según Charles, A y Matthew S, (2006), se definen los siguientes términos:

- a. Energía.- Capacidad para realizar trabajo, comúnmente el consumo de energía eléctrica se mide en Watts-hora (Wh).
- b. Corriente o Intensidad eléctrica (I).- Velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, medida en Amperios (A)
- c. Tensión o diferencia de potencial.- Energía requerida para mover una unidad de carga a través de un elemento, medida en voltios (V).
- d. Resistencia Eléctrica.- La resistencia (R) de un elemento denota su capacidad para resistirse al flujo de la corriente eléctrica, la cual se mide en ohmios (Ω).
- e. Potencia.- Variación respecto del tiempo de entrega o absorción de la energía, está expresada en Watts (W).

2.4.10.1. POTENCIA ACTIVA, REACTIVA Y APARENTE⁵

La calidad de un sistema de distribución, puede determinarse analizando las curvas de corriente, voltaje, potencia activa (Watts), reactiva (VAR) y factor de potencia (fp), lo cual se puede realizar con equipos manuales de potencia y con ajustes para mejorar la eficiencia y el factor de potencia, previniendo que existan sobrecargas y mejorando la administración de los costos de energía.

- a. **Potencia aparente (S).**- En el caso particular de considerar un transformador, es la que determina la prestación de corriente, por lo tanto, se obtiene considerando el voltaje aplicado al consumo por la intensidad de corriente que éste requiere.

⁵Enríquez, G. Pruebas y mantenimiento a equipos eléctricos.

El valor de esta potencia se expresa en (Volt-Ampere) y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$S = V * I \quad Ec. 1$$

Dónde:

S: Potencia aparente o total (VA).

V: Voltaje (V).

I: Intensidad (A)

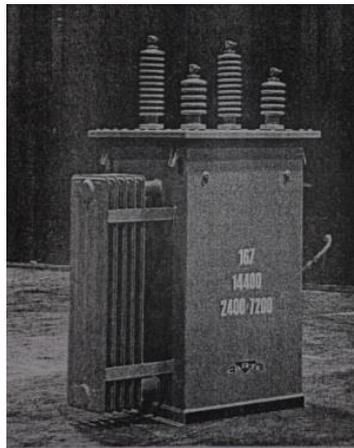


Figura 3. Transformador con potencia aparente de 167KVA

Fuente: Análisis de circuitos, Teoría y Práctica. (Robbins, A & Miller, W, 2008)

- b. **Potencia activa (P).**- Esta potencia está directamente relacionada con los consumos reales del usuario de la red, es decir que esta es la potencia que se paga por su utilización y se comporta de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = V * I * \cos\theta \quad Ec. 2$$

Dónde:

P: Potencia (W).

V: Tensión (V).

$\cos\phi$ = Factor de potencia. (Fp)

c. **Potencia reactiva (Q).**- Es la potencia que los campos magnéticos rotantes intercambian con la red eléctrica, transformándose en potencia activa no utilizada. Este fenómeno se da a lugar cuando en el sistema de cargas, existan instalados equipos de iluminación con balastos, motores o equipos que por su estructura interna sean capaces de producirlos. Esta potencia está definida como se muestra a continuación:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

Q= Carga reactiva o inductiva (VAR).

S= Potencia aparente o total (VA).

P= Potencia activa (W).

En donde podemos visualizar entonces el triángulo de potencias:

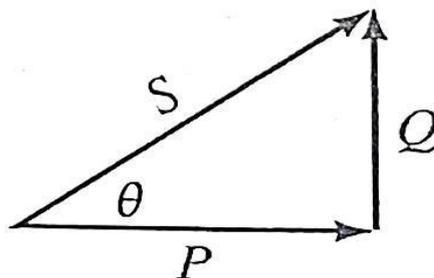
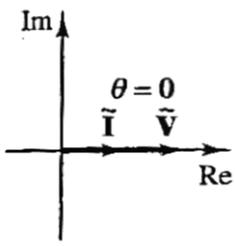
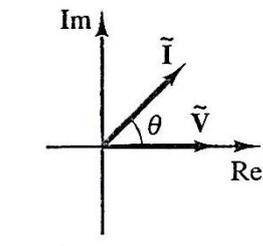
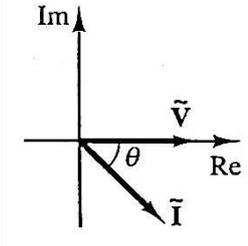


Figura 4. Triángulo de potencias

Fuente: Análisis de circuitos, Teoría y Práctica. (Robbins, A & Miller, W, 2008)

Según Rizzoni (2001), “Si la carga contempla una carga inductiva, la corriente atrasa al voltaje y el valor de θ será positivo, es decir, cuando Q y θ tienen valor positivo, el factor de potencia corresponde a un atraso, y contrariamente, una carga capacitiva tendrá un Q y θ negativos, esto representa un factor de potencia en adelante, es decir, la corriente de la carga adelanta al voltaje”

Tabla 1. Relación de cargas y factor de potencia

	Carga Resistiva	Carga Capacitiva	Carga Inductiva
Diagramas Fasoriales			
Explicación	La corriente está en fase con el voltaje	La corriente adelanta al voltaje.	La corriente atrasa al voltaje.
Factor de Potencia	1	En adelanto, <1	En atraso, <1
Potencia Reactiva	0	Negativo	Positivo

Fuente: Principios y aplicaciones de ingeniería eléctrica. (Rizzoni, G, 2001)

2.4.10.2. FACTOR DE POTENCIA⁶

El factor de potencia permite cuantificar el valor de potencia aparente que está siendo realmente utilizada, el cual puede evidenciar que su valor no puede exceder de 1, es decir, no podrá exceder del 100% si se expresa en porcentaje.

El ángulo Θ que corresponde al factor de potencia es de total importancia, por lo que un bajo factor de potencia puede incurrir en penalizaciones.

El ángulo Θ se calcula como se muestra a continuación:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{P}{S}\right) \quad Ec. 4$$

$$Fp = \cos \theta \quad Ec. 5$$

⁶Robbins, A & Miller, W. Análisis de Circuitos. Teoría y Práctica.

Dónde:

Fp: Factor de Potencia

θ : Ángulo entre el voltaje y la corriente.

P: Potencia Activa.

S: Potencia Aparente.

2.4.10.3. PROBLEMAS POR BAJO FACTOR DE POTENCIA.

Los problemas que pueden producirse por un bajo factor de potencia en una instalación tienen relación directa con los consumos energéticos y pueden identificarse en los siguientes ítems:

- a. Penalizaciones de hasta el 120 % de la facturación. En el Ecuador, según el CONELEC, la penalización por bajo factor de potencia se recargará cuando se registre un valor menor a 0.92.
- b. Sobrecarga en las líneas de distribución, generadores y transformadores.
- c. Incremento de consumo eléctrico.
- d. Incremento de caídas de voltaje.
- e. Pérdidas de energía en conductores.

2.4.10.4. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

En la práctica, las cargas residenciales, industriales o comerciales son generalmente del tipo inductivo, debido a que allí se encuentran instalados motores, lámparas fluorescentes con sus respectivos balastos o equipos similares; por tanto, es posible que no se hallen cargas capacitivas que requieran una corrección. En consecuencia; un método para mejorar el factor de potencia en circuitos donde exista mayor carga inductiva puede llevarse a cabo al cancelar uno o todos los componentes reactivos de la potencia agregando una reactancia del tipo opuesto al circuito. Este procedimiento se lo conoce como corrección del factor de potencia.

En la realidad, el resultado de esta corrección del factor de potencia se la lleva a cabo agregando en el circuito un capacitor para contrarrestar los efectos inductivos.

2.4.10.5. BENEFICIOS DE MEJORAR DEL FACTOR DE POTENCIA.

Al mejorar el factor de potencia en una instalación se logran varios beneficios, entre los cuales se puede mencionar los siguientes:

- a. Reducción del consumo eléctrico y por ende su facturación.
- b. Se incrementa la vida útil de las instalaciones y equipos.
- c. Mayor disponibilidad de potencia de generadores, transformadores y líneas.
- d. Reducción de las caídas de tensión.
- e. Al tener un factor de potencia mayor a 0.92 se puede lograr bonificaciones de hasta un 2.5 % de la facturación.

2.4.11. REVISIÓN DE CIRCUITOS.

Los circuitos deben ser revisados en función a las fallas registradas en el sistema de iluminación o de los tomacorrientes. Únicamente debe hacerse un control visual de las tapas protectoras de las cajas de derivación, más por razones de seguridad de los alumnos, que técnicas, dado que una instalación bien realizada no debe generar fallas.

Mensualmente deberá revisarse el o los tableros para verificar el estado de los protectores; si presentan índices de calentamiento, desprendimiento, daños de partes o situaciones similares que puedan producir fallos en el circuito o instalaciones.

2.4.12. SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA (SGE)⁷

Un sistema de Gestión Energética comprende todos aquellos procedimientos y tareas que pueden ejecutarse, de manera que permitan la realización de la gestión de la energía sea con la implementación de tecnología o fuentes alternas que logran los objetivos encaminados al ahorro, aplicación - control y productividad de una institución sea cual sea su razón social.

La Certificación de Sistemas de Gestión Energética, según la Norma UNE 216301, se dirige a aquellas empresas u organizaciones, independientemente de su tamaño o de su actividad, que quieren demostrar que han implementado un sistema de gestión energética, hacen mayor uso de energías renovables o excedentes, y/o han automatizado sus procesos productivos, identificando la coherencia de éstos con la política energética de la organización.

Amparado por la Norma UNE 216301 "Sistemas de gestión energética. Requisitos" se trata de un sistema semejante a otros modelos de gestión (ISO 14001, ISO 9001...) para la mejora continua en el empleo de la energía, consumo eficiente, disminución de los consumos de energía y los costos financieros asociados, reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales, así como el incentivo al uso de las energías alternativas y renovables.

El SGE se basa en el ciclo de mejora continua PDCA (Plan - Do - Check - Act), el cual es compatible con otros métodos de ahorro y eficiencia energética. De la misma manera, esta norma se ha diseñado similarmente a otras normas como la ISO 14001 o ISO 9001, por lo que resulta una herramienta complementaria, compatible e integrable con los otros sistemas de gestión.

⁷Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) Ecuador.

2.4.13. SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA ISO 50001⁸

La ISO 50001 proporciona beneficios tanto para organizaciones grandes como pequeñas, en los sectores público y privado, en la industria manufacturera y servicios.

La ISO 50001 establece un rango para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar eficientemente el uso de la energía.

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable en Ecuador (MEER), para el marco del proyecto Eficiencia Energética en la Industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), se adoptó la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”.

2.4.14. EFICIENCIA ENERGÉTICA⁹

La eficiencia energética no es más que el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, teniendo como objetivo principal reducir los consumos de energía y por ende disminuir los costos económicos, maximizando su beneficio.

La implementación de conceptos sobre eficiencia energética se puede realizar durante la fase de planificación, ejecución y uso de las edificaciones; lo que permite mejorar la interacción entre el ser humano y el medio ambiente, estos pueden ser: factor de forma, características climáticas del sitio, materiales utilizados en la envolvente (contornos que envuelven a la estructura o geometría de un edificio) y características de los equipos e instalaciones.

⁸Organización Internacional de Normalización (ISO).

⁹Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER).

La eficiencia energética permite reducir de mejor manera la demanda en el sistema eléctrico nacional, especialmente en el horario de mayor consumo (7pm – 9pm), debido al gran número de lámparas necesarias para estos fines.

2.4.15. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES¹⁰

Un edificio energéticamente eficiente es aquel que utiliza al mínimo las energías convencionales mediante el uso racional de las instalaciones o con la incorporación de energías alternativas con el fin de ahorrar.

Además la eficiencia energética se refleja en la medida que el consumo energético es menor en función del servicio prestado o unidad producida.

En edificaciones, la eficiencia energética se maneja mediante dos aspectos que se encuentran diferenciados de la siguiente manera:

- a. **EFICIENCIA ACTIVA.-** Consiste en la mejora de las instalaciones del edificio con el uso de las diferentes energías alternativas o combinadas con las energías tradicionales y también con sistemas de nueva generación que mejoran el rendimiento y minimizan el consumo.
- b. **EFICIENCIA PASIVA.-** Se refiere a las condiciones y características arquitectónicas del edificio en el cual se introducen las energías para obtener el grado de confort, misma que está garantizada con el uso del CTE (Código Técnico de la Edificación).

2.5. HIPÓTESIS.

La aplicación de una auditoría energética en los edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, permitirá reducir el consumo de energía eléctrica, partiendo de la evaluación de los niveles de calidad actuales.

¹⁰INGEARQUI, Método de trabajo basado en la implementación de equipos.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1. Variable Independiente.

Auditoría Energética

2.6.2. Variable Dependiente.

Disminución del consumo energético eléctrico.

2.6.3. TERMINO DE RELACIÓN.

Disminuir.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

El enfoque que se da en el presente proyecto investigativo, es de tipo cuali-cuantitativo, debido a que se pretende en el primer caso, a la mejora de los estándares inicialmente implantados que actualmente se manejan, mientras que en el segundo caso por la realidad cambiante que para el mismo puede tabularse en función de mejoras aplicadas en cuanto al uso correcto de los recursos energéticos.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

Las modalidades básicas de la presente investigación se realizaron mediante las que a continuación se describen:

- ✓ **Bibliográfica.-** Debido a los parámetros, documentación, técnicas y normativas especializadas que nos permiten llevar de mejor manera la investigación y porque se ajustan a un manejo de calidad.
- ✓ **De Campo.-** Porque la recolección de datos e información se los realizó dentro de la jurisdicción de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, misma en donde se aplicaran las medidas correctivas.
- ✓ **Experimental.-** Porque dependerá de los factores involucrados y los parámetros a implantarse en busca de una mejora, los cuales tomarán diferente razón de acuerdo a un modelo operativo.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En la presente investigación se utilizaron los siguientes tipos:

- ✓ **Exploratorio.-** Porque como su término lo menciona, se exploró el campo en donde se realizó la investigación para desarrollar una base de datos que contengan relación directa con el tema y así poder contextualizar las variantes en lo que se refiere una auditoria energética.
- ✓ **Descriptiva.-** Debido a que se encontraron específicamente las ventajas de los correctivos a aplicarse en torno a la optimización del uso de recursos energéticos.
- ✓ **Explicativo.-** Porque no está por demás saber y poner en conocimiento sobre la importancia existente sobre la concientización sobre el uso racional de los recursos energéticos, mismo que debe ser documentado y explicado
- ✓ **Aplicada.-** Debido a que se pretende aplicar medidas preventivas, de mantenimiento o correctivas conforme se analizaron las condiciones resultantes del estudio.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.4.1. POBLACIÓN.

Instalaciones de los edificios Administrativo (Bloque A) y Docente (Bloque B) de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

3.4.2. MUESTRA.

No se tomaron muestras debido a que se realizó un diagnóstico general de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Tabla 2. Variable Independiente: Auditoría Energética

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Una auditoría energética comprende la aplicación de procedimientos empleados en la búsqueda y localización de fuga de energía producto de la mala instalación, dimensionamiento, negligencia o mal diseño, que generan consumos elevados de energía.	Normas y reglamentos.	RTE INEN 2506 ISO 9001, 4001 ISO 50001	¿Se tienen registros o se aplican normas o reglamentos en busca de la eficiencia energética en la FICM?	Registros. Documentación
	Requerimiento energético (Carga Instalada)	0 – 500W 500 – 1000W >1000W	¿Existen equipos de elevada potencia en los edificios de la FICM que requieran de uso continuo?	Catálogos. Etiquetas y placas del dispositivo.
	Consumo diario.	0 – 50 KW/h 51 – 100KW/h >100KW/h	¿Se tienen referencias de los consumos que representa la FICM?	Registro de pagos. Analizador de redes
Despilfarro		Luminaria. Equipos de cómputo/entretenimiento.	¿Existen equipos o dispositivos encendidos sin que estén siendo utilizados?	Observación directa.

Fuente: Autor.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

3.6.1. VARIABLE DEPENDIENTE.

Tabla 3. Variable Dependiente: Disminución de Consumo Energético Eléctrico

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La disminución de consumo eléctrico comprende el uso racional de los equipos e instalaciones, teniendo en cuenta la calidad del servicio eléctrico, características de las instalaciones y equipos instalados y el tiempo en los que se encuentran funcionando.	Calidad de energía eléctrica	(fp=cosφ) Excelente (>0.92) Recomendable (0.92) Bajo (<0.92)	¿Los niveles de calidad en cuanto a factor de potencia (fp) son adecuados?	Analizador de redes.
	Eficiencia de las instalaciones de iluminación	VEEI (W/m²) Permisible (0 – 6) Ineficiente (>6)	¿El dimensionamiento y características de la luminaria son adecuados?	Registros de mantenimiento. Luxómetro. Bibliográfica.
	Requerimiento de uso de equipos e instalaciones	Tiempo Eventual (1 - 2horas) Por jornada (8 - 12horas) Permanente (24horas)	¿Puede delimitarse el uso de las instalaciones?	Experimental. Bibliográfica.

Fuente: Autor.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En el desarrollo de la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de investigación:

Tabla 4. Recursos Institucionales

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación directa	Cuaderno de apuntes, fichas de campo, fotografías
Medición y control	Analizador de Redes, Luxómetro.
Entrevistas	Grabadoras, inventarios, reportes.

Fuente: Autor

3.8. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de información fue de vital importancia contar con la colaboración de las autoridades y personal encargado de mantenimiento eléctrico de la Dirección de Infraestructura de la Universidad Técnica de Ambato conjuntamente con las autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, para lo cual se utilizaron diferentes fichas de campo, en donde se detalló el levantamiento de cargas instaladas en los edificios, y posteriormente realizar el levantamiento de los planos de instalaciones eléctricas.

Para el análisis de los niveles de calidad de energía eléctrica, fue necesario la instalación de un analizador de redes en la acometida principal de los edificios de la FICM, con esto se logró conocer los niveles de calidad y comportamiento eléctrico en el punto de medición de acuerdo a las cargas instaladas en la Facultad.

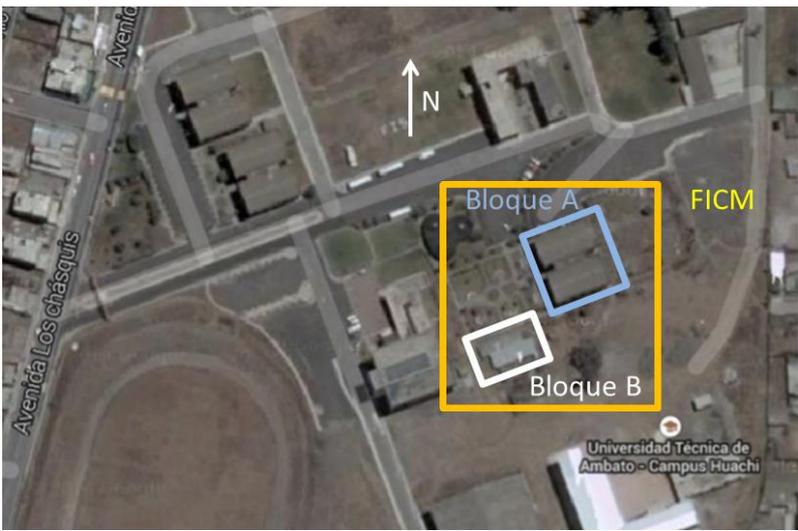
Para el diagnóstico de los valores de eficiencia energética de las instalaciones "VEEP", fue preciso medir los niveles de iluminación en varias de las dependencias administrativas y de docencia de la Facultad, para lo cual fue preciso contar con el levantamiento de cargas por luminarias en las diferentes áreas evaluadas.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y GEOGRÁFICA DE LOS EDIFICIOS FICM.

Tabla 5. Descripción Física y Geográfica FICM

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
UBICACIÓN		
Provincia:	Tungurahua	
Cantón:	Ambato	
Sector:	Campus Huachi Chico	
Dirección:	Av. Los Chasquis, Entre Río Guayllabamba y Río Payamino	
Estructura interna Bloque A: Tres Niveles. Superficie total de construcción: 1850m ² Año de Construcción: 1986 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Oficinas Administrativas. ✓ Biblioteca. ✓ Sala de Profesores. ✓ Auditorio. ✓ Laboratorios Informáticos. ✓ Aulas de Clase. 	Estructura interna Bloque B: Cuatro Niveles. Superficie total de construcción: 1150 m ² Año de Construcción: 2008 <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aulas de clase. ✓ Oficinas administrativas. ✓ Sala de profesores (Por estrenar) 	
	<p style="text-align: center;">Bloque A</p>  <p style="text-align: center;">Bloque B</p> 	
Fuente Figura: https://www.google.com.ec/maps		

Fuente: Autor

4.2. RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

OBJETIVO:

- ✓ Analizar las condiciones Técnico – Arquitectónicas de los edificios y verificar su funcionalidad, las cuales se deriven en una oportunidad de ahorro energético.

En la inspección visual se procedió básicamente en realizar un recorrido por las instalaciones de los edificios de la Facultad, para inspeccionar, revisar y constatar visualmente el estado las instalaciones que guardan estrecha relación con el consumo de energía eléctrica como es el caso de las condiciones de la infraestructura, el uso de equipos de oficina y luminaria.

Para ello fue muy importante desarrollar un cronograma de actividades en las cuales se detalla las siguientes:

Inspecciones:

- ✓ Inspección e identificación de la acometida de los edificios.
- ✓ Del sistema de generación eléctrica de emergencia.
- ✓ De los tableros de distribución en cada edificio.
- ✓ Del tendido de las instalaciones eléctricos de iluminación.
- ✓ Del número de lámparas por área de trabajo.
- ✓ Del número de circuitos de iluminación por área de trabajo.
- ✓ De la disponibilidad de ventanales.
- ✓ De las condiciones de los materiales y dispositivos no eléctricos instalados en los edificios.

Se destacan a continuación dieciocho (18) inspecciones visuales, en donde se describieron los aspectos más relevantes en cuanto a la condición de las instalaciones y las observaciones pertinentes en el caso de la utilización de luminaria.

Tabla 6. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación Planta Baja Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Ubicación:				Planta baja Bloque A FICM						
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	1 de 18					
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.						
Fecha de ejecución:		29/09/2014		Revisado por:		Ing. Germánico López				
Contenidos: Plano de instalaciones eléctricas No. 1										
Tipo de Lámparas (TL)										
A: 2tubosFluorescente/Lámpara.			B: 3tubos Fluorescentes/Lámpara			C: Incandescente	D: Compacto			
N°	Descripción	Disponibilidad de luminarias	Número Lámparas (NL)	Tipo Lámpara (TL)	Número de interruptores (Ni)	Relación: Número Interruptores / Número y tipo de lámparas. [Ni;(interruptor/TL)]	Aire acondicionado	Ventilación	Área de la dependencia	Disponibilidad de ventanales
1	Entrada Edificio	si	4	B	2	2;(1/2B; 1/2B)	--		18	--
2	Pasillo PB1(entrada)	si	4	A	1	1(1/4A)	--		39	--
3	Sala de profesores	si	13	A	5	5;(1/1A; 1/2A; 1/2A; 2/4A)	no	no	90	si
4	SS.HH Sala. Prof. (M)	si	1	D	1	1;(1/1D)	--	si	4	si
5	SS.HH Sala. Prof. (F)	si	1	C	1	1;(1/1C)	--	si	4	no
6	Biblioteca FICM	si	30	A	6	6;(1/4A; 1/4A; 1/8A; 1/4A; 1/4A; 1/6A)	no	si	150	si
7	SS.HH Biblioteca	si	1	C	1	1;(1/1C)	--	si	3	si
8	Pasillo PB2	si	3	A	1	1;(1/1A)	--		25	--
9	Decanato	si	8	B	2	2;(1/4B; 1/4B)	no	no	49	si
10	SS.HH Decanato	si	1	D	1	1;(1/1D)	--	si	3	si
11	Secretaría Decanato	si	5	A	2	2(1/1A; 1/4A)	no	no	24	si
12	Secretaría General	si	4	A	1	1(1/4A)	no	no	24	si
13	SS.HH (Administrativo)	si	2	A	2	2;(1/1A; 1/1A)	--	si	17	si
14	Subdecanato	si	4	A	1	1;(1/4A)	no	no	33	si
15	Secretaría Subdecanato	si	1	B	1	1;(1/1B)	--	si	10	si
16	Coordinación Mecánica	si	2	A	1	1;(1/2A)	no	no	20	si
17	Secretaría de Carreras	si	4	A	1	1;(1/4A)	no	no	30	si
18	Escalera 1	si	2	A	1	1;(1/2A) Conmutado	--		14	si
19	Bodega Conserjería	no	1	C	1	1;(1/1A)	no	no	4	no

Observaciones: Accionamiento manual de circuitos de iluminación en todas las dependencias.

Fuente: Autor.

Tabla 7. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación 1era Planta Alta Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Ubicación:				Primera Planta Alta Bloque A FICM						
Hora Inicio:	15:00	Hora final:	17:00	Inspección N°:		2 de 18				
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.						
Fecha de ejecución:		29/09/2014		Revisado por:		Ing. Germánico López				
Contenidos: Plano de instalaciones eléctricas No. 1										
Tipo de Lámparas (TL)										
A: 2tubosFluorescente/Lámpara.			B: 3tubos Fluorescentes/Lámpara			C: Incandescente		D: Compacto		
.N°	Descripción	Disponibilidad de luminarias	Número Lámparas (NL)	Tipo Lámpara (TL)	Número de interruptores (Ni)	Relación: Número Interruptores / Número y tipo de lámparas. [Ni;(interruptor/TL)]	Aire acondicionado	Ventilación	Área de la dependencia	Disponibilidad de ventanales
1	Pasillo 1PA	si	5	A	2	2(1/2A; 1/3A)	--	--	76	--
2	Secretaría de Archivo	si	1	A	1	1(1/1A)	no	no	16	si
3	Archivo	si	8	A	4	2(1/4A; 1/4A)	no	no	49	si
4	Consejo Directivo	si	8	B	1	2(1/4B; 1/4B)	no	si	49	si
5	Unidad Inv. y Desarrollo	si	8	A	1	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
6	Seguimiento Graduados	si	1	A	1	1(1/1A)	no	no	16	si
7	Aula A1	si	8	A	2	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
8	Aula A2	si	2	A	1	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
9	Aula A3	si	8	B	2	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
10	Aula A4	si	1	D	1	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
11	Aula A5	si	5	A	2	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
12	SS.HH (F)	si	2	A	2	2(1/1A; 1/1A)	--	si	12	si
13	Bodega Conserjería	si	1	C	1	1(1/1A)	--	no	1.5	no
14	Escalera 2	si	2	A	1	1(1/4A)	--	14	si	si

Observaciones: Accionamiento manual de circuitos de iluminación.

Fuente: Autor.

Tabla 8. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación 2da Planta Alta Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Ubicación:				Primera Planta Alta Bloque A FICM						
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	3 de 18					
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.						
Fecha de ejecución:		30/09/2014		Revisado por:		Ing. Germánico López				
Contenidos: Plano de instalaciones eléctricas No. 1										
Tipo de Lámparas (TL)										
A: 2tubosFluorescente/Lámpara.			B: 3tubos Fluorescentes/Lámpara			C: Incandescente	D: Compacto			
Nº	Descripción	Disponibilidad de luminarias	Número Lámparas (NL)	Tipo Lámpara (TL)	Número de interruptores (NI)	Relación: Número Interruptores / Número y tipo de lámparas. [Ni;(interruptor/TL)]	Aire acondicionado	Ventilación	Área de la dependencia	Disponibilidad de ventanales
1	Pasillo 2PA	si	3	A	1	1(1/3A)	--	--	46	--
2	Auditorio	si	23 + 1	23A +1C	6+1	6(1/3A; 1/4A; 1/4A; 1/4A; 1/4A; 1/4A)+1/1C	si	si	137	si
3	Admin. Sistemas.	si	5	A	2	2(1/2A; 1/3A)	no	no	29	si
4	Laboratorio 1	si	12	A	1	2(1/5A;1/5A) + 2A	si	si	69	si
5	Laboratorio 2	si	8	A	2	2(1/4A; 1/4A)	si	si	49	si
6	Laboratorio 3	si	8	A	2	2(1/4A; 1/4A)	si	si	49	si
7	Secretaría Posgrado	si	1	A	1	1(1/1A)	no	no	16	si
8	Aula A6	si	2	A	1	1(1/1A)	no	si	49	si
9	Aula A7	si	8	A	2	2(1/4A; 1/4A)	no	si	49	si
10	SS.HH (M)	si	2	A	2	2(1/1A; 1/1A)	--	si	12	si
11	Bodega Conserjería	si	1	C	1	1(1/1A)	--	no	1.5	no

Observaciones: Accionamiento manual de circuitos de iluminación.
Los equipos de aire acondicionado no funcionan o no se los utilizan.

Fuente: Autor

Tabla 9. Inspección visual de distribución de circuitos de iluminación Bloque B.

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA </div> 										
Centro de Estudio y Análisis					Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Ubicación:					Bloque B FICM					
Hora Inicio:	15:00	Hora final:	18:00	Inspección N°:		4 de 18				
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.						
Fecha de ejecución:		30/09/2014			Revisado por:		Ing. Germánico López			
Contenidos: Plano de instalaciones eléctricas No. 1										
Tipo de Lámparas (TL)										
A: 2tubosFluorescente/Lámpara.			B: 3tubos Fluorescentes/Lámpara			C: Incandescente			D: Compacto	
N°	Descripción	Disponibilidad de luminarias	Número Lámparas (NL)	Tipo Lámpara (TL)	Número de interruptores (Ni)	Relación: Número Interruptores / Número y tipo de lámparas. [Ni;(interruptor/TL)]	Aire acondicionado	Ventilación	Área de la dependencia	Disponibilidad de ventanales
1	Pasillo PB1	si	2	A	1	1/2A	--	--	78	si
2	Vinculación	si	4	A	1	1/4A	no	no	32	si
3	Adm. Bienes	si	6	A	2	2(1/2A , 1/4A)	no	si	25	si
4	Aula B1	si	8	A	2	2(1/2A , 1/2A)	--	si	54	si
5	Aula B2	si	8	A	2	2(1/2A , 1/2A)	no	si	47	si
6	Aula B3	si	8	A	2	2(1/2A , 1/2A)	no	si	54	si
7	SS HH (M & F PB)	si	3	A	1	1(1/3A)	--	si	16	si
8	Bodega Conserjería	si	1	C	1	1(1/1C)	no	no	4	no
9	Escalera 1	si	4	A	1	1/4A	--	--	18	si
10	Pasillo 1PA	si	8	A	2	2(1/4A , 1/4A)	--	--	55	si
11	Aula B4	si	8	A	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	54	si
12	Aula B5	si	4	A	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	47	si
13	Aula B6	si	8	A	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	48	si
14	Aula B7	si	10	A	2	2(1/5A , 1/5A)	no	si	62	si
15	Escalera 2	si	4	A	1	1(1/4A)	--	--	18	si
16	Pasillo 2PA	si	6	A	2	2(1/3A , 1/3A)	--	--	54	si
17	Aula B8	si	8	E	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	54	si
18	Aula B9	si	8	E	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	47	si
19	Aula B10	si	8	E	2	2(1/4A , 1/4A)	no	si	54	si
20	Aula B11	si	10	E	2	2(1/5A , 1/5A)	no	si	62	si
21	Escalera 3	si	3	A	1	1/2A	--	--	18	si

Observaciones: Accionamiento manual de circuitos de iluminación.

Fuente: Autor

Tabla 10. Inspección visual de la utilización de luminarias Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				Dependencias Bloque A FICM	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	5 de 18
Instrumentos:				Cámara Fotográfica	
Fecha de ejecución:		01/10/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López
Contenidos: Imágenes de luminaria encendida innecesariamente.					
Luminaria en Sala de profesores			Luminaria en Biblioteca		
					
Luminaria en pasillos, escaleras y servicios higiénicos					
					
					
Observaciones: No se apagan los circuitos de iluminación al abandonar las instalaciones. Se hace uso de la luminaria aun al existir disponibilidad de iluminación natural,.					

Fuente: Autor.

Tabla 11. Inspección visual de las condiciones arquitectónicas y eléctricas Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.	
Ubicación:				Dependencias Bloque A. FICM	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	6 de 18
Instrumentos:				Cámara Fotográfica	
Fecha de ejecución:	02/10/2014	Revisado por:	Ing. Germánico López		
Contenidos: Imágenes de equipo eléctrico y arquitectónico sin mantenimiento.					
Instalaciones eléctricas y redes sin mantenimiento.					
					
		Equipos eléctricos y dispositivos no eléctricos se encuentran defectuosos			
					
Observaciones:					
<p>Varios equipos de aire acondicionado no funcionan y se encuentran instalados innecesariamente. No existe mantenimiento en los circuitos eléctricos. Los sistemas de ventilación están fuera de funcionamiento y existen persianas defectuosas.</p>					

Fuente: Autor.

Tabla 12. Inspección visual del Tablero de distribución principal Bloque A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.	
Ubicación:				Tablero Distribución Bloque A.	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	7 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:	03/10/2014	Revisado por:	Ing. Germánico López		
Contenidos: Imágenes de las condiciones del tablero de Distribución del Bloque A					
Seguridad deficiente al acceso del control principal de abastecimiento de energía eléctrica.					
					
Cableado e instalaciones eléctricas deficientes.					
					
Observaciones: No se encuentran identificadas las líneas principales de servicio. No existe limpieza ni mantenimiento periódico en los circuitos eléctricos. El sistema de fusibles instalado es inapropiado.					

Fuente: Autor.

Tabla 13. Inspección Visual Sistemas de Bombeo.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 										
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Ubicación:				Cisternas Bloques A y B						
Hora Inicio:	14:00	Hora final:	17:00	Inspección N°:	8 de 18					
Instrumentos:				Cámara fotográfica.						
Fecha de ejecución:				03/10/2014		Revisado por:		Ing. Germánico López		
Contenidos: Imágenes de las condiciones de los equipos de Bombeo en Cisternas FICM										
CARACTERÍSTICAS:										
Equipo de bombeo: CA1 (Bloque B)										
Marca:	WEG									
Potencia:	5500W									
Tipo:	De inducción.									
Frecuencia:	60HZ									
Voltaje:	220/380/440									
Temp. Trabajo:	40°C									
FP:	0.87									
Rpm:	3500									
Rendimiento	86.7%									
Observaciones:	El equipo está instalado junto a los tableros de distribución de energía eléctrica del Bloque B. Conexiones eléctricas deficientes. Instalación y montaje deficientes del motor.									
CARACTERÍSTICAS:										
Equipo de bombeo: CB2 (Bloque A)										
	Motor 1		Motor 2							
Marca:	WEG		SCHNEIDER							
Potencia:	3000W		2200W							
Tipo:	De inducción.		De inducción.							
Frecuencia:	60HZ		60HZ							
Voltaje:	220/380/440		220							
Temp. Trabajo:	40°C		40°C							
FP:	0.82		0.8							
Rpm:	3450		3450							
Rendimiento	84%		n/n							
Observaciones:	No se realizan trabajos de limpieza y mantenimiento. Deficiente montaje de los motores.									

Fuente: Autor

Tabla 14. Reporte Inspección Visual de la Acometida y Derivaciones

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				Acometidas BLOQUES A y B	
Hora Inicio:	13:00	Hora final:	14:00	Inspección N°:	9 de 18
Instrumentos:				Cámara fotográfica.	
Fecha de ejecución:		04/10/2014		Revisado por: Ing. Germánico López	
Contenidos: Imágenes de las condiciones de la Acometida y Derivaciones					
					
					
OBSERVACIONES No existe mantenimiento y limpieza periódica en el cableado y pozos.					

Fuente: Autor

Tabla 15. Reporte Inspección Visual del Generador de Emergencia

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis		Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:		Generador de Emergencia	
Hora Inicio:	14:00	Hora final:	16:00
Instrumentos:		Inspección N°:	10 de 18
Fecha de ejecución:		04/10/2014	Revisado por: Ing. Germánico López
Contenidos: Imágenes de las condiciones del Generador de Emergencia FICM			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		CONDICIÓN DEL EQUIPO	
Marca:	STAMFORD	 	
KVA:	35KVA		
KW:	28KW		
Frecuencia:	60HZ		
Voltaje:	220		
Amperios	92		
Fases:	3		
Fp:	0.8		
		 	
<p>Observaciones: No se realizan tareas de limpieza periódica. No existen registros de mantenimiento en el equipo. El encendido de emergencia se lo realiza de forma manual. El equipo está en buenas condiciones, pero se encuentra inoperativo.</p>			

Fuente: Autor

4.3. LEVANTAMIENTO DE CARGAS INSTALADAS.

El levantamiento de cargas consistió en registrar los elementos consumidores de energía eléctrica y agruparlos por subtipos para conocer el porcentaje de uso de los mismos en las instalaciones de los edificios.

Siendo entonces dimensionados en las siguientes categorías:

- ✓ Cargas por luminarias.
- ✓ Cargas por equipos de oficina (Computadores, copadoras, faxes, etc.).
- ✓ Cargas por equipos de potencia (Motores, elevadores, etc.)

4.3.1. LEVANTAMIENTO DE CARGAS POR LUMINARIAS.

En el levantamiento de cargas por iluminación, se tomó en cuenta el tipo de lámpara instalado y la ubicación respecto al lugar de trabajo, ubicando también el circuito de control (Anexos: Planos de instalaciones eléctricas).

4.3.2. LEVANTAMIENTO DE CARGAS POR EQUIPOS DE OFICINA Y OTROS DISPOSITIVOS.

Se hizo referencia a todos aquellos dispositivos que forman parte en la estructura de funcionalidad del edificio, considerando equipos de audio y video, computo, redes y periféricos, televisores, aspiradoras, etc.

4.3.3. LEVANTAMIENTO DE CARGAS POR EQUIPOS DE POTENCIA.

Se referenció a los equipos que por su ubicación y funcionalidad requieren de elevadas cargas para su funcionamiento, de los cuales se pueden citar entre ellos motores eléctricos, equipos de bombeo, etc.

