



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y AUTOMATIZACIÓN

Tesis de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO, MENCIÓN EN AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EQUINOCCIAL SEDE SANTO DOMINGO

Estudiante:
RIVERA RAMÍREZ OSCAR DANIEL

Director de Tesis:
ING. NILO ORTEGA

Santo Domingo – Ecuador
Mayo, 2015

**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
EQUINOCCIAL SEDE SANTO DOMINGO**

Ing. NILO ORTEGA

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. EDWIN GRIJALVA

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. NESTOR ALBÁN

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. ARTURO FALCONÍ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2015.

Autor: OSCAR DANIEL RIVERA RAMÍREZ

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.

**Título de Tesis: AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO**

Fecha : MAYO, 2015

El contenido del presente trabajo, está bajo la **responsabilidad del autor/a.**

Rivera Ramírez Oscar Daniel

172471363-9

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de.....del 2015

Ing. Edwin Grijalva

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por (el) o (la) (señor) **RIVERA RAMÍREZ OSCAR DANIEL**, cuyo tema es: “**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL SEDE SANTO DOMINGO**”, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente.

Ing. Nilo Ortega
DIRECTOR DE TESIS.

Dedicatoria

Dedico este proyecto a mi familia, que siempre me han brindado su apoyo, cariño e ideal de perseverancia para salir adelante en cada uno de mis objetivos planteados.

Muy especialmente a mis padres, Bolívar Rivera y Elita Ramírez, parte fundamental en mi vida, y que durante todo mi proceso de formación personal y académico han estado ahí como guías y consejeros, por todo el esfuerzo que han realizado para ayudarme a culminar una etapa más en mi vida, por ser un ejemplo a seguir, y porque gracias a ellos se que soy una persona de bien

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, a mis padres, que como personas trabajadoras y de buenos valores, me han transmitido esos ideales tan importantes para formarme y anhelar ser una excelente persona, a mis hermanos y familiares, que siempre han estado ahí brindándome su apoyo en cada una de las etapas de mi vida.

A todos los docentes, y muy especialmente a los docentes que conforman la Facultad de Ingeniería Electromecánica, quienes no sólo me impartieron conocimientos para mi formación profesional, sino también para mi formación personal.

A cada uno de mis compañeros, con los que compartimos muchas experiencias, que estuvieron en las buenas y malas, y que mejor que nadie, entienden las dificultades que tuvimos que superar para llegar al fin de esta meta, y que me brindaron su apoyo durante esta etapa, tan importante de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada	i
Sustentación y Aprobación de los Integrantes del Tribunal	ii
Responsabilidad del Autor.....	iii
Informe del Director de Tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen Ejecutivo.....	xvii
Abstract.....	xviii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Formulación del problema.....	1
1.1.2. Sistematización del problema.....	2
1.2. Justificación	2
1.2.1. Conveniencia	2
1.2.2. Impacto social.....	2
1.2.3. Impacto teórico	2
1.2.4. Implicación práctica	3
1.2.5. Impacto ecológico.....	3
1.2.6 Viabilidad	3
1.3. Alcance	3
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo general	4

1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Idea defender.....	5
1.5.2. Operacionalización de la hipótesis.....	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Definición de auditoría energética.....	6
2.3. Gestión de un programa de auditoría.....	7
2.3.1. Recursos del programa de auditoría.....	11
2.4. Procedimientos del programa de auditoría.....	14
2.4.1. Ámbito y alcance técnico de la auditoría.....	15
2.4.2. Metodología.....	15
2.4.2.1. Generalidades.....	15
2.4.2.2. Estado de las Instalaciones.....	15
2.4.2.3. Realización de una contabilidad Energética.....	16
2.4.2.4. Análisis de propuestas de Mejora.....	17
2.4.3. Informe de auditoría energética.....	17
2.4.3.1. Complementos a la auditoría energética.....	17
2.5. ¿Por qué hacer una auditoría?.....	18
2.6. ¿Cuándo se puede auditar?.....	18
2.7. Importancia de la auditoría energética.....	19
2.8. Objetivos de la auditoría energética.....	19
2.9. ¿Quién debe realizar una auditoría energética?.....	20
2.9.1. Personal propio – ventajas y desventajas.....	20
2.9.2. Personal exterior – ventajas y desventajas.....	21
2.9.3. Personal mixto.....	22
2.10. Medios materiales para las auditorías.....	22
2.10.1. Medidas eléctricas.....	22