Tabla 16. Cuadro de Cargas por Luminaria Planta Baja Bloque A.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 							
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Ubicación:				PLANTA BAJA BLOQUE A.			
Hora Inicio:	8:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	11 de 18		
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes, cámara fotográfica.			
Fecha de ejecución:		05/10/2014		Revisado por:		Ing. Germánico López	
Contenidos:							
N°	Descripción			Características		Carga (W)	
1	Entrada Edificio			3 Fluorescentes F40WT12 x 4Lamp.		480	
2	Pasillo 1(entrada)			2 Fluorescentes. F40WT12 x 4Lamp.		320	
3	Sala de profesores			2 Fluorescentes.F40WT12/ x 13Lamp.		1040	
4	SS.HH Sala. Prof. (M)			1 Lámpara compacta		40	
5	SS.HH Sala. Prof. (F)			1 Foco incandescente		100	
6	Biblioteca FICM			2 Fluorescentes. F40WT12 x 30 Lamp.		2400	
7	SS.HH Biblioteca			1 Lámpara compacta		40	
8	Pasillo 2 (Administrativo)			2 Fluorescentes. F40WT12 x 3Lamp.		240	
9	Decanato			3 Fluorescentes.F40WT12 x 8Lamp.		960	
10	SS.HH Decanato			1 Lámpara compacta		40	
11	Secretaría Decanato			2 Fluorescentes. F40WT12 x 5Lamp.		400	
12	Secretaría General			2 Fluorescentes. F40WT12 x 4Lamp.		320	
13	SS.HH (Administrativo)			2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
14	Subdecanato			2 Fluorescentes. F40WT12 x4 Lamp.		320	
15	Secretaría Subdecanato			3 Fluorescentes. F40WT12 x 1Lamp		120	
16	Coordinación Mecánica			2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
17	Secretaría de Carreras			2 Fluorescentes. F40WT12 x 4 Lamp.		320	
18	Escaleras			2 Fluorescentes. F40WT12 x 2 Lamp.		160	
19	Bodega Conserjería			1 Foco incandescente		100	
CARGA TOTAL (W):						7720	

Fuente: Autor.

Tabla 17. Cuadro de Cargas por Luminaria Primera Planta Alta - Bloque A

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				PRIMERA PLANTA ALTA BLOQUE A	
Hora Inicio:	14:00	Hora final:	16:00	Inspección N°:	12 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:		05/10/2014		Revisado por: Ing. Germánico López	
Contenidos:					
N°	Descripción	Características		Carga (W)	
1	Pasillo	2 Fluorescentes. F40WT12 x 5Lamp.		400	
2	Secretaría de Archivo	2 Fluorescentes. F40WT12 x 1Lamp.		80	
3	Archivo	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
4	Consejo Directivo	3 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		960	
5	Unidad Inv. y Desarrollo	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
6	Seguimiento Graduados	2 Fluorescentes. F40WT12 x 1Lamp.		80	
7	Aula A1	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
8	Aula A2	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
9	Aula A3	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
10	Aula A4	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
11	Aula A5	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
12	SS.HH Damas	2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
13	Bodega Conserjería	1 Foco incandescente		100	
14	Escaleras	2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
CARGA TOTAL (W):				6420	

Fuente: Autor.

Tabla 18. Cuadro de Cargar por Luminaria Segunda Planta Alta - Bloque A

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				BLOQUE A; SEGUNDA PLANTA ALTA	
Hora Inicio:	8:00	Hora final:	13:00	Inspección N°:	13 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:		06/10/2014		Supervisado por:	Ing. Germánico López
Contenidos:					
N°	Descripción	Características		Carga (W)	
1	Pasillo	2 Fluorescentes. F40WT12 x 3Lamp.		240	
2	Auditorio	2 Fluorescentes. F40WT12 x 23Lamp.		1840	
		1 Foco incandescente		100	
3	Adm. Sistemas.	2 Fluorescentes. F40WT12 x 5Lamp.		400	
4	Laboratorio 1	2 Fluorescentes. F40WT12 x 12Lamp.		960	
5	Laboratorio 2	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
6	Laboratorio 3	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
7	Secretaría Posgrado	2 Fluorescentes. F40WT12 x 1Lamp.		80	
8	Aula A6	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
9	Aula A7	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
10	SS.HH Caballeros	2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
11	Bodega Conserjería	1 Foco incandescente		100	
CARGA TOTAL (W):				6440	

Fuente: Autor.

Tabla 19. Carga Total por Luminaria Bloque A

Bloque A	
Planta Baja	7720 W
Primera Planta Alta	6420 W
Segunda Planta Alta	6440 W
CARGA TOTAL	20580 W

Fuente: Autor.

Tabla 20. Cuadro de Cargas por Luminaria Bloque B.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				BLOQUE B	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	17:00	Inspección N°:	14 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:		07/10/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López
Contenidos:					
N°	Descripción	Características		Carga (W)	
1	Vinculación	2 Fluorescentes. F40WT12 x 4Lamp.		320	
2	Pasillo 1	2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
3	Administración de Bienes	2 Fluorescentes. F40WT12 x 6Lamp.		480	
4	Aula B1	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		512	
5	Aula B2	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		512	
6	Aula B3	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		640	
7	SS.HH Caballeros	2 Fluorescentes. F40WT12 x 2Lamp.		160	
8	SS.HH Damas	2 Fluorescentes. F40WT12 x 1Lamp.		80	
9	Bodega Conserjería	1 Foco incandescente		100	
10	Escalera 1	2 Fluorescentes. 20Wk538A x 2Lamp.		80	
		2 Fluorescentes. F017W841 x 2Lamp.		68	
11	Pasillo 2	2 Fluorescentes. F32WT8 x 7Lamp.		448	
		2 Fluorescentes. F40k778 x 1Lamp.		80	
12	Aula B4	2 Fluorescentes. F032W765 x 4Lamp.		256	
		2 Fluorescentes. 40Wk968 x 4Lamp.		320	
13	Aula B5	2 Fluorescentes. F032W765 x 4Lamp.		256	
		2 Fluorescentes. 40Wk968 x 4Lamp.		320	
14	Aula B6	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
15	Aula B7	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
16	Escalera 2	2 Fluorescentes. 20Wk538A x 2Lamp.		80	
		2 Fluorescentes 1. F017W841 x 2Lamp.		68	
17	Pasillo 3	2 Fluorescentes. F032W765 x 3Lamp.		192	
		2 Fluorescentes. F32T8 x 3Lamp.		192	
18	SS.HH Caballeros	2 Fluorescentes. F032W765 x 1Lamp.		64	
19	SS.HH Damas	2 Fluorescentes. F032W765 x 1Lamp.		64	
20	Aula B8	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
21	Aula B9	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
22	Aula B10	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
23	Aula B11	2 Fluorescentes. F032W765 x 8Lamp.		512	
24	Escalera 3	2 Fluorescentes. 20Wk538A x 2Lamp.		80	
		2 Fluorescentes. F017W841 x 1Lamp.		34	
CARGA TOTAL (W):				8638	

Fuente: Autor.

Tabla 21. Cuadro de Cargas de Equipos de Oficina y Redes Bloque A y B

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA </div> 				
Centro de Estudio y Análisis			Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:			BLOQUES A y B	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	18:00	Inspección N°: 15 de 18
Instrumentos:			Cuaderno de apuntes, cámara fotográfica.	
Fecha de ejecución:		08/10/2014	Revisado por: Ing. Germánico López	
Contenidos:				
N°	Descripción	Cantidad	Carga individual (W)	Carga total (W)
1	Televisores	2	180	360
2	Monitores plasma	6	150	900
3	Proyectores	6	270	1620
4	Pantallas de proyección	10	80	800
5	DVD'S	2	80	160
6	Radiograbadoras	4	35	140
7	Amplificadores	2	40	80
8	Cajas Parlante	4	450	1800
9	Computadores.	111	250	27750
10	UPS'S	6	800	4800
11	Copiadoras	2	1300	2600
12	Impresoras	12	400	4800
13	Faxes	2	40	80
14	Calefactores	1	1500	1500
15	Mini Neveras	1	70	70
16	Cafeteras	3	1000	3000
17	Extractores de olores	6	150	900
18	Aire Acondicionado	5	2500	12500
19	Secadores de manos	12	2100	25200
20	Sensor anti robo	1	250	250
21	Pizarra electrónica	1	100	100
22	Aspiradoras	1	3000	3000
23	Equipos de redes	1	4650	4650
CARGA TOTAL (W):				97060

Fuente: Autor.

Tabla 22. Cuadro de Cargas por Luminaria del 'Bar y Aso. Estudiantes FICM

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				Aso. FICM, Bar.	
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	11:00	Inspección N°:	16 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:		09/10/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López
N°	Descripción	Características		Carga (W)	
1	Aso. FICM	2 Fluorescentes. F40WT12 x 12Lamp.		960	
		2 Lámpara compacta		80	
		2 Foco incandescente		200	
2	BAR	2 Fluorescentes. F40WT12 x 8Lamp.		960	
CARGA TOTAL					2200

Fuente: Autor.

Tabla 23. Cuadro de Cargas por Equipos Bar y Aso. FICM

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica	
Ubicación:				Aso. FICM, Bar.	
Hora Inicio:	12:00	Hora final:	15:00	Inspección N°:	17 de 18
Instrumentos:				Cuaderno de apuntes.	
Fecha de ejecución:		09/10/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López
Contenidos:					
N°	Descripción	Cantidad	Carga individual (W)	Carga total(W)	
1	Televisores	2	180	360	
2	Computadores	6	250	1500	
3	Copiadoras	3	1300	3900	
4	Neveras	3	320	960	
5	Equipo de sonido	1	80	80	
6	DVD	1	80	80	
7	Cafeteras	2	1000	2000	
8	Secador de manos	1	1800	1800	
9	Radiograbadora	1	35	35	
10	Sanduchera	1	120	120	
11	Horno Microondas	1	800	800	
CARGA TOTAL (W):					11635

Fuente: Autor.

Tabla 24. Cuadro de Cargas de Potencia Bloque A y Bloque B FICM

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Centro de Estudio y Análisis			Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación:			Cisternas BLOQUES A y B		
Fecha de ejecución:		08/11/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López
Hora Inicio:	15:00	Hora final:	17:00	Inspección N°:	18 de 18
Contenidos:					
N°	Descripción	Características			Carga (W)
1	Cisterna Bloque "A"	Motor WEG	220V/3000W/60HZ/3450rpm		3000
		Motor SCHNEIDER	220V/2200W/60HZ/3450rpm		2200
		Lámparas	1Foco incandescente 100W		100
2	Cisterna Bloque "B"	Motor WEG	220V/5500W/60HZ/3500rpm		5500
		Lámparas	2 Fl. F032W765 x 2Lamp.		128
Carga Iluminación (W):					228
Carga Motores (W):					10700
CARGA TOTAL (W):					10928

Fuente: Autor.

Tabla 25. Carga Total por Luminaria

Carga por luminaria	
Bloque "A"	20580 W
Bloque "B"	8638 W
Aso. FICM	1240 W
Bar FICM	960 W
Cisternas	228 W
CARGA TOTAL	31646 W

Fuente: Autor.

Tabla 26. Carga Total Instalada

Carga Total FICM	
Luminaria	31646 W
Equipos y redes	108695W
Equipos de potencia	10700 W
CARGA TOTAL	151041 W

Fuente: Autor.

4.3.3.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE CARGAS POR CATEGORIAS

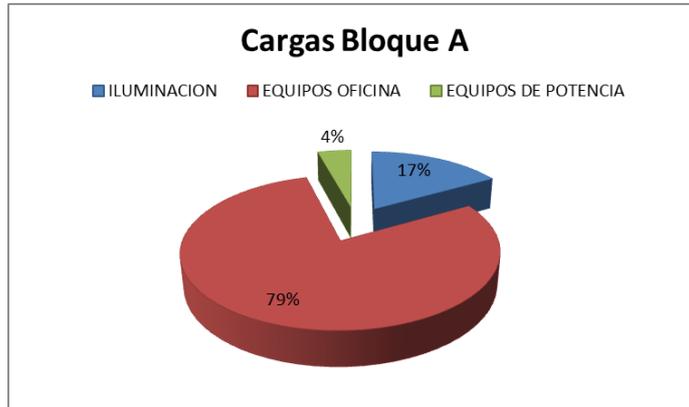


Figura 5. Porcentual de Carga instalada Bloque “A”.
Fuente: Autor.

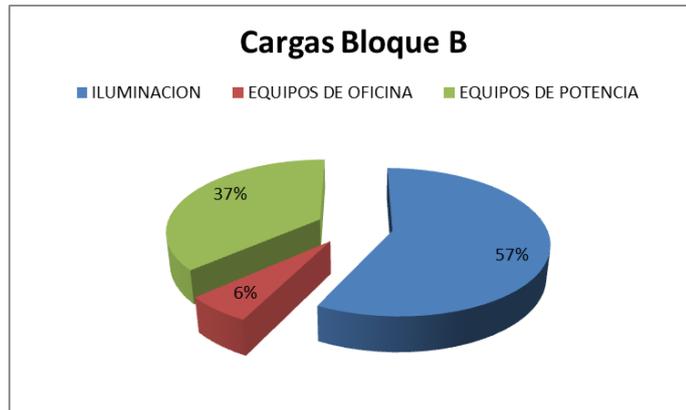


Figura 6. Porcentual de Carga instalada Bloque “B”.
Fuente: Autor.

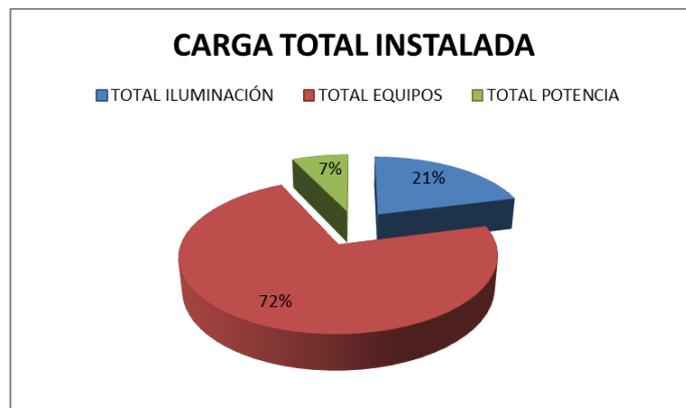


Figura 7. Porcentual de Carga Total.
Fuente: Autor.

4.3.4. TIEMPO DE USO DE LUMINARIA

En la determinación del tiempo de uso de las instalaciones fue preciso considerar aquellos departamentos que demandan mayor utilización de luminaria o que tienen mayor carga instalada y que durante la jornada laboral requieren de mayor utilización, registrando así durante un día, el uso frecuente del encendido de luminarias, detallando en forma resumida los tiempos promedio diarios que se mantuvieron en uso. Con los datos recogidos en el levantamiento de cargas se describe en la siguiente tabla el detalle de tiempos promedio registrados y el consumo teórico para el análisis.

Tabla 27. Tiempos de Utilización de Luminaria

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA </div> 					
Centro de Estudio y Análisis			Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación:			Dependencias Bloque A		
Descripción			Luminarias		
FECHA:		02/12/2014			
Hora Inicio:		07:00	Hora Término:		20:30
Instrumentos:			Cuaderno de apuntes, Libro de Excel.		
Revisado por: Ing. Germánico López					
Consumo Teórico Diario:					
Potencia Eléctrica Consumida (KW-h) = Potencia Instalada (KW) * Tiempo de Uso (h)					
No	Ítem	# de Lámparas	Carga instalada (W)	Promedio uso (h/día)	Consumo KW.h
1	Biblioteca	30	2400	13	31.2
2	Sala Profesores	13	1040	12	12.48
3	Adm. Sistemas.	7	560	11	6.16
4	Sec. Decanato	5	400	10	4
5	Sec. General.	4	320	10	3.2
6	Coord. Mecánica	2	160	10	1.6
7	Sec. Subdecanato	1	120	10	1.2

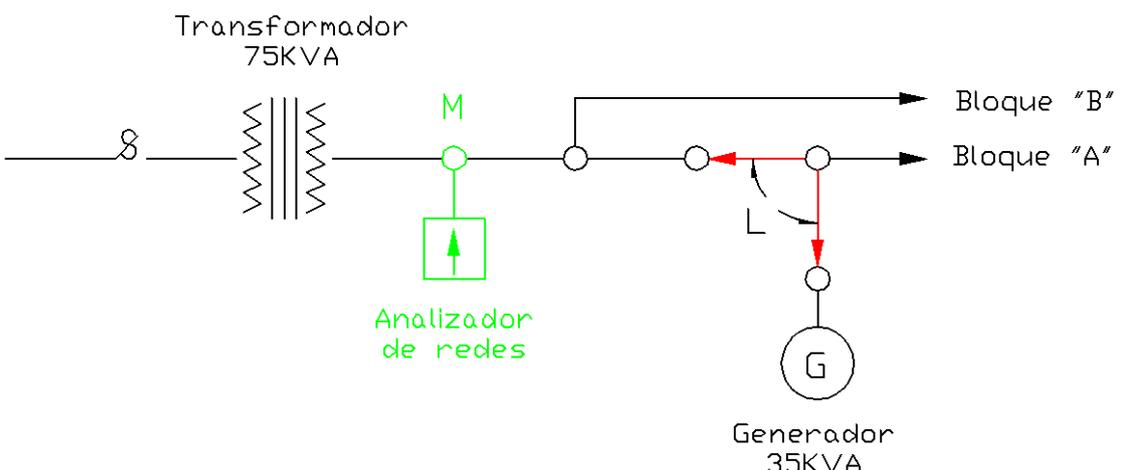
Fuente: Autor.

4.4. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para el análisis de calidad de energía eléctrica que se suministra a los edificios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, fue necesario realizar los siguientes pasos:

- 1.- Identificación del centro de transformación y acometidas.
- 2.- Identificación de los tableros de distribución de los edificios.
- 3.- Determinación del punto ideal para la instalación del analizador de redes.

Tabla 28. Descripción del Transformador, Acometidas y puntos Instalación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 	
Centro de Transformación	
Ubicación:	Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Número:	186
Potencia:	75 KVA
Medio Voltaje:	13200 V
Bajo Voltaje:	220 V
Abastecimiento principal:	Bloques “A” y “B” FICM. Aso. Estudiantes y Bar FICM.
Punto de Instalación	
 <p>The diagram illustrates the electrical setup. It starts with a 75KVA transformer connected to a network analyzer (M) in green. The system then branches into two paths: one leading to Bloque "B" and another leading to Bloque "A". A 35KVA generator (G) is connected to the line between the transformer and Bloque "A". A switch (L) is also shown on this line. A photograph of the physical transformer is included in the table's data row.</p>	

Fuente: Autor.

4.5. RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE CALIDAD DE ENERGÍA.

El objetivo principal en las que se centraron estas mediciones, fue con el fin de obtener principalmente la curva de carga diaria de los edificios, así como también los consumos que se generan durante el tiempo de medición, para de esta manera poder estimar y referenciar un consumo mensual para lograr cumplir con el objetivo primordial del presente estudio, así como también conocer la calidad de energía fluctuante que se suministra al edificio y poder realizar su diagnóstico.

Para el muestreo de resultados, previamente se estableció los siguientes parámetros de configuración en el equipo de medición:

Tabla 29. Configuración Inicial para el Registro de Datos en el Analizador de Redes

Fechas y horas de programación		Muestreo
Inicio	Finalización	Intervalo de medición
01/12/2014: 16:40	08/12/2014: 16:30	5min
Tiempo total de registro: D:h:m:s: 6:23:50:00		
Mediciones totales: 2015 (100%)		
Tipo de conexión: Sistema trifásico		

Fuente: Autor.

Los resultados que se muestran a continuación fueron analizados conforme lo establece la regulación N°004/001 del CONELEC, en donde se detallan los valores máximos permisibles en cuanto a la fluctuación y comportamiento de la corriente eléctrica para la determinación de la calidad de energía, destacando los aspectos de calidad del producto que así lo exige este reglamento y que para el análisis son prioridad destacar los siguientes:

- ✓ Nivel de voltaje
- ✓ Perturbaciones de voltaje.
- ✓ Factor de Potencia.

4.5.1. REGISTRO DE FRECUENCIA.

Se muestran a continuación los datos registrados de frecuencia.

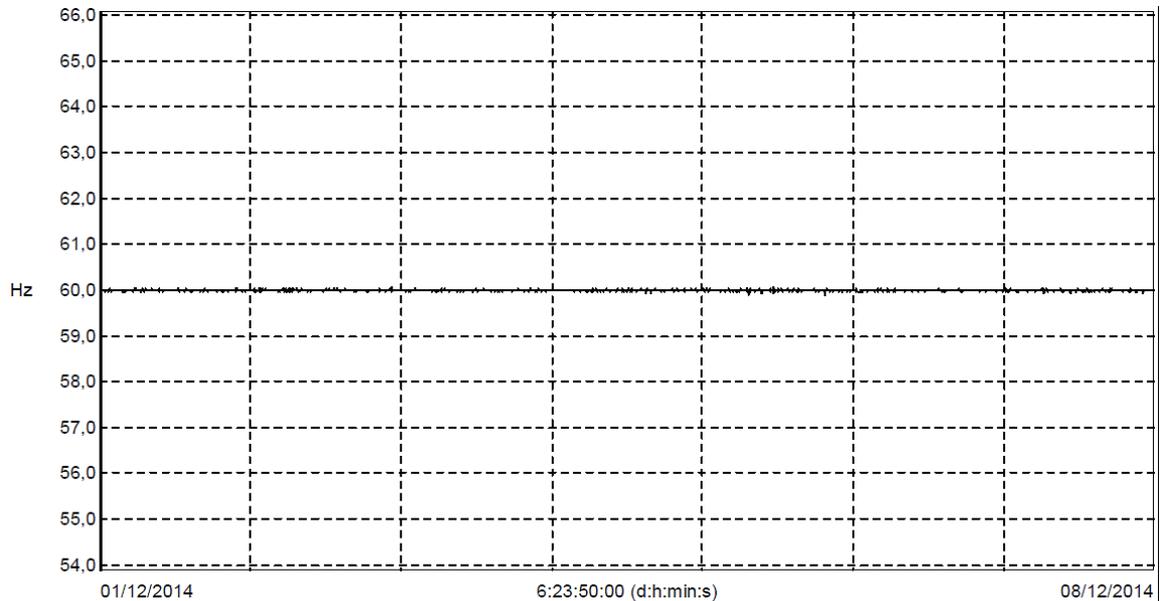


Figura 8. Señal de frecuencia vs. Tiempo.

Fuente: Autor

Tabla 30. Registro de Datos Medidos en Frecuencia (Hz)

Nominal	Límite	Registrados			Permitidos	
		Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
60 Hz	± 0.08 %	60.060	59.880	59.991	60.05	59.95

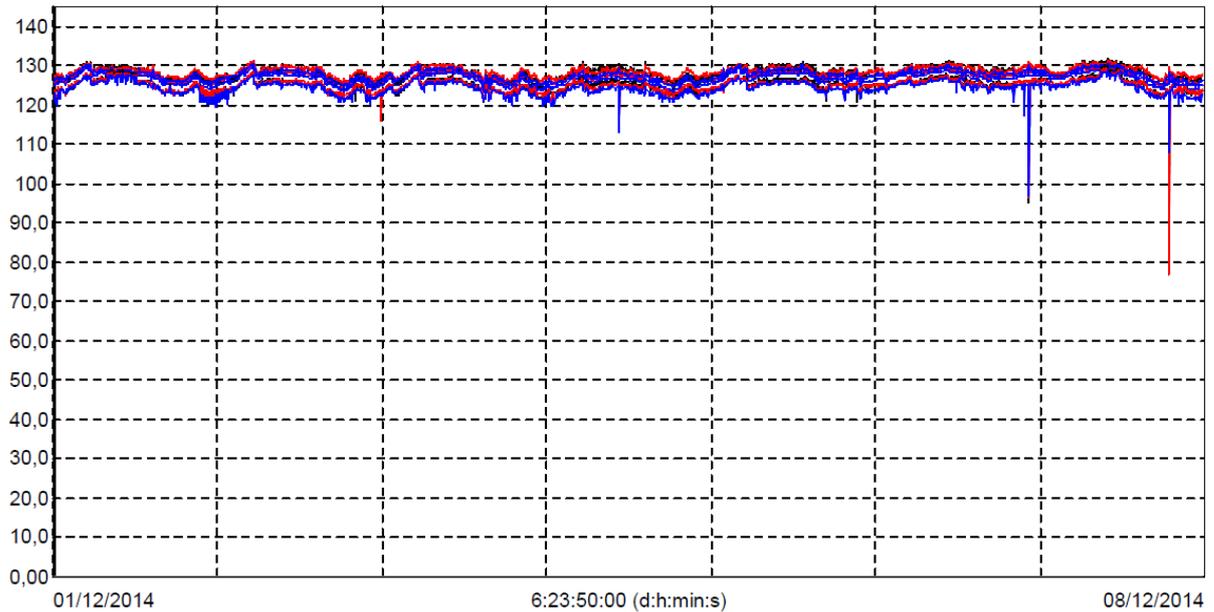
Fuente: Autor

4.5.1.1. OBSERVACIONES Y ANÁLISIS:

- a. La frecuencia nominal en el Ecuador es de 60 Hz.
- b. Se registró un valor máximo de variación de frecuencia igual a 60.06Hz, y un valor mínimo de variación de frecuencia igual a 59.88Hz quedando fuera del límite establecido, sin embargo estos valores representan juntos únicamente el 0.1% del total de mediciones realizadas.
- c. El promedio de datos de frecuencia registrados en el período de medición, se obtiene en valor de 59.991Hz, el cual está dentro del rango permitido, lo cual nos ajusta al entorno de calidad de frecuencia suministrada a la red.

4.5.2. REGISTRO DE VOLTAJES FASE - NEUTRO.

Se muestran a continuación el registro de voltaje fase – neutro.



VL1 RMS		125.9 V
VL2 RMS		126.2 V
VL3 RMS		125.6 V
VL1 RMS Max.		126.8 V
VL2 RMS Max.		127.4 V
VL3 RMS Max.		126.5 V
VL1 RMS Min.		123.7 V
VL2 RMS Min.		122.2 V
VL3 RMS Min.		121.8 V

Figura 9. Señal de Voltaje [(FASES – NEUTRO) vs. Tiempo]

Fuente: Autor

Tabla 31. Datos Registrados de Voltaje (Fase - Neutro)

Voltaje Nominal: 127V				
Voltajes / línea	Máximo	Mínimo	Promedio	Unidad
VL1 RMS	130.4	123.9	127.458	V
VL1 RMS Max.	131.8	125	128.480	V
VL1 RMS Min.	130	91.9	125.1	V
VL2 RMS	130.3	124.5	127.422	V
VL2 RMS Max.	131.3	125.6	128.55	V
VL2 RMS Min.	129.2	76.8	125.018	V
VL3 RMS	129.6	123.3	126.625	V
VL3 RMS Max.	130.7	124.5	127.676	V
VL3 RMS Min.	128.7	96.9	124.280	V

Fuente: Autor

4.5.2.1. OBSERVACIONES:

- a. Configuración Fase-Neutro: Valor nominal de voltaje=127V.

Según la Regulación CONELEC 004/01:

- b. La variación de voltaje en zonas urbanas no debe superar el ± 8.0 % del valor nominal, dejando conocer que los valores máximo y mínimo permisibles de fluctuación son de 137.16V y 116.84V respectivamente.
- c. El porcentaje que representa un servicio de calidad en cuanto a suministro de voltaje, no debe exceder del 5% del total de datos registrados.

4.5.2.2. ANÁLISIS DEL REGISTRO DE VOLTAJE:

- a. Los valores máximos de voltaje registrados no exceden el valor límite permisible.
- b. Los valores mínimos de voltaje que se registraron están dentro del rango permitido, no obstante existieron varias caídas de tensión. Ver Figura 9.
- c. El día miércoles 03/12/2014 se registra una caída de tensión a 115.8V en la línea 1 ocurrido a las 16:40H, dejando ver que esto pudo producirse por el encendido de un equipo deficiente o de gran potencia en esta línea, es decir, no corresponde a deficiencia en la red de distribución. Ver Figura 9.
- d. El día viernes 05/12/2014 se registra nuevamente una caída de tensión a 113V en la línea 3 ocurrido a las 03:40H, dejando ver que esto se produjo por anomalías en la red de distribución, ya que a esta hora no se pudo encender algún equipo de gran potencia en esta línea. Ver Figura 9.
- e. El día domingo 07/12/2014 se registra otra una caída de tensión considerable a 95V en la línea 3 ocurrido a las 16:00H, dejando ver que esto pudo producirse por anomalías en la red de distribución, ya que éste registro pertenece a un día no correspondiente a la jornada laboral. Ver Figura 9.
- f. El día lunes 08/12/2014 existió nuevamente una caída de tensión considerable en la red que afecto de forma simultánea a las líneas 1, 2 y 3, ocurrido a las 11:40H, fenómeno que pudo ocurrir por el encendido de

algún equipo de gran dimensión cercano a las instalaciones, o deficiencia en la red de distribución.

- g. De acuerdo con los valores medios de voltaje registrados durante el período de medición en las tres líneas, podemos observar que están dentro de los límites establecidos. Concluyendo que la fluctuación de voltaje no tiene anomalías considerables. Ver Figura 9.
- h. Considerando el porcentaje de mediciones realizadas, las caídas de tensión registradas sean estas por deficiencias en la red o por el encendido de maquinaria en el sistema, dichos valores representan el 0.15% del total de datos medidos, quedando dentro del rango permitido por el reglamento.

4.5.3. REGÍSTR0 DE FLICKERS DE CORTA DURACIÓN (P_{st})

Se muestra a continuación el registro de flickers de corta duración

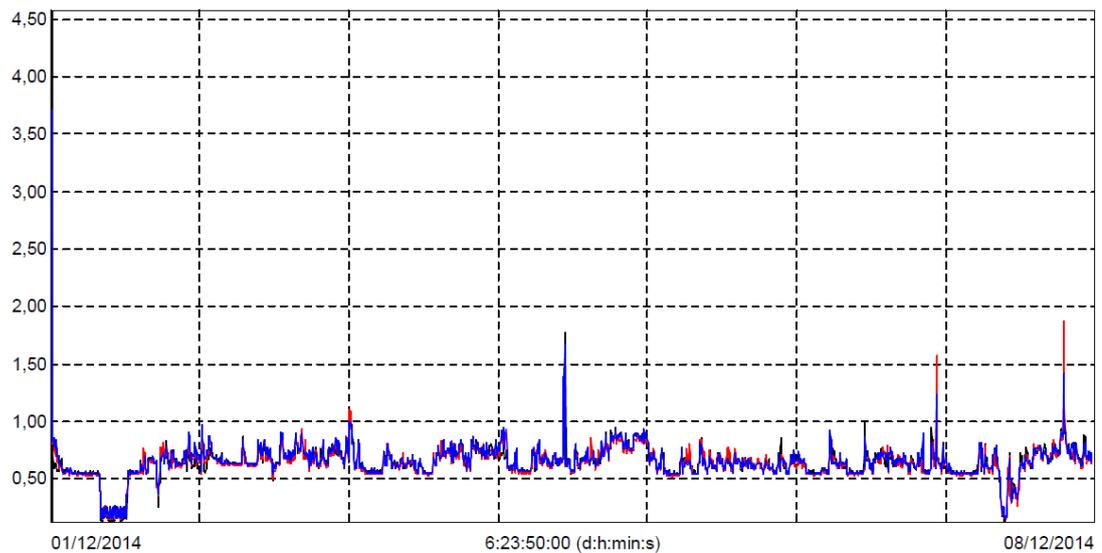


Figura 10. Señal de Flickers vs. Tiempo.
Fuente: Autor.

Tabla 32. Datos Registrados de Flickers

Límite máximo: 1				
	Señal	Máximo	Mínimo	Promedio
Pst L1		4.16	0.14	0.648
Pst L2		3.42	0.15	0.643
Pst L3		3.71	0.16	0.652

Fuente: Autor.

4.5.3.1. OBSERVACIONES:

Según la Regulación CONELEC 004/01:

- a. Para el análisis de calidad de flickers en la red, hay que considerar que el índice de severidad por flickers de corta duración (Pst), no debe exceder de la unidad, es decir el valor máximo permisible será de $Pst = 1$.
- b. El porcentaje de datos que permite evaluar la calidad del servicio, se sitúa en el 5% máximo del total de datos registrados, es decir, no deberá existir datos registrados que excedan el valor de $Pst = 1$ en un total máximo del 5% de los datos.

4.5.3.2. ANÁLISIS DEL REGISTRO DE FLICKERS:

De la figura 10 y tabla 33:

- a. Se registran valores críticos de perturbaciones en las tres líneas a las 16:40H del día lunes 01/12/2014 en el momento justo de la instalación del analizador de redes.
- b. Existen datos de perturbaciones que se presentan mayoritariamente en las líneas 2 y 3.
- c. Se registran diez perturbaciones que exceden el límite permitido en las líneas 2 y 3 durante el período de medición, sin embargo estos valores representan el 0.5% del total de datos registrados, quedando dentro del rango permitido por el reglamento.
- d. El valor promedio de fluctuación de los parpadeos en las tres líneas se mantienen dentro del límite establecido por el CONELEC.

4.5.4. REGÍSTR0 DE ARMÓNICOS DE VOLTAJE.

4.5.5. FACTORES DE DISTORSIÓN ARMÓNICA INDIVIDUAL (Vi)

Se muestra factores de distorsión armónica individual

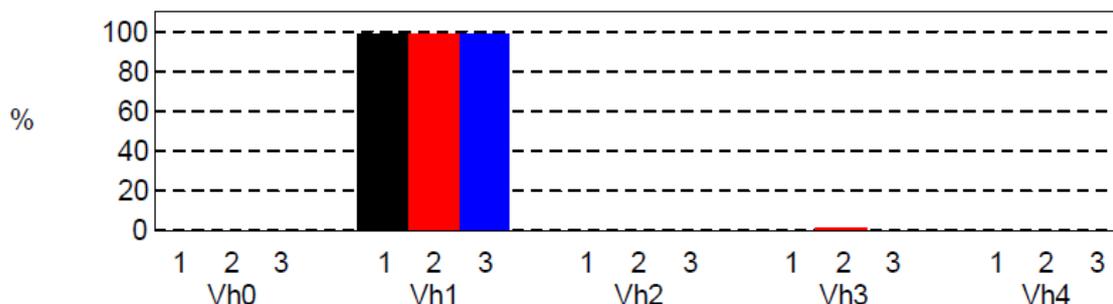


Figura 11. Histograma de distorsión armónica (1er - 4to orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 33. Histograma de distorsión armónica (1er - 4to orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos					Unidades
		Vh0	Vh1	Vh2	Vh3	Vh4	
—	L1	0.0	100	0.0	1.7	0.0	%
—	L2	0.2	100	0.0	1.9	0.0	%
—	L3	0.0	100	0.0	1.2	0.0	%

Fuente: Autor.

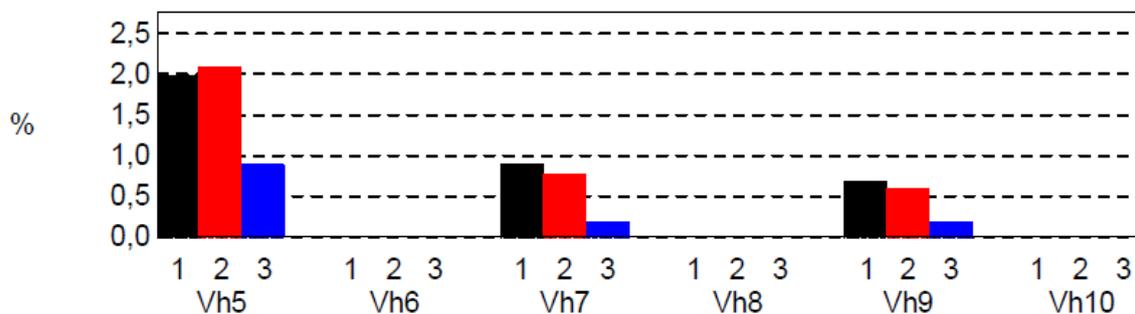


Figura 12. Histograma de distorsión armónica (5to - 10mo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 34. Histograma de distorsión armónica (5to - 10mo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh5	Vh6	Vh7	Vh8	Vh9	Vh10	
—	L1	2.0	0.0	0.9	0.0	0.7	0.0	%
—	L2	2.1	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0	%
—	L3	0.9	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	%

Fuente: Autor.

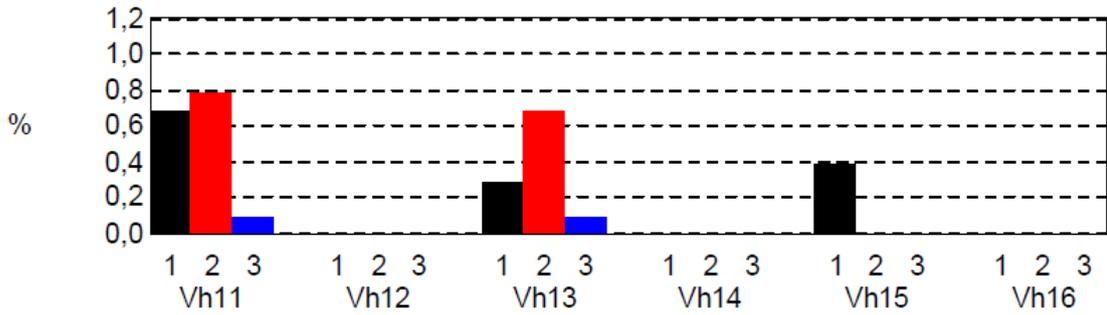


Figura 13. Histograma de distorsión armónica (11vo – 16vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 35. Histograma de distorsión armónica (11vo – 16vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh11	Vh12	Vh13	Vh14	Vh15	Vh16	
—	L1	0.7	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0	%
—	L2	0.8	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	%
—	L3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	%

Fuente: Autor.