2.10.2.	Medidas para instalaciones de combustión	22
2.10.3.	Medidas de iluminación.....	23
2.10.4.	Otros instrumentos y medios	23
2.11.	Definiciones básicas	23
2.11.1.	Eficiencia energética.....	23
2.11.2.	Suministro de energía eléctrica.....	23
2.11.2.1.	Tipos de suministro	25
2.11.3.	Características de las cargas	25
2.12.	Sistema de puesta a tierra	27
2.12.1.	Tipos de sistemas de puesta a tierra.....	28
2.12.1.1.	Sistemas de puesta a tierra de servicio	28
2.12.1.2.	Sistemas De Puesta A Tierra De Protección	29
2.12.2.	Partes constitutivas de un sistema de puesta a tierra	29
2.12.3.	Electrodos de tierra.....	30
2.12.3.1.	Barras.....	31
2.12.3.2.	Placas.....	31
2.12.3.3.	Mallas de tierra	32
2.12.3.4.	Electrodo activo.....	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	Sitio de estudio	34
3.1.1.	Ubicación física	34
3.1.2.	Localización geográfica.....	34
3.1.3.	Misión y visión de la institución	35
3.1.3.1.	Misión.....	35
3.1.3.2.	Visión	35
3.1.4.	Objetivos institucionales	35
3.1.4.1.	Docencia.....	35
3.1.4.2.	Investigación.....	35

3.1.4.3.	Vinculación.....	36
3.1.4.4.	Gestión.....	36
3.1.5.	Organigrama de la universidad.....	36
3.1.6.	Identificación de la utilización de los recursos.....	36
3.2.	Materiales, instrumentos y recursos	42
3.2.1.	Luxómetro	42
3.2.1.1.	Especificaciones	43
3.2.1.2.	Forma de uso	44
3.2.1.3.	Recomendaciones	44
3.2.2.	Analizador trifásico de calidad eléctrica	44
3.2.2.1	Características técnicas.....	46
3.2.2.2.	Forma de uso	47
3.2.3.	Ordenador portátil	48
3.2.4.	Material de seguridad	49
3.2.5.	Herramientas.....	49
3.3.	Diseño experimental, factores y variables de estudio.....	49
3.3.1.	Levantamiento de datos	49
3.3.1.1.	Historial de consumo	50
3.3.1.2.	Revisión de programas de operación y mantenimiento.....	50
3.3.1.3.	Inspección visual	51
3.3.2.	Mediciones en campo	52
3.4.	Manejo del experimento	52
3.4.1.	Levantamiento de datos	52
3.4.1.1.	Historial de consumo	52
3.4.1.2.	Revisión De Programas De Operación Y Mantenimiento.....	71
3.4.1.3.	Inspección Visual	71
3.4.1.3.1.	Descripción del sistema eléctrico actual de la institución	71
3.4.2.	Mediciones en campo	79
3.4.2.1.	Mediciones eléctricas	79
3.4.2.2.	Mediciones de los niveles de iluminación.....	79

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Análisis de las planillas	84
4.2.	Análisis de las mediciones eléctricas.....	89
4.2.1.	Curva de Carga TD1	90
4.2.2.	Curva de Carga TD2.....	94
4.2.3.	Curva de Carga TD3-1	98
4.2.4.	Curva de Carga TD3-2	100
4.3	Mediciones de los niveles de iluminación.....	103
4.4.	Análisis estadístico de las encuestas realizadas al personal administrativo	110
4.5.	Comprobación de hipótesis	121

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	122
5.2.	Recomendaciones	124
BIBLIOGRAFIA		126
ANEXOS		130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Variable independiente de consumo eléctrico	5
Tabla N° 1.2 Variable dependiente de Eficiencia Energética	5
Tabla N° 3.1 Consumo mensual de los portadores energéticos, año 2014.....	37
Tabla N° 3.2 Portadores energéticos expresados en toneladas equivalentes de petróleo... 41	
Tabla N° 3.3 Especificaciones Luxómetro TM-204.....	43
Tabla N° 3.4 Especificaciones del Analizador Fluke 434	46
Tabla N° 3.5 Especificaciones del Analizador PQ-BOX 100	47
Tabla N° 3.6 Preguntas de Encuesta de hábitos de consumo al personal administrativo... 51	
Tabla N° 3.7 Datos Eléctricos del mes de Enero.....	58
Tabla N° 3.8 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Enero.....	58
Tabla N° 3.9 Datos Eléctricos del mes de Febrero.....	59
Tabla N° 3.10 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Febrero.....	59
Tabla N° 3.11 Datos Eléctricos del mes de Marzo.....	60
Tabla N° 3.12 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Marzo.....	60
Tabla N° 3.13 Datos Eléctricos del mes de Abril.....	61
Tabla N° 3.14 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Abril.....	61
Tabla N° 3.15 Datos Eléctricos del mes de Mayo.....	62
Tabla N° 3.16 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Mayo.....	62
Tabla N° 3.17 Datos Eléctricos del mes de Junio.....	63
Tabla N° 3.18 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Junio	63
Tabla N° 3.19 Datos Eléctricos del mes de Junio.....	64
Tabla N° 3.20 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Julio	64
Tabla N° 3.21 Datos Eléctricos del mes de Agosto.....	65
Tabla N° 3.22 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Agosto.....	65
Tabla N° 3.23 Datos Eléctricos del mes de Septiembre	66
Tabla N° 3.24 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Septiembre	66
Tabla N° 3.25 Datos Eléctricos del mes de Octubre	67
Tabla N° 3.26 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Octubre	67
Tabla N° 3.27 Datos Eléctricos del mes de Noviembre	68
Tabla N° 3.28 Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Noviembre	68
Tabla N° 3.29 Datos Eléctricos del mes de Diciembre	69