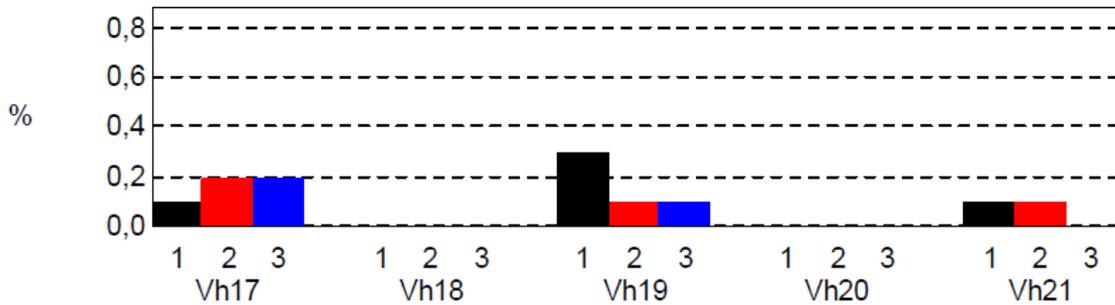


Figura 14. Histograma de distorsión armónica (17vo – 21vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 36. Histograma de distorsión armónica (17vo – 21vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos					Unidades
		Vh17	Vh18	Vh19	Vh20	Vh21	
—	L1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.1	%
—	L2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	%
—	L3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	%

Fuente: Autor.

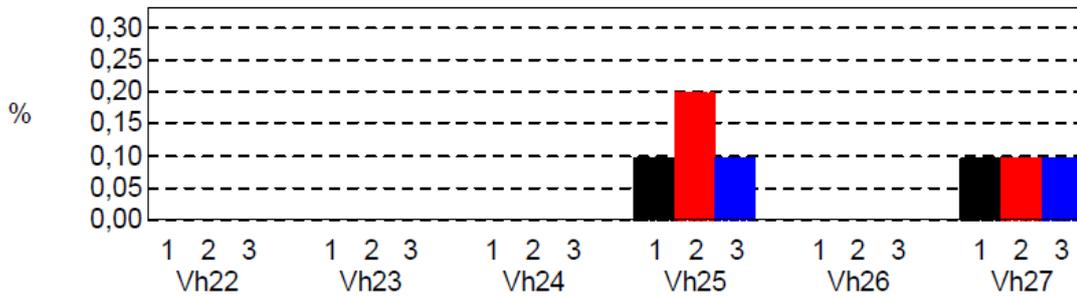


Figura 15. Histograma de distorsión armónica (22vo – 27vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 37. Histograma de distorsión armónica (22vo – 27vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh22	Vh23	Vh24	Vh25	Vh26	Vh27	
—	L1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	%
—	L2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	%
—	L3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	%

Fuente: Autor.

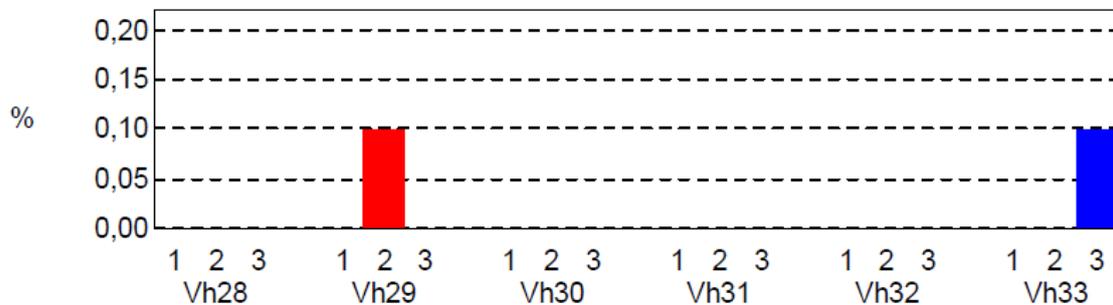


Figura 16. Histograma de distorsión armónica (28vo – 33vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 38. Histograma de distorsión armónica (28vo – 33vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh28	Vh29	Vh30	Vh31	Vh32	Vh33	
—	L1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	%

Fuente: Autor.

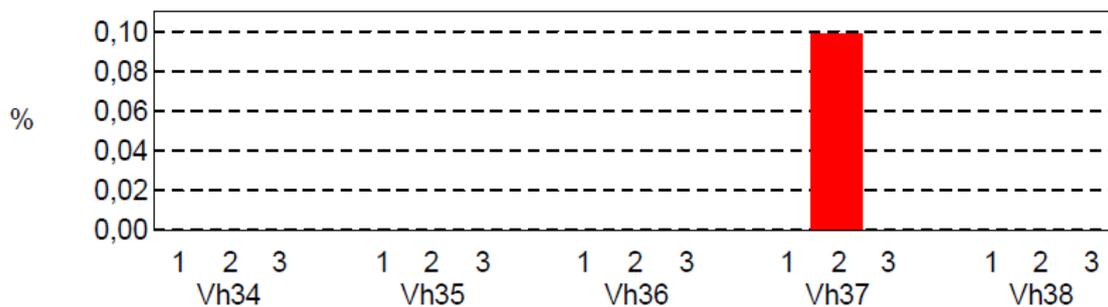


Figura 17. Histograma de distorsión armónica (34vo – 38vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 39. Histograma de distorsión armónica (34vo – 38vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos					Unidades
		Vh34	Vh35	Vh36	Vh37	Vh38	
—	L1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	%
—	L3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Fuente: Autor.

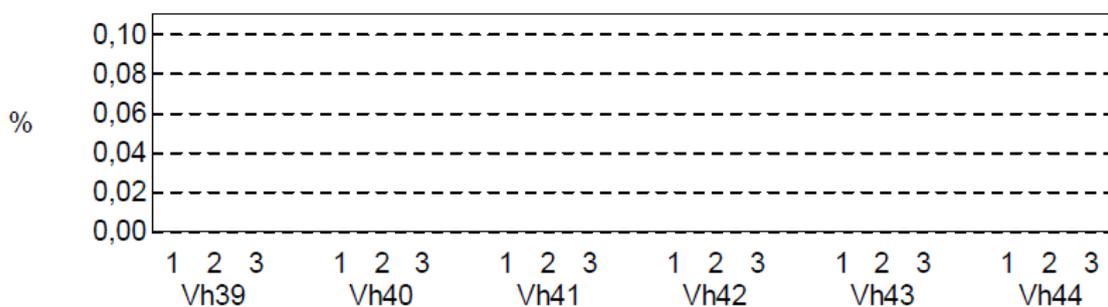


Figura 18. Histograma de distorsión armónica (39vo – 44vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 40. Histograma de distorsión armónica (39vo – 44vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh39	Vh40	Vh41	Vh42	Vh43	Vh44	
—	L1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Fuente: Autor.

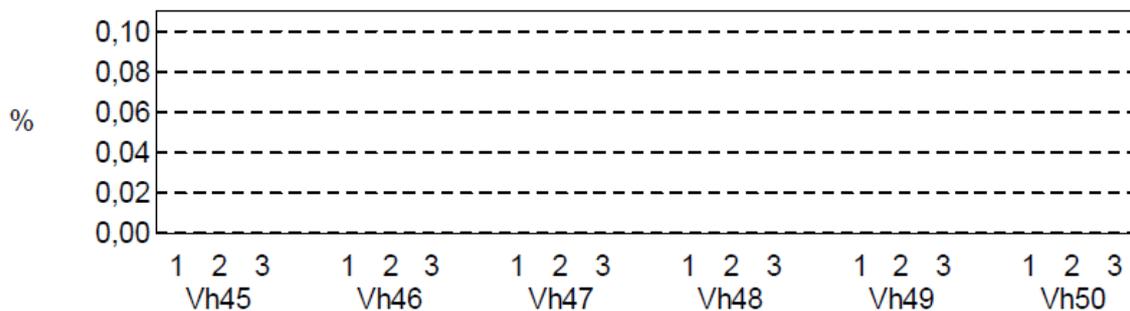


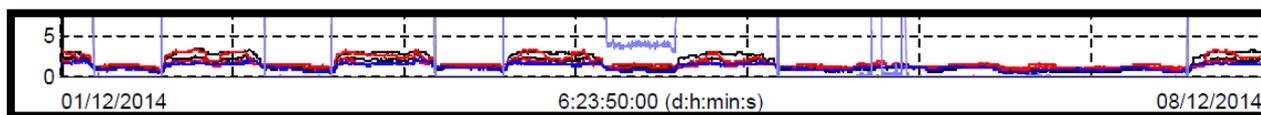
Figura 19. Histograma distorsión armónica (45vo – 50vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Tabla 41. Histograma distorsión armónica (45vo – 50vo orden), Líneas 1, 2 y 3

Líneas		Armónicos						Unidades
		Vh45	Vh46	Vh47	Vh48	Vh49	Vh50	
—	L1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
—	L3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Fuente: Autor.

4.5.6. REGÍSTRO DE DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL (THD).



V1 THD	—	3.1
V2 THD	—	3.3
V3 THD	—	1.6

Figura 20. Señal de Armónicos (THD) vs. Tiempo.

Fuente: Autor

Tabla 42. Registro de Distorsión Armónica Total THA (%)

Línea	Máximo	Mínimo	Promedio	Unidad
V1 THD	3.4	0.4	1.65	%
V2 THD	3.3	0.8	1.8	%
V3 THD	2.2	0.4	1.213	%

Fuente: Autor

4.5.6.1. OBSERVACIONES:

La regulación N° CONELEC 004/01 establece:

- a. Los valores RMS de los voltajes armónicos individuales (V_i) y la distorsión total de armónicos (THD), expresados como porcentaje del voltaje nominal en el respectivo punto de medición, no deben superar los límites establecidos V_i y THD que se señalan a continuación:

Tabla 43. Tolerancia de Armónicos de Voltaje en el Punto de Medida

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i $ o $ THD $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (tramos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

Fuente: Regulación N° CONELEC 004/01.

4.5.7. ANÁLISIS DE ARMÓNICOS REGISTRADOS.

Para la evaluación de armónicos, el analizador de redes AEMC 8335 nos da directamente los valores V_i' y THD necesarios para el análisis, por lo que a continuación se comparan los datos registrados con los valores establecidos.

4.5.7.1. ARMÓNICOS LÍNEA 1:

A continuación se comparan los datos registrados en la Línea 1 con los datos establecidos por la regulación CONELEC 004/001:

Tabla 44. Comparación de Armónicos Registrados en Línea 1

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ o $ THD' $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V ≤ 40 kV	Valores Registrados (% L1)
Impares no múltiplos de 3		
5	6.0	2.0
7	5.0	0.9
11	3.5	0.7
13	3.0	0.3
17	2.0	0.1
19	1.5	0.3
23	1.5	0.0
25	1.5	0.1
29	1.32	0.0
31	1.25	0.0
35	1.13	0.0
37	1.08	0.0
41	0.99	0.0
43	0.95	0.0
47	0.89	0.0
49	0.86	0.0
Impares múltiplos de tres		
3	5.0	1.7
9	1.5	0.7
15	0.3	0.4
21	0.2	0.1
27	0.2	0.1
33	0.2	0.0
39	0.2	0.0
45	0.2	0.0

Pares		
2	2.0	0.0
4	1.0	0.0
6	0.5	0.0
8	0.5	0.0
10	0.5	0.0
12	0.2	0.0
14	0.2	0.0
16	0.2	0.0
18	0.2	0.0
20	0.2	0.0
22	0.2	0.0
24	0.2	0.0
26	0.2	0.0
28	0.2	0.0
30	0.2	0.0
32	0.2	0.0
34	0.2	0.0
36	0.2	0.0
38	0.2	0.0
40	0.2	0.0
42	0.2	0.0
44	0.2	0.0
46	0.2	0.0
48	0.2	0.0
50	0.2	0.0
THD	8	3.4

Fuente: Autor.

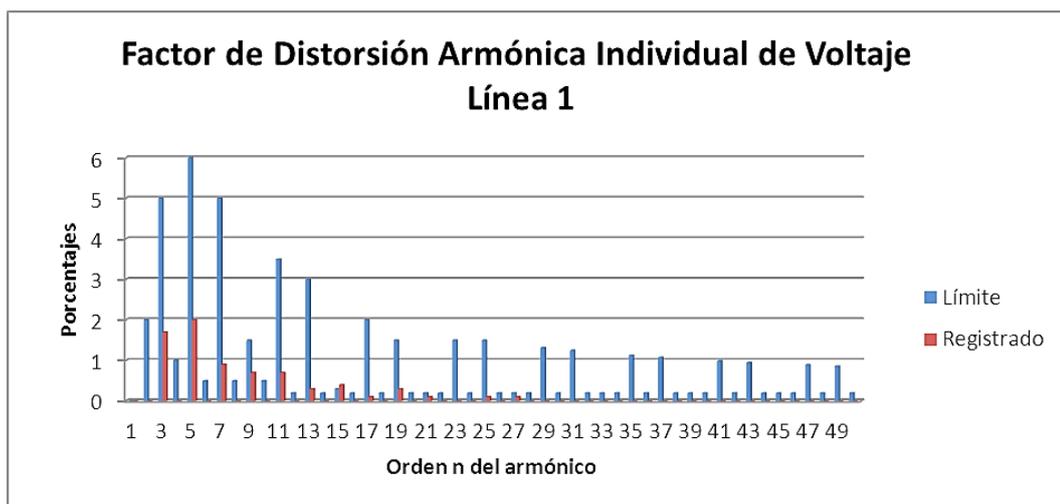


Figura 21. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la línea 1

Fuente: Autor.

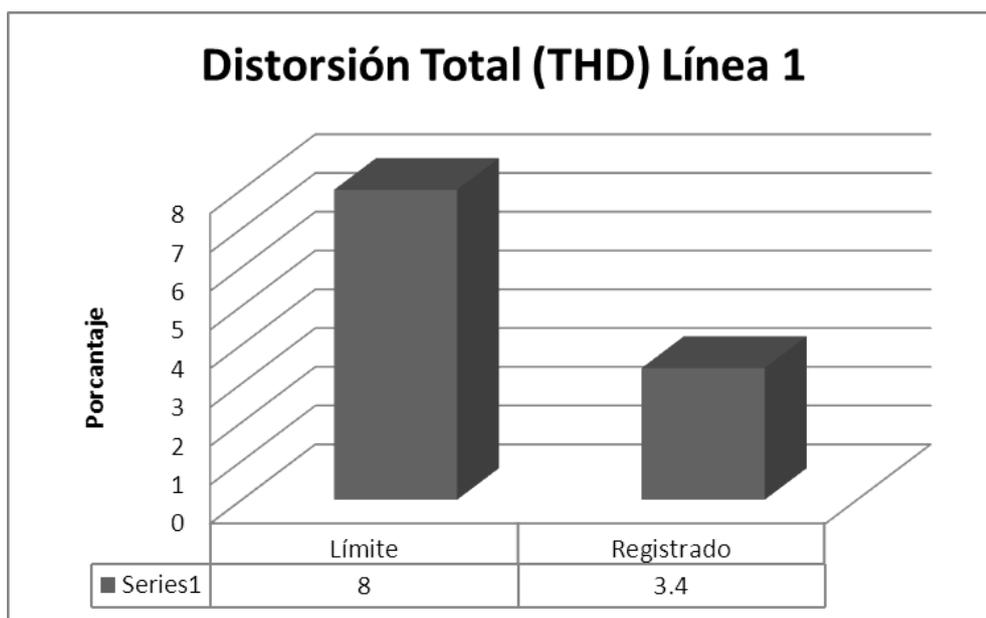


Figura 22. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la línea 1.
Fuente: Autor

ANÁLISIS DEL REGISTRO DE ARMÓNICOS PARA LA LÍNEA 1:

- ✓ Los datos registrados de factores de distorsión armónica individual de voltaje en el punto de medición para la Línea 1 están dentro de los límites establecidos por el CONELEC, a excepción del décimo quinto armónico, el cual presenta un valor del 0.4%, superando el valor del 0.3% que establece el reglamento.
- ✓ El valor máximo de Distorsión Armónica Total (THD) registrado en la línea 1 tuvo un valor del 3.4%, frente al 8% establecido por el CONELEC, mientras que los datos promedios registrados se fijan en el 1.65%.
- ✓ Se concluye que los datos de armónicos registrados en la Línea 1 están dentro de los rangos establecidos por el CONELEC.

4.5.7.2. ARMÓNICOS LÍNEA 2.

A continuación se comparan los datos registrados en la Línea 2 con los datos establecidos por la regulación CONELEC 004/01:

Tabla 45. Comparación de Armónicos Registrados en la Línea 2

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i $ o $ THD $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V ≤ 40 kV	Valores Registrados (% L2)
Impares no múltiplos de 3		
5	6.0	2.1
7	5.0	0.8
11	3.5	0.8
13	3.0	0.7
17	2.0	0.2
19	1.5	0.1
23	1.5	0.0
25	1.5	0.2
29	1.32	0.1
31	1.25	0.0
35	1.13	0.0
37	1.08	0.1
41	0.99	0.0
43	0.95	0.0
47	0.89	0.0
49	0.86	0.0
Impares múltiplos de tres		
3	5.0	1.9
9	1.5	0.6
15	0.3	0.0
21	0.2	0.1
27	0.2	0.1
33	0.2	0.0
39	0.2	0.0
45	0.2	0.0
Pares		
2	2.0	0.0
4	1.0	0.0
6	0.5	0.0
8	0.5	0.0
10	0.5	0.0
12	0.2	0.0
14	0.2	0.0
16	0.2	0.0

18	0.2	0.0
20	0.2	0.0
22	0.2	0.0
24	0.2	0.0
26	0.2	0.0
28	0.2	0.0
30	0.2	0.0
32	0.2	0.0
34	0.2	0.0
36	0.2	0.0
38	0.2	0.0
40	0.2	0.0
42	0.2	0.0
44	0.2	0.0
46	0.2	0.0
48	0.2	0.0
50	0.2	0.0
THD	8	3.3

Fuente: Autor.

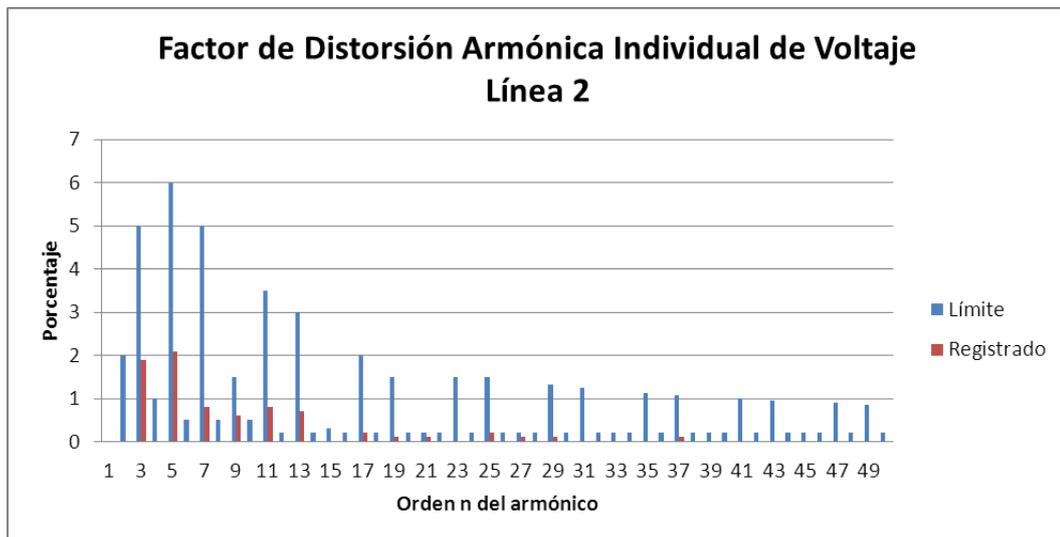


Figura 23. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la línea 2.

Fuente: Autor.

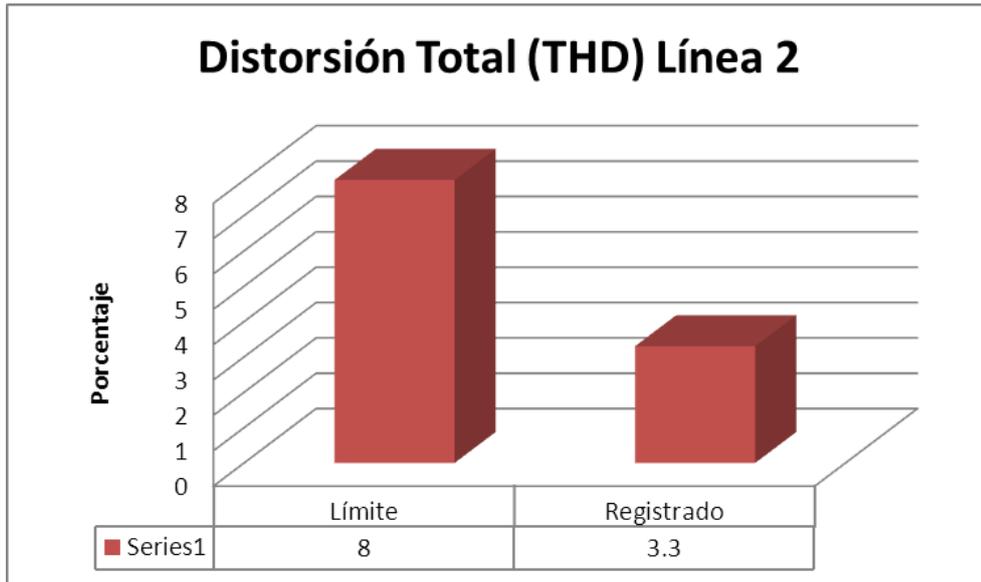


Figura 24. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la Línea 2.

Fuente: Autor

ANÁLISIS DEL REGISTRO DE ARMÓNICOS LÍNEA 2

- ✓ Los datos registrados de factores de distorsión armónica individual de voltaje en el punto de medición para la Línea 2 están dentro de los límites establecido.
- ✓ El valor máximo de Distorsión Armónica Total (THD) registrado en la línea 2 tuvo un valor del 3.3%, frente al 8% establecido por el CONELEC, mientras que los datos promedios registrados se fijan en el 1.8%.
- ✓ Se concluye que los datos de armónicos registrados en la Línea 2 están dentro de los rangos establecidos por el CONELEC.

4.5.7.3. ARMÓNICOS LÍNEA 3:

A continuación se comparan los datos registrados en la Línea 3 con los datos establecidos por la regulación CONELEC 004/01:

Tabla 46. Comparación de Armónicos Registrados en la Línea

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i $ o $ THD $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V ≤ 40 kV	Valores Registrados (% L3)
Impares no múltiplos de 3		
5	6.0	0.9
7	5.0	0.2
11	3.5	0.1
13	3.0	0.1
17	2.0	0.2
19	1.5	0.1
23	1.5	0.0
25	1.5	0.1
29	1.32	0.0
31	1.25	0.0
35	1.13	0.0
37	1.08	0.0
41	0.99	0.0
43	0.95	0.0
47	0.89	0.0
49	0.86	0.0
Impares múltiplos de tres		
3	5.0	1.2
9	1.5	0.2
15	0.3	0.0
21	0.2	0.0
27	0.2	0.1
33	0.2	0.1
39	0.2	0.0
45	0.2	0.0
Pares		
2	2.0	0.0
4	1.0	0.0
6	0.5	0.0
8	0.5	0.0
10	0.5	0.0
12	0.2	0.0
14	0.2	0.0
16	0.2	0.0

18	0.2	0.0
20	0.2	0.0
22	0.2	0.0
24	0.2	0.0
26	0.2	0.0
28	0.2	0.0
30	0.2	0.0
32	0.2	0.0
34	0.2	0.0
36	0.2	0.0
38	0.2	0.0
40	0.2	0.0
42	0.2	0.0
44	0.2	0.0
46	0.2	0.0
48	0.2	0.0
50	0.2	0.0
THD	8	2.2

Fuente: Autor.

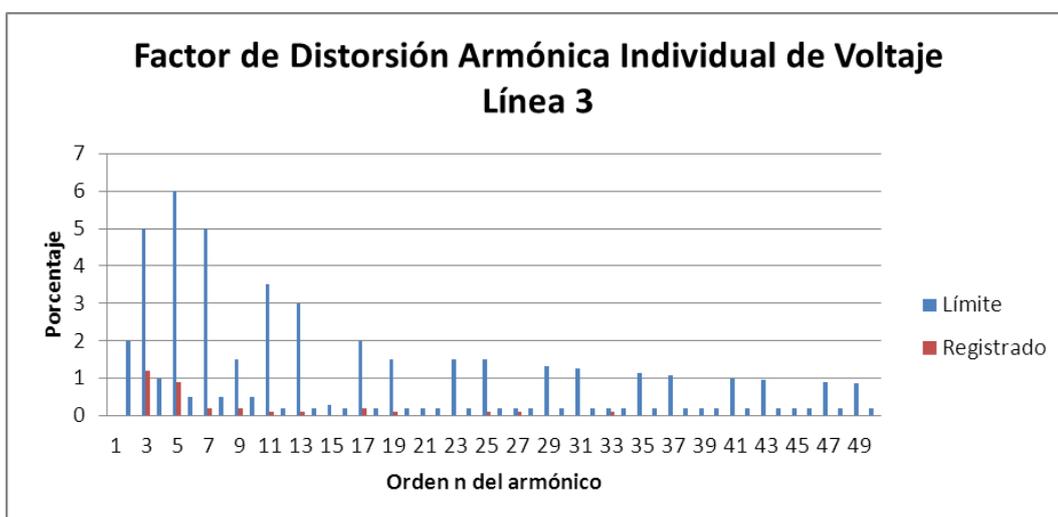


Figura 25. Comparación del Factor de distorsión Armónica para la Línea 3.

Fuente: Autor.

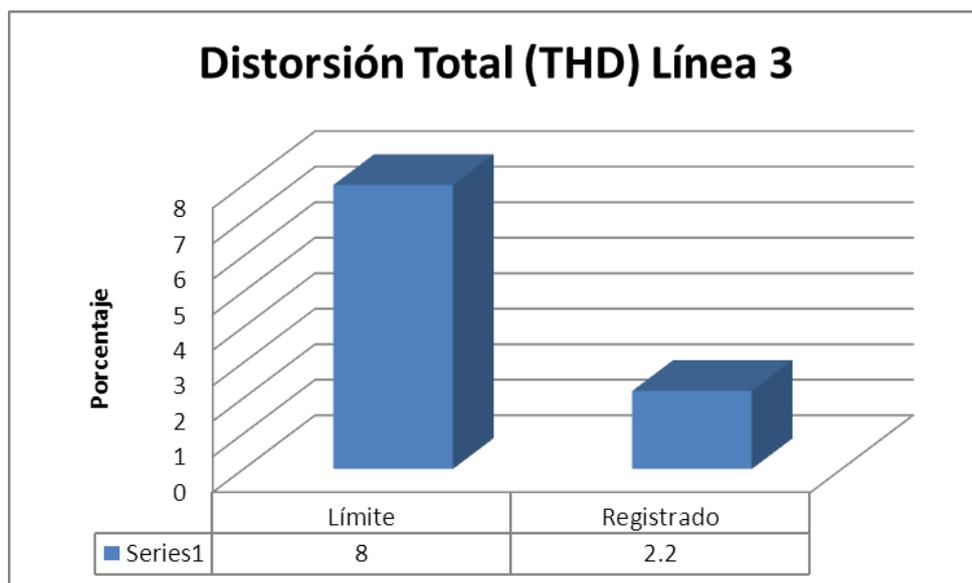


Figura 26. Comparación de Distorsión Armónica total THD para la línea 3.

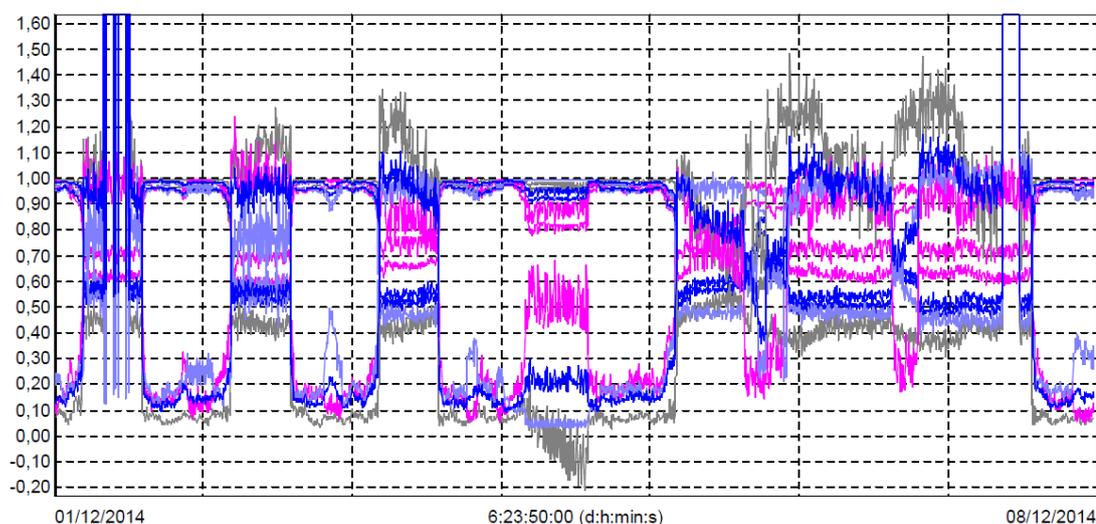
Fuente: Autor

ANÁLISIS DEL REGISTRO DE ARMÓNICOS LÍNEA 3

- ✓ Los datos registrados de factores de distorsión armónica individual de voltaje en el punto de medición para la Línea 3 están dentro de los límites establecidos.
- ✓ El valor máximo de Distorsión Armónica Total (THD) registrado en la línea 3 tuvo un valor del 2.2%, frente al 8% establecido por el CONELEC, mientras que los datos promedios registrados se fijan en el 1.213%.
- ✓ Se concluye que los datos de armónicos registrados en la Línea 3 están dentro de los rangos establecidos por el CONELEC.

4.5.8. REGÍSTRO DE FACTOR DE POTENCIA.

Se muestra registro de factor de potencia



Fp L1		0.985
Fp L2		0.960
Fp L3		0.957

Figura 27. Señal del Factor de Potencia vs. Tiempo.

Fuente: Autor.

Tabla 47. Datos Registrados del Factor de Potencia

Carga/Línea	Máximo	Mínimo	Promedio
Fp L1	0.982	0.309	0.699
Fp L2	0.979	0.544	0.797
Fp L3	0.995	0.393	0.736
FP medio	0.979	0.455	0.747

Fuente: Autor.

4.5.8.1. OBSERVACIONES:

Según la Regulación CONELEC 004/01:

- a. Para la evaluación de la calidad en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.
- b. El valor mínimo en el que está comprendido el factor de potencia es de 0.92

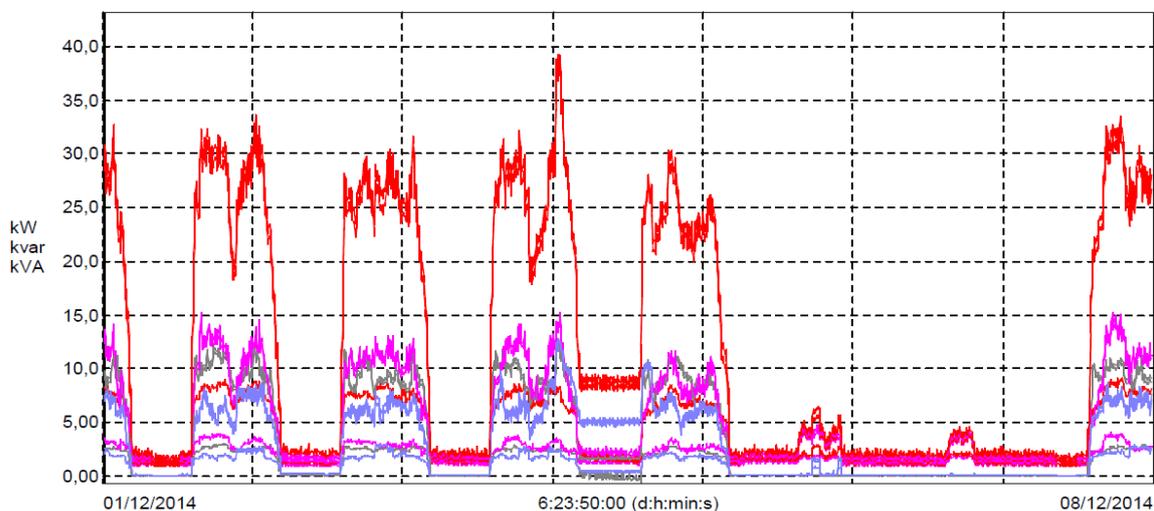
4.5.8.2. ANÁLISIS DEL REGISTRO DE FACTOR DE POTENCIA:

Al observar la Figura 27 junto con la Tabla 37, se puede concluir:

- a. El valor de factor de potencia con valores más bajos registrados se presentan en la línea 1 y línea 3, en las cuales se registran valores de hasta 0.309 y 0.393 respectivamente, valores que pueden considerarse como críticos por estar alejados del valor límite.
- b. El factor de potencia mínimo registrado en la línea 2 es de 0.544, valor que esta también por debajo del valor recomendable por el reglamento.
- c. Existen varios valores máximos de factor de potencia en las tres líneas que superan el límite fijado por el Reglamento, valores que corresponden a horarios en donde no existe utilización de equipos, sin embargo, los valores promedios en cada línea están muy por debajo de lo establecido, así como la media de factor de potencia en las tres líneas no cumplen con lo señalado, siendo este valor promedio de factor de potencia en esta red de 0.747, el cual está muy por debajo del valor de 0.92 recomendado.
- d. Es necesario tomar medidas correctivas para mejorar el factor de potencia del transformador que abastece a los edificios de la facultad.

4.5.9. REGÍSTR0 DE POTENCIAS.

Se muestra registro de potencias



P. Activa (kW)		P. Reactiva (kvar)		P. Aparente (kVA)	
W1	8.978	Var 1	2.645	VA 1	9.363
W2	12.44	Var 2	3.588	VA 2	12.96
W3	7.024	Var 3	2.091	VA 3	7.351
W Total	28.45	Var Total	3.324		

Figura 28. Señal de [(VA Var y W) vs. Tiempo]

Fuente: Autor

Tabla 48. Datos Registrados de Potencia

POTENCIAS	Carga/Línea	Máximo	Mínimo	Promedio	Unidad
Aparente (S)	VA L1	12721	0	4004	VA
	VA L2	15218	1429	5404	VA
	VA L3	12769	0	3149	VA
	VA Total	39228	1430	12557	VA
Reactiva (Q)	Var L1	3021	-0.611	1079	Var
	Var L2	4101	1105	2044	Var
	Var L3	2959	0	0.914	Var
	Var Total	9145	1133	4037	Var
Activa (P)	W L1	12014	0	3819	W
	W L2	14796	0.856	4862	W
	W L3	12532	0	2974	W
	W Total	38349	0.856	11654	W

Fuente: Autor

4.5.9.1. ANÁLISIS LÍNEA 1.

Potencia Activa Línea 1:

- ✓ La potencia activa máxima registrada en esta línea es de 12014W.
- ✓ La potencia activa mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia activa promedio en esta línea es de 3819W.

Potencia Reactiva Línea 1:

- ✓ La potencia reactiva máxima registrada en esta línea es de 3021W.
- ✓ La potencia reactiva mínima registrada en esta línea es de -0.611W.
- ✓ La potencia reactiva promedio en esta línea es de 1079W.

Potencia Aparente Línea 1:

- ✓ La potencia aparente máxima registrada en esta línea es de 12721W.
- ✓ La potencia aparente mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia aparente promedio en esta línea es de 4004W.

4.5.9.2. ANÁLISIS LÍNEA 2.

Potencia Activa Línea 2:

- ✓ La potencia activa máxima registrada en esta línea es de 14796W.
- ✓ La potencia activa mínima registrada en esta línea es de 0.856W.
- ✓ La potencia activa promedio en esta línea es de 4862W.

Potencia Reactiva Línea 2:

- ✓ La potencia reactiva máxima registrada en esta línea es de 3021W.
- ✓ La potencia reactiva mínima registrada en esta línea es de -0.611W.
- ✓ La potencia reactiva promedio en esta línea es de 1079W.

Potencia Aparente Línea 2:

- ✓ La potencia aparente máxima registrada en esta línea es de 12721W.

- ✓ La potencia aparente mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia aparente promedio en esta línea es de 4004W.

4.5.9.3. ANÁLISIS LÍNEA 3.

Potencia Activa Línea 3:

- ✓ La potencia activa máxima registrada en esta línea es de 12532W.
- ✓ La potencia activa mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia activa promedio en esta línea es de 2974W.

Potencia Reactiva Línea 3:

- ✓ La potencia reactiva máxima registrada en esta línea es de 2959W.
- ✓ La potencia reactiva mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia reactiva promedio en esta línea es de 0.914W.

Potencia Aparente Línea 3:

- ✓ La potencia aparente máxima registrada en esta línea es de 12769W.
- ✓ La potencia aparente mínima registrada en esta línea es de 0W.
- ✓ La potencia aparente promedio en esta línea es de 3149W.

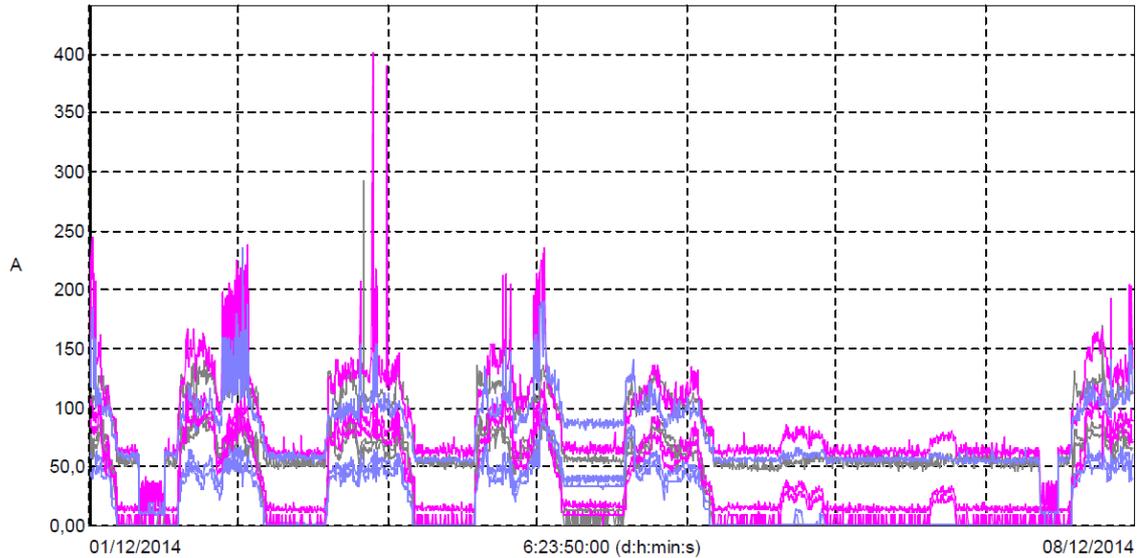
4.5.9.4. ANÁLISIS

- a. La demanda de potencia activa total máxima registrada durante el período de medición de siete días tuvo un valor de 38.35kW.
- b. La potencia aparente total máxima registrada durante el período de medición de siete días tuvo un valor de 39.23kVA.
- c. La potencia reactiva total máxima registrada durante el período de medición de siete días tuvo un valor de 2.96kVar.
- d. Como se puede observar en la Figura 28, junto con la Tabla 38 en la línea 2 se presenta un mayor requerimiento de energía, por lo que se puede deducir que en esta línea se encuentran instalados la mayor parte de equipos de la Facultad.