Tabla N° 3.30	Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Diciembre	69
Tabla N° 3.31	Factor de Potencia mensual, año 2014.....	70
Tabla N° 3.32	Centros de Transformación	72
Tabla N° 3.33	Tableros de Distribución principales	74
Tabla N° 3.34	Sistemas de Puestas a tierra	78
Tabla N° 3.35	Iluminación de los lugares de Trabajo	80
Tabla N° 3.36	Número de puntos a medir	83
Tabla N° 4.1	Consumo en dólares, periodo 07h00 - 22h00	88
Tabla N° 4.2	Potencia máxima diaria, TD1.....	90
Tabla N° 4.3	Consumo en kWh por periodo horario, TD1	91
Tabla N° 4.4	Potencia Activa de los aires acondicionados instalados en el TD1	92
Tabla N° 4.5	Potencia máxima diaria, TD2.....	95
Tabla N° 4.6	Consumo en kWh por periodo horario, TD2	96
Tabla N° 4.7	Potencia máxima diaria, TD3-1	98
Tabla N° 4.8	Potencia Activa de los aires acondicionados instalados en el TD3-1	99
Tabla N° 4.9	Consumo en kWh por periodo horario, TD3-1	99
Tabla N° 4.10	Potencia máxima diaria, TD3-2	100
Tabla N° 4.11	Potencia Activa de equipos consumidores de energía eléctricaTD3-2 ..	101
Tabla N° 4.12	Consumo en kWh por periodo horario, TD3-2.....	102
Tabla N° 4.13	Valores de Iluminación en los puestos de Trabajo	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1	Gestión de un programa de Auditoría	9
Figura N° 2.2	Auditorías por Fase.....	18
Figura N° 2.3	Resistividad Eléctrica para diferentes tipos de terrenos	30
Figura N° 2.4	Electrodo de Barra	31
Figura N° 2.5	Electrodo de Placa	32
Figura N° 2.6	Malla a Tierra	32
Figura N° 2.7	Electrodo Activo.....	33
Figura N° 3.1	Localización Geográfica de la UTE sede Santo Domingo	34
Figura N° 3.2	Especificaciones del Propano	38
Figura N° 3.3	Factores de Conversión	38
Figura N° 3.4	Factores de Conversión	41
Figura N° 3.5	Factores de Conversión	41
Figura N° 3.6	Diagrama de Control – Mayor portador Energético.....	42
Figura N° 3.7	Luxómetro Tenmars TM-204	43
Figura N° 3.8	Analizador de Calidad Eléctrica Fluke 434.....	45
Figura N° 3.9	Analizador A. Eberle PQ-BOX 100	45
Figura N° 3.10	Diagrama de conexión Analizadores de Redes	48
Figura N° 3.11	Cargos Tarifarios 2014 para clients comerciales con demanda Horaria .	56
Figura N° 3.12	Cargos Tarifarios 2013 para clients comerciales con demanda Horaria	57
Figura N° 3.13	Factor de Potencia mensual, año 2014	70
Figura N° 3.14	Transformador 1 de 100KVA, estructura aérea - Estadio	72
Figura N° 3.15	Transformador 2 de 100KVA, estructura aérea – Parque Central.....	73
Figura N° 3.16	Transformador 2 de 100KVA, estructura aérea – Parque Central.....	73
Figura N° 3.17	Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 1.....	75
Figura N° 3.18	Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 1	75
Figura N° 3.19	Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 2.....	76
Figura N° 3.20	Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 2	76
Figura N° 3.21	Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 3.....	77
Figura N° 3.22	Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 2	77
Figura N° 4.1	Demanda Máxima y Pico mensual, año 2014	84
Figura N° 4.2	Gráfica de Energía Eléctrica total Activa mensual, año 2014.....	85