- e. Debido a que en la línea 2 se encuentra mayor carga instalada, se producen en esta mayor potencia reactiva.

4.5.10. REGÍSTRO DE CORRIENTE.

Se muestra registro de corriente.



A1 RMS Max.		112.5 A
A2 RMS Max.		217.0 A
A3 RMS Max.		154.5 A
A1 RMS Min.		61.5 A
A2 RMS Min.		91.0 A
A3 RMS Min.		42.5 A

Figura 29. Señal de Corrientes vs. Tiempo.

Fuente: Autor

Tabla 49. Datos Registrados de Corriente (A)

Línea	Máximo	Mínimo	Promedio	Unidad
AL1 RMS	97.80	0.0	31.699	A
AL1 RMS Max.	292.0	0.0	75.726	A
AL1 RMS Min.	91.0	0.0	27.512	A
AL2 RMS	121.5	11.10	42.596	A
AL2 RMS Max.	401.0	12.0	89.559	A
AL2 RMS Min.	109.0	0	31.533	A
AL3 RMS	102.7	0.0	25.033	A
AL3 RMS Max.	236.0	0	76.489	A
AL3 RMS Min.	91.0	0	20.186	A

Fuente: Autor.

4.5.10.1. OBSERVACIONES:

El diagnóstico del comportamiento de las corrientes debe ser realizado tomando en cuenta el siguiente aspecto:

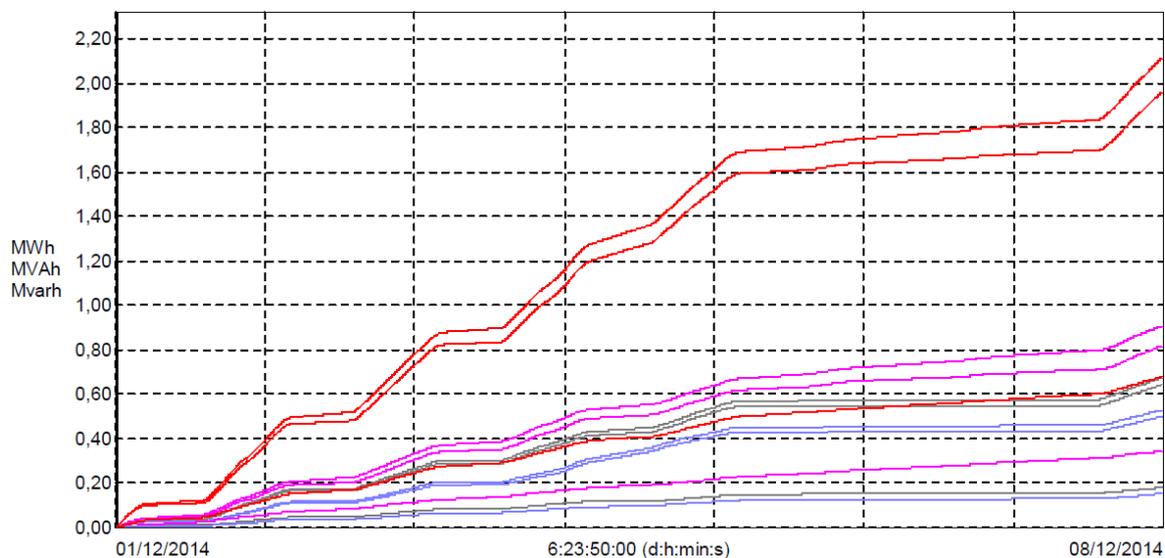
- ✓ Las corrientes en cada fase deben guardar similitud entre sí, es decir, su valor deberán ser cercanos (15%), lo cual significa que las cargas se encuentran equilibradas, caso contrario el sistema estará desequilibrado.

4.5.10.2. ANÁLISIS DEL REGISTRO DE CORRIENTE:

- a. El sistema de cargas está desequilibrado. Se puede notar en la Figura 29 que las curvas de corriente guardan similitud en el trazado durante el período de medición, pero no obstante existe mayor demanda de corriente en la línea 2, lo cual genera un gran desequilibrio en el sistema.
- b. Los índices de corriente más altos se registraron de lunes a viernes en los horarios de 07:00H a 21:00H, siendo entre las 16:00H y 19:00H el horario crítico en donde se demanda mayor cantidad de corriente en las tres líneas.
- c. Se registra una demanda de corriente máxima de 401A y 385A en la línea 2, la cual está comprendida entre las 14:00H y 17:00H del día miércoles 03/12/2014, el cual pudo ser originado por el arranque brusco de una máquina defectuosa o de gran potencia.
- d. Se registra una demanda de corriente máxima en las líneas 1 y 3 de 292A y 236A respectivamente.
- e. La demanda de corriente máxima registrada en la línea 2 los días sábado y domingo son de 86A y 82A respectivamente.
- f. La demanda de corriente máxima registrada en la línea 1 los días sábado y domingo son de 40A y 35A respectivamente.
- g. La demanda de corriente máxima registrada en la línea 3 los días sábado y domingo son de 30A y 25A respectivamente.
- h. Existe mayor carga instalada en la línea 2 en relación a la línea 1.
- i. Existe mayor carga instalada en la línea 1 en relación a la línea 3.

4.5.11. REGISTRO DE ENERGÍA.

Se muestra registro de energía



kWh1	625.2	kVarh1	210.5	kVAh1	645.2
kWh2	875.4	kVarh2	299.0	kVAh2	950
kWh3	455.3	kVarh3	164.3	kVAh3	504.6
kWh Total	1956	kVarh Total	674	kVAh Total	2100

Figura 30. Señal de Energía vs. Tiempo.

Fuente: Autor.

Tabla 50. Datos Registrados de Energía

Carga/Línea	Máximo	Unidad
VAh L1	672.40	kVAh
VAh L2	907.38	kVAh
VAh L3	528.69	kVAh
VAh Total	2108	kVAh
Varh L1	181.27	kVarh
Varh L2	343.18	kVarh
Varh L3	153.41	kVarh
Varh Total	677.85	kVarh
Wh L1	641.29	kWh
Wh L2	816.33	kWh
Wh L3	499.34	kWh
Wh Total	1957	kWh

Fuente: Autor.

4.5.11.1. OBSERVACIONES:

El registro de energía obtenido nos permite determinar el consumo de potencia respecto al tiempo en el que se está utilizando los equipos instalados en la Facultad, de esta manera nos permite analizar los costos por el cual se está haciendo uso de la misma.

4.5.11.2. ANÁLISIS DEL REGISTRO DE ENERGÍA:

- a. Durante el período de medición de siete días realizado en la acometida principal a los edificios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se registró un total de 1957kWh de energía consumida.
- b. La demanda de potencia aparente registrada fue de 2108kVAh.
- c. La potencia reactiva fue de 677.85kVARh.
- d. La determinación de costos por consumo de energía se la realiza tomando en cuenta la Potencia Activa registrada por la cual el consumidor paga.

4.6. ANÁLISIS DE COSTOS POR CONSUMO ELÉCTRICO

Para obtener datos satisfactorios sobre el presente análisis, fue necesario regirse en el pliego tarifario de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi Chico, sector en donde se encuentran las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Dicha entidad cuenta un totalizador general, que según el registro con fecha 30/12/2014 realizado por la Empresa Eléctrica Ambato arrojó los siguientes resultados:

Tabla 51. Datos de Perfil de Carga Totalizada UTA

Medidor # 0005148575	
Inicio:01/11/2014	Finalización:30/11/2014
Demanda Máxima Activa	340.7kW
Demanda Máxima Reactiva	9.83Kvar
Demanda Máxima Aparente	340.8Kva
Factor de Potencia Promedio	0.98

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato S.A

4.6.1. HISTORIAL DE CONSUMO ELÉCTRICO UTA.

Para una mejor apreciación de los consumos que se registran en la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi, es necesario desplegar la información de consumo eléctrico registrada durante un año, con lo cual se hace referencia a los costos que enfrenta dicha institución educativa, y conocer el porcentaje de demanda que representa la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.:

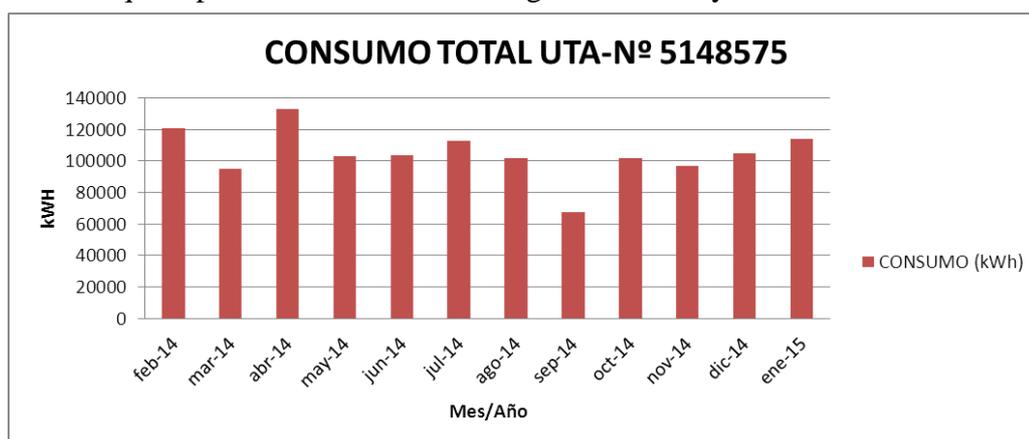


Figura 31. Historial de consumo eléctrico de un año UTA Medidor# 5148575

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato S. A.

Tabla 52. Historial de Consumo Eléctrico UTA Medidor # 5148575

Registro de consumo eléctrico mensual período 2014-2015 UTA. (kWh)						
Mes/Año	Feb./2014	Mar./2014	Ab./2014	May./2014	Jun./2014	Jul./2014
Consumo	120960	95640	133140	102900	103740	112980
Mes/Año	Ag./2014	Sept./2014	Oct./2014	Nov./2014	Dic./2014	En./2015
Consumo	102060	67620	102060	97020	104580	114240
CONSUMO MENSUAL PROMEDIO						
104720kWh/mes						

Fuente: Empresa Eléctrica Ambato S. A.

4.6.2. DETERMINACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO.

Para la determinación de consumo eléctrico requerido por la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, es necesario tomar en cuenta el total de Kilovatio-hora registrados durante los siete días de medición, entonces, en base al registro de la Figura 30 y Tabla 50 tenemos:

Consumo Registrado = 1957kWh/7días

Consumo diario promedio (Lunes a Viernes) = 364kWh/día

Consumo diario promedio (Sábados y Domingos) = 50kWh/día

Consumo mensual promedio = 8387.1kWh/mes

Según datos recopilados de las disposiciones tarifarias de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. (EEASA 2015) en relación a Clientes Corporativos, y de acuerdo con lo descrito en el pliego tarifario correspondiente a los rubros que se sujeta la Universidad Técnica de Ambato, el costo por cada Kilovatio-hora que paga dicha entidad educativa es de **0.063USD**.

Por lo tanto, los valores promedio que representa la Facultad en cuanto a consumo energético eléctrico se describe como a continuación se muestra:

Costo KWh = 0.063USD

Costo mensual medio =528.39USD

4.6.3. REPRESENTACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

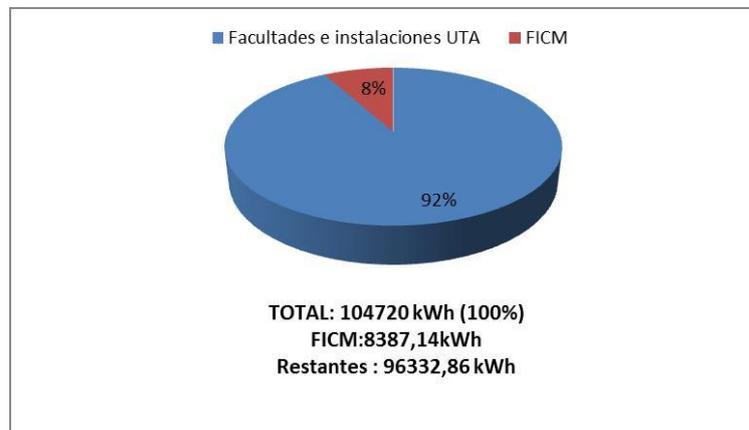


Figura 32. Porcentual de Representación de Consumo FICM vs UTA (Enero/2015)

Fuente: Autor.

4.7. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.

El análisis de los niveles de iluminación se realizó en la planta baja del Bloque A, ya que dichas instalaciones requieren mayoritariamente el uso de luminarias por ser en donde se encuentran las principales dependencias de la Facultad, como son la Biblioteca, Sala de profesores, Decanato, Subdecanato y Secretarías, esto con el objetivo de determinar si la cantidad de lámparas instaladas y sus niveles de iluminación son los adecuados conforme lo establece la Norma Técnica Ecuatoriana RTE INEN 2506 sobre Eficiencia Energética en las instalaciones ‘VEEI’.

Además, para el cálculo y evaluación de los niveles de iluminación, se tomó en cuenta la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008: “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, en donde se especifica el procedimiento de cálculo y determinación de los puntos de medición para el análisis de los niveles de iluminación, conjuntamente con la Normativa INSHT NTP-211: “Iluminación de los centros de trabajo”, COVENIN 2249,1993, Real Decreto 486,1997 y el Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”.

4.7.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Para la determinación de los niveles requeridos, identificamos las tareas que se realizan en los puntos de medición en la tabla que a continuación se muestra.

Tabla 53. Niveles de Iluminación

Área de trabajo	E.min.
Pasillos, patios y lugares de paso.	20 luxes
Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.	200 luxes
Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.	300 luxes
Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.	500 luxes

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

4.7.1.1. DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN.

Se identifican los puntos de medición de la dependencia a evaluar, aplicando la igualdad mostrada, con la cual obtenemos el índice de área.

$$IC = \frac{x * y}{h(x + y)} \quad \text{Ec. 6}$$

Dónde:

IC: Índice de área.

x, y: Dimensiones del área a evaluar (m)

h: altura de la luminaria respecto al plano de trabajo (m)

Tabla 54. Relaciones entre el Índice de Área y el Número de Zonas de Medición

Índice de área	a.- Número mínimo de puntos a evaluar	b.- Número de puntos a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC ≤ 2	9	12
2 ≤ IC ≤ 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

4.7.1.2. CÁLCULO PARA LA DOSIS DE ILUMINACIÓN (DI).

$$DI = \frac{Em}{Er} \quad \text{Ec. 7}$$

Dónde:

Em. = Nivel de iluminación medida (Lux).

Er. = Valor mínimo recomendado (Lux).

DI=Dosis de iluminación.

Tabla 55. Rango de Clasificación de Dosis

RANGO DE CLASIFICACIÓN		
BAJO	ÓPTIMO	DESLUMBRANTE
$0 > DI \leq 0.8$	$0.8 > DI < 1.5$	$DI > 1.5$

Fuente: COVENIN 2249,1993.

Una vez identificados los parámetros necesarios para la evaluación, se procedió a realizar las mediciones en las dependencias que a continuación se muestran en las Tablas de resultados de las mediciones, especificando la configuración y condiciones de la medición, el detalle de la luminaria instalada y características físicas de la dependencia.

Además se describe a continuación las características del equipo utilizado para las mediciones.

Tabla 56. Valoración de los Niveles de Iluminación Dependencias Planta Baja Bloque A FICM

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 					
Centro de Estudio y Análisis		Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN					
BAJO		ÓPTIMO		DESLUMBRANTE	
$0 > DI \leq 0.8$		$0.8 > DI < 1.5$		$DI > 1.5$	
Dependencia	Configuración de la medición.	Iluminancia media registrada (E.prom)	Iluminancia Recomendada (Em)	Dosis de iluminación	Valoración
BIBLIOTECA	1	182.81	500	0.37	BAJO
	2	450.13		0.9	ÓPTIMO
	3	189.75		0.38	BAJO
SALA DE PROFESORES	1	197.83	300	0.66	BAJO
	2	103.94		0.35	BAJO
	3	438.83		1.46	ÓPTIMO
DECANATO	1	338.44	300	1.13	ÓPTIMO
	2	76.33		0.25	BAJO
	3	180.11		0.6	BAJO
SUBDECANATO	1	356.1	300	1.19	ÓPTIMO
	2	293.89		0.98	ÓPTIMO
	3	953.56		3.18	DESLUMBRANTE
SECRETARÍA GENERAL	1	241.11	300	0.8	ÓPTIMO
	2	133.4		0.44	BAJO
	3	494.56		1.65	DESLUMBRANTE
SECRETARÍA DECANATO	1	247.67	300	0.83	ÓPTIMO
	2	212.11		0.7	BAJO
	3	506.78		1.69	DESLUMBRANTE
SECRETARÍA SUBDECANATO	1	88.75	300	0.3	BAJO
	2	16		0.05	BAJO
	3	228.25		0.76	BAJO
SECRETARÍA DE CARRERAS	1	80.67	300	0.27	BAJO
	2	98.44		0.33	BAJO
	3	16		0.05	BAJO
COORDINACIÓN MECÁNICA	1	149.11	300	0.5	BAJO
	2	361.33		1.2	ÓPTIMO
	3	304.56		1.02	ÓPTIMO
SECRETARÍA ARCHIVO	1	350.75	300	1.17	ÓPTIMO
	2	196		0.65	BAJO
	3	469.5		1.57	DESLUMBRANTE
U. PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN	1	364.25	300	1.21	ÓPTIMO
	2	242.5		0.81	ÓPTIMO
	3	678.5		2.26	DESLUMBRANTE
SECRETARÍA DE POSGRADO	1	356.75	300	1.19	ÓPTIMO
	2	248		0.83	ÓPTIMO
	3	638.5		2.13	DESLUMBRANTE

Fuente: Autor.

4.7.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES

Se determina el valor de eficiencia energética de la instalación “VEEI” de acuerdo con lo dispuesto en la normativa RTE-INEN 2506, “Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos”

$$VEEI = \frac{P (100)}{S_i E_m} \quad \text{Ec. 8}$$

Dónde:

P = Potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares en W.

S_i = Superficie iluminada en m².

E_m = Iluminancia media horizontal mantenida en lux.

El valor obtenido de eficiencia energética de las instalaciones (VEEI) de las dependencias analizadas, no deberá superar los valores consignados de acuerdo a la Tabla 64 para zonas de representación.

Tabla 57. VEEI Máxima para Zonas de Representación

Zona de actividad diferenciada	VEEI máximo (W/m²)
Administración General	6
Estaciones de transporte	6
Supermercados, hipermercados y almacenes	6
Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
Zonas comunes en edificios residenciales	7.5
Centros comerciales	8
Hostelería y restauración	10
Religioso en general	10
Salones de acto, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	10
Tiendas y pequeño comercio	10
Zonas comunes	10
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

Fuente: RTE-INEN 2506, “Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos”

Tabla 58. Eficiencia Energética de la Instalaciones FICM

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 					
Centro de Estudio y Análisis			Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
VEEI máx.= 6W/m ²					
Dependencia	Área (m ²)	Iluminancia media (E.prom.=Lux)	Potencia (W)	VEEI (W/m ²)	Valoración
BIBLIOTECA	150	182.81	2400	8.75	Ineficiente
SALA DE PROFESORES	90	197.83	1040	5.84	Permitido
DECANATO	49	338.44	960	5.78	Permitido
SUBDECANATO	33	356.1	320	2.72	Permitido
SECRETARÍA GENERAL	24	241.11	320	5.53	Permitido
SECRETARÍA DECANATO	24	247.67	400	6.73	Ineficiente
SECRETARÍA SUBDECANATO	10	88.75	120	13	Ineficiente
SECRETARÍA DE CARRERAS	30	80.67	320	13.22	Ineficiente
COORDINACIÓN MECÁNICA	20	149.11	160	5.36	Permitido
SECRETARÍA ARCHIVO	16	350.75	240	4.27	Permitido
U. PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN	16	364.25	80	1.37	Permitido
SECRETARÍA DE POSGRADO	16	356.75	80	1.4	Permitido

Fuente: Autor.

4.8. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez realizadas las mediciones correspondientes, se logró verificar que según lo estipula la Regulación CONELEC N°004/001, el valor del factor de potencia registrado en el sistema principal de abastecimiento tiene un valor de $fp=0,75$ frente a un $fp=0,92$ establecido por el reglamento, por tanto no se cumple con los niveles recomendados. Mientras que los valores de eficiencia energética de las instalaciones (VEEI) en varias dependencias sobrepasan los límites permisibles por la normativa RTE-INEN 2506: Eficiencia Energética en Edificaciones, para lo cual es preciso tomar medidas correctivas para lograr la eficiencia energética.

Del análisis obtenido y lo exigido por la regulación existente, se detalla en la Tabla 66 de manera aplicable, los logros de mejora y consumo en los puntos críticos donde se requiere mayor atención para mejorar la eficiencia de las instalaciones y reducir el consumo de energía eléctrica.

Tabla 59. Verificación de la hipótesis con la implementación de mejoras

Línea Base de consumo: 364kWh/diario (Lunes a Viernes)								
fp recomendado ($\cos\phi$)= 0.92								
VEEI máximo permisible para zonas de representación= 6W/m²								
No.	Ítems	Condición actual			Condición optimizada			Ahorro (%)
1	Factor de Potencia	Fp=0.75			Fp=0.92			17% de Línea Base
	Dependencias FICM	Carga (W)	VEEI (W/m ²)	Consumo diario (kWh)	Carga (W)	VEEI (W/m ²)	Consumo diario (kWh)	Ahorro por sector de uso (%)
2	Biblioteca	2400	8.75	31.2	832	3.03	10.82	65%
3	Sec. Carreras	320	13.2	2.56	128	5.3	1.02	60%
4	Sec. Decanato	400	6.73	3.2	320	5.37	2.56	20%
5	Sec. Subdecanato	120	13	0.96	48	5.4	0.38	60%

Fuente: Autor

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES:

- ✓ No existe documentación del tendido del sistema eléctrico, careciendo de planos de instalaciones eléctricas y diagramas unifilares que permitan desarrollar adecuadamente trabajos posteriores de implementación de equipos eléctricos en las instalaciones de los Bloques A y B de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- ✓ Existe distribución deficiente de circuitos de iluminación y lámparas por zona de trabajo en varios salones del Bloque A de la Facultad, evidenciándose esto principalmente en el Laboratorio de Computo No. 1 la Biblioteca, Sala de Profesores y varias aulas de clase de los dos Bloques, lo que incide en el uso innecesario de lámparas.
- ✓ No se realizan tareas periódicas de mantenimiento y limpieza en los pozos en donde se encuentran realizadas las conexiones de las acometidas.
- ✓ Las conexiones e instalaciones eléctricas realizadas en el tablero de distribución del Bloque A son deficientes, además el acceso al tablero no cuenta con la debida seguridad y su punto de instalación no permite realizar adecuadamente trabajos de limpieza y mantenimiento.
- ✓ Las instalaciones y conexiones del tablero de distribución principal del Bloque B de la Facultad se encuentran en muy buen estado, no obstante, este sistema comparte el mismo espacio con el equipo de bombeo, lo que pone en riesgo la integridad de los circuitos y equipos allí existentes.
- ✓ El equipo de bombeo en la cisterna del Bloque A cuenta con dos motores eléctricos, uno de ellos con una potencia de 3000W y $F_p = 0.82$, mientras que el segundo equipo tiene una potencia de 2200W y $F_p = 0.8$, estos equipos representan el 4% del total de la carga instalada en este bloque.

- ✓ El equipo de bombeo en la cisterna del Bloque B cuenta con un motor eléctrico con potencia de 5500W para su funcionamiento con un factor de potencia de $F_p = 0.87$, representando el 37% de la carga total instalada en este bloque.
- ✓ El valor de factor de potencia promedio registrado es de $f_p = 0.75$, el cual está por debajo del valor de operación recomendable ($f_p = 0.92$) establecido por la regulación vigente, lo cual afecta el consumo de energía eléctrica.
- ✓ La demanda de carga de corriente se presentan mayoritariamente en la línea 2. En la Tabla 42 y Figura 29 se muestran los valores a los que cada una representa. Este requerimiento produce que el sistema este desequilibrado respecto a las líneas 1 y 3.
- ✓ La demanda de carga máxima registrada durante el período de medición en los edificios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica fue de 38.35KW en Potencia Activa, y un máximo de 39.23KVA en Potencia Aparente, dejando ver que el transformador principal de servicio no está siendo sobrecargado por su capacidad de 75KVA. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el generador de emergencia tiene una capacidad de 35KVA el cual abastece de energía al Bloque A en donde se encuentran instalados la mayor parte de equipos, el cual puede ser sobrecargado cuando se demande el uso de energía eléctrica a capacidad máxima de funcionamiento de las instalaciones.
- ✓ Los niveles iluminación artificial en las dependencias en donde se realizaron las mediciones no cumplen con los valores mínimos recomendables por el reglamento. No obstante, los niveles de iluminación natural sobrepasan estos valores en la cercanía de los ventanales.
- ✓ Existe mala distribución de circuitos de iluminación, en donde además de existir exceso de luminarias instaladas, no se mantienen los valores VEEI de eficiencia energética en varias dependencias analizadas.
- ✓ La luminaria permanece encendida en varias dependencias de la Facultad aun cuando no es necesario su uso, lo que incide en consumo innecesario de energía.

- ✓ Se determinó el consumo promedio diario de energía eléctrica en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, el cual se fija en 364kWh de lunes a viernes, y 50kWh sábado y domingo. estimando que el consumo mensual promedio es de 8387.1kWh.
- ✓ El promedio de consumo mensual de energía eléctrica de la Universidad Técnica de Ambato es de 104720kWh, mientras que los 8387.1kWh de consumo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica estimados en el análisis, representa el 7% del consumo total.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Distribuir e instalar tomacorrientes de manera apropiada en la Biblioteca de la Facultad, acorde a las necesidades de los estudiantes y docentes, considerando los respectivos requerimientos técnicos.
- ✓ Realizar un estudio de acondicionamiento en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para mejorar las condiciones higrotérmicas, tanto para el personal como para el cuidado de los libros.
- ✓ El montaje de los equipos de bombeo de los Bloques A y B no son adecuados, se recomienda realizar las instalaciones eléctricas y su montaje de manera apropiada.
- ✓ Adecuar y realizar correctamente las instalaciones eléctricas en el tablero de Distribución del Bloque A, conformando un espacio idóneo para su instalación, identificando las líneas de abastecimiento de electricidad para un correcto monitoreo de las cargas instaladas en cada una de ellas.
- ✓ Equilibrar el sistema trifásico eléctrico redistribuyendo las cargas.
- ✓ Diseñar un plan de mantenimiento y un diseño de control automático de encendido para el generador de emergencia.
- ✓ Utilizar luminaria LED en las zonas donde se requiere mayor utilización, y zonas en donde no se pueden aprovechar iluminación natural o donde no se disponga de ventanales.

- ✓ Instalar sensores de proximidad para el encendido de lámparas, especialmente en las escaleras, servicios higiénicos y pasillos de los edificios de la Facultad.
- ✓ Realizar un rediseño del sistema de iluminación en la Biblioteca de la Facultad para reducir los consumos.
- ✓ Reubicar los puestos de trabajo en las oficinas administrativas para evitar obstruir las entradas de luz natural.
- ✓ Realizar una redistribución de circuitos de iluminación de acuerdo a la configuración y orientación del edificio en las diferentes zonas analizadas, ubicando los puntos críticos en donde deben retirarse o instalarse nuevas luminarias.
- ✓ Colocar películas translúcidas en los ventanales para evitar deslumbramientos en días soleados, y poder mantener la luminaria apagada en horarios en donde predomina la iluminación natural.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: Plan de Mejoramiento de instalaciones eléctricas en las áreas críticas de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica para reducir los consumos eléctricos.

Institución ejecutora: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ubicación: Provincia: Tungurahua.

Cantón: Ambato.

Sector: Campus Huachi Chico.

Dirección: Av. Los Chasquis entre Río Guayllabamba y Río Payamino.

Beneficiarios: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Personal Docente y Estudiantil.

Equipo Responsable: Investigador Antonio Figueroa.

Tutor Ing. Msc. Germánico López.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

Los antecedentes de la propuesta se ven reflejados en el análisis descrito en el Capítulo IV, en donde se puede observar que existen puntos críticos que requieren de un mejoramiento para lograr la eficiencia energética conforme lo establecido por la diferente normativa ecuatoriana.

Para ello se describe los siguientes puntos críticos que deben mejorarse para reducir consumos y lograr la eficiencia energética:

- Mejoramiento del Factor de potencia de la red de distribución eléctrica.
- Reemplazo de luminarias en la Biblioteca, Secretarías de Carreras, Secretaría Decanato y Secretaría Subdecanato.
- Redistribución de los circuitos de iluminación.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Enfocándonos en el análisis detallado en el Capítulo IV, podemos definir que no existen parámetros que limiten, permitan o regulen la utilización de las instalaciones de los edificios, tomando por ejemplo el caso de iluminación, donde se notaron altos índices de utilización de luminaria aun cuando no es preciso su uso y donde a pesar de existir exceso de lámparas instaladas en ciertas dependencias, no cumplen los niveles mínimos de iluminación conforme lo exige el Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de trabajo (IESS)”, como tampoco el valor VEEI de eficiencia energética de instalaciones detallado por la normativa RTE-INEN 2506, “Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos”,

De acuerdo a las deficiencias encontradas, se deberá tomar medidas correctivas que guardan relación directa con el uso eficiente de las instalaciones.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Implementar un plan de acciones dirigido al mejoramiento de las instalaciones eléctricas y su uso racional.

6.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar los procedimientos a implantarse en los puntos críticos donde se requiere mejorar la eficiencia energética.
- ✓ Proporcionar información suficiente para incentivar el uso idóneo de las instalaciones de iluminación mediante socialización, implementación de carteles o rótulos informativos sobre el uso de la luminaria.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.5.1. LEGAL

La propuesta es factible desde el punto de vista legal, debido a los requerimientos mínimos y exigencias establecidas en las diferentes Normativas de la legislación ecuatoriana, destacando así la normativa RTE-INEN 2506, “Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos” y el Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y Mejoramiento del medio ambiente de trabajo”, en donde se especifican los niveles de eficiencia energética de las edificaciones y los niveles de iluminación mínimos recomendados, así como también los requisitos que se establecen en la Normativa ISO 50001.

6.5.2. TECNOLÓGICO

Es factible, debido a que en la propuesta de mejoras planteadas, puede estar inmersa la incorporación de nuevas tecnologías para la ejecución práctica de las mejoras impuestas.

6.5.3. ORGANIZACIONAL

Es factible, debido a la gran influencia que tiene el hombre al interactuar con el ambiente de trabajo e instalaciones, comprometiéndolo directamente con el uso idóneo de los recursos disponibles que serán reflejados a la vez en beneficio de la Institución.

6.5.4. AMBIENTAL

Es factible, porque se puede lograr que se optimice el consumo de energía mediante el aprovechamiento de recursos naturales conforme lo establece el Plan Nacional de Electrificación.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. PLAN DE MEJORAS

Según el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA-Colombia), un Plan de Mejoramiento es el conjunto de elementos de control, que consolidan las acciones de mejoramiento necesarias para corregir las desviaciones encontradas en el Sistema de Control Interno y en la gestión de operaciones, que se generan como consecuencia de los procesos de autoevaluación, de evaluación independiente y de las observaciones formales provenientes de los órganos de control.

6.6.2. OBJETIVO DE UN PLAN DE MEJORAS

Según SENA, el objetivo primordial de un plan de mejoramiento es promover que los procesos internos de la entidad se desarrollen en forma eficiente y transparente a través de la adopción y cumplimiento de las acciones correctivas y a la implementación de metodologías orientadas al mejoramiento continuo.

6.6.3. PASOS A SEGUIR PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORAS

Según la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), los principales pasos a seguir para la elaboración de un plan de mejoras se deben realizar de la siguiente manera:

- a. Identificar el área de mejora.
- b. Detectar las causas del problema.
- c. Formular el objetivo.
- d. Seleccionar las acciones de mejora.
- e. Realizar una planificación.
- f. Llevar a cabo un seguimiento.

6.6.4. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

El Sistema de Gestión de la energía es una adaptación de los principios que rigen los sistemas de calidad, que hace uso de las mismas herramientas y sistemas de información, orientados a la mejora del rendimiento energético de los procesos y operaciones.

Según el modelo operativo de la Norma ISO 50001 se establecen cuatro pasos de un ciclo de mejora continua.



Figura 33. Fases de un SGE
Fuente: UNE – EN ISO 50001

En el caso de implantarse un SGE, como por ejemplo la norma UNE-EN ISO 50001, la cual prevé la posibilidad de autoevaluación y auto declaración de la conformidad por parte de la propia organización, o la certificación por parte de un organismo externo.

6.6.5. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Según Patricio Bustamante (2005), usar eficientemente la energía es una herramienta que está en nuestras manos para ayudar a disminuir el consumo de energía y disminuir la contaminación del planeta. Además nos permite ahorrar dinero.

6.6.6. OBJETIVO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Según Bustamante (2005), el objetivo de la eficiencia energética es actuar con inteligencia: obtener más beneficios usando de mejor manera la energía en lugar de generar más energía o importarla.

El ser humano es la excepción. Al observar la situación actual en el planeta, se comprueba que nuestras actividades generan contaminación y que en general, somos inconscientes en el uso de los recursos naturales.

6.6.7. AHORRO DE ENERGÍA

Según Bustamante (2005), ahorrar energía no es más que dejar de consumir o consumir menos energía. Esto puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades para evitar el consumo de energía. Cuando hay crisis y se requiere un ahorro inmediato, se recurre al racionamiento.

6.6.8. BENEFICIOS DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA.

Según Patricio Bustamante (2005), Al usar eficientemente la energía, estamos mejorando las condiciones de vida de nuestras familias, nuestra comunidad y el planeta.

Para las personas.

- ✓ Reduce los gastos en energía en los hogares y en las empresas.

Para la sociedad.

- ✓ Permite ahorrar energía y disminuir la dependencia energética.
- ✓ Reduce el daño ambiental y la contaminación.

Para todo el planeta.

- ✓ Menor uso de recursos naturales (No renovables).
- ✓ Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y contaminación.

6.6.9. MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Según Patricio Bustamante (2005), para usar la energía de manera inteligente y eficiente, hay que empezar con acciones que logran mucha eficiencia y que requieren poca inversión.

Las medidas deben priorizarse de acuerdo al ahorro que producen, al costo de implementarlas y al tiempo que tardamos en recuperar el costo de la inversión realizada. Las mejoras medidas son las que permiten mayor ahorro de energía a más bajo costo.

6.6.10. POTENCIALES DE EFICIENCIA

Según Bustamante (2005), el potencial de la eficiencia energética es el porcentaje de energía y electricidad que se puede dejar de consumir sin dejar de hacer nuestras actividades ni poner en riesgo la satisfacción de nuestras necesidades.

6.6.11. HÁBITOS DE CONSUMO

Según Bustamante (2005), cambiar los hábitos de consumo no tiene costos y produce un ahorro de entre 10% a 20% con beneficios inmediatos. El cambio de hábitos es importante, porque aunque se disponga de equipo y artefactos modernos o se acceda a nuevas tecnologías, si no se usan adecuadamente consumirán energía innecesariamente.

Modificar las conductas para usar la energía en forma inteligente y eficiente requiere el esfuerzo y la voluntad de cambiar los hábitos que se sostienen desde hace tiempos memorables.

6.7. METODOLOGÍA

De los resultados expuestos en el análisis y de la explicación de la teoría detallada, se propone seguir con los siguientes procedimientos, que más allá de las soluciones tecnológicas aplicables, corresponde al buen uso de las instalaciones por parte del alumnado en conjunto y colaboración del personal docente y logístico de la Facultad.



PUNTOS CRÍTICOS DE CONSUMO ENERGÉTICO

Ubicación: Bloques A y B Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Línea Base de Consumo: **364kWh/día** (Lunes a Viernes)

CONTENIDOS:

Dentro del análisis e inspección realizado en las instalaciones y dependencias de los edificios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se describen a continuación los siguientes puntos considerados como críticos, en donde se requiere de mejorar las condiciones de eficiencia energética para reducir el consumo eléctrico:

- 1.- Corrección del factor de potencia de la red de distribución principal.
- 2.- Redistribución de circuitos de iluminación y mobiliario en la Biblioteca.
- 3.- Reemplazo de luminaria en Secretaría de Carreras y Secretaría de Subdecanato.
- 4.- Instalación de sensores de proximidad para el encendido de luminarias en pasillos, escaleras y servicios higiénicos de los edificios de la Facultad.
- 5.- Redistribución de las instalaciones de iluminación en las dependencias de los edificios de la Facultad.
- 6.- Socialización.