Figura N° 4.3	Gráfica de Cons. Energía Eléctrica mensual, representada en dólares ..	86
Figura N° 4.4	Gráfica de Cons. Energía Eléctrica mensual, Periodo 07h00 – 22h00	87
Figura N° 4.5	Gráfica de Cons. Energía Eléctrica mensual, Periodo 22h00 – 07h00	87
Figura N° 4.6	Factor de Potencia año 2014.....	89
Figura N° 4.7	Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD1	90
Figura N° 4.8	Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD1	91
Figura N° 4.9	Curva de Carga, Aires Acondicionados TD1	92
Figura N° 4.10	Curva de Carga, Aulas de Computación B4 y B11 TD1	93
Figura N° 4.11	Curva de Carga, Aulas Virtuales TD1	94
Figura N° 4.12	Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD2.....	94
Figura N° 4.13	Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD2	95
Figura N° 4.14	Curva de Carga, Tomas y Luminarias Edificio Admin. bloque A TD2...	96
Figura N° 4.15	Curva de Carga, Oficinas Docentes TD2	97
Figura N° 4.16	Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-1 ..	98
Figura N° 4.17	Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Dist TD3-1	99
Figura N° 4.18	Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-2	100
Figura N° 4.19	Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Dist. TD3-2	102
Figura N° 4.20	Gráfica de las condiciones de Niveles de Iluminación.....	110
Figura N° 4.21	Gráfica de Porcentajes 1era Pregunta.....	111
Figura N° 4.22	Gráfica de Porcentajes 2da Pregunta	111
Figura N° 4.23	Gráfica de Porcentajes 3era Pregunta.....	112
Figura N° 4.24	Gráfica de Porcentajes 4ta Pregunta.....	113
Figura N° 4.25	Gráfica de Porcentajes 5ta Pregunta.....	113
Figura N° 4.26	Gráfica de Porcentajes 6ta Pregunta.....	114
Figura N° 4.27	Gráfica de Porcentajes 7ma Pregunta.....	115
Figura N° 4.28	Gráfica de Porcentajes 8va Pregunta	115
Figura N° 4.29	Gráfica de Porcentajes 9na Pregunta	116
Figura N° 4.30	Gráfica de Porcentajes 10ma Pregunta.....	117
Figura N° 4.31	Gráfica de Porcentajes 11va Pregunta	117
Figura N° 4.32	Gráfica de Porcentajes 12va Pregunta	118
Figura N° 4.33	Gráfica de Porcentajes 13va Pregunta	119
Figura N° 4.34	Gráfica de Porcentajes 14va Pregunta	119
Figura N° 4.35	Gráfica de Porcentajes 15va Pregunta	120

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Organigrama de la UTE.....	131
ANEXO 2	Especificaciones Técnicas Analizador de Redes Trifásico Fluke 434	132
ANEXO 3	Plano de Puestas a Tierra.....	135
ANEXO 4	Diagramas Unifilares	136
ANEXO 4.1	Diagrama Unifilar Red Transformador T1	137
ANEXO 4.2	Diagrama Unifilar Red Transformador T2.....	138
ANEXO 4.3	Diagrama Unifilar Red Transformador T3.....	139

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis, se dispone de una Auditoría Energética Eléctrica para la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo, en el año 2014. A continuación se resume el contenido de cada capítulo.

El capítulo I contiene los antecedentes del estudio que se ha realizado, importancia y alcances del estudio, así como los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo II se describen los fundamentos teóricos, comenzando por la definición de Auditoría Energética, los objetivos de la misma, tipos de Auditorías, personal que debe realizar una Auditoría Energética, y otras definiciones que permitan la comprensión de la misma.

El capítulo III inicia con una identificación y descripción del sitio en el que se va a realizar la Auditoría Energética, una identificación de todos los materiales y equipos a utilizar, y posterior toda la metodología en si para el desarrollo de la presente Auditoría.

En el capítulo IV se realiza un análisis de todos los resultados obtenidos del desarrollo de la Auditoría en el capítulo III, de las Planillas obtenidas de la Empresa Suministradora, de las mediciones realizadas con los analizadores de redes, y de la encuesta dirigida a todo el personal administrativo de la Universidad

En el capítulo V se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo de la presente tesis.

ABSTRACT

This thesis provides an electrical energy audit for “Universidad Tecnológica Equinoccial” headquarters Santo Domingo, in 2014. The contents of each chapter is summarized below.

Chapter I contains the background of the study that has been performed, significance and scope of the study, as well as the objectives for the development of research.

Chapter II describes the theoretical basis, starting with the definition of energy audit, the objectives of the same types of audits, staff who must perform an energy audit, and other definitions that allow the understanding of the same.

Chapter III begins with an identification and description of the site which will carry out the energy audit, identification of all materials and equipment use, and later all the methodology for the development of the present audit

Chapter IV is carried out an analysis of the results of the development of the audit in chapter III about the form obtained of the Company Supplier, of the measurements made with the network analyzers, and the survey addressed all the administrative staff of the University

Chapter V presents conclusions and recommendations obtained in the development of this thesis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años, uno de los temas que ha tomado mayor importancia, es el de lograr un uso más eficiente de la energía, y especialmente, la eficiencia de la energía eléctrica, destacada como la mejor forma de contribuir a optimizar los requerimientos de inversión del sector Energético ya sea por sus costos, producción y muchos otros factores.

La Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) Santo Domingo, por sus altos consumos eléctricos, requiere de la implementación de un proceso de Auditoría Energética, porque a más, se puede encontrar oportunidades para el mejor aprovechamiento. Cabe resaltar que un uso racional de energía, no radica en bajar la producción o desmejorar las condiciones de vida ya establecidos; sino más bien, optimiza la distribución de todos los recursos.

La Auditoría Energética, consiste en la inspección, estudio, análisis de las fuentes de energía en un determinado sector, con el objetivo de comprender la energía dinámica de dicho sistema, y buscar oportunidades para optimizar el consumo, y reducir la demanda de energía que cada vez es más costosa.

1.1.1. Formulación del problema

¿Es factible realizar un proceso de auditoría energética para lograr un consumo eléctrico basado en eficiencia energética en la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo?

1.1.2. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la situación actual de consumo de energía en la Universidad?
- ¿Qué equipos usan la energía en la universidad?
- ¿Qué tipos de energía se utiliza?
- ¿Cómo se identificarán las posibles alternativas, para optimizar el consumo de energía?

1.2. Justificación

1.2.1. Conveniencia

El estudio e implementación de proceso de auditoria energética eléctrica, es de suma importancia porque se buscará oportunidades para el mejor aprovechamiento o uso eficiente de la energía, con la finalidad de ahorrar y reducir costos

1.2.2. Impacto social

En el aspecto social, se buscara informar, concientizar e incentivar a todos las personas relacionadas con el uso energético dentro de la universidad a tener buena educación con respecto al uso eficiente de la misma

1.2.3. Impacto teórico

El presente estudio pretende desarrollar y fortalecer conocimientos en el ámbito de la auditoría energética, que es de suma importancia para evaluar la eficiencia energética de equipos y procesos que consumen energía eléctrica significativamente, y así identificar los potenciales de ahorro de energía, mediante procesos técnico-económicos detallados.

1.2.4. Implicación práctica

Mediante el proyecto se busca evaluar de forma tanto técnica como económica posibles formas de reducir el costo de la energía sin afectar la cantidad y calidad de servicio o forma de vida.

1.2.5. Impacto ecológico

Al lograr un uso eficiente de la energía, también se hace un aporte al cuidado ambiental, disminuyendo el uso de energía, y el nivel de contaminación en el caso de equipos que funcionan a base de motores de combustión interna y otras energías contaminantes

1.2.6 Viabilidad

El proyecto planteado es viable para su ejecución, ya que contamos con la información necesaria sobre este proceso, además la toma de datos se realiza dentro de cada uno de los departamentos mismos de la universidad, y se dispone de los equipos necesarios para realizar las correspondientes mediciones, ya sea voltímetro (medición voltaje) amperímetro (medición Intensidad de corriente), vatímetro (potencia) cosfímetro (factor de potencia) y luxómetro (iluminancia)

1.3. Alcance

En el presente proyecto se realizará una auditoria energética eléctrica de la UTE Santo Domingo, con la finalidad de mejorar la administración de energía en la universidad.

El desarrollo inicia con la elaboración de conceptos importantes, así como la identificación de los equipos de medida a utilizar para los respectivos cálculos de consumo y pérdidas de energía eléctrica. Posteriormente se realizará la toma de datos y evaluación de eficiencia energética de equipos que consumen energía significativamente visitando todos los

departamentos. Este proceso es de suma importancia, ya que, entre más completa y veraz sea la información, toma de datos, mediciones, se facilitara más la labor posterior de estudio y análisis para la racionalización del uso de energía.

Una vez estudiados los datos, se determinará la situación actual de la Institución, con la información precisa del consumo, y posibles deficiencias o pérdidas de energía en los equipos o procesos, se elaborará un balance de energía, así como también la determinación de la incidencia del consumo de la misma.

Posteriormente se trabajará en la obtención de índices de consumo de energía para determinar la eficiencia energética, y así identificar los potenciales de ahorro de energía, por equipos, procesos, mediante evaluaciones técnico-económicas detalladas. Finalmente, una vez realizados todos los pasos anteriores, se analiza toda la información recolectada con el fin de identificar las medidas apropiadas.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Realizar una auditoría energética para evaluar el consumo eléctrico y buscar oportunidades para optimizar dicho consumo y lograr una eficiencia energética en la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo.

1.4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar conceptos fundamentales para la ejecución de una Auditoria Energética
- Determinar qué tipos de energía se emplea en la UTE
- Evaluar cualitativamente y cuantitativamente el consumo energético
- Determinar la situación actual, es decir, los hábitos de consumo y pérdidas de energía en los equipos y procesos en la UTE Santo Domingo.

- Proponer una serie de recomendaciones y posibles medidas para ahorrar energía y reducir costos energéticos, logrando un uso más eficaz y eficiente.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Idea defender

Existe un alto consumo eléctrico, para los procesos técnicos y administrativos de la Universidad Tecnológica Equinoccial, por lo que un estudio técnico económico permitirá un uso más eficiente de la energía.