1.- Corrección del factor de potencia de la red de distribución principal.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE		
Ubicación: Acometida Edificios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
CONTENIDOS: Corrección del Factor de Potencia.		
Alternativa: La corrección del factor de potencia puede concebirse como la adición de un elemento reactivo (CAPACITOR) en paralelo con la carga para que el factor de potencia se acerque más a la unidad.		
POTENCIA DEMANDADA POR EL SISTEMA		
Activa= 38.35KW		
$\cos\phi_{L1}= 0.669$		
$\cos\phi_{L2}= 0.797$		
$\cos\phi_{L3}= 0.763$		
Factor de Potencia Promedio: 0.75		
<p>Al observar los registros de Factor de Potencia en la Tabla 48 y Figura 27, y registro de Cargas en la Tabla 49 y Figura 28, se notan como los valores varían drásticamente en cada línea de servicio, es decir, por la variación que existe, no se podrá optar por el diseño o adquisición de un banco de capacitores específico (<i>fijo</i>) en este caso, sino deberá optarse por el análisis de un banco de capacitores automático que compense las necesidades de la Facultad.</p> <p>De acuerdo a las variaciones registradas, el banco de capacitores deberá ser de seis pasos, logrando con este que las compensaciones sean más finas, es decir, detectarán de mejor manera las variaciones y se logrará un ajuste de requerimientos más exacto.</p> <p>Un banco de condensadores automático detecta las variaciones en el factor de potencia, y en función de las mismas actuará sobre los contactores permitiendo la entrada o salida de los condensadores necesarios.</p> <p>El equipo consta básicamente de:</p> <ul style="list-style-type: none">- Controlador de Factor de potencia.- Condensadores.- Contactores.		



PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación:

Acometida Edificios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS:

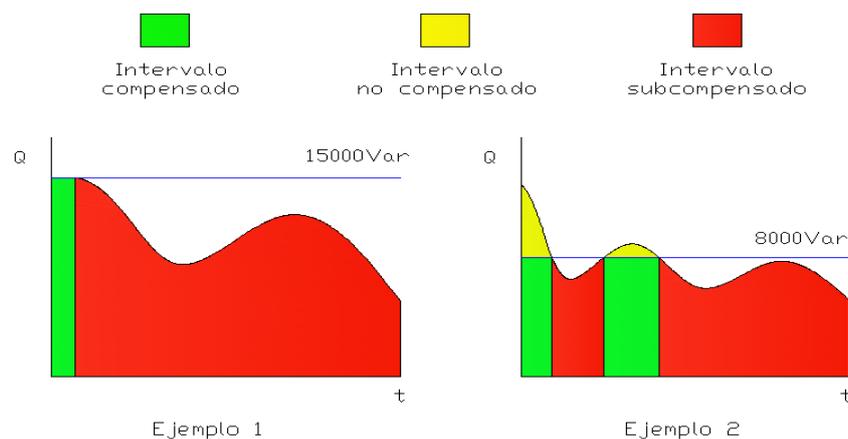
De mejorar el Factor de Potencia utilizando compensaciones fijas

ANÁLISIS TÉCNICO

DE REALIZARSE COMPENSACIONES FIJAS:

Cuando la demanda de reactivos es mínima, el factor de potencia llegará a valores cercanos a la unidad debido a que no se presentan cargas que demanden potencia reactiva, estos valores se presentan principalmente en horarios en donde no se requiere el uso de los equipos instalados en la Facultad, por tal razón no se necesitan compensaciones en el periodo de no utilización de equipos, que de acuerdo a la Figura 27, se presentan en horarios de entre las 9pm que se terminan las labores a 7am del siguiente día que se retoma la jornada.

De realizarse las compensaciones fijas en horarios en donde no se las requiere, existirá una sobrecompensación ya que no se requiere de potencia reactiva en ese período, y en el caso contrario el sistema estará subcompensado.



La implementación de un banco de capacitores automático evitará las sobrecompensaciones y subcompensaciones para el caso de un sistema de alimentación trifásico en donde las variaciones dependen directamente del uso de las instalaciones.



PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Acometida Edificios Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS: Mejorar el Factor de Potencia.

SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE CAPACITORES

Una forma de determinar la capacidad del banco de capacitores adecuado para corregir el factor de potencia, es utilizando la siguiente tabla:

Requerimiento:

Conocer la demanda en KW.

Factor de potencia Registrado.

Procedimiento:

- 1.- Ubicamos el valor de factor de potencia actual.
- 2.- Intersecamos este valor con el de factor de potencia deseado.
- 3.- Multiplicamos el valor de la demanda (KW) con el valor encontrado en la tabla, y obtendremos el valor de la capacidad del banco de capacitores.

Factor de potencia actual	Factor de potencia deseado						
	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.98	1.00
0.70	0.54	0.59	0.66	0.69	0.73	0.82	1.02
0.75	0.40	0.46	0.52	0.55	0.59	0.68	0.88
0.80	0.27	0.32	0.39	0.42	0.46	0.55	0.75
0.85	0.14	0.19	0.26	0.29	0.33	0.42	0.62
0.86	0.11	0.17	0.23	0.26	0.30	0.39	0.59
0.87	0.08	0.14	0.20	0.24	0.28	0.36	0.57
0.88	0.06	0.11	0.18	0.21	0.25	0.34	0.54
0.89	0.03	0.09	0.15	0.18	0.22	0.31	0.51
0.90	0.00	0.06	0.12	0.16	0.19	0.28	0.48
0.92		0.00	0.06	0.10	0.13	0.22	0.43
0.94			0.00	0.03	0.07	0.16	0.36
0.96					0.00	0.09	0.29
0.98						0.00	0.20
1.00							0.00

Fuente: [<http://www.grupoipse.com/component/content/article/9-calculer-banco-de-capacitores.html>]



MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación:

Acometida Edificios Facultad de ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS: Mejorar el Factor de Potencia.

SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE CAPACITORES

DEMANDA: 38KW.

FP Actual: 0.75

FP Deseado: 0.98

Intersecando 0.75 y 0.98: El factor es 0.68

Por tanto el valor de la capacidad del banco de capacitores será:

$$CBC = 38.35 \times 0.68$$

$$CBC = 26.08 \text{ KVar.}$$

Seleccionamos entonces el mayor valor más próximo de acuerdo a los catálogos, en este caso para que el resultado sea conservador, deberá ser de **30KVar.**

Se calcula la capacitancia del capacitor:

$$C = \frac{26080 \text{Var}}{2\pi(60)(220)^2} = 1.43 \times 10^{-3} \text{Faradios}$$

$$C = 1430 \mu\text{F}$$

Para la instalación del banco de capacitores seleccionado, se deberá conformar un espacio idóneo en el cual se monten e instalen correctamente todos aquellos elementos necesarios, en donde se deberá realizar conjuntamente la readecuación del tablero de distribución principal para el Bloque A de la Facultad.

COSTO DE LA INVERSIÓN:

Se requiere una inversión de **3060USD** para la adquisición e instalación de los dispositivos y elementos eléctricos requeridos.



PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

CONTENIDOS:

Retorno de la inversión por la instalación del banco de capacitores y readecuación del tablero de distribución para el bloque A.

Considerando la corrección del factor de potencia de $fp=0.75$ a $fp=0.98$ mediante la instalación del banco de capacitores se obtendrá un ahorro diario de aproximado del 20% en el consumo de energía eléctrica. Además, se contará con instalaciones adecuadas del tablero de distribución para el Bloque A.

COSTO DE LA INVERSIÓN: 3060.00USD

Por tanto se describen los ahorros que se generan:

Consumo Actual: 364KWh/diario.

Considerando una reducción del 20% de consumo actual tenemos: 291.2KWh/día.

Entonces se generan los siguientes ahorros de consumo energético:

Ahorro de consumo diario: 72.8KWh/día. (4.59USD)

Ahorro de consumo mensual: 1601.6KWh/mes. (100.9USD)

Ahorro de consumo anual: 19219.2KWh/año. (1210.81USD)

Período de retorno de la inversión(años)= Costo de la Inversión/Ahorro Anual

Período de retorno de la inversión= 2.53 años.

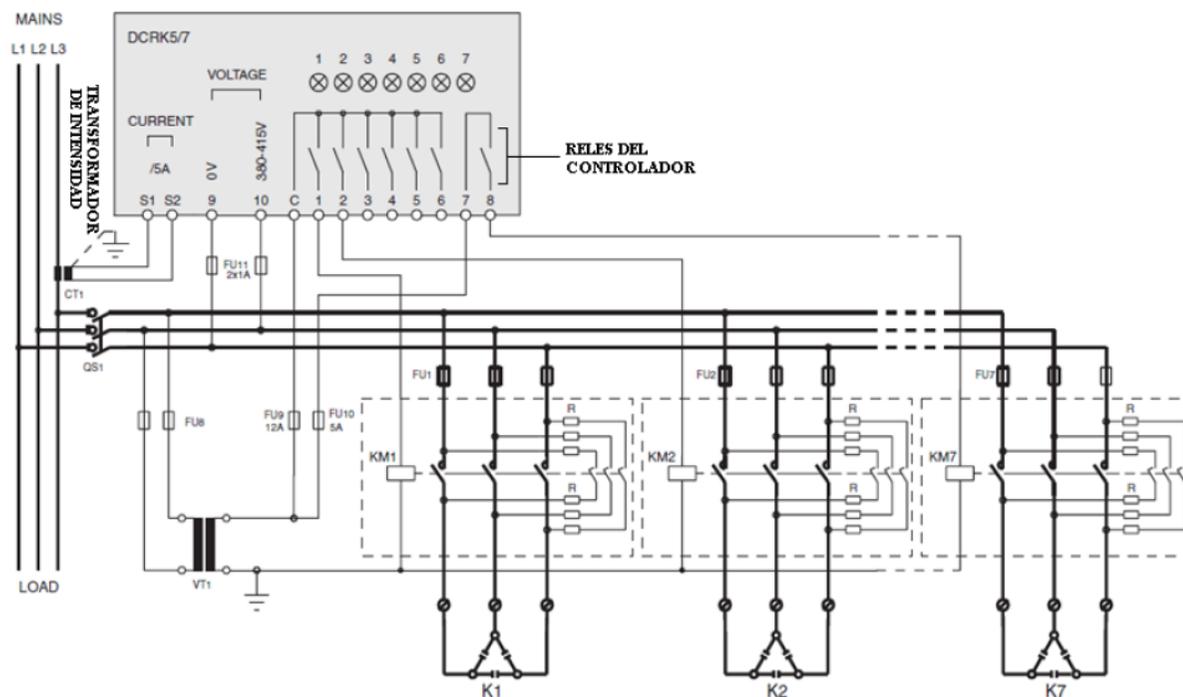


PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Acometidas Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS: Mejorar el Factor de Potencia.

Esquema de instalación de un controlador automático de factor de potencia.



Fuente: www.lovatoelectric.es [Controlador Automático DCRK5]

2.- Redistribución de circuitos de iluminación y mobiliario en la Biblioteca.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE		
Ubicación: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
CONTENIDO		
Redistribución de mobiliario e instalación de una nueva ventana en la Biblioteca.		
Metodología		
<p>La Biblioteca cuenta con amplios ventanales ubicados en la pared Sureste de la dependencia, los cuales brindan una excelente iluminación natural (700Lx) en las cercanías de las mismas aún en condiciones críticas (Nublado). Además, las lámparas de servicio para las estanterías, se encuentran mal ubicadas, lo que produce un consumo innecesario.</p> <p>Por tanto se recomienda instalar una ventana en la pared Noreste de la dependencia con dimensiones: altura (h)=1.85m; ancho (a)=3.4m, para lo cual es necesario complementar su funcionalidad con la redistribución del mobiliario allí existente reubicando la estantería de libros desde su posición actual, a la parte central de la dependencia, mientras que las mesas de trabajo se deberán ubicar en la cercanía de los ventanales en donde se cuenta con iluminación natural, será necesario además la redistribución de los circuitos de iluminación (<i>Anexo: Plano de instalaciones eléctricas No.7</i>) para delimitar el uso de luminaria en la cercanía de las ventanas.</p>		
COORDINACIÓN RESPONSABLE:		
- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM” - Dirección de Infraestructura “DIRINF”		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

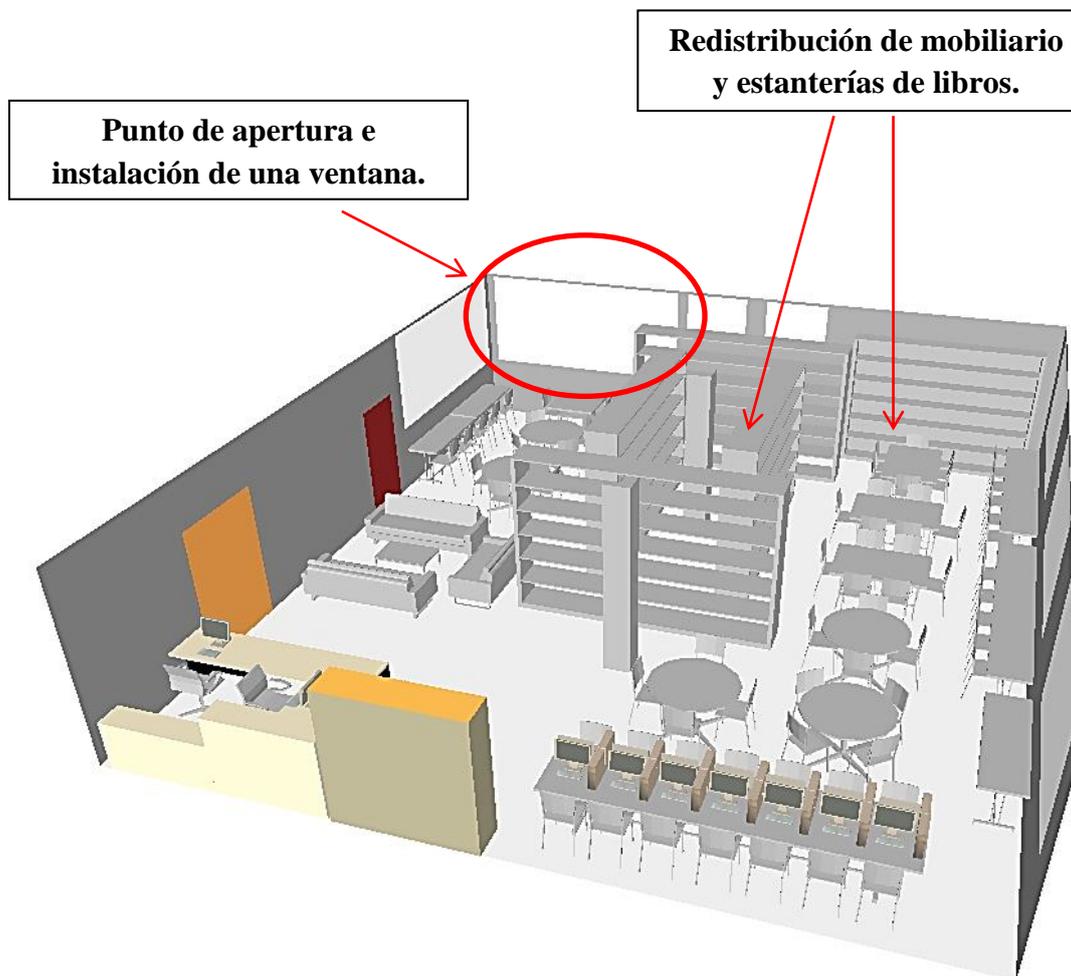


PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS: Redistribución de mobiliario Biblioteca, y localización del nuevo punto de instalación de la ventana.

Distribución de Mobiliario



Costo e instalación de la ventana: **605USD**

COORDINACIÓN RESPONSABLE:

- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica "FICM"
- Dirección de Infraestructura "DIRINF"

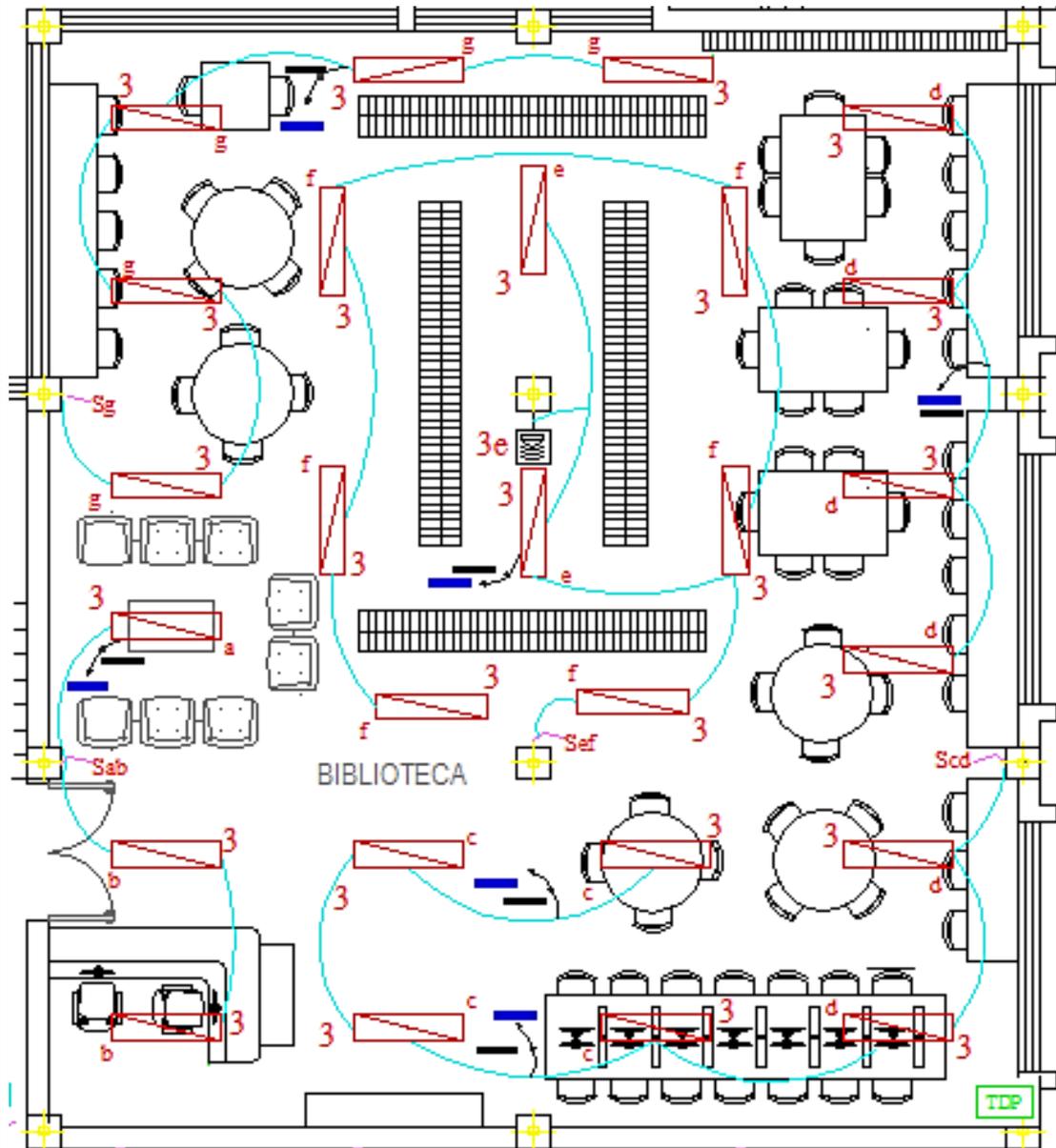


PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS:

Redistribución de circuitos eléctricos Biblioteca FICM (PLANO No.- 5)



COORDINACIÓN RESPONSABLE:

- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica "FICM"
- Dirección de Infraestructura "DIRINF"



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Biblioteca Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDOS:

Redistribución de circuitos eléctricos Biblioteca FICM

Modelo operativo para reducir los consumos mediante la redistribución de las instalaciones de iluminación y mobiliario.

Realizada la redistribución de circuitos y mobiliario se recomienda:

Hacer uso de los ventanales y persianas, permitiendo el ingreso de luz natural, de hacerlo, se limitará el uso de la luminaria como se muestra:

- ✓ Limitar el uso de los circuitos **Sg** y **Sd** durante la jornada en la cual se puede hacer uso de iluminación natural (*preferentemente en el horario de 8:00 a 16:00*), esto debido a que las luminarias de estos circuitos se redistribuyen en las cercanías de las ventanas, y cercanas a estas, existe una excelente iluminación natural en el horario especificado, salvo condiciones extremas de iluminación natural.
- ✓ Los circuitos **Sb**, **Sc** y **Sf** deberán permanecer encendidos durante toda la jornada, ya que en estos puntos la iluminación natural tiende a atenuarse y sus niveles de iluminación son bajos, mientras que el circuito **Se** estará gobernado por un sensor de movimiento.
- ✓ El circuito **Sa** permanecerá apagado y será encendido cuando su uso sea necesario.

La reducción de consumo en esta dependencia después de instauradas las mejoras, será reflejada en función del grado de concientización de quienes hacen uso de las instalaciones en el aprovechamiento de iluminación natural por medio de los ventanales existentes.

COORDINACIÓN RESPONSABLE:

- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM”
 - Dirección de Infraestructura “DIRINF”
 - Personal Docente y estudiantil.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDO:

Reemplazo de lámparas fluorescentes por lámparas LED de acuerdo a la nueva redistribución de luminarias y mobiliario en la Biblioteca FICM.

Condición actual de las instalaciones de iluminación:

Carga instalada	Tipo Luminaria	Vida útil	VEEI
2400W	60Tubos Fluorescentes F40WT12	12000h	8.75W/m ²

Consumo diario: 31.2kWh (*1.97USD/día*)

Propuesta de mejora de las instalaciones de iluminación:

Carga a instalar	Tipo Luminaria	Vida útil	VEEI
832W	52 Tubos LED T8-16W1200mm	50000h	3.03W/m ²

Consumo diario estimado: 10.81kWh (*0.68USD/día*)

Costo de la implementación: 1361.4USD

Disminución del consumo:

- ✓ Reemplazar los tubos actuales por los tubos LED especificados, proporcionan mejor iluminación y menor consumo.
- ✓ Al realizar el reemplazo de las luminarias según la nueva distribución de mobiliario y lámparas se obtiene una reducción del 65% de consumo de energía eléctrica en esta dependencia, aun manteniendo encendida toda la luminaria durante la jornada de estudios, dejando de consumirse 20.39kWh, valor que representa un costo de 1.29USD diarios

Retorno de la inversión por reemplazo de luminaria:

Ahorro de consumo diario: 20.39KWh/día. (1.29USD)

Ahorro de consumo mensual: 448.58KWh/mes. (28.74USD)

Ahorro de consumo anual: 5382.96KWh/año. (339.13USD)

Período de retorno de la inversión= 4 años.

COORDINACIÓN RESPONSABLE:

- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica "FICM"
- Dirección de Infraestructura "DIRINF"

3.- Reemplazo de luminaria en Secretaría de Carreras y Secretaría de Subdecanato.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE			
Ubicación: Secretaría de Carreras, Secretaría Decanato, Secretaría Subdecanato			
CONTENIDOS:			
Reemplazo de Tubos fluorescentes F40WT12 por Tubos LED T8-16W1200mm			
Condición Actual			
21 Tubos Fluorescentes F40WT12-1200mm			
Dependencia	Carga instalada (W)	Consumo diario (kWh)	VEEI (W/m²)
Secretaría de Carreras	320	2.56	13.2
Secretaría Decanato*	400	3.2	6.73
Secretaría Subdecanato**	120	0.96	13
Consumo Total		7.86kWh/diario	
PROPUESTA (Costo de la mejora= 287.98USD)			
11 Tubos Fluorescentes LED T8-16W1200mm			
Dependencia	Carga (W)	Consumo diario (kWh)	VEEI (W/m²)
Secretaría de Carreras	128	1.02	5.3
Secretaría Decanato*	320	2.56	5.37
Secretaría Subdecanato**	48	0.38	5.4
Consumo Estimado		4.14 kWh/diario	
Reducción de consumo por las mejoras en las dependencias descritas 47%			
Ahorro anual: 982.1kWh/año (61.9 USD)			
Retorno de la Inversión: 4.65 años			
ACTUACIONES:			
<ul style="list-style-type: none"> - Se mantiene el tipo de luminaria instalado en Secretaria de Carrera y Secretaria de Subdecanato, y se reemplazan 11 tubos fluorescentes de 40Wc/u por 11 tubos LED de 16W c/u respectivamente. 			
<ul style="list-style-type: none"> * Deberá retirarse una lámpara instalada en exceso en Secretaría Decanato. 			
COORDINACIÓN RESPONSABLE:			
<ul style="list-style-type: none"> - Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM” - Dirección de Infraestructura “DIRINF” 			

4.- Instalación de sensores de proximidad para el encendido de luminarias en pasillos, escaleras y servicios higiénicos de los edificios de la Facultad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROPUESTA DE MEJORAS A IMPLANTARSE			
Ubicación: Pasillos, escaleras y servicios higiénicos Bloques A y B Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
CONTENIDO: Condición Actual del uso de luminarias en Pasillos, escaleras y servicios higiénicos Bloques A y B FICM			
Condición actual de las instalaciones de iluminación: Accionamiento Manual de los circuitos de iluminación			
Ítem	Carga total por sector de uso (W)	Horas uso	Consumo (kWh)
Pasillos	1872	13	24.34
Escaleras	690	13	8.97
Servicios Higiénicos	720	13	9.36
CARGA TOTAL	3282W	Consumo total diario	42.67kWh
COSTO: 2.69 USD/día			
PROPUESTA			
<p>Debido a que gran parte de la luminaria instalada en los pasillos, escaleras y servicios higiénicos de la Facultad contemplan una gran carga instalada y estas a la vez permanecen encendidas innecesariamente durante la jornada de estudios, se recomienda instalar sensores de movimiento para controlar automáticamente el encendido y apagado de lámparas, los cuales deberán ser instalados de modo que cubran todo el lugar que se requiere iluminar. De esta forma las luminarias se encenderán únicamente cuando el sensor detecte el movimiento de quienes circulen o hagan uso de las instalaciones, caso contrario el circuito permanecerá apagado, traduciéndose fácilmente en reducción de consumo.</p>			
COORDINACIÓN RESPONSABLE:			
<ul style="list-style-type: none"> - Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM” - Dirección de Infraestructura “DIRINF” 			



PROPUESTAS DE MEJORAS A IMPLANTARSE

Ubicación: Pasillos, escaleras y servicios higiénicos Bloques A y B Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

CONTENIDO:

Automatización del encendido y apagado de lámparas en pasillos, escaleras y servicios higiénicos, mediante la instalación de sensores de movimiento.

Características generales de los sensores de movimiento.

- ✓ Detectan el movimiento de personas en grandes áreas de uso frecuente, generalmente a distancias de 10 – 12m.
- ✓ Permiten encender varias lámparas con cargas totales de hasta 800W.
- ✓ Permiten regular el tiempo de encendido y sensibilidad de la luz ambiente.
- ✓ Su instalación es sencilla.

Propuesta de mejora en las instalaciones de iluminación:

Se deberá redistribuir los circuitos de iluminación de las zonas anteriormente mencionadas conforme se muestra en los planos de instalaciones eléctricas No.- 5 y 6, especialmente en los pasillos, de manera que en los puntos en donde no existe suficiente iluminación natural, haya lámparas que se mantengan encendidas más por cuestión de seguridad, que por requerimiento de iluminación. A continuación se muestran los valores referenciales en cuanto al tiempo de uso promedio con la implementación de la propuesta.

Ítem	Carga total (W)	Horas promedio de utilización	Consumo (kWh)
Pasillos	1872	3	5.616
Escaleras	690	3	2.07
Servicios Higiénicos	720	3	2.16
Consumo total diario			9.846

Reducción de consumo: 32.824kWh/día (77%)

Requerimiento de la automatización:

Se requieren de 19 sensores de movimiento instalados y distribuidos estratégicamente en los pasillos, escaleras y servicios higiénicos, lo cual representa un costo total de adquisición e instalación de **388.00 USD**

Retorno de la inversión por instalación de sensores de movimiento:

Ahorro de consumo anual: 8665.54KWh/año. (541.2USD)
Período de retorno de la inversión= 0.71 años (8.5meses)

COORDINACIÓN RESPONSABLE:

- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM”
- Dirección de Infraestructura “DIRINF”

5.- Redistribución de las instalaciones de iluminación en las dependencias de los edificios de la Facultad.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
PROPUESTAS DE MEJORAS A IMPLANTARSE			
Ubicación: Dependencias Bloques A y B Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
CONTENIDO:			
Redistribución de los circuitos de iluminación Dependencias Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Propuesta.			
<p>Debido a que gran parte de las dependencias de la Facultad cuentan con amplios ventanales, y los niveles de iluminación por fuente natural en la cercanía de las mismas son aceptables, es recomendable redistribuir los circuitos de iluminación, de manera que las lámparas que se encuentran en la cercanía de los ventanales sean controlados independientemente, delimitando su uso cuando existe suficiente iluminación natural. Además es necesario desconectar varias lámparas en el Laboratorio 1, las cuales comparten la misma instalación con las oficinas de Administración de Sistemas, traduciéndose esto como consumo innecesario.</p>			
Dependencias con disponibilidad de ventanales, y sujetas a mejoramiento.			
No.-	Dependencia	Ubicación	Carga (W)
1	Sala de profesores	Bloque A	1040
2	Subdecanato	Bloque A	320
3	Secretaría General	Bloque A	320
4	Secretaría Decanato	Bloque A	400
5	Aula A4	Bloque A	640
6	Aula A5	Bloque A	640
7	Aula A6	Bloque A	640
8	Aula A7	Bloque A	640
9	U. de Investigación y Desarrollo	Bloque A	640
10	Administración de Sistemas	Bloque A	400
11	Laboratorio 1	Bloque A	960
12	Aula B1	Bloque B	640
13	Aula B3	Bloque B	640
<p>La redistribución de luminaria expuesta en el cuadro anterior se resume en los planos de instalaciones eléctricas No.- 7, 8 y 9, en donde pueden verse los cambios a ejecutarse en relación a las instalaciones actuales mostradas en los planos de instalaciones eléctricas de iluminación No.- 1, 2, 3 y 4 respectivamente.</p>			
COORDINACIÓN RESPONSABLE:			
- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM” - Dirección de Infraestructura “DIRINF”			

6.- Socialización.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
PROPUESTAS DE MEJORAS A IMPLANTARSE		
Ubicación: Dependencias Bloques A y B Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
CONTENIDO: SOCIALIZACIÓN		
Propuesta.		
Diseñar folletos, instructivos o carteles con leyendas en los cuales se advierta a la comunidad docente y estudiantil sobre las acciones conjuntas a realizarse sobre el buen uso de las instalaciones, los mismos que deberán estar ubicados en pasillos y zonas de uso frecuente.		
LEYENDAS		
<ul style="list-style-type: none">- Mantenga apagadas las lámparas cuando exista presencia de luz natural, evitará consumos que se vuelven innecesarios.- En las dependencias donde se disponga de ventanales, utilice las persianas y/o cortinas para permitir el ingreso de luz natural.- Evite mantener encendidos o enchufados los equipos de trabajo o entretenimiento cuando ya no requiera su uso, es mejor desenchufarlos si no se requiere de su utilización.- Colabore con el apagado de los circuitos de iluminación que por olvido o negligencia quedaron encendidos.- Apague los circuitos de iluminación cuando se abandone el lugar de trabajo, aunque sea por corto tiempo, el consumo se vuelve innecesario.- Apague los equipos de oficina (computadores, impresoras, etc.) cuando vaya a ausentarse en períodos prolongados o en horas de almuerzo.- Si cuenta con equipos portátiles y requiere conectarlos a la red, desenchúfelos inmediatamente después de que el equipo se haya cargado, evitará consumir energía y alargará la vida útil de la batería del equipo.		
COORDINACIÓN RESPONSABLE:		
<ul style="list-style-type: none">- Autoridades Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica “FICM”- Dirección de Infraestructura “DIRINF”		

6.7.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se implantaron varias soluciones encaminadas al ahorro energético de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, los cuales tendrán repercusión directa en medida de la acción inmediata que se tome en ejecutarlas.
- ✓ Se realizaron los planos de instalaciones eléctricas de iluminación y tomacorrientes de los edificios Administrativo y Docente de la Facultad, los cuales sirvieron como referencia para las mejoras implantadas, y permitirán identificar puntos de mayor atención en futuras instalaciones.

6.7.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Documentar los cambios y procesos realizados al implantarse las mejoras, esto permitirá llevar de mejor manera las tareas de mantenimiento y posterior adecuación de las instalaciones.

6.8. ADMINISTRACIÓN

Se pone a consideración de las autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica las medidas detalladas anteriormente para reducir los consumos y mejorar la eficiencia energética de las instalaciones en los puntos determinados como críticos y en las zonas en donde se requiere atención al uso idóneo de circuitos de iluminación, quienes conjuntamente con las autoridades de la Dirección de Infraestructura de la Universidad Técnica de Ambato serán las responsables de liderar la ejecución de las propuestas planteadas, con el pleno conocimiento de las medidas que se proponen implantar para lograr los objetivos.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Las medidas correctivas que se tomen en cuenta tendrán relación directa con los costos que enfrenta la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en cuanto el consumo de energía eléctrica. Cabe recalcar que para lograr la eficiencia energética, no se ve involucrada únicamente la administración con la implantación de las mejoras expuestas y realización de los proyectos, sino que se deberá poner énfasis en la concientización sobre el uso de las instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ BLÁZQUEZ, J & MORENO, J M. (2009). Tendencias Globales del consumo de energía y sus implicaciones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. España.
- ✓ BUDIA Sánchez, Ernesto. (2009). Modelo de Auditoria Energética en el Sector Industrial. (Proyecto de fin de carrera). Universidad Carlos Tercero de Madrid, España
- ✓ CLARK, W. (1998) Análisis y gestión energética de edificios. Métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético. Edit. Mc Graw Hill.
- ✓ CONDEMARÍN, G. “Guía para el mantenimiento de instalaciones eléctricas del establecimiento educacional” UNESCO Santiago, Ministerio de Educación de Chile 2001.
- ✓ CHARLES, A y MATTHEW S, “Fundamentos de circuitos eléctricos.”, España 2006.
- ✓ ENERBUILDING. (2007). “El uso racional de la energía en edificios públicos”.
- ✓ ENRÍQUEZ, G. “Pruebas y mantenimiento a equipos eléctricos.”, México 2005.
- ✓ INGENIERÍA ARQUITECTURA. (2011). Método de trabajo basado fundamentalmente en la implantación de equipos. Disponible en: www.ingenieria-arquitectura.com
- ✓ MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS. España (2009).
- ✓ REY, F. y VELASCO, E. (2006) “Eficiencia Energética En Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas.”, Editorial Paraninfo; España.
- ✓ RIZZONI, GIORGIO (2001). “Principios y Aplicaciones de la Ingeniería Eléctrica”
- ✓ ROBBINS, A & MILLER, W (2008). “Análisis de circuitos, Teoría y Práctica”. 2008.

Páginas WEB:

- ✓ AENOR. ECUADOR. Disponible en <http://www.aenorecuador.com>

- ✓ AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA. (2011). Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria. Disponible en: www.agenciaandaluzadelaenergia.es
- ✓ ANALIZA INVIERTE Y AHORRA, S.L. Auditorías energéticas. Diseño e implantación de planes integrales de ahorro. Disponible en: www.aehorreenergia.com
- ✓ CERTIEN. (2013). Certificaciones Energéticas. Disponible en: www.certien.com.
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES (INER). Disponible en: <http://www.iner.gob.ec>
- ✓ MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE EN ECUADOR /www.energia.gob.ec/
- ✓ ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. (ISO) Disponible en: www.iso.org
- ✓ REGULACIÓN No. CONELEC 004/01 del Ecuador.
- ✓ SERVOVENDI. Venta de Equipos de Mediciones. Disponible en www.servovendi.com.

DOCUMENTOS:

- ✓ MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES. DECRETO 2393. *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Registro Oficial 249, (3-11-98).
- ✓ NORMA ECUATORIANA. NTE INEN 2 506:2009, Eficiencia Energética en Edificaciones. Requisitos. Primera Edición
- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008. *Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Secretaría del trabajo y previsión social.
- ✓ NORMA VENEZOLANA. COVENIN 2249-93. *Iluminancias en tareas y áreas de trabajo*. Comisión Venezolana de Normas Industriales.

ANEXOS

ANEXO 1:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ANALIZADOR DE REDES

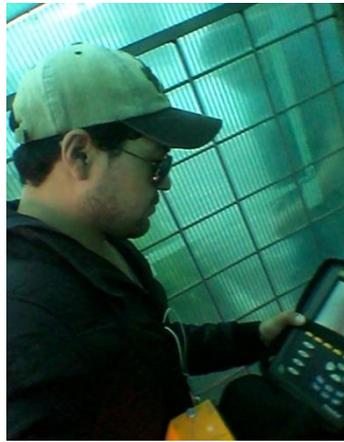
	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>	
<p>ANALIZADOR DE CALIDAD DE ENERGÍA TRIFÁSICO</p>		
<p>Marca:</p>	<p>AEMC</p>	
<p>Modelo:</p>	<p>Power Pad 8335</p>	
<p>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</p>		
<p>Tensión (TRMS) Fase - Fase: 1000 V; Fase - Neutro: 1000 V</p>		
<p>Corriente (TRMS) Pinza MN: 0 a 6 A/120 A o 0 a 240 A Pinza SR: 0 a 1200 A Pinza MR: 0 a 1000 Aca, 0 a 1400 Acc MiniFlex™: 10 a 1000 A AmpFlex R: 10 a 6500 A(1)</p>		
<p>Frecuencia (Hz) 40 a 69 Hz</p>		
<p>Potencia, Consumo, Factor de potencia, etc. kW, kVAR, kVA, FP, FPD, kWh, kVARh, kVAh, factor K, flickers.</p>		
<p>Armónicos 1° a 50°, dirección, secuencia</p>		
<p>Cálculo del factor K para transformadores Cálculo del flicker de corto plazo Cálculo del desequilibrio de tensiones trifásicas Tres entradas de tensión y tres de corriente</p>		

ANEXO 2:

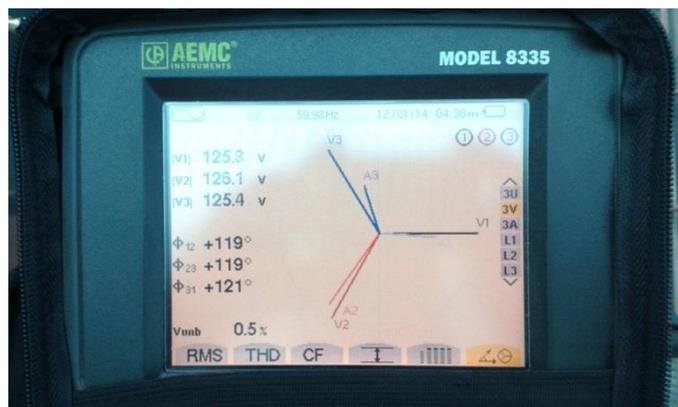
INSTALACIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES.



a.- Limpieza del pozo e instalación de los terminales del analizador de redes.



b.- Ubicación del equipo y configuración de los parámetros de medición.



c.- Visualización del desfase Corriente-Voltaje al momento de la instalación

ANEXO 3:

REGULACION No. CONELEC – 004/01

CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD CONELEC

Considerando:

Que, es necesario asegurar un nivel satisfactorio de la prestación de los servicios eléctricos a que se refieren las disposiciones legales establecidas en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad y el Reglamento de Tarifas.