1.5.2. Operacionalización de la hipótesis

Tabla N° 1.1
Variable independiente de consumo eléctrico

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Proceso que abarca el uso de la energía eléctrica para las diferentes actividades que realiza la institución.	Operación	Procedimientos de operación de la Institución, Hábitos de Consumo	¿Qué hábitos de consumo tiene el personal administrativo?	Observación	Encuesta
	Consumos	Consumo de energía eléctrica de los breakers de cada TD	kW	Medición	Analizador de redes
		Niveles de iluminación por área de trabajo	lum	Medición	Luxómetro
		Facturaciones Eléctricas	\$	Cálculos	Ecuaciones

Tabla N° 1.2
Variable dependiente de Eficiencia Energética

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es una práctica que tiene por objetivo reducir el consumo energético, para disminuir costos sin desmejorar condiciones de vida.	Eficiencia energética	Carga Instalada, Curva de Carga	kW	Mediciones, Observación	Analizador de redes
	Prefactibilidad	Costo	\$	Cálculos	Ecuaciones

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

En los últimos años, uno de los temas que ha tomado mayor importancia, es el de lograr un uso más eficiente de la energía, ya sea por sus costos, producción y muchos otros factores. La eficiencia energética es un desafío que se debe afrontar en los próximos años.

La implementación de un proceso de Auditoría Energética, resulta de mucha importancia, ya que a más, se puede encontrar oportunidades para el mejor aprovechamiento, o uso eficiente de la energía. Toda empresa, institución, independientemente de su extensión, debe plantearse si sus instalaciones y procesos responden a un diseño optimizado desde el punto de vista energético.

La Auditoría Energética como tal, debe formar parte de los planes de eficiencia energética de una empresa, con el objetivo de comprender modelos encaminados a lograr la máxima eficiencia en el consumo de la energía, máximos ahorros y seguimiento de las instalaciones.

El objetivo de este proyecto es proporcionar un modelo de Auditoría Energética para la realización de la misma en la Universidad Tecnológica Equinoccial, definiendo: Que es una Auditoria Energética, Medios humanos y técnicos necesarios, y un modelo a seguir con los pasos para realizar la Auditoría.

2.2. Definición de auditoría energética

Se denomina Auditoría energética al procedimiento sistemático, para la recolección y análisis de datos, con la finalidad de obtener un adecuado conocimiento del perfil de

consumos de todas las formas de energía en una determinada instalación (empresa, industria, edificio, etc.), valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico.

Webmaster, (2013, p.1) sostuvo que “Típicamente, cualquier Auditoría energética presenta dos partes bien identificadas: Un estudio de la situación actual, con análisis de costos y uso, y una identificación de las áreas, equipos o instalaciones susceptibles de mejora”

Mediante el estudio técnico de la instalación se pretende comprobar si la gestión energética está optimizada, o dicho de otra manera, si se puede ahorrar en gasto energético o no. Y en caso de existir margen de ahorro, se explica dónde y cómo se lo puede conseguir.

Webmaster, (2013, p.1) sostuvo que “El 95% de los casos, la realización de una Auditoría Energética da como resultado un posible ahorro energético”, de tal manera que resulta muy beneficioso realizarla, independientemente del tipo o tamaño de la instalación. La Auditoría Energética puede contener medidas de ahorro que no suponen coste alguno, o en determinados casos medidas que abarcan la adquisición de nuevos equipos o instalaciones más eficientes, pero cualquiera de estas medidas depende de la instalación y consumo energético.

La Auditoría energética, es un proceso sistemático, mediante el cual:

- Se obtiene información conocimiento verificable del consumo energético de la empresa
- Se detectan los factores que están afectando en el consumo energético
- Se identifican, evalúan y ordenan las distintas oportunidades de ahorro de energía, en función de su rentabilidad.

2.3. Gestión de un programa de auditoría

Para la gestión de programas de auditoría, realización de auditorías de sistemas de gestión

de la calidad y auditorías de gestión ambiental se ha elaborado La Norma Internacional ISO 19011, que en el Capítulo 5 manifiesta:

GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE AUDITORÍA

GENERALIDADES

Un programa de auditoría puede incluir una o más auditorías, dependiendo del tamaño, la naturaleza y la complejidad de la organización que va a ser Auditada. Estas auditorías pueden tener diversos objetivos y pueden incluir auditorías combinadas o conjuntas.

Un programa de auditoría también incluye las actividades necesarias para planificar y organizar el tipo número de auditorías, y para proporcionar los recursos para llevarlas a cabo de forma eficaz y eficiente dentro de los plazos establecidos.

Una organización puede establecer más de un programa de auditoría

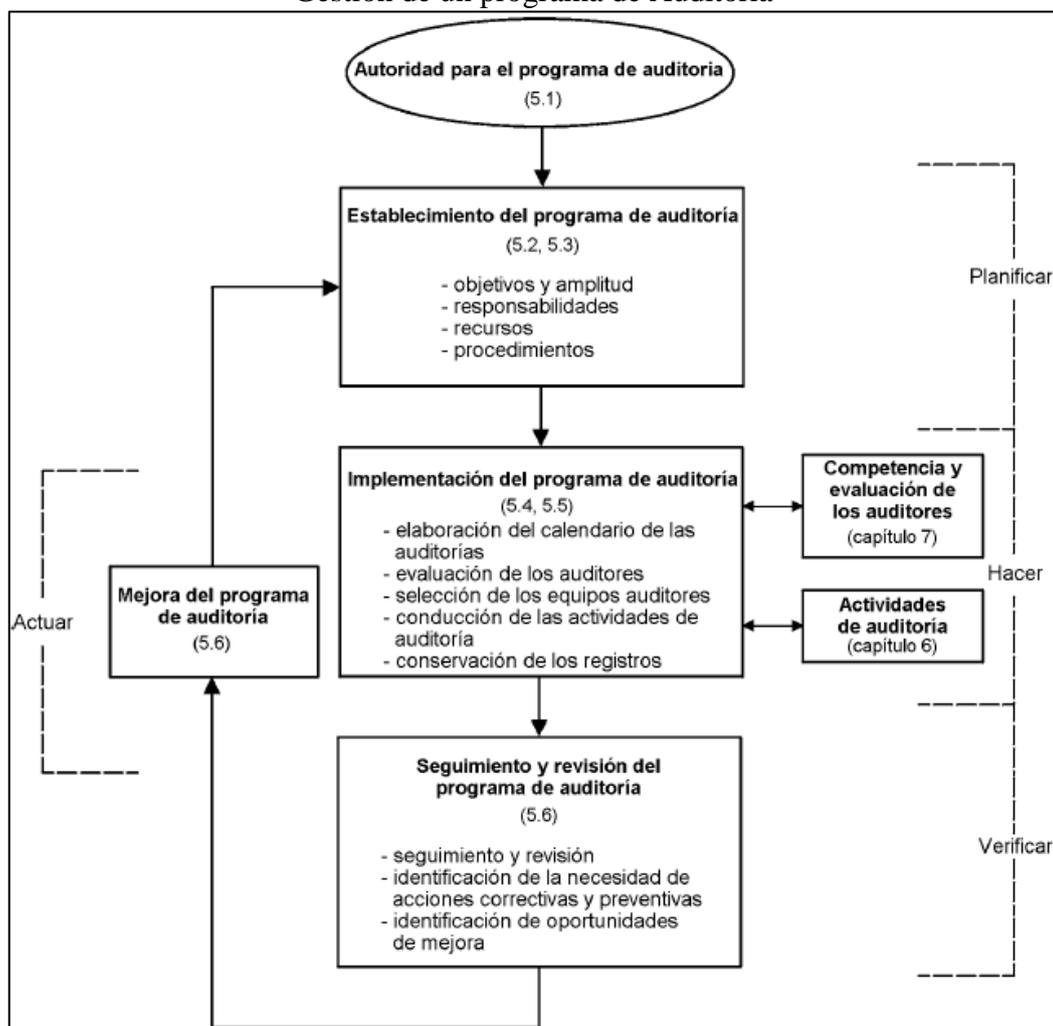
La alta dirección de la organización deberá otorgar la autoridad para la gestión del programa de auditoría

Aquellos a los que ha asignado la responsabilidad de gestionar y mejorar el programa de auditoría deberían:

- a. Establecer, implementar, realizar el seguimiento, revisar y mejorar el programa de auditoría
- b. Identificar los recursos necesarios y asegurarse de que se proporcionen

La figura 2.1 ilustra el diagrama de flujo del proceso para la gestión de un programa de auditoría.

Figura N° 2.1
Gestión de un programa de Auditoría



Fuente: Norma Internacional ISO 19011

Si la organización que se va a auditar opera tanto en un sistema de gestión de calidad como un sistema de gestión ambiental, pueden incluirse auditorías combinadas en el programa de auditoría. En este caso, debería prestarse especial atención a la competencia del equipo auditor.

Dos o más organizaciones auditoras pueden cooperar, como parte de sus programas de auditoría, para realizar una auditoría conjunta. En tal caso debería prestarse especial atención a la división de las responsabilidades, la provisión de cualquier recurso adicional, la competencia del equipo auditor y los procedimientos apropiados. Se debería llegar a un acuerdo sobre estos aspectos antes de que comience la auditoría.

OBJETIVOS Y AMPLITUD DE UN PROGRAMA DE AUDITORÍA

OBJETIVOS DE UN PROGRAMA DE AUDITORÍA

Deberían establecerse los objetivos de un programa de auditoría para dirigir la planificación y realización de las auditorías.