Que, el Art. 1, inciso segundo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, establece que las disposiciones de dicho instrumento serán complementadas con regulaciones aprobadas por el CONELEC y por instructivos y procedimientos dictados por los distribuidores de conformidad con este Reglamento.

Que, para garantizar a los Consumidores un suministro eléctrico continuo y confiable, es necesario dictar las Regulaciones relacionadas con los estándares mínimos de calidad y procedimientos técnicos de medición y evaluación a los que deben someterse las Empresas Distribuidoras del Servicio Eléctrico.

Que, el regular las materias previstas en el considerando precedente, se convierte en una garantía de la prestación del servicio por parte de los Distribuidores, y en una defensa de los derechos de los Consumidores.

En ejercicio de las facultades otorgadas por el literal e) del artículo 13 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.

Resuelve:

Expedir la siguiente Regulación sobre la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1 Objetivo

El objetivo de la presente Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras.

1.2 Definiciones

Armónicas: Son ondas sinusoidales de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz.

Barras de salida: Corresponde a las barras de Alto Voltaje en las subestaciones de elevación y a las barras de Bajo Voltaje de subestaciones de reducción.

Centro de transformación: Constituye el conjunto de elementos de transformación, protección y seccionamiento utilizados para la distribución de energía eléctrica.

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Fluctuaciones de Voltaje (o Variaciones de): Son perturbaciones en las cuales el valor eficaz del voltaje de suministro cambia con respecto al valor nominal.

Frecuencia de las interrupciones: Es el número de veces, en un periodo determinado, que se interrumpe el suministro a un Consumidor.

Interrupción: Es el corte parcial o total del suministro de electricidad a los Consumidores del área de concesión del Distribuidor.

Niveles de voltaje: Se refiere a los niveles de alto voltaje (AV), medio voltaje (MV) y bajo voltaje (BV) definidos en el Reglamento de Suministro del Servicio.

Periodo de medición: A efectos del control de la Calidad del Producto, se entenderá al lapso en el que se efectuarán las mediciones de Nivel de Voltaje, Perturbaciones y Factor de Potencia, mismo que será de siete (7) días continuos.

Perturbación rápida de voltaje (flicker): Es aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto “Flicker” (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Voltaje Armónico: Es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal (Vn): Es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro (Vs): Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado.

Todos aquellos términos que no se encuentran definidos en forma expresa en esta Regulación, tendrán el mismo significado que los establecidos en los demás Reglamentos y Regulaciones vigentes.

1.3 Responsabilidad y Alcance

Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.

1.4 Organismo Competente

El cumplimiento de los niveles de Calidad de Servicio será supervisado y controlado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, a través de los índices que se establecen en la presente Regulación.

1.5 Aspectos de Calidad

La Calidad de Servicio se medirá considerando los aspectos siguientes:

Calidad del Producto:

- a) Nivel de voltaje
- b) Perturbaciones de voltaje
- c) Factor de Potencia

Calidad del Servicio Técnico:

- a) Frecuencia de Interrupciones
- b) Duración de Interrupciones

Calidad del Servicio Comercial:

- a) Atención de Solicitudes

- b) Atención de Reclamos
- c) Errores en Medición y Facturación

1.6 Información

El Distribuidor debe implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada Consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV
- Circuito de bajo voltaje y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

La tarea del levantamiento de la información necesaria para la determinación de los índices de calidad en las diversas etapas de control, será responsabilidad del Distribuidor. La información recopilada, deberá ser suficiente para permitir al CONELEC controlar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en la presente Regulación y en el Contrato de Concesión.

El levantamiento de la información, su procesamiento y análisis, comprenderá:

- a) Las mediciones y/o registros de cada uno de los aspectos identificados en 1.5, realizados en la forma señalada mas adelante en los numerales 2 a 4;
- b) La organización de una base de datos auditable que constituya el soporte de la información anterior;

- c) El cálculo de los índices de calidad para cada uno de los parámetros; y
- d) La información relacionada con los desvíos a los límites señalados en los numerales 2 a 4.

Toda la información sobre mediciones, pruebas y su procesamiento, deberá almacenar el Distribuidor por un período no inferior a tres años y estar a disposición del CONELEC.

La totalidad de la información levantada en las diversas etapas, referente a los controles de la calidad del servicio, deberá remitirse al CONELEC en forma impresa con su respectivo respaldo en medio magnético y en los formatos que éste determine.

1.7 Definición de las Etapas de Aplicación

A fin de permitir a los Distribuidores adecuarse a las exigencias de calidad del servicio, la aplicación de la presente Regulación se ajustará a lo previsto en la Segunda Disposición Transitoria del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

Para la Etapa Final, se definen las siguientes Subetapas:

Subetapa 1: de 24 meses de duración.

Subetapa 2: tendrá su inicio a la finalización de la Subetapa 1, con una duración indefinida.

Con anterioridad al inicio de la Etapa Final no se aplicarán penalizaciones por los incumplimientos a las exigencias establecidas en la presente Regulación. El detalle de los incumplimientos y las penalizaciones correspondientes se incorporarán en los respectivos contratos de concesión.

2 CALIDAD DEL PRODUCTO

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.

2.1 Nivel de Voltaje

2.1.1 Índice de Calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100$$

Dónde:

ΔV_k : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

V_k : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

2.1.2 Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:
 - a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.
 - b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.
 - c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

2.1.3 Límites

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

2.2 Perturbaciones

2.2.1 Parpadeo (Flicker)

2.2.1.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Dónde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}$, P_1 , P_3 , P_{10} , P_{50} : Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

2.2.1.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto “Flicker” para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.1.3 Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de población.

Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

2.2.2 Armónicos

2.2.2.1 Índices de Calidad

$$V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n} \right) * 100$$

$$THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100$$

Dónde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para $i = 2... 40$) expresado en voltios.

V_n : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

2.2.2.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.2.3 Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (V_i') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD') señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i $ o $ THD $ (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

2.3 Factor de Potencia

2.3.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

2.3.2 Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

2.3.3 Límite

El valor mínimo es de 0,92.

3 CALIDAD DEL SERVICIO TECNICO

3.1 Aspectos Generales

3.1.1 Control

La calidad del servicio técnico prestado se evaluará sobre la base de la frecuencia y la duración total de Interrupción.

Durante la Subetapa 1 se efectuarán controles en función a Indices Globales para el Distribuidor discriminando por empresa y por alimentador de MV. El levantamiento de información y cálculo se efectuará de forma tal que los indicadores determinados representen en la mejor forma posible la cantidad y el tiempo total de las interrupciones que afecten a los consumidores. Para los consumidores con suministros en MV o en AV, se determinarán índices individuales.

En la Subetapa 2 los indicadores se calcularán a nivel de consumidor, de forma tal de determinar la cantidad de interrupciones y la duración total de cada una de ellas que afecten a cada consumidor.

El período de control será anual, por tanto, los Distribuidores presentarán informes anuales al CONELEC, especificando las interrupciones y los índices de control resultantes.

Sin embargo de lo anterior, los cálculos de los índices de calidad se efectuarán para cada mes del año considerado y para el año completo.

3.1.2 Identificación de las Interrupciones

La información relacionada con cada una de las interrupciones que ocurran en la red eléctrica se identificará de la siguiente manera:

- Fecha y hora de inicio de cada interrupción.
- Identificación del origen de las interrupciones: internas o externas
- Ubicación e identificación de la parte del sistema eléctrico afectado por cada interrupción: circuito de bajo voltaje (BV), centro de transformación de medio voltaje a bajo voltaje (MV/BV), circuito de medio voltaje (MV), subestación de distribución (AV/MV), red de alto voltaje (AV).
- Identificación de la causa de cada interrupción.
- Relación de equipos que han quedado fuera de servicio por cada interrupción, señalando su respectiva potencia nominal.
- Número de Consumidores afectados por cada interrupción.
- Número total de Consumidores de la parte del sistema en análisis.
- Energía no suministrada.
- Fecha y hora de finalización de cada interrupción.

Esta información debe tener interrelación con las bases de datos, de tal manera que se permitirá identificar claramente a todos los Consumidores afectados por cada interrupción que ocurra en el sistema eléctrico.

3.1.3 Registro y Clasificación de las Interrupciones

El Distribuidor debe llevar, mediante un sistema informático, el registro histórico de las interrupciones correspondientes, por lo menos de los tres últimos años.

El registro de las interrupciones se deberá efectuar mediante un sistema informático, el cual deberá ser desarrollado previamente a fin de asegurar su utilización durante la Subetapa 1.

En el registro, las interrupciones se pueden clasificar de acuerdo a los parámetros que se indican a continuación, los que deberán tener un código para efectos de agrupamiento y de cálculos:

a) Por su duración

- Breves, las de duración igual o menor a tres minutos.
- Largas, las de duración mayor a tres minutos.

b) Por su origen

- Externas al sistema de distribución.
 - Otro Distribuidor
 - Transmisor
 - Generador
 - Restricción de carga
 - Baja frecuencia
 - Otras

- Internas al sistema de distribución.
 - Programadas
 - No Programadas

c) Por su causa

- Programadas.
 - Mantenimiento
 - Ampliaciones
 - Maniobras
 - Otras
- No programadas (intempestivas, aleatorias o forzadas).
 - Climáticas
 - Ambientales
 - Terceros
 - Red de alto voltaje (AV)
 - Red de medio voltaje (MV)
 - Red de bajo voltaje (BV)
 - Otras

d) Por el voltaje nominal

- Bajo voltaje
- Medio voltaje
- Alto voltaje

3.1.4 Interrupciones a ser Consideradas

Para el cálculo de los índices de calidad que se indican en detalle más adelante, se considerarán todas las interrupciones del sistema con duración mayor a tres (3) minutos, incluyendo las de origen externo, debidas a fallas en transmisión. No serán consideradas las interrupciones con duración igual o menor a tres (3) minutos.

No se considerarán las interrupciones de un Consumidor en particular, causadas por falla de sus instalaciones, siempre que ellas no afecten a otros Consumidores.

Tampoco se considerarán para el cálculo de los índices, pero sí se registrarán, las interrupciones debidas a suspensiones generales del servicio, racionamientos, desconexiones de carga por baja frecuencia establecidas por el CENACE; y, otras causadas por eventos de fuerza mayor o caso fortuito, que deberán ser notificadas al CONELEC, conforme lo establecido en el Art. 36 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad.

En el caso en que las suspensiones generales del servicio sean producidas por la Empresa Distribuidora, estos si serán registrados.

3.2 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 1

Durante la Subetapa 1, y para los consumidores cuyo suministro sea en Bajo Voltaje, se controlará la calidad del servicio técnico sobre la base de índices que reflejen la frecuencia y el tiempo total que queda sin servicio la red de distribución.

Durante esta Subetapa 1 no se computarán las interrupciones originadas en la red de Bajo Voltaje que queden circunscritas en la misma, es decir aquéllas que no produzcan la salida de servicio del Centro de Transformación MV/BV al que pertenezcan.

Los límites de la red sobre la cual se calcularán los índices son, por un lado el terminal del alimentador MV en la subestación AV/MV, y por el otro, los bornes BV del transformador MV/BV.

3.2.1 Índices

Los índices de calidad se calcularán para toda la red de distribución (R_d) y para cada alimentador primario de medio voltaje (A_j), de acuerdo a las siguientes expresiones:

a) Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal Instalado (FMIK)

En un período determinado, representa la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio.

$$FMIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i}{kVA_{inst}}$$

$$FMIK_{Aj} = \frac{\sum_i kVAfs_{iAj}}{kVA_{instAj}}$$

b) Tiempo Total de interrupción por kVA nominal Instalado (TTIK)

En un período determinado, representa el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio.

$$TTIK_{Rd} = \frac{\sum_i kVAfs_i * Tfs_i}{kVA_{inst}}$$

$$TTIK_{Aj} = \frac{\sum_i^{A_j} kVAfs_{iAj} * Tfs_{iAj}}{kVA_{instAj}}$$

Dónde:

FMIK: Frecuencia Media de Interrupción por kVA nominal instalado, expresada en fallas por kVA.

TTIK: Tiempo Total de Interrupción por kVA nominal instalado, expresado en horas por kVA.

\sum_i : Sumatoria de todas las interrupciones del servicio "i" con duración mayor a tres minutos, para el tipo de causa considerada en el período en análisis.

$\sum_i^{A_j}$: Sumatoria de todas las interrupciones de servicio en el alimentador "A_j" en el período en análisis.

kVAfs_i: Cantidad de kVA nominales fuera de servicio en cada una de las interrupciones "i".

KVAinst: Cantidad de kVA nominales instalados.

Tfs_i : Tiempo de fuera de servicio, para la interrupción "i"

R_d: Red de distribución global

A_j : Alimentador primario de medio voltaje "j"

c) Índices para consumidores en AV y MV

Para el caso de consumidores en áreas urbanas cuyo suministro sea realizado en el nivel de Alto y Medio Voltaje no se aplicarán los índices descritos anteriormente, sino que se controlará la calidad de servicio en función de índices individuales de acuerdo a lo establecido para la Subetapa 2.

3.2.2 Registro

Será responsabilidad del Distribuidor efectuar el levantamiento y registro de las interrupciones y la determinación de los correspondientes índices.

Para la determinación de los índices se computarán todas las interrupciones que afecten la Red de Medio Voltaje de Distribución, es decir a nivel de alimentadores primarios.

El Distribuidor entregará informes anuales al CONELEC con los resultados de su gestión en el año inmediato anterior, especificando las interrupciones y los indicadores de control resultantes por toda la empresa y por alimentador de MV, y el monto de las Compensaciones en caso de corresponder. El CONELEC podrá auditar cualquier etapa del proceso de determinación de índices, así como exigir informes de los registros de interrupciones, con una periodicidad menor a la anual.

A los efectos del control, el Distribuidor entregará informes mensuales al CONELEC con:

- a) los registros de las interrupciones ocurridas.
- b) la cantidad y potencia de los transformadores de MV/BV que cada alimentador de MV tiene instalado, para una configuración de red normal.
- c) el valor de los índices obtenidos.

3.2.3 Límites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 1 son los siguientes:

Indice	Lim FMIK	Lim TTIK
Red	4.0	8.0
Alimentador Urbano	5.0	10.0
Alimentador Rural	6.0	18.0

Las definiciones y fórmulas de cálculo para los índices FAIc y DAIc se detallan en el numeral 3.3.1., sin embargo, los valores límites admisibles para los consumidores en AV y MV durante la Subetapa 1 son los siguientes:

Consumidor	Indice	Valor
Suministro En AV	Lim FAIc	6,0
	Lim DAIc	4,0
Suministro En MV	Lim FAIc	10,0
	Lim DAIc	24,0

3.2.4 Cálculo de la Energía No Suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los Indices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 1, se calculará la Energía No Suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: $FMIK > LímFMIK$ y $TTIK < LímTTIK$

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA}$$

b) Si: $FMIK < LímFMIK$ y $TTIK > LímTTIK$

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA}$$

c) Si: $FMIK > LímFMIK$ y $TTIK > LímTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} < \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

$$ENS = (FMIK - LimFMIK) * \frac{TTIK}{FMIK} * \frac{ETF}{THPA}$$

d) Si: $FMIK > LímFMIK$ y $TTIK > LímTTIK$; y, si $\frac{TTIK}{FMIK} \geq \frac{LimTTIK}{LimFMIK}$

$$ENS = (TTIK - LimTTIK) * \frac{ETF}{THPA}$$

Dónde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los consumidores en bajo voltaje (BV) conectados a la Red de Distribución Global; o, al alimentador primario considerado, en kWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FMIK: Índice de Frecuencia media de interrupción por kVA.

TTIK: Índice de Tiempo total de interrupción por kVA.

LimFMIK: Límite Admisible de FMIK.

LimTTIK: Límite Admisible de TTIK

La Energía No Suministrada se calculará para toda la red de distribución y para cada alimentador primario de medio voltaje (MV).

3.3 Control del Servicio Técnico en la Subetapa 2

Durante la Subetapa 2, la calidad del servicio técnico se controlará al nivel de suministro a cada consumidor, debiendo disponer el Distribuidor de los sistemas que posibiliten la gestión de la totalidad de la red, y la adquisición y procesamiento de información de forma tal de asegurar los niveles de calidad, y la realización de controles previstos para la presente etapa.

3.3.1 Índices

Los índices de calidad antes indicados, serán calculados mediante las siguientes fórmulas:

a) Frecuencia de Interrupciones por número de Consumidores (FAIc)

Representa el número de interrupciones, con duración mayor a tres (3) minutos, que han afectado al Consumidor "c", durante el período de análisis.

$$\mathbf{FAIc = Nc}$$

Dónde:

FAIc: Frecuencia de las interrupciones que afectaron a cada Consumidor "c", durante el período considerado.

Nc: Número de interrupciones, con duración mayor a tres minutos, que afectaron al Consumidor "c", durante el período de análisis.

b) Duración de las Interrupciones por Consumidor (DAIc)

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas de todas las interrupciones en el suministro de electricidad al Consumidor "c", durante el período de control.

$$DAIc = \sum_i (K_i * dic)$$

Dónde:

dic : Duración individual de la interrupción "i" al Consumidor "c" en horas

K_i : Factor de ponderación de las interrupciones

K_i = 1.0 para interrupciones no programadas

K_i = 0.5 para interrupciones programadas por el Distribuidor, para el mantenimiento o ampliación de las redes; siempre que hayan sido notificadas a los Consumidores con una anticipación mínima de 48 horas, con horas precisas de inicio y culminación de trabajos.

3.3.2 Registro

El sistema de gestión de red a implementar por el Distribuidor, que permita el control de la calidad del servicio técnico a nivel del suministro al consumidor, deberá como mínimo almacenar la siguiente información:

- Datos de las interrupciones, indicando inicio y fin de la mismas, equipos afectados, y equipos operados a consecuencia de la interrupción a fin de reponer el suministro (identificación de las modificaciones transitorias al esquema operativo de la red).
- Esquema de alimentación de cada consumidor, de forma tal que permita identificar el número de consumidores afectados ante cada interrupción en cualquier punto de la red. La información deberá

contemplar las instalaciones que abastecen a cada consumidor con el siguiente grado de detalle.

- circuito o ramal de BV
- centro de transformación MV/BV
- alimentador MV
- transformador AV/MV
- subestación AV/MV
- red AV

El sistema deberá permitir el intercambio de información con los archivos de facturación, de forma tal de posibilitar el cálculo de la energía no suministrada a cada uno de los consumidores.

3.3.3 Límites

Los valores límites admisibles, para los índices de calidad del servicio técnico, aplicables durante la Subetapa 2 son los siguientes:

Indice	Lim FAIc	Lim DAIc
Consumidores en AV	6.0	4.0
Consumidores en MV Urbano	8.0	12.0
Consumidores en MV Rural	10.0	24.0
Consumidores en BV Urbano	10.0	16.0
Consumidores en BV Rural	12.0	36.0

3.3.4 Cálculo de la Energía No Suministrada

En caso de haberse excedido los valores límites admisibles de los Indices de Calidad de Servicio, aplicables durante la Subetapa 2, se calculará la Energía No Suministrada (ENS), mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

a) Si: $FAIc > LímFAIc$ y $DAIc < LímDAIc$

$$ENS = (FAIc - LímFAIc) * \frac{DAIc}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA}$$

b) Si: $FAIc < LímFAIc$ y $DAIc > LímDAIc$

$$ENS = (DAIc - LímDAIc) * \frac{ETF}{THPA}$$

c) Si: $FAIc > LímFAIc$ y $DAIc > LímDAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} < \frac{LímDAIc}{LímFAIc}$

$$ENS = (FAIc - LímFAIc) * \frac{DAIc}{FAIc} * \frac{ETF}{THPA}$$

d) Si: $FAIc > LímFAIc$ y $DAIc > LímDAIc$; y, si $\frac{DAIc}{FAIc} \geq \frac{LímDAIc}{LímFAIc}$

$$ENS = (DAIc - LímDAIc) * \frac{ETF}{THPA}$$

Dónde:

ENS: Energía No Suministrada por Causas Internas o Externas, en kWh.

ETF: Energía Total Facturada a los Consumidores del nivel de voltaje que se esté considerando, en kWh, en el periodo en análisis.

THPA: Tiempo en horas del periodo en análisis.

FAIc: Índice de Frecuencia anual de interrupción por consumidor "c".

DAIc: Índice de Duración anual de interrupción por Consumidor "c".

Lim FAIc: Límite Admisible de FAIc.

Lim DAiC: Límite Admisible de DAiC

4 CALIDAD DEL SERVICIO COMERCIAL

El Distribuidor tiene la obligación de proveer, además del suministro de la energía eléctrica, un conjunto de servicios comerciales relacionados, necesarios para mantener un nivel adecuado de satisfacción a los consumidores.

4.1 Aspectos Generales

4.1.1 Parámetros a considerar

La calidad del servicio comercial al consumidor, que debe ser cumplida por el Distribuidor, responderá a los siguientes parámetros:

a) Niveles Individuales de Calidad Comercial

Son aquellos vinculados a las prestaciones garantizadas a cada Consumidor.

b) Niveles Globales de Calidad Comercial

Se corresponden con metas de calidad para todo el Distribuidor.

4.1.2 Registro de la Información

Será responsabilidad del Distribuidor efectuar el levantamiento y registro de la totalidad de eventos relacionados con el cálculo de los índices globales e individuales y la determinación de los correspondientes índices.

El registro se deberá efectuar directamente en los sistemas informáticos que utilice el Distribuidor para su gestión comercial; y, los reportes e informes que reciba el CONELEC, deberán ser extraídos en forma automática desde los citados sistemas,

los que deberán ser desarrollados previo al inicio de la Etapa Final y sometidos a conocimiento del CONELEC.

4.1.3 Clasificación por Densidad Demográfica

A efectos de la determinación de niveles admisibles de los índices de Calidad del Servicio Comercial, se considerará la siguiente clasificación referida a la Densidad Demográfica, dentro del área geográfica que corresponde a la prestación del servicio:

- a) Densidad Demográfica Alta: mayor o igual a 15 consumidores/km²
- b) Densidad Demográfica Media: desde 5 hasta 15 consumidores/km²
- c) Densidad Demográfica Baja: menor a 5 consumidores/km²

4.2 Índices y Límites Individuales

Se consideran como índices de Calidad del Servicio Comercial al Consumidor, a los asociados con:

- La Conexión del Servicio Eléctrico y del Medidor
- Estimaciones en la Facturación
- Resolución de Reclamos Comerciales
- Restablecimiento del Servicio Suspendido por Falta de Pago
- Plazo de Respuesta a las Consultas de los Consumidores.
- Información previa a los Consumidores acerca de Interrupciones Programadas
- Reposición del suministro después de una interrupción individual

4.2.1 Conexión del Servicio Eléctrico y del Medidor

Se consideran los tiempos máximos en que el Distribuidor debe proveer la conexión del servicio eléctrico y el medidor a cada Consumidor, a partir de la fecha de pago del depósito en garantía por consumo de energía y por el buen uso de la acometida y el equipo de medición. Los referidos plazos serán los siguientes:

a) Sin modificación de red:

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta y/o Zonas Urbanas	8 días	4 días
Densidad Demográfica Media	10 días	5 días
Densidad Demográfica Baja y/o Zonas Rurales	15 días	7 días

b) Con modificación de red dentro de la franja de servicio de 200 m:

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta y/o Zonas Urbanas	15 días	10 días
Densidad Demográfica Media	17 días	12 días
Densidad Demográfica Baja y/o Zonas Rurales	20 días	15 días

c) Instalaciones a Medio Voltaje, con instalación a cargo del consumidor:

Subetapa 1: 10 días

Subetapa 2: 5 días

- d) Instalaciones a Medio Voltaje, con instalación a cargo del distribuidor:
Plazo a convenir entre las partes con los siguientes máximos.

Subetapa 1: 20 días

Subetapa 2: 15 días

4.2.2 Estimaciones en la Facturación

La facturación a los Consumidores de las zonas urbanas o de densidad demográfica alta y media se efectuarán obligatoriamente en función de lecturas directas de los medidores. Solo serán admisibles facturaciones basadas en estimaciones, para los casos del sector rural que no disponga de medidores y los de excepciones determinadas en la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, para los cuales el Distribuidor se sujetará a lo establecido en dicha Ley.

4.2.3 Resolución de Reclamos Comerciales

Toma en consideración el plazo máximo en que el Distribuidor debe atender y resolver los reclamos de los Consumidores por cuestiones comerciales, contados a partir del momento en que sean recibidos.

Este plazo, de acuerdo al Art. 24 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, será como máximo de 4 días.

4.2.4 Restablecimiento del Servicio Suspendido por Falta de Pago

Mide el tiempo, en horas, en que el Distribuidor debe restablecer el servicio suspendido por falta de pago, a partir que el Consumidor haya cancelado su deuda.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	24 h	10 h
Densidad Demográfica Media	30 h	15 h
Densidad Demográfica Baja	36 h	24 h

4.2.5 Plazo de Respuesta a las Consultas de los Consumidores

Los plazos máximos en que el Distribuidor debe dar respuesta escrita a las consultas de los Consumidores, desde el momento en que las recibe, son los siguientes:

Subetapa 1: 10 días

Subetapa 2: 5 días

4.2.6 Información previa a los Consumidores sobre Interrupciones Programadas

El Distribuidor debe informar a los consumidores acerca de las interrupciones programadas del suministro, con una anticipación no inferior a cuarenta y ocho horas (48).

4.2.7 Reposición del suministro después de una interrupción individual

Independientemente de las exigencias indicadas en el punto referido a la calidad de Servicio Técnico, en los casos en que un usuario sufra una interrupción prolongada, el Distribuidor debe reponer el suministro en los tiempos máximos que se indican a continuación, los que se miden en horas desde el momento de la interrupción:

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	5 h	3 h
Densidad Demográfica Media	7 h	4 h
Densidad Demográfica Baja	15 h	8 h

4.3 Índices y Límites Globales

Corresponden a las metas de calidad para todo el Distribuidor; y comprende los siguientes factores:

- Conexiones de Servicio
- Calidad de la Facturación
- Tratamiento de Reclamos
- Rehabilitaciones de Suministro
- Respuesta a las Consultas de los Consumidores
- Consumidores reconectados después de una interrupción

4.3.1 Conexiones de Servicio

Se considera los porcentajes mínimos de conexiones de servicio que deben realizarse dentro de los plazos máximos establecidos como índices individuales para cada consumidor, para aquellos consumidores que no requieran de ampliación o modificación de la red de distribución.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	98 %
Densidad Demográfica Media y Baja	95 %	98 %

4.3.2 Calidad de la Facturación

La medición del desempeño del Distribuidor en lo que se refiere a la calidad de la facturación a los consumidores se evaluará conforme al siguiente índice:

Porcentaje de Errores en la Facturación (PEF)

Se considera, mensualmente y por categoría tarifaria, el porcentaje máximo de refacturaciones de facturas emitidas.

$$PEF = \frac{Fa}{Ne} * 100$$

Dónde:

Fa: Número de facturas ajustadas con motivo de corregir un error de lectura o facturación.

Ne: Número total de facturas emitidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 4%

Subetapa 2: 2%

4.3.3 Tratamiento de Reclamos

La medición del desempeño del Distribuidor, en lo que respecta al número y tratamiento de los Reclamos de los Consumidores y sus quejas, se verificará mensualmente, de acuerdo a los siguientes parámetros:

a) Porcentaje de reclamos (PRU):

$$\text{PRU} = \frac{\text{Ra}}{\text{Nu}} * 100$$

Dónde:

Ra: Número total de reclamos o quejas procedentes recibidas

Nu: Número total de consumidores servidos

Los límites establecidos son los siguientes:

	Subetapa 1	Subetapa 2
PRUi	10 %	8 %
PRUt	8 %	6 %
PRUc	5 %	3 %

Dónde:

PRUi: Porcentaje de Reclamos por interrupciones de servicio

PRUt: Porcentaje de Reclamos por variaciones en los niveles de Voltaje

PRUc: Porcentaje de Reclamos por problemas comerciales

b) Tiempo promedio de procesamiento de los Reclamos Comerciales (TPR):

$$\mathbf{TPR} = \frac{\sum_i \mathbf{Ta}_i}{\mathbf{Ra}}$$

Dónde:

Ta_i: tiempo en días para resolver cada reclamo o queja

Ra: número total de reclamos o quejas recibidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 8 días

Subetapa 2: 4 días

c) Porcentaje de resolución (PRR):

$$\mathbf{PRR} = \frac{\mathbf{Nr}}{\mathbf{Ra}} * 100$$

Dónde:

Nr = Número de casos de reclamos y quejas resueltas

Ra = número total de reclamos o quejas recibidas

Los límites establecidos son los siguientes:

Subetapa 1: 95%

Subetapa 2: 98%

4.3.4 Rehabilitaciones de Suministro

Se considera el porcentaje de rehabilitaciones de suministros suspendidos por falta de pago que, como mínimo, deben ser realizados por el Distribuidor dentro de los plazos establecidos como índices individuales para cada consumidor.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	97 %
Densidad Demográfica Media	95 %	97 %
Densidad Demográfica Baja	92 %	95 %

4.3.5 Respuesta a las Consultas de los Consumidores

Se considera el porcentaje de consultas de consumidores que, como mínimo, deben ser respondidas por escrito por el Distribuidor dentro de los plazos establecidos como índices individuales para cada consumidor.

	Subetapa 1	Subetapa 2
Respuestas en Plazo	95 %	98 %

4.3.6 Consumidores reconectados después de una interrupción

Para este índice se considera el porcentaje de Consumidores que, como mínimo, deben ser reconectados por el Distribuidor, dentro de los plazos máximos garantizados a cada usuario.

AREA GEOGRAFICA	Subetapa 1	Subetapa 2
Densidad Demográfica Alta	95 %	97 %
Densidad Demográfica Media	95 %	97 %
Densidad Demográfica Baja	93 %	95%

4.4 Satisfacción de Consumidores

4.4.1 Índice

Para evaluar la satisfacción de los Consumidores en relación con el suministro del servicio, se utilizará la siguiente expresión:

$$ISC = \frac{\text{Com.S}}{\text{Com.T}} * 100$$

Dónde:

ISC: Índice de satisfacción de los Consumidores en porcentaje.

Com.S: Número de Consumidores, de los encuestados, que se encuentran satisfechos con el servicio prestado por el Distribuidor.

Com.T: Número de Consumidores encuestados.

4.4.2 Encuestas

Para el cálculo del índice señalado, el Distribuidor deberá efectuar a su costo, cuando el CONELEC lo determine y al menos anualmente, una encuesta entre los Consumidores ubicados en su área de concesión.

El número de Consumidores a ser encuestados, será seleccionado en tal forma que la muestra sea estadísticamente representativa; considerando los diferentes tipos de Consumidores, los niveles de voltaje y las zonas geográficas. La encuesta considerará los siguientes aspectos:

1. Variaciones del voltaje
2. Flicker o parpadeo
3. Frecuencia de interrupciones
4. Duración de las interrupciones
5. Atención a solicitudes de servicio
6. Atención a reclamos
7. Facturación
8. Facilidades de pago de facturas
9. Imagen institucional

Se calculará el índice de satisfacción a los Consumidores para cada uno de los aspectos indicados.

La muestra a ser encuestada, así como el formato y contenido de la encuesta serán sometidos a consideración del CONELEC, por lo menos treinta (30) días antes de la fecha de inicio de las encuestas.

4.4.3 Límite

Se considerará que el Distribuidor cumple satisfactoriamente con este Índice, cuando los valores obtenidos de las encuestas, para el ISC, son iguales o mayores al 90%.

Certifico que esta Regulación fue aprobada por el Directorio del CONELEC, mediante Resolución No. 0116/01, en sesión de 23 de mayo de 2001.

Lcdo. Carlos Calero Merizalde

Secretario General del CONELEC

ANEXO 4:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LUXÓMETRO.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
LUXÓMETRO		
Marca:	EXTECH	
Modelo:	HD 450	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Fabricante	EXTECH INSTRUMENTS	
Equipo	HD-450	
Pantalla	Pantalla LCD de 4000 cuentas con gráfica de barras de 40 segmentos	
Escalas	Cuatro escalas, selección manual	
Indicador de sobre escala	LCD indica 'OL'	
Respuesta al espectro	CIE fotópica (CIE curva de respuesta del ojo humano)	
Precisión del espectro	$V\lambda$ función ($f^1 \leq 6\%$)	
Respuesta del coseno	$f^2 \leq 2\%$; Coseno corregido para incidencia angular de luz	
Repetitividad de la medida:	$\pm 3\%$	
Tasa del indicador	Aproximadamente 750 m.seg para pantalla digital y de gráfica de Barras	
Foto detector	Foto diodo de silicio con filtro de respuesta del espectro	
Condiciones de operación	Temperatura: 0 a 40°C (32 a 104 °F); Humedad: < 80 %RH	
Condiciones de almacenamiento	Temperatura: 10 a 50°C (-14 a 140°F); Humedad: < 80 %RH	
Dimensiones del medidor	170 X 80 X 40 mm (6.7 X 3.2 X 1.6")	
Dimensiones del foto detector	115 x 60 x 20 mm (4.5 x 2.4 x 0.8")	
Peso	Aprox. 390 g (13.8 oz.) con batería	
Longitud del cable sensor	1 m (3.2')	
		

ANEXO 5:

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LUXÓMETRO

	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Ciudadela Guayaquil, calle 1era m2 21 azar 10 Guayaquil - Ecuador Pbx: 04-2282007 Fax: ext. 403 http://www.elicrom.com mail: ventas@elicrom.com																									
CERTIFICADO No: 1464-01-14																										
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE																										
EMPRESA:	MANDLO ALEXANDER CORDOVA SUAREZ																									
DIRECCION:	JUAN BEVILLA Y TACAMAN 12																									
TELEFONO:	0987168794																									
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO																										
EQUIPO:	LUXOMETRO																									
MARCA:	EXTECH																									
MODELO/TIPO:	HD450																									
SERIE:	130613588																									
CÓDIGO ASIGNADO EN ELICROM:	EC-2014-2808																									
UNIDAD DE MEDIDA:	lux																									
RESOLUCIÓN:	0,1 / 1 / 0,01																									
EQUIPOS UTILIZADOS																										
CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PROX. CAL.																				
EL FM 023	LUXOMETRO	SPER SCIENTIFIC	840022	0825423	22-oct-12	oct-14																				
EL PT.050	TERMOMIGRÓMETRO	SPER SCIENTIFIC	800041	11060280-02	22-Jul-14	ene-15																				
CALIBRACIÓN																										
PROCEDIMIENTO:	GENERAL																									
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE ELICROM																									
TEMPERATURA MEDIA °C:	23,3 °C																									
HUMEDAD MEDIA %HR:	59,0% HR																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Unidad de Medida</th> <th style="text-align: center;">Patrón</th> <th style="text-align: center;">Equipo</th> <th style="text-align: center;">Corrección</th> <th style="text-align: center;">Incertidumbre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">lux</td> <td style="text-align: center;">122</td> <td style="text-align: center;">101,8</td> <td style="text-align: center;">20,4</td> <td style="text-align: center;">1,05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">lux</td> <td style="text-align: center;">3950</td> <td style="text-align: center;">3967</td> <td style="text-align: center;">-17</td> <td style="text-align: center;">1,05</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">lux</td> <td style="text-align: center;">20600</td> <td style="text-align: center;">20480</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">1,05</td> </tr> </tbody> </table>							Unidad de Medida	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre	lux	122	101,8	20,4	1,05	lux	3950	3967	-17	1,05	lux	20600	20480	120	1,05
Unidad de Medida	Patrón	Equipo	Corrección	Incertidumbre																						
lux	122	101,8	20,4	1,05																						
lux	3950	3967	-17	1,05																						
lux	20600	20480	120	1,05																						
OBSERVACIONES																										
La Incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento EA 4/02 Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento del ensayo																										
CALIBRACION REALIZADA POR: Carlos Vásquez																										
FECHA CALIBRACION	08-sep-14		RECIBIDO POR:																							
AUTORIZADO POR: Ing. Sabino Pineda GERENTE TECNICO			RESPONSABLE - CLIENTE																							

ANEXO 6:

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Centro de Estudio y Análisis			Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Ubicación: BIBLIOTECA			Luminancia recomendada E= 500Lx.			
Hora Inicio:	7:30	Hora final:	9:30	Medición N°:	1 de 14	
Instrumentos:			Luxómetro, cuaderno de apuntes.			
Fecha de ejecución:		01/04/2015	Revisado por:		Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO			Disposición de la medición: GENERAL			
Descripción del lugar de trabajo: Techo y piso de color blanco, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 4 ventanas de 5.4m² (c/u) en sentido Sureste-Noroeste						
x= 11.5 ; y=13 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$		No. Mediciones: 16		
Puntos de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Conf. 1		Conf. 2		Conf. 3	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	275	268	875	870	250	249
2	64	63	45	43	65	64
3	270	265	565	562	270	268
4	287	285	960	965	285	283
5	111	108	220	215	125	121
6	96	94	85	83	97	93
7	127	125	388	386	135	133
8	278	275	960	965	275	272
9	106	104	140	138	115	114
10	112	111	86	84	114	112
11	222	219	385	380	225	223
12	344	296	960	965	340	325
13	100	98	78	72	120	115
14	112	111	135	134	115	112
15	164	162	380	375	170	180
16	374	369	960	965	375	372
E.prom.		182.81		450.13		189.75
Configuración 1:	Luminarias encendidas; persianas cerradas					
Configuración 2:	Luminarias apagadas; persianas abiertas					
Configuración 3:	Nocturna					

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Ubicación: SALA DE PROFESORES				Luminancia recomendada E= 300Lx.			
Hora Inicio:	9:30	Hora final:	11:30	Medición N°:	2 de 14		
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.			
Fecha de ejecución:		01/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López		
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)							
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día							
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm			
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL			
Descripción del lugar de trabajo: Techo y piso de color blanco, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 4 ventanas de 5.4m² (c/u): 2 ventanas en sentido Noroeste-Sureste y 2 ventanas en sentido Suroeste-Noreste							
$x = 11.5 ; y = 13$ $h = 3.0 ; h = 2.15$		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$		No. Mediciones: 20			
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)						
	Conf. 1		Conf. 2		Conf. 3		
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	
1	44	43	7	6	57	56	
2	65	64	19	18	197	183	
3	134	130	28	27	190	179	
4	212	211	46	45	417	415	
5	98	97	113	112	615	613	
6	109	107	35	34	371	369	
7	89	88	32	30	349	339	
8	94	93	16	15	226	224	
9	149	148	44	36	358	356	
10	200	199	72	71	618	615	
11	155	153	89	88	538	535	
12	141	140	57	56	515	513	
14	137	135	89	86	420	418	
15	293	290	191	190	616	614	
16	330	301	300	299	618	617	
17	346	333	248	247	617	615	
19	510	508	251	245	620	619	
20	522	521	307	266	619	619	
E.prom.	197.83		103.94		438.83		
Configuración 1:		Luminarias encendidas; cortinas cerradas					
Configuración 2:		Luminarias apagadas; cortinas cerradas					
Configuración 3:		Luminarias apagadas; cortinas abiertas					

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: DECANATO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	9:00	Medición N°:	3 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:	02/04/2015			Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 3Tubos Fluorescentes/Lámpara (Espejo Parabólico)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes rojas y amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventana de 7m² en sentido Sureste-Noroeste						
x= 5.8 ; y=8.8 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 9	
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	334	332	107	106	399	398
2	368	367	118	117	323	320
3	458	457	278	277	582	574
4	307	305	26	25	81	80
5	352	351	63	61	117	116
6	308	307	55	54	80	77
7	307	306	18	17	19	18
8	401	400	19	18	18	18
9	224	221	13	12	21	20
E.prom.		338.44		76.33		180.11
Configuración 1:		Luminarias encendidas; persianas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; persianas abiertas				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SUBDECANATO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	9:00	Hora final:	11:00	Medición N°:	4 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		02/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color Blanco, piso de color azul, paredes color lila. Luz natural proveniente de 3 ventanas de 5.4m² (c/u): 2 ventanas en sentido Noroeste-Sureste y 1 ventana en sentido Suroeste-Noreste						
x= 3.9 ; y=8.8 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 9	
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	690	684	545	537	1560	1430
2	340	330	293	290	1230	1220
3	170	166	152	151	519	514
4	408	405	377	375	708	706
5	248	242	235	230	657	653
6	230	228	172	171	423	421
7	514	502	420	412	1480	1475
8	409	403	308	299	1458	1423
9	252	245	189	180	753	740
E.prom.		356.1		293.89		953.56
Configuración 1:		Luminarias encendidas; persianas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; persianas abiertas				

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA GENERAL				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	9:00	Medición N°:	5 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		03/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventana de 5.4m² en sentido Noroeste-Sureste						
x= 5.8 ; y=4.4 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 9	
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	254	252	126	125	674	673
2	225	222	99	98	201	198
3	215	213	78	77	227	224
4	260	258	173	171	859	845
5	232	230	152	151	714	712
6	228	227	73	72	190	189
7	258	256	176	175	876	872
8	249	248	170	169	492	486
9	266	264	164	163	257	252
E.prom.	247.67		133.4		494.56	
Configuración 1:		Luminarias encendidas; persianas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; persianas abiertas				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA DECANATO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	9:00	Hora final:	10:00	Medición N°:	6 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		06/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventanas de 5.4m² en sentido Noroeste-Sureste						
x= 5.8 ; y=4.4 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 9	
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	253	250	426	425	674	673
2	224	220	99	98	201	198
3	210	209	78	77	227	224
4	258	249	373	371	859	845
5	230	225	352	251	714	712
6	270	269	73	72	190	189
7	298	295	276	275	986	982
8	250	247	178	177	492	486
9	267	265	164	163	257	252
E.prom.		247.67		212.11		506.78
Configuración 1:		Luminarias encendidas; persianas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; persianas abiertas				

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA </div> 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA SUBDECANATO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	8:00	Medición N°:	7 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		07/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 3Tubos Fluorescentes/Lámpara (Espejo Parabólico)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición al momento de la medición: NUBLADO				Nivel iluminación a evaluar: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventanas de 2.25m² en sentido Suroeste-Noreste						
x= 2.6 ; y=4.15 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 4	
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	105	103	25	24	137	135
2	105	104	16	15	143	141
3	78	73	15	14	510	508
4	77	75	12	11	130	129
E.prom.		88.75		16		228.25
Configuración 1:		Luminarias encendidas; persianas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; persianas abiertas				

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA DE CARRERAS				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	8:00	Hora final:	10:00	Medición N°:	8 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:	07/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López		
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventana interna de 5.4m² en sentido Suroeste-Noreste						
x= 5.8 ; y=5.35 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$		No. Mediciones: 9		
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	78	77	83	82	7	6
2	66	65	87	86	10	9
3	50	49	68	67	15	14
4	101	100	130	129	7	6
5	109	108	137	136	19	18
6	100	99	132	131	44	43
7	83	81	87	86	5	4
8	72	71	87	86	9	8
9	77	76	84	83	37	36
E.prom.		80.67		98.44		16
Configuración 1:	Luminarias encendidas; y las cortinas cerradas					
Configuración 2:	Luminarias encendidas; y las cortinas abiertas					
Configuración 3:	Luminarias apagadas; cortinas abiertas					

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: COORDINACIÓN MECÁNICA				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	10:00	Hora final:	11:00	Medición N°:	9 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		07/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 3Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo color blanco y piso de color azul, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 2 ventanas de 5.4m² (c/u): 1 ventana en sentido Noroeste-Sureste y 1 ventana en sentido Suroeste-Noreste						
x= 4.7 ; y=4.35 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$		No. Mediciones: 9		
Punto de medición:	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	123	122	169	168	105	104
2	106	105	247	246	165	164
3	61	60	160	159	107	106
4	232	231	373	372	234	230
5	174	173	318	316	285	284
6	112	111	303	302	243	240
7	186	185	323	322	258	256
8	189	188	740	738	726	724
9	168	167	630	629	634	633
E.prom		149.11		361.33		304.56
Configuración 1:		Luminarias encendidas; cortinas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias encendidas; cortinas abiertas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; cortinas abiertas				

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 						
Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA ARCHIVO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	7:00	Hora final:	08:00	Medición N°:	10 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:	08/04/2015		Revisado por:	Ing. Germánico López		
LUMINARIA; 3Tubos Fluorescentes/Lámpara (Espejo Parabólico)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo y piso color blanco, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 1 ventanas de 5.4m² en sentido Sureste-Noroeste						
x= 4 ; y= 4 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$		No. Mediciones: 4		
DATOS REGISTRADOS: (Lux)						
Punto de medición:	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	209	208	48	47	363	362
2	412	410	343	342	600	589
3	350	350	54	53	380	330
4	436	435	343	342	598	597
E.prom.	350.75		196		469.5	
Configuración 1:		Luminarias encendidas; y las cortinas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; cortinas abiertas				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: U. PLANIF. Y EVALUACIÓN				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	08:00	Hora final:	09:00	Medición N°:	11 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		08/11/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Empotradas)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo y piso color blanco, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 2 ventanas de 5.4m² en sentido Sureste-Noroeste						
x= 4 ; y=4 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x \cdot y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 4	
DATOS REGISTRADOS: (Lux)						
Punto de medición:	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	582	571	418	415	890	888
2	142	140	44	42	889	880
3	570	569	408	405	275	272
4	178	177	110	108	669	663
E.prom.	364.25			242.5		675.8
Configuración 1:		Luminarias encendidas; y las cortinas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; cortinas abiertas				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica		
Ubicación: SECRETARÍA POSGRADO				Luminancia recomendada E= 300Lx.		
Hora Inicio:	9:00	Hora final:	10:00	Medición N°:	12 de 14	
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.		
Fecha de ejecución:		08/11/2014		Revisado por:	Ing. Germánico López	
LUMINARIA; 2Tubos Fluorescentes/Lámpara (Acrílico Opal)						
Denominación de cada tubo: F40T12G13-Luz.Día						
Potencia: 40w	Longitud: 1200mm	Vida útil: 12000h	Temp. Color: 6500K	Emisión Luminosa: 2500lm		
Condición de la medición: NUBLADO				Disposición de la medición: GENERAL		
Descripción del lugar de trabajo: Techo y piso color blanco, paredes amarillas. Luz natural proveniente de 2 ventanas de 5.4m² en sentido Sureste-Noroeste						
x= 4 ; y= 4 h`= 3.0 ; h= 2.15		Índice de área: $IC = \frac{x.y}{h(x+y)}$			No. Mediciones: 4	
Punto de medición :	DATOS REGISTRADOS: (Lux)					
	Configuración 1:		Configuración 2:		Configuración 3:	
	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
1	593	591	425	421	895	890
2	132	130	45	47	896	893
3	522	521	414	413	279	278
4	189	185	114	111	674	673
		356.75		248		683.5
Configuración 1:		Luminarias encendidas; cortinas cerradas				
Configuración 2:		Luminarias apagadas; persianas cerradas				
Configuración 3:		Luminarias apagadas; cortinas abiertas				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Ubicación: PASILLOS BLOQUE A				Luminancia recomendada E= 20Lx.			
Hora Inicio:	17:00	Hora final:	19:30	Medición N°:	13 de 14		
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.			
Fecha de ejecución:	15/11/2014			Revisado por:	Ing. Germánico López		
Nivel iluminación a evaluar: GENERAL							
DATOS REGISTRADOS BLOQUE A:							
No	PASILLO	(a.) LUMINARIAS APAGADAS (DIURNO NUBLADO)					
		Punto 1		Punto 2		Punto 3	
		Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)
1	Planta baja PB1	520	516	280	268	130	128
2	Planta baja PB2	25	22	45	39	75	68
3	Escalera 1	112	110	507	500	108	105
4	1 Planta Alta 1PA	30	22	181	175	29	21
5	Escalera 2	110	98	510	508	182	179
6	2 Planta Alta 2PA	180	176	110	99	30	22
7	Entrada Principal	580	578	581	581	558	557
(b.) LUMINARIAS ENCENDIDAS (NOCTURNO)							
		Punto 1		Punto 2		Punto 3	
		Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)
		Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)
1	Planta baja PB1	180	175	181	178	181	179
2	Planta baja PB2	180	179	181	180	169	164
3	Escalera 1	175	172	190	185	179	170
4	1 Planta Alta 1PA	189	185	186	184	178	176
5	Escalera 2	176	173	189	186	180	176
6	2 Planta Alta 2PA	190	185	175	173	176	174
7	Entrada Principal	180	178	181	178	182	180
	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)	E.prom.(Lux)
	PB1	PB2	Escalera 1	1PA	Escalera 2	2PA	
(a.)	304	43	238.3	72.7	261.7	99	
(b.)	177.3	174.3	175.6	181.6	178.3	177.3	
VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN							
BAJO			ÓPTIMO		DESLUMBRANTE		
$0 > DI \leq 0.8$			$0.8 > DI < 1.5$		$DI > 1.5$		
No.		DI (a.)		DI (b.)			
1	Planta baja PB1	15.2	DESLUMBRANTE	8.87	DESLUMBRANTE		
2	Planta baja PB2	2.15	DESLUMBRANTE	8.72	DESLUMBRANTE		
3	Escalera 1	11.92	DESLUMBRANTE	8.78	DESLUMBRANTE		
4	1 Planta Alta 1PA	3.64	DESLUMBRANTE	9.08	DESLUMBRANTE		
5	Escalera 2	13.1	DESLUMBRANTE	8.92	DESLUMBRANTE		
6	2 Planta Alta 2PA	4.95	DESLUMBRANTE	8.87	DESLUMBRANTE		
7	Entrada Principal	27.85	DESLUMBRANTE	8.9	DESLUMBRANTE		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Centro de Estudio y Análisis				Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica				
Ubicación: PASILLOS BLOQUE B				Luminancia recomendada E= 20Lx.				
Hora Inicio:	17:00	Hora final:	19:30	Medición N°:		14 de 14		
Instrumentos:				Luxómetro, cuaderno de apuntes.				
Fecha de ejecución: 15/11/2014				Revisado por:		Ing. Germánico López		
Nivel iluminación a evaluar: GENERAL								
DATOS REGISTRADOS:								
(a.) LUMINARIAS APAGADAS (DIURNO NUBLADO)								
No	PASILLO	Punto 1		Punto 2		Punto 3		
		Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	
1	Planta baja PB1	580	576	178	169	350	347	
2	Escalera 1	118	115	495	489	180	175	
3	1 Planta Alta 1PA	560	557	350	335	465	458	
4	Escalera 2	121	118	492	489	179	177	
5	2 Planta Alta 2PA	458	449	289	279	458	452	
(b.) LUMINARIAS ENCENDIDAS (NOCTURNO)								
		Punto 1		Punto 2		Punto 3		
		Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	Max (Lux)	Min (Lux)	
1	Planta baja PB1	178	175	198	197	175	171	
2	Escalera 1	181	180	190	189	180	179	
3	1 Planta Alta 1PA	185	185	188	186	186	185	
4	Escalera 2	179	178	189	188	180	178	
5	2 Planta Alta 2PA	191	189	186	186	181	180	
	E.prom.(Lux) PB1	E.prom.(Lux) Escalera 1		E.prom.(Lux) 1PA		E.prom.(Lux) Escalera 2		E.prom.(Lux) 2PA
(a.)	364	260		450		261.3		393.3
(b.)	181	182.7		185.3		181.3		185
VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN								
BAJO			ÓPTIMO			DESLUMBRANTE		
0 > DI ≤ 0.8			0.8 > DI < 1.5			DI > 1.5		
No.		DI (a.)		DI (b.)				
1	Planta baja PB1	18.2		DESLUMBRANTE		9.05		
2	Escalera 1	13		DESLUMBRANTE		9.14		
3	1 Planta Alta 1PA	22.5		DESLUMBRANTE		9.27		
4	Escalera 2	13.1		DESLUMBRANTE		9.1		
5	2 Planta Alta 2PA	19.7		DESLUMBRANTE		9.3		

ANEXO 7

FACTURACIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

FACTURA ELÉCTRÓNICA TOTALIZADOR UTA #5148575 ENERO 2015

http://www.eeasa.com.ec/3_consulta_planilla.php

Imprimir

Planilla de consumo

← Regresar

Datos de Cliente

No. de cuenta: **81656** Tipo Identif: **RUC** Nombres: Apellidos: **UNIVERSIDAD TECNICA AMBATO** Dirección: **RIO PAYAMINO Y RIO TALATAG** No.- Medidor: **5148575** Tarifa: **BENEFICIO PUBLICO CON DEMANDA** Cédula/Ruc: **186001450001** Agencia: **AMBATO** Zona: **4** Sector:

Datos de planilla(s)

Serie	No.-DOC	Autoriza/Cad...	F. Emisión	L.Anterior	L.Actual	Cons	Total Pg
001012	347596	0302201510...	03-FEB-15	25733	28005	114240	9408.3
						TOTAL	9408.3

Detalle

Cod	Rubro	Valor
CN	Valor Consumo	7185.36
DF	Dem. Facturable	970.2
VC	Valor Comercializacion	1.41
TB	Tasa Basura	1122.33
AP	Alumbrado Publico	129
TOTAL		9408.3

Historial

Mes Consumo	Consumo KWh
02-2014	120960
03-2014	95340
04-2014	133140
05-2014	102900
06-2014	103740
07-2014	112980
08-2014	102060
09-2014	67620
10-2014	102060
11-2014	97020
12-2014	104580
01-2015	114240



BANCO DEL PACÍFICO
GRUPO FINANCIERO

1 de 2
06/02/2015 12:15

FACTURA FÍSICA TOTALIZADOR UTA #5148575 FEBRERO 2015

EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.
 R.U.C. 1890001439001 CONTRIBUYENTE ESPECIAL RES. 568 DEL 2 DE JUNIO DE 1995
 Aut. del S.R.L. 09025015111-40189660-139900134588147 Frecs. Aut. 2015-03-03T11:13:40-03:37:45:30
 Dirección: 12 de Noviembre 11-59 y Espejo
 Teléfono: 03-2918660
FACTURA Nro. 001012 - 000498176



Fecha de Emisión: **Febrero-2015** Mes Consumo: **Febrero-2015** Esqueje Facturac Ion: **2**
 Vinculación: **0100081656** Código Cúpo: **0100081656**
 Eléctrico Nacional.

INFORMACION DEL CONSUMIDOR
 Nombre: **UNIVERSIDAD TECNICA AMBATO**
 CC/RUC: **1860001430001**
 Dirección Notificación: **RIO PAYAMINO Y RIO TALATAG** Ruta: **4 - 46 - 1**
 Dirección del Servicio: **RIO PAYAMINO Y RIO TALATAG**
 Provincia: **TUNGURAHUA** Cantón: **AMBATO**
 Tipo de Tarifa: **BENEFICIO PUBLICO CON DEMANDA**
 Tipo Lectura: **LEIDO**

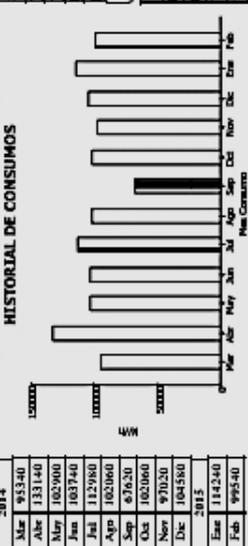
Medida: **5148575** Fact. Multipl: **420,00** Constante: **0,00**
 Desde: **31-01-2015** Hasta: **02-02-2015** Día: **30**
 Factor Pot.: **0,00** Permitencia Por: **0,00** Por: **correctiva** n 97

1 FACTURACION SERVICIO ELECTRICO Y ALUMBRADO PUBLICO

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid	Valor	Concepto	Valor USD
Activa	26242	26005	995-40	VW8	6.248,34	Valor Consumo	6.248,34
Dem Paso	0,77	0,77	323,4	LW	970,26	Perm. Facturable	970,26
Dem Mínimo	0,84	0,79	352,8	LW	0,00	P.L.T.	0,00
Reserva	1960	1960	0	VVA2	1,41	Valor Comercialización	1,41

HISTORIAL DE CONSUMOS

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid	Valor
Activa	26242	26005	995-40	VW8	6.248,34
Dem Paso	0,77	0,77	323,4	LW	0,00



2 VALORES PENDIENTES

Concepto	Descripción	Valor Dólares
Albomas		0,00
Cargos Fijos		0,00
Planillas Anteriores		0,00
Subsidio	Emisividad Vokán Tungurahua y Zonas de Influencia	0,00
VALORES PENDIENTES (2):		0,00

3 RECAUDACION TERCEROS

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELECTRICA

Rubro	Institución / Sustituto	Valor (USD)
Tasa Binaria	Municipalidad Municipal	995,95
RECAUDACION TERCEROS (3):		995,95

Concepto	Valor (USD)
Alborno POR:	0,00
Calentamiento de Agua:	0,00
Coccion Eléctrica:	0,00
Tarifa Dignidad:	0,00
Total:	0,00

TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	7.348,95
Valores Pendientes (2):	0,00
Recaudación Terceros (3):	995,95
TOTAL (1+2+3):	8.344,88



Clave Acceso: 030320150118900014390012001012004981763068732011

ANEXO 8

PROFORMA BANCO DE CAPACITORES AUTOMÁTICO Y
DISPOSITIVOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN DEL
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA EL BLOQUE A FICM

POLIPROYECTOS ELECTRICIDAD

DISTRIBUIDORES AUTORIZADOS DE SIEMENS
DIRECCION: UNIDAD NACIONAL 07-14 Y DARQUEA
TELEFONO: 2822175 CELULAR: 098794076

NOMBRE: ANTONIO FIGEROA
ATENCIÓN:
DIRECCION:
TELEFONO:

FECHA: 23/04/2015

COTIZACION

BANCO P/30 KVAR 220V AUTOMATICO

CODIGO	DESCRIPCION	UNI	V/UNIT	DESCU	V/NETO	CANT	V/TOTAL
	TABLERO P/CONDEN. AUTOM. 1100*800*250MM	CAJ	582,50	0%	582,50	1	582,50
	CONDENSADOR 6 KVAR TRIF 220V	CAJ	101,25	10%	91,13	2	182,25
	CONTROL DE FACTOR DE POTEN. B PAGO	CAJ	582,50	10%	524,25	1	524,25
	CONTACTOR 3RT1026 C/BOB 220V	CAJ	57,04	10%	51,34	1	51,34
	CONTACTOR 3RT1038 220	CAJ	118,43	10%	106,58	3	319,76
	CONTACTOR 3RT1045 220V	CAJ	0,00	10%	0,00	0	0,00
	CONECTOR TALON #2-14	CAJ	0,40	0%	0,40	36	14,40
	CONDENSADOR 12 KVAR 220V	CAJ	156,40	10%	140,75	3	422,25
	INTERRUPTOR NH-00 180A	CAJ	83,50	10%	77,15	4	228,10
	FUSIBLE NH-00 20A	CAJ	4,45	10%	4,01	6	24,06
	INTERRUPTOR NH-1 180	CAJ	83,50	10%	77,15	1	77,15
	FUSIBLE NH-1 125A	CAJ	9,39	10%	8,44	3	25,33
	PERNO CADMADO 1/4*3/4	CAJ	0,11	0%	0,11	20	2,20
	CABLE THHN #6	MTS	1,58	32%	1,07	50	53,72
	CABLE THF #18	MTS	0,28	32%	0,18	30	5,79
	BASE PORTAFUSIBLE 10*38	CAJ	7,04	10%	6,34	2	12,67
	FUSIBLE CILINDRICO 10*38 4 A	CAJ	1,11	10%	1,00	2	2,00
	FUSIBLE NH-00 40	CAJ	4,45	10%	4,01	9	36,13
	FUSIBLE NH-00 80	CAJ	0,00	10%	0,00	0	0,00
	CINTA ESPIRAL KS-12	MTS	1,21	0%	1,21	1	1,21
	AMARAS CV-100	CAJ	0,01	0%	0,01	20	0,24
	TRANSF INTENCI 5	CAJ	14,00	10%	12,60	1	12,60
	CABLE TTU #10	CAJ	9,51	32%	6,47	1,5	9,70
	TERMINAL TIPO PUNTERA # 15-14	CAJ	0,10	0%	0,10	20	2,00
	MISLANEOS	CAJ	50,00	0%	50,00	1	50,00

EN CASO DE SER ACEPTADA LA PRESENTE PROFORMA EL
CLIENTE DEBERA CONFIRMAR A TRAVES DE ORDEN DE
COMPRA ESCRITA LA ACEPTACION DE LAS CANTIDADES
EL TIEMPO DE ENTREGA DE LOS BIENES OFERTADOS EN LA
PRESENTE PROFORMA CORRERA A PARTIR DE RECEPCION
DE LA ORDEN DE LA COMPRA ESCRITA

SUBTOTAL:	2630,20
ARMADA DE TABLERO:	120,00
TOTAL MATERIALES	2750,20
IVA.12%	330,02
TOTAL PROFORMA:	3080,22


POLIPROYECTOS
ELECTRICIDAD
Unidad Nacional 07-14 y Darquea
Tel: 2822 175 • Cel: 0987 94076
e-mail: poliproyectos@comnet.com
Avenida Francisco de Orosio

Antonio Figeroa

ANEXO 9

PROFORMA MATERIALES ELÉCTRICOS PARA INSTALACIONES
ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN



PROFORMA # 0000008196

Unidad Nacional 0832 y Cevallos

TLF1: 032-820-727 032-820-076 032-823-875

Ambato, 20 de Abril del 2015

VENCIMIENTO: 20/04/2015

SEÑORES: ANTONIO FIGUEROA
RUC: 1801114875
DIRECCION: PILLARO (LA MATRIZ CENTRO)
TELEFONO: 032860220

VENDEDOR: MARCO PEREZ

CODIGO	PRODUCTO	CANT.	PRECIO	DESC	TOTAL
LAMF17	LAMP. FLUORECENTE 2X32 S.PUESTA RECTANGULAR CROMADA L1481	1.00	48.6661	10.00	43.8000
LAMF66	LAMPARA FLUORECENTE 3X32 D/36CELDAS S/PUESTA IMPORTADA	1.00	59.1083	10.00	53.2000
SEMV04	SENSOR DE MOVIM. P/TECHO 3600 LX-28A/SILVERMATIC STO6A	1.00	13.3424	10.00	12.0100
FLOC46	FLUORECENTE 32WT8-6500K T8 SYLVANIA	1.00	1.2500	10.00	1.1300
I6104	TUBO DE LED IN GLASS T8 16W LEDEX 6951661567859	1.00	29.0937	10.00	26.1800
MEDB01	MEDIDOR BIFASICO ACT.240V DTS27ACICLOK STAR	1.00	203.1250	10.00	182.8100
P1109	CANALETA LISA 20X12 BLANCA C/A DEXON	1.00	2.4554	10.00	2.2100
LAMF65	LAMP. FLUORECENTE 2X110 C/BALASTRO RECTA COMPLETA	1.00	83.7500	10.00	75.3800
CATHHNT	CABLE SOLIDO N.12 AWG CABLEC	1.00	0.5179	0.00	0.5200
CATHHNT	CABLE SOLIDO N.14 AWG CABLEC	1.00	0.3414	0.00	0.3400
BAC001	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO DE 5.0 KVAR A 220/127 V.	1.00	2,327.0089	0.00	2,327.0100
OJBU217	OJO DE BUEY P/DICROICO. CUADRADO BLANCO ELC-217 WH 20038	1.00	4.2766	10.00	3.8500
DICO70	DICROICO 120V DE LEDS TIPO PASTILLA BLANCA 4.5W MR16 5050	1.00	9.0893	10.00	8.1800
PRFR09	PORTAREFLECTOR P/DICROICO SPOT EXHIBIDOR PLM 303 MAVIJU	1.00	13.3929	10.00	12.0500
DICO70	DICROICO 120V DE LEDS TIPO PASTILLA BLANCA 4.5W MR16 5050	1.00	9.0893	10.00	8.1800

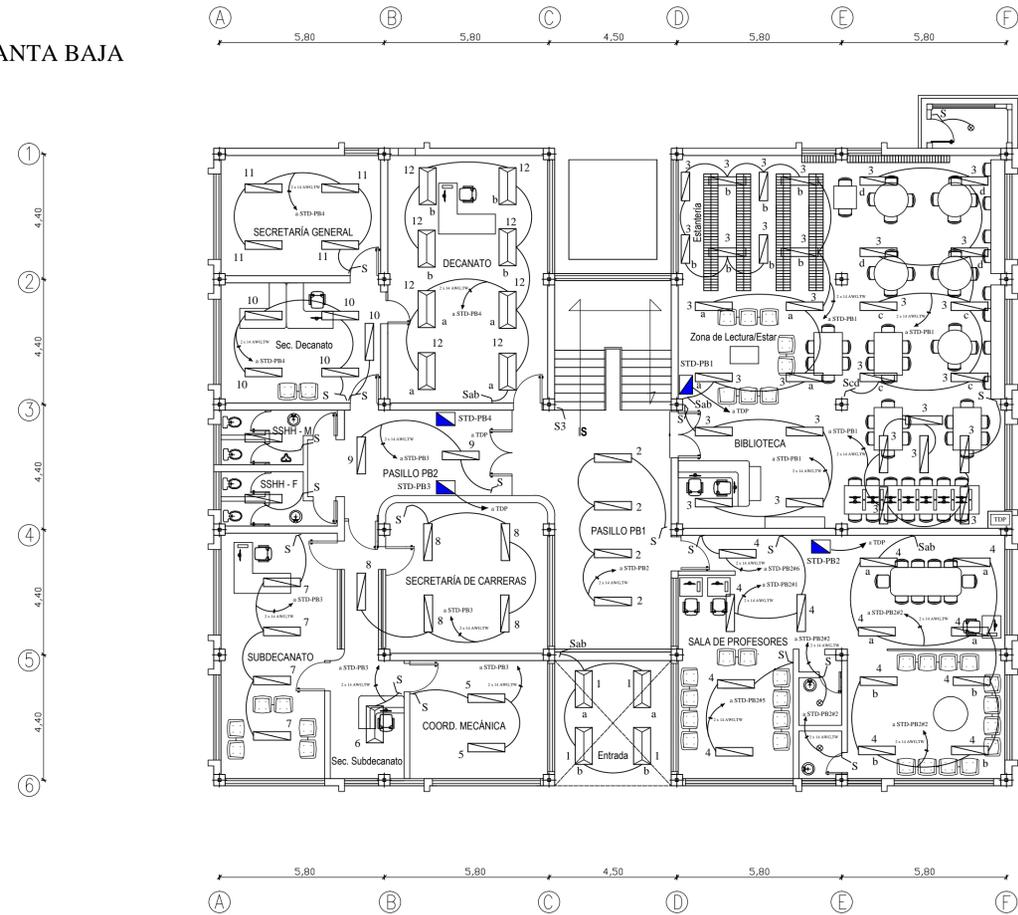
NOTA: Entrega Inmediata La Proforma tiene una duración de 8 Días Cabe señalar que los precios tienen un descuento especial		SUBTOTAL 2,804.4900
En espera de sus gratas órdenes, reiteramos nuestro permanente afán de servirle Atentamente,		DESCUENTO 47.6600
		SUBTOTAL NETO 2,756.8300
		IVA 12% 330.6900
		TOTAL 3,087.5200

_____ Sra. Elena Córdova Gerente General
--

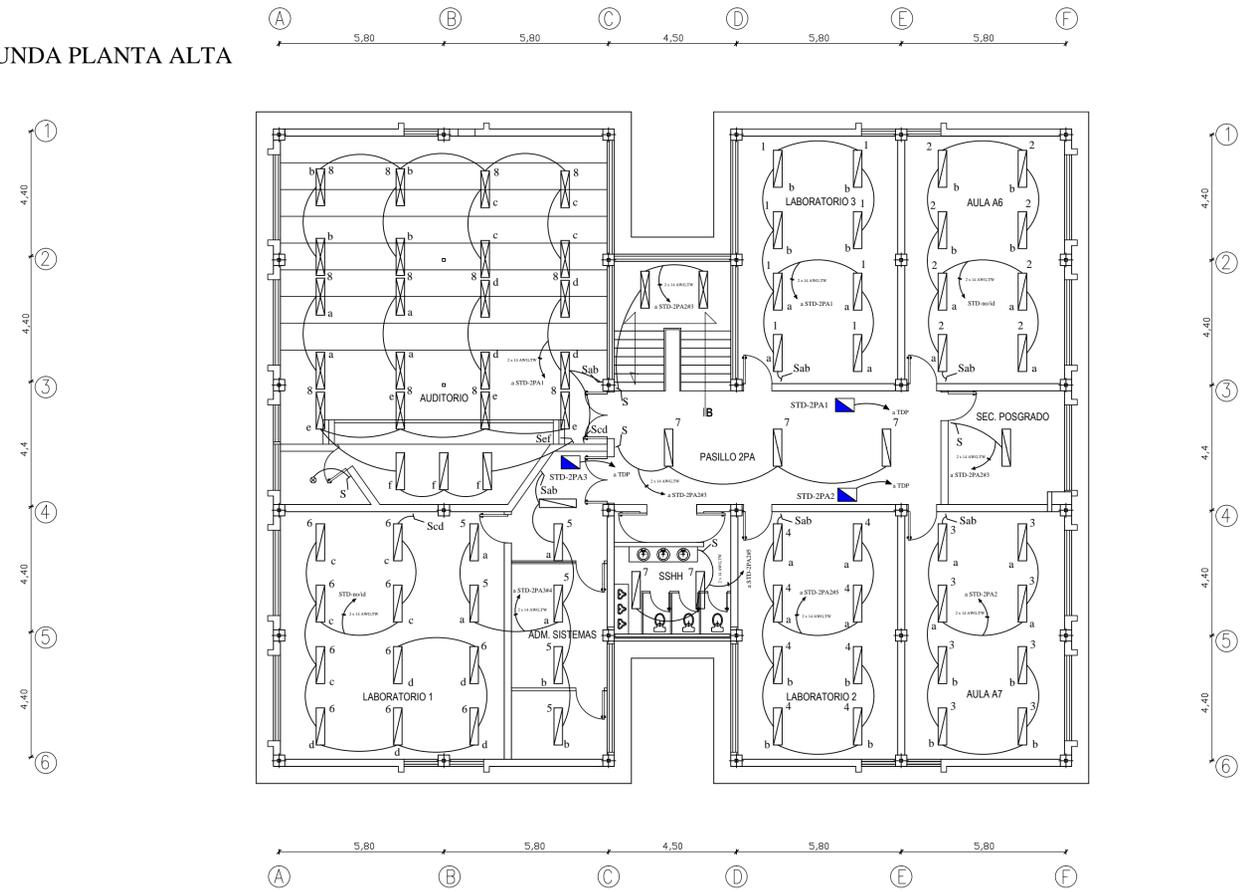
ANEXO 10

PLANOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS BLOQUES A Y B FICM

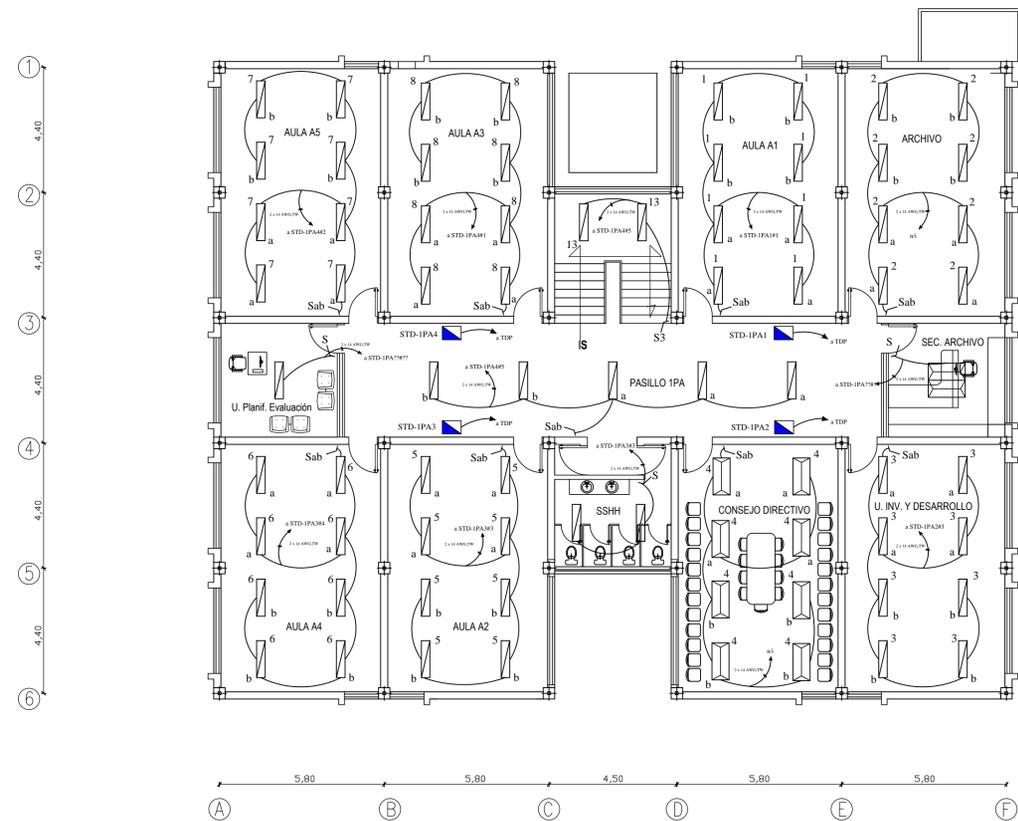
PLANTA BAJA



SEGUNDA PLANTA ALTA



PRIMERA PLANTA ALTA

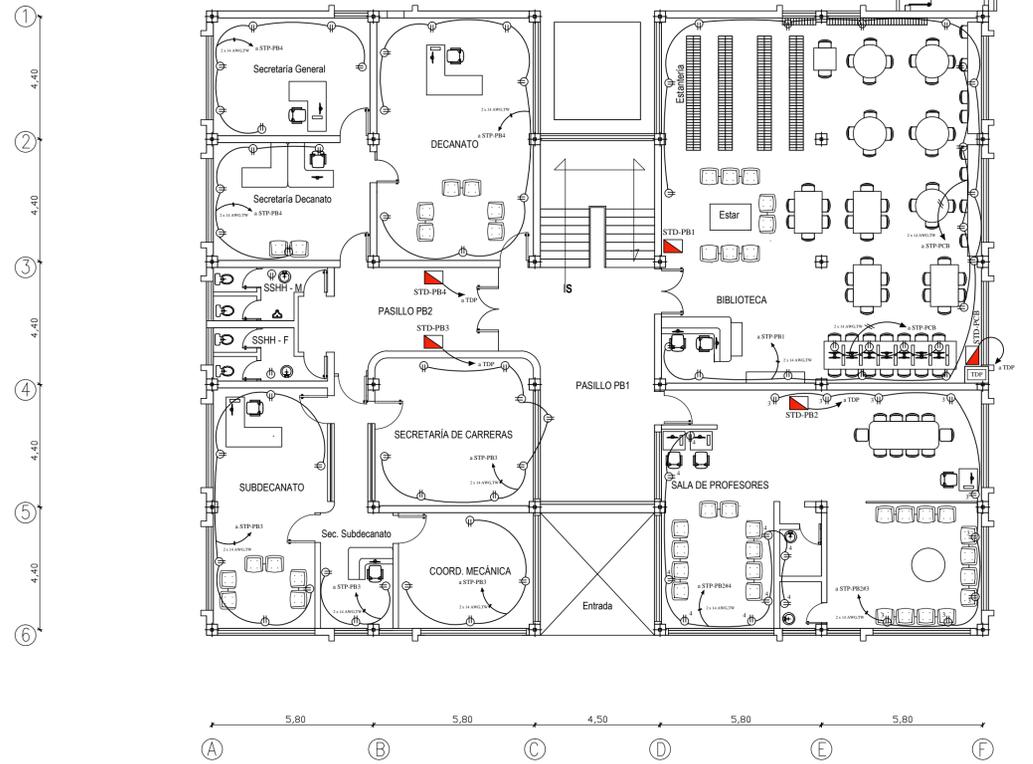


BLOQUE A

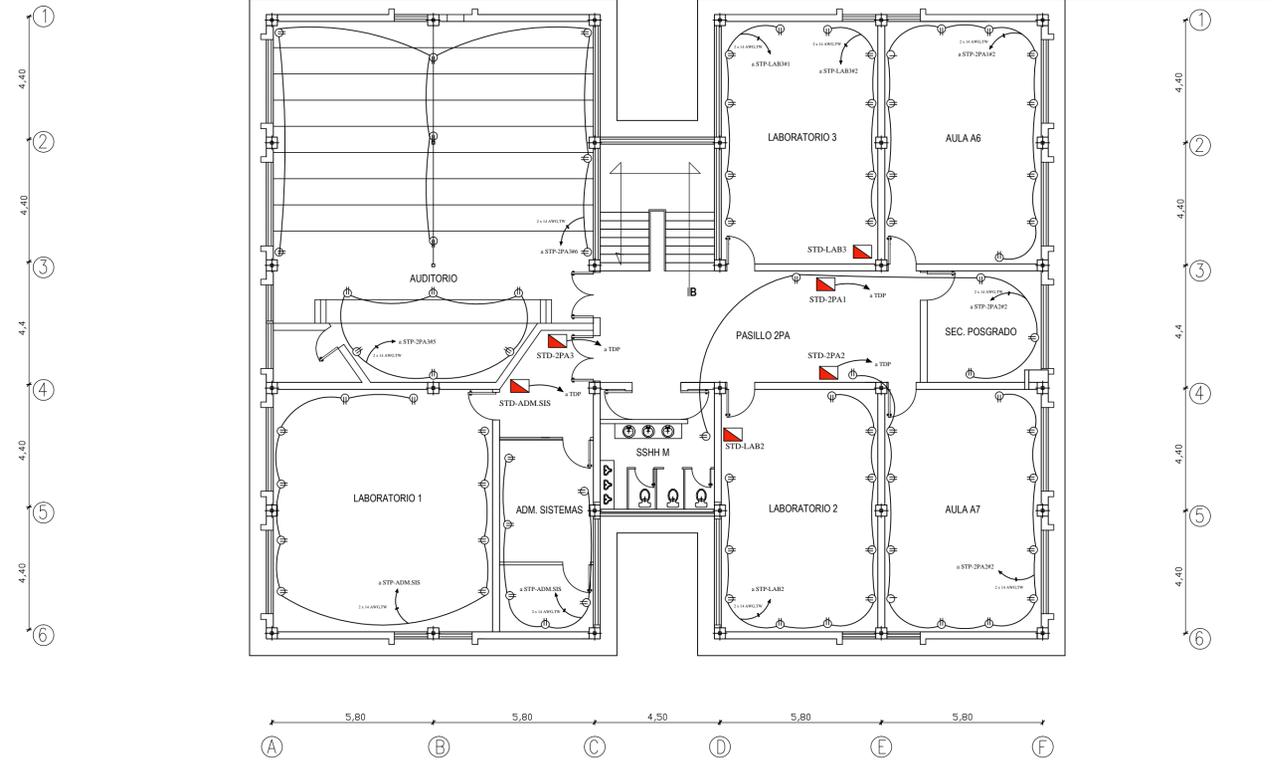
INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
SÍMBOLO	NOMENCLATURA	SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal	S	Interruptor Simple 15A-120V
	Tablero de Distribución Secundario	Sab	Interruptor Doble 15A-120V
	Tablero de Protección Independiente	S3	Commutador 15A-120V
	Plafón lámpara Incandescente/compacto		Tomacorriente Normal Polarizado de Pared 15A-120V
	Lámpara Fluorescente Empotrable 2X40W		Cable Solido 2x14 AWG,TW Iluminación
	Lámpara Fluorescente Empotrable 3X40W		Cable Solido 2x14 AWG,TW Tomacorrientes

		TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
		FECHA:	NOMBRE:	TITULO:	ESCALA:
		DIB. 01/04/15	Figueras A.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN	1:100
		REV.	Ing. López G.		
		APRB.	Ing. López G.		
		U.T.A.		LAMINA N°:	1 de 6
		INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	
Edic.	Modificacion	Fecha	Nombre		

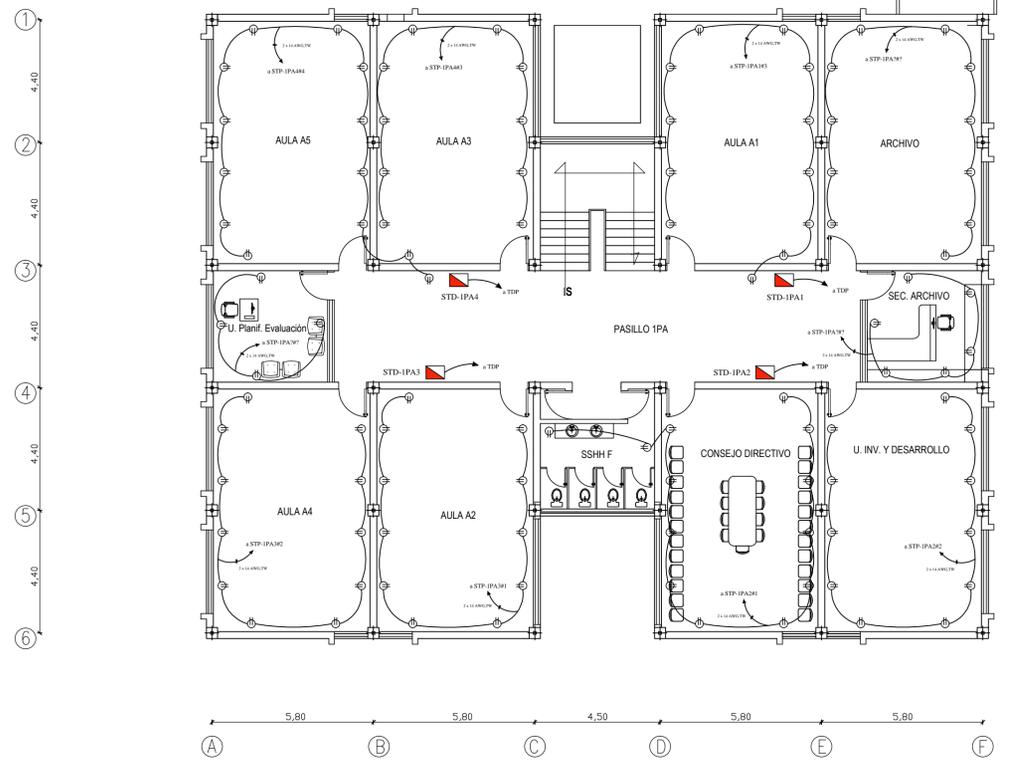
PLANTA BAJA



SEGUNDA PLANTA ALTA



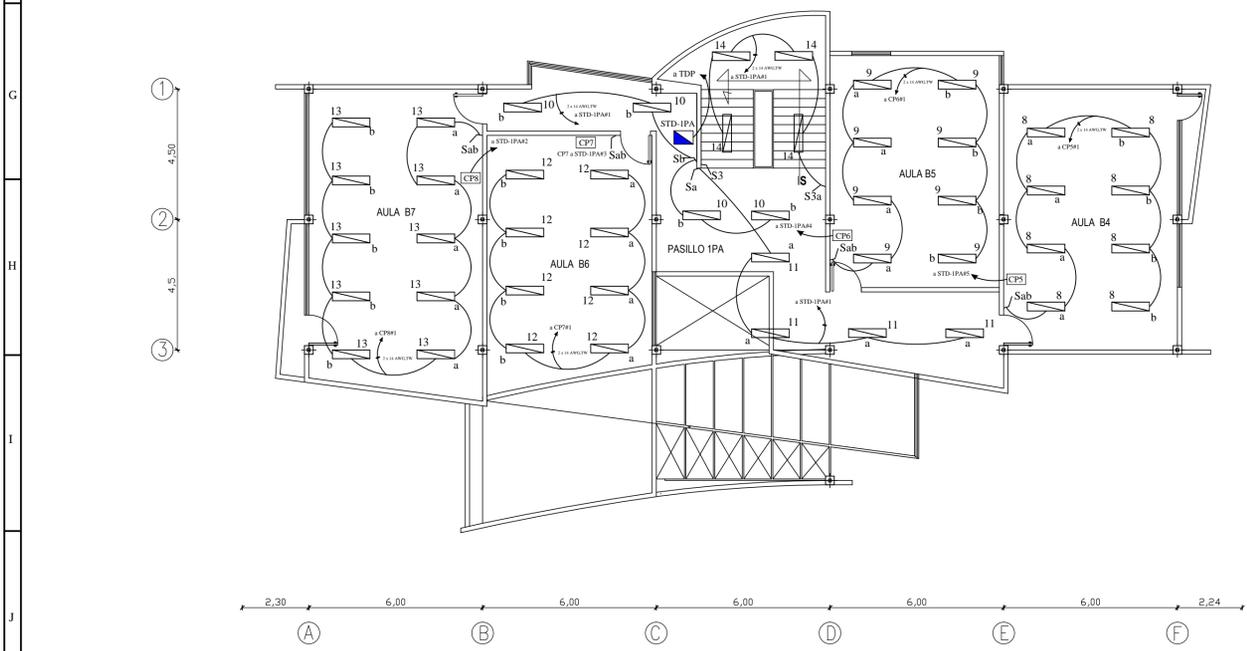
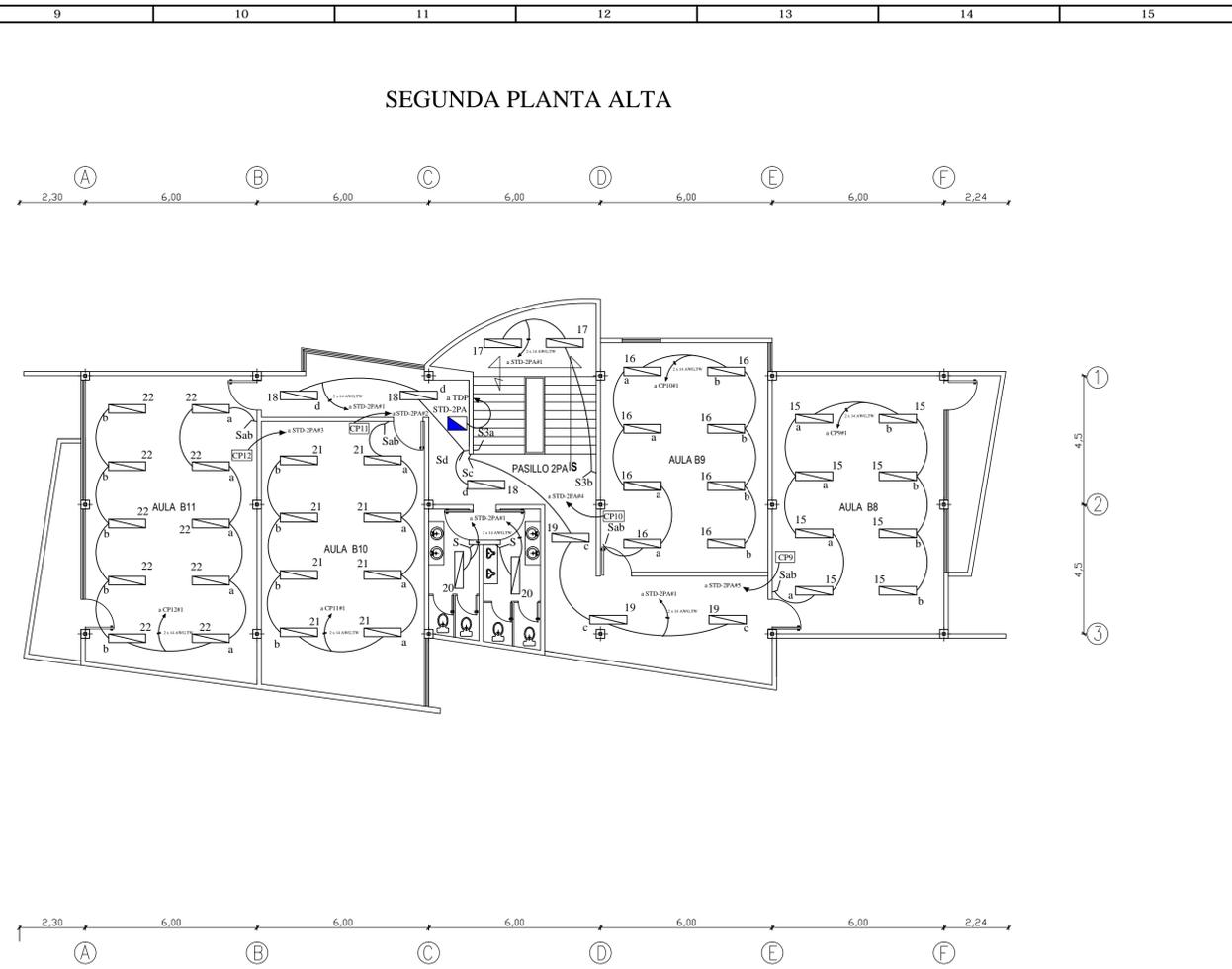
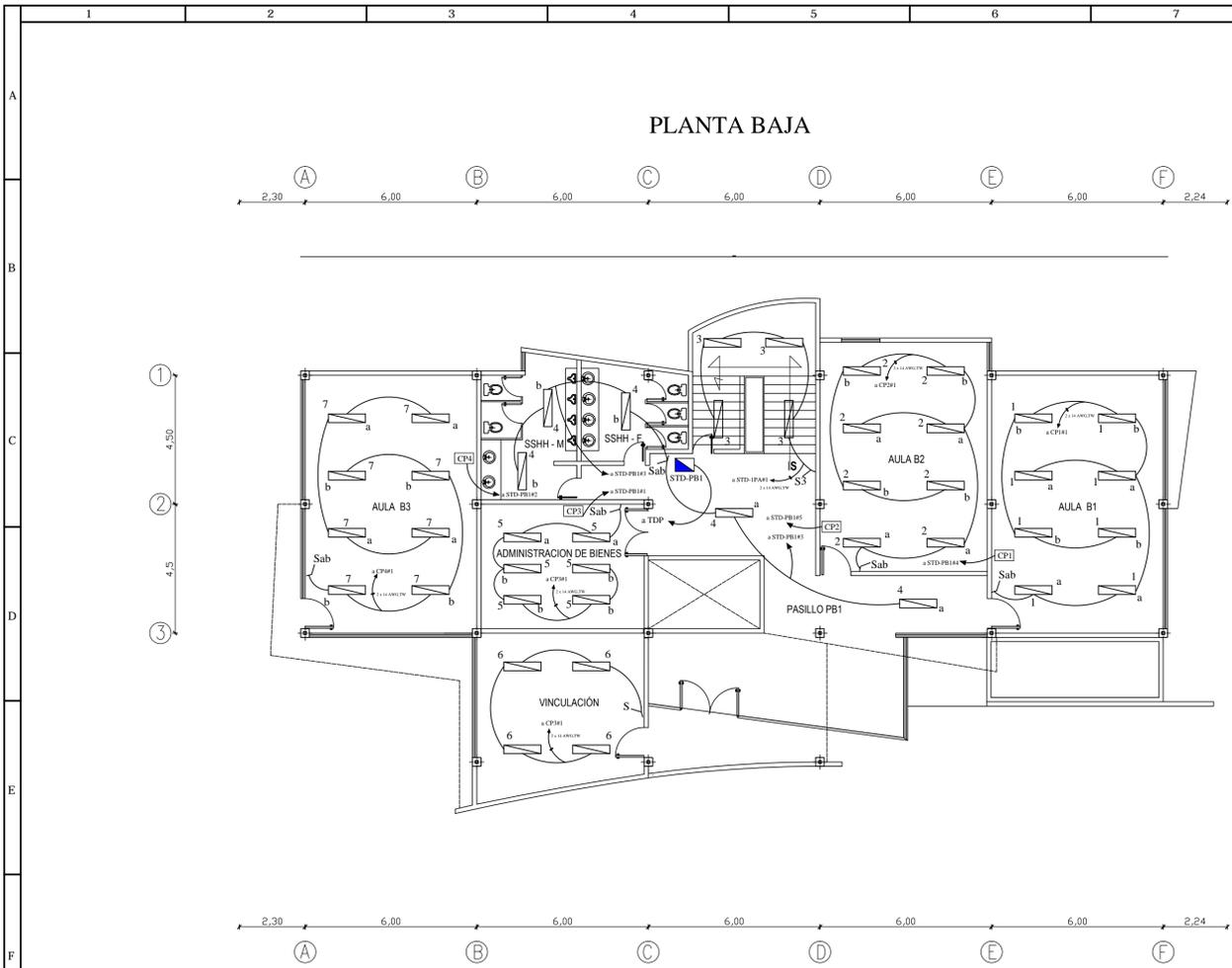
PRIMERA PLANTA ALTA



BLOQUE A

INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
SÍMBOLO	NOMENCLATURA	SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal	S	Interruptor Simple 15A-120V
■	Tablero de Distribución Secundario	Sab	Interruptor Doble 15A-120V
□	Tablero de Protección Independiente	S3	Commutador 15A-120V
⊙	Plafón lámpara Incandescente/compacto	⊖	Tomacorriente Normal Polarizado de Pared 15A-120V
▭	Lámpara Fluorescente Empotrable 2X40W	—	Cable Sólido 2x14 AWG,TW Iluminación
▭	Lámpara Fluorescente Empotrable 3X40W	—	Cable Sólido 2x14 AWG,TW Tomacorrientes

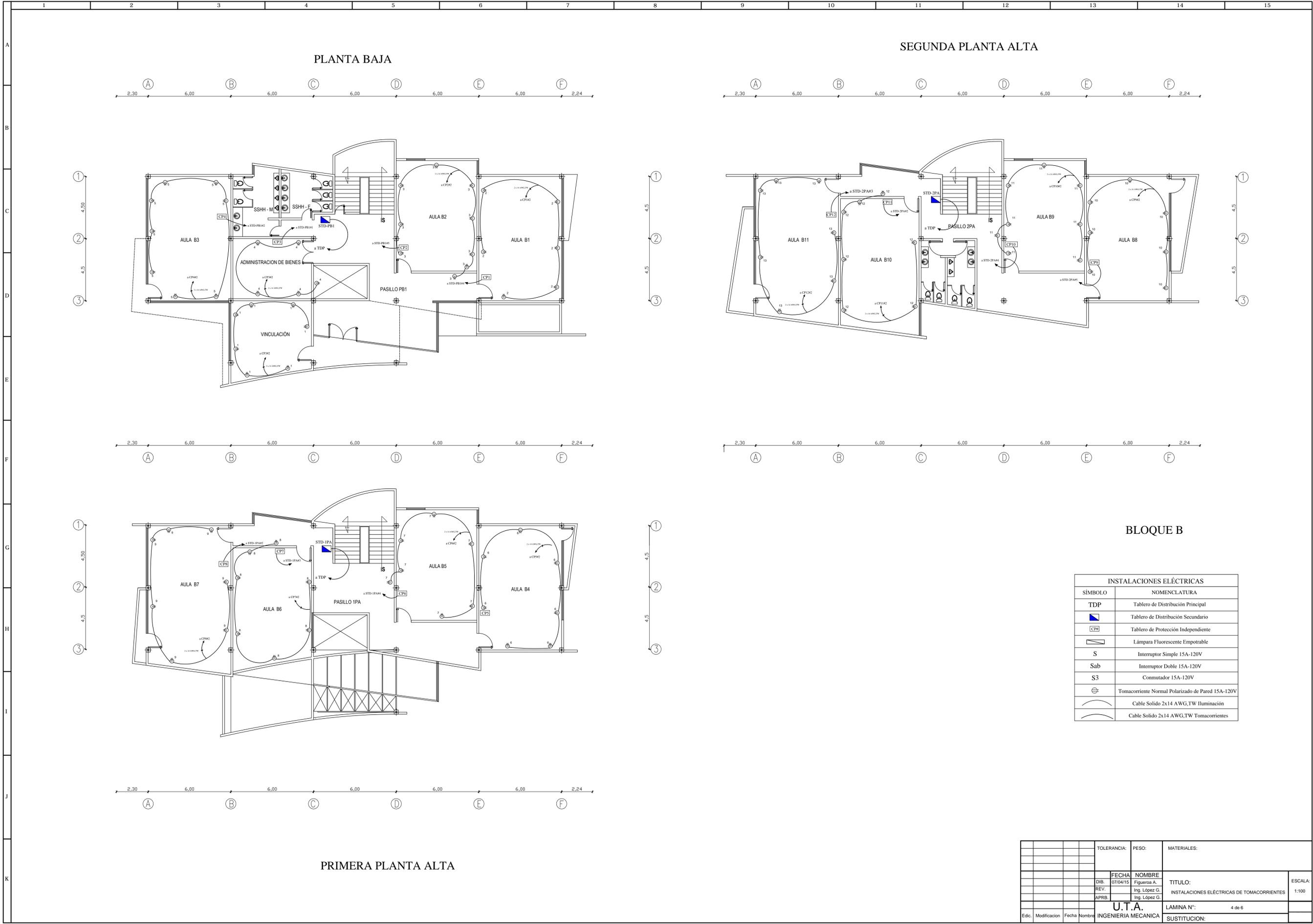
TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
FECHA	NOMBRE	TÍTULO:	ESCALA:
03/04/15	Figueras A.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES	1:100
REV.	Ing. López G.	LAMINA N°:	2 de 6
APRB.	Ing. López G.	SUSTITUCION:	
U.T.A. INGENIERIA MECANICA			
Edic.	Modificacion	Fecha	Nombre



BLOQUE B

INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal
	Tablero de Distribución Secundario
CP1	Tablero de Protección Independiente
	Lámpara Fluorescente Empotrable
S	Interruptor Simple 15A-120V
Sab	Interruptor Doble 15A-120V
S3	Conmutador 15A-120V
	Tomacorriente Normal Polarizado de Pared 15A-120V
	Cable Solido 2x14 AWG, TW Iluminación
	Cable Solido 2x14 AWG, TW Tomacorrientes

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
FECHA	NOMBRE	TITULO:	ESCALA:
DIB: 05/04/15	Figueras A.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN	1:100
REV:	Ing. López G.		
APRB:	Ing. López G.		
U.T.A.		LAMINA N°:	3 de 6
Edic. Modificacion	Fecha Nombre	INGENIERIA MECANICA	SUSTITUCION:

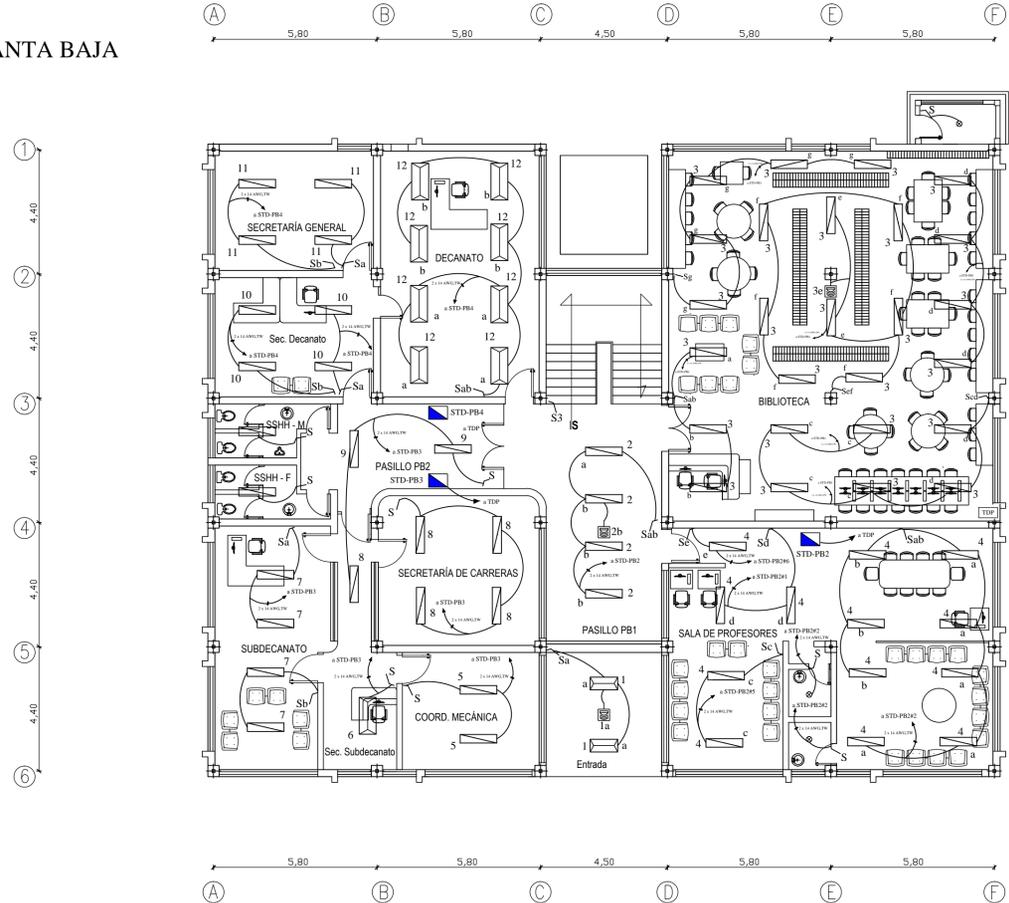


BLOQUE B

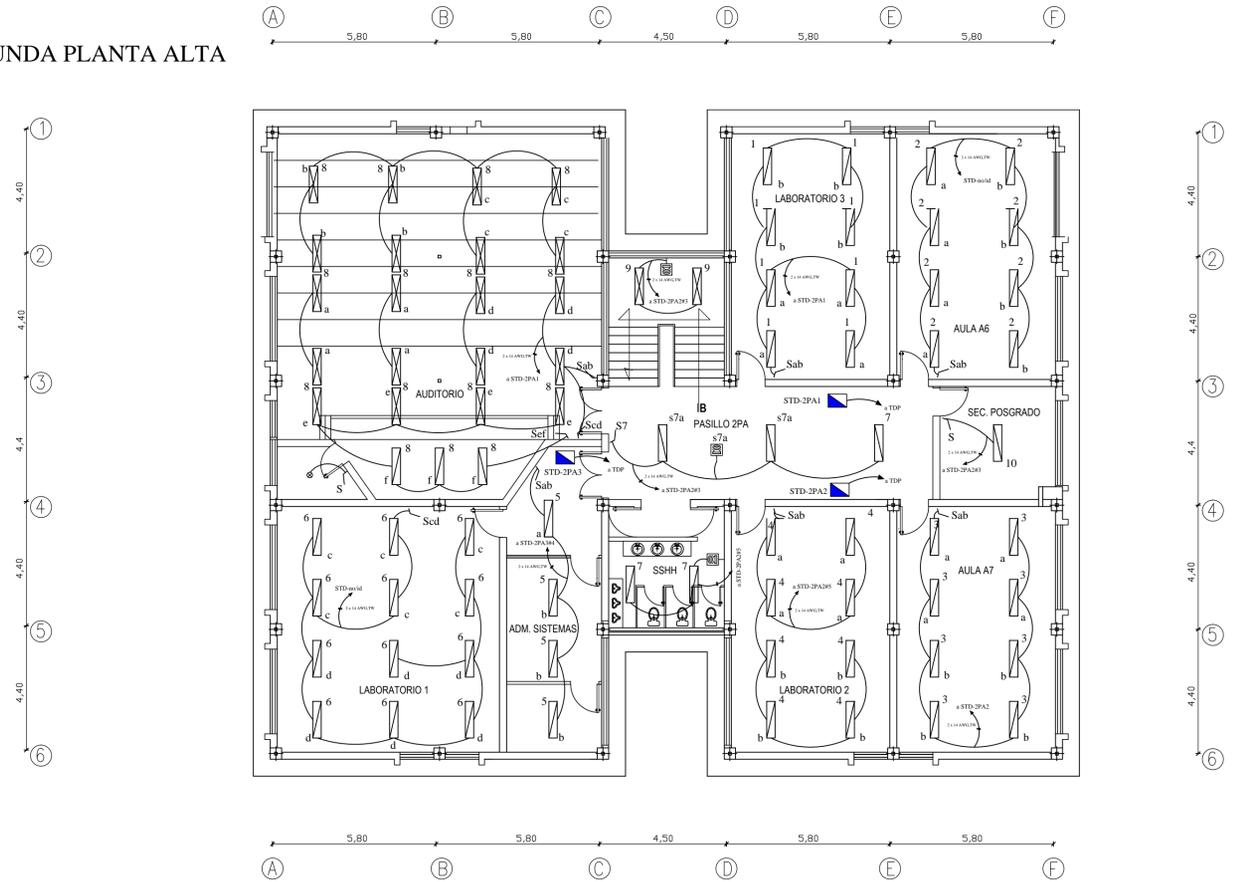
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal
	Tablero de Distribución Secundario
CPPI	Tablero de Protección Independiente
	Lámpara Fluorescente Empotrable
S	Interruptor Simple 15A-120V
Sab	Interruptor Doble 15A-120V
S3	Commutador 15A-120V
	Tomacorriente Normal Polarizado de Pared 15A-120V
	Cable Sólido 2x14 AWG,TW Iluminación
	Cable Sólido 2x14 AWG,TW Tomacorrientes

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
FECHA	NOMBRE	TITULO:	ESCALA:
DIB. 07/04/15	Figueroa A.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE TOMACORRIENTES	1:100
REV.	Ing. López G.	LAMINA N°:	4 de 6
APRB.	Ing. López G.	SUSTITUCION:	
Edic. Modificacion Fecha Nombre		U.T.A. INGENIERIA MECANICA	

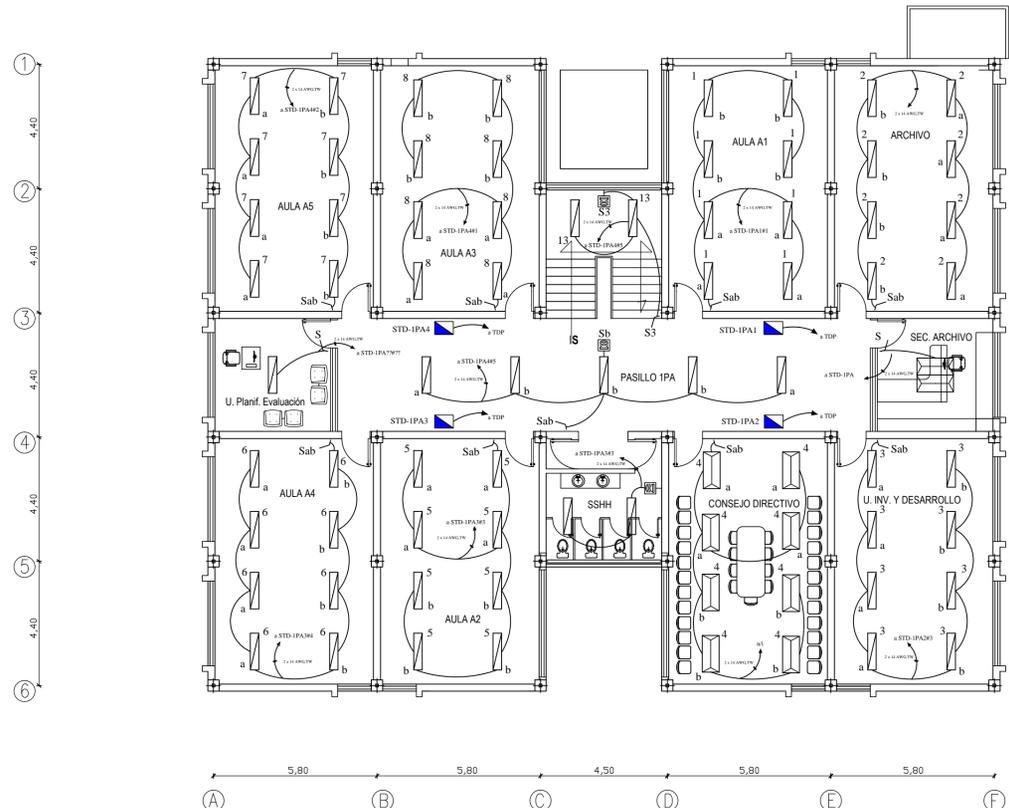
PLANTA BAJA



SEGUNDA PLANTA ALTA



PRIMERA PLANTA ALTA

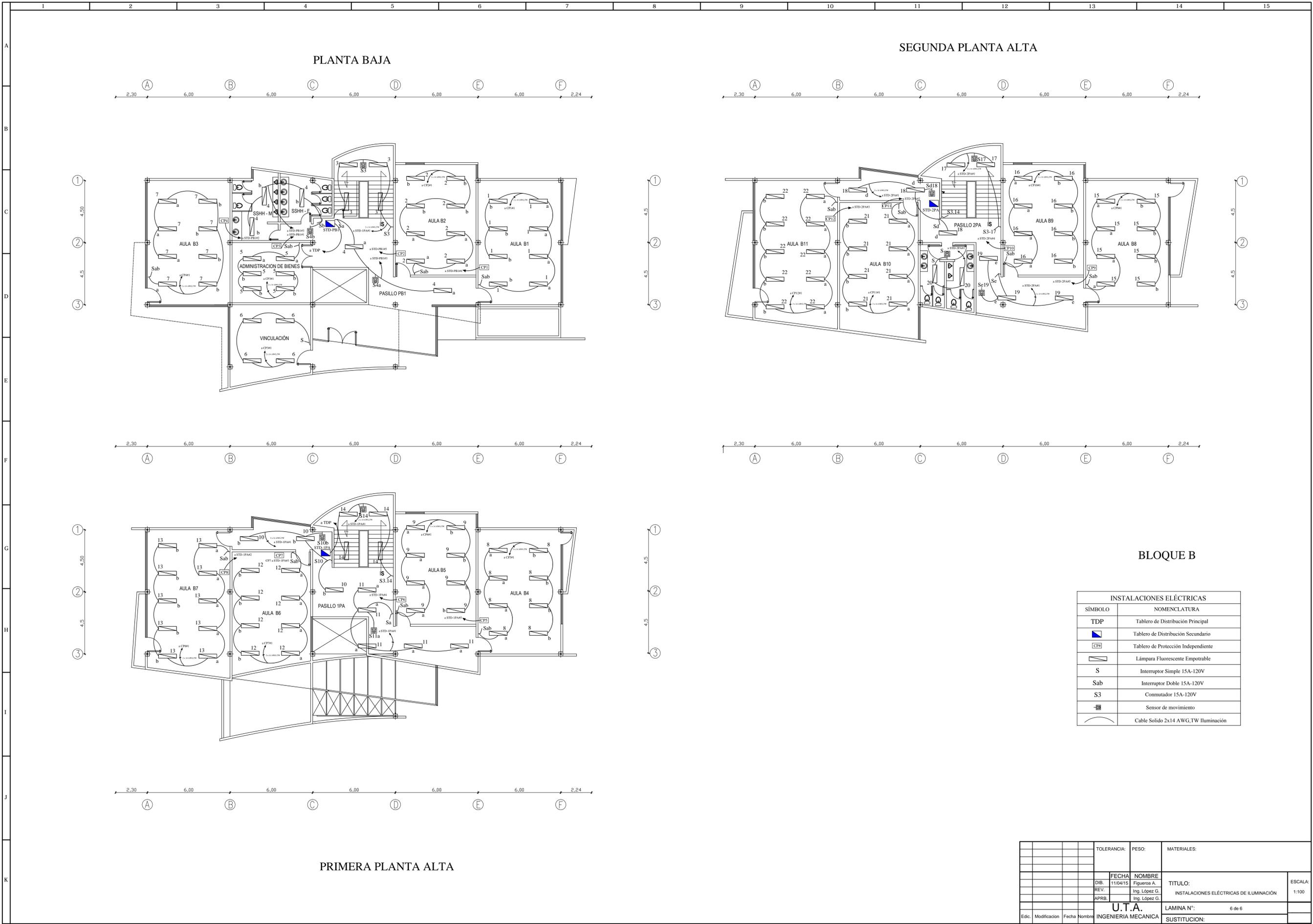


BLOQUE A

INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
SÍMBOLO	NOMENCLATURA	SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal	S	Interruptor Simple 15A-120V
▀	Tablero de Distribución Secundario	Sab	Interruptor Doble 15A-120V
CTM	Tablero de Protección Independiente	S3	Conmutador 15A-120V
⊙	Piafón lámpara Incandescente/compacto	—	Sensor de movimiento
▭	Lámpara Fluorescente Empotrable 2X40W	—	Cable Sólido 2x14 AWG, 1W Iluminación
▭	Lámpara Fluorescente Empotrable 3X40W	▭	Lámpara Fluorescente Empotrable 2X32W

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
DIB. 09/04/15	FECHA	NOMBRE	TITULO:
REV.		Figueras A.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN
APRB.		Ing. López G.	
		Ing. López G.	
Edic. Modificación		Fecha	Nombre
U.T.A.		LAMINA N°:	5 de 6
INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	

ESCALA: 1:100



BLOQUE B

INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
SÍMBOLO	NOMENCLATURA
TDP	Tablero de Distribución Principal
	Tablero de Distribución Secundario
	Tablero de Protección Independiente
	Lámpara Fluorescente Empotrable
S	Interruptor Simple 15A-120V
Sab	Interruptor Doble 15A-120V
S3	Commutador 15A-120V
	Sensor de movimiento
	Cable Sólido 2x14 AWG, 1W Iluminación

TOLERANCIA:	PESO:	MATERIALES:	
DIB. FECHA NOMBRE	11/04/15	Figueras A.	TITULO:
REV.		Ing. López G.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN
APRB.		Ing. López G.	ESCALA: 1:100
U.T.A.		LAMINA N°:	6 de 6
INGENIERIA MECANICA		SUSTITUCION:	
Edic. Modificacion	Fecha Nombre		