Estos objetivos pueden basarse considerando:

- a. Prioridades de la dirección
- b. Propósitos comerciales
- c. Requisitos del sistema de gestión
- d. Requisitos legales, reglamentarios y contractuales
- e. Necesidad de evaluar a los proveedores
- f. Requisitos del cliente
- g. Necesidades de otras partes interesadas
- h. Riesgos para la organización.

AMPLITUD DE UN PROGRAMA DE AUDITORÍA

La amplitud de un programa de auditoría puede variar y estará influenciada por el tamaño, la naturaleza y la complejidad de la organización que se audite, así como por lo siguiente:

- a. El alcance, el objetivo y la duración de cada auditoría que se realice
- b. La frecuencia de las auditorías que se realicen
- c. El número, la importancia, la complejidad, la similitud y la ubicación de las actividades que se auditen
- d. Las normas, los requisitos legales, reglamentarios y contractuales, y otros criterios de auditoría
- e. La necesidad de acreditación o de certificación /registro

- f. Las conclusiones de las auditorías previas o los resultados de una revisión de un programa de auditoría previo
- g. Cualquier aspecto idiomático, cultural y social
- h. Las inquietudes de las partes interesadas; y
- i. Los cambios significativos en la organización o en sus operaciones.

RESPONSABILIDADES, RECURSOS Y PROCEDIMIENTO DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

RESPONSABILIDADES DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

La responsabilidad de la gestión de un programa de auditoría debería asignarse a una o más personas con conocimientos generales de los principios de la auditoría, de la competencia de los auditores y de la aplicación de técnicas de auditoría. Estas personas deberían tener habilidades para la gestión, así como conocimientos técnicos y del negocio pertinente para las actividades que van a auditarse.

Aquellos a los que se ha asignado la responsabilidad de gestionar el programa de auditoría deberían:

- a. Establecer los objetivos y la amplitud del programa de auditoría,
- b. Establecer las responsabilidades y los procedimientos, y asegurarse de que se proporcionan recursos
- c. Asegurarse de la implementación del programa de auditoría
- d. Asegurarse de que se mantienen los registros pertinentes del programa de auditoría, y
- e. Realizar el seguimiento, revisar y mejorar el programa de auditoría.

2.3.1. Recursos del programa de auditoría

Cuando se identifiquen los recursos para el programa de auditoría, deberían considerarse:

- a. Los recursos financieros necesarios para desarrollar, implementar, dirigir y mejorar las actividades de la auditoría,
- b. Las técnicas de auditoría,
- c. Los procesos para alcanzar y mantener la competencia de los auditores, y para mejorar su desempeño
- d. La disponibilidad de auditores y expertos técnicos que tengan la competencia apropiada para los objetivos particulares del programa de auditoría
- e. La amplitud del programa de auditoría, y
- f. El tiempo de viaje, alojamiento y otras necesidades de la auditoría.

PROCEDIMIENTOS DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

Los procedimientos del programa de auditoría deberían tratar lo siguiente:

- a. La planificación y elaboración del calendario de las auditorías
- b. El aseguramiento de la competencia de los auditores y de los líderes de los equipos auditores
- c. La selección de los equipos auditores apropiados y la asignación de sus funciones y responsabilidades
- d. La realización de las auditorías;
- e. La realización del seguimiento de la auditoría, si es aplicable;
- f. La conservación de los registros del programa de auditoría;
- g. El seguimiento del desempeño y la eficacia del programa de auditoría; y
- h. La comunicación de los logros globales del programa de auditoría a la alta dirección.

Para organizaciones pequeñas, las actividades anteriormente descritas pueden tratarse en un único procedimiento.

IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

La implementación de un programa de auditoría debería tratar lo siguiente:

- a. La comunicación del programa de auditoría a las partes pertinentes;
- b. La coordinación y elaboración del calendario de las auditorías y otras actividades relativas al programa de auditoría;
- c. El establecimiento y mantenimiento de un proceso para la evaluación de los auditores y su continuo desarrollo profesional,
- d. Asegurarse de la selección de los equipos auditores;
- e. La provisión de los recursos necesarios para los equipos auditores;
- f. Asegurarse de la realización de las auditorías de acuerdo con el programa de auditoría;
- g. Asegurarse del control de los registros de las actividades de la auditoría;
- h. Asegurarse de la revisión y aprobación de los informes de la auditoría, y asegurarse de su distribución al cliente de la auditoría y a otras partes especificadas; y
- i. Asegurarse del seguimiento de la auditoría, si es aplicable.

REGISTROS DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

Los registros deberían conservarse para demostrar la implementación del programa de auditoría y deberían incluir lo siguiente:

- a. Registros relacionados con auditorías individuales, tales como:
 - Planes de auditoría,
 - Informes de auditoría,
 - Informes de no conformidades,
 - Informes de acciones correctivas y preventivas, e
 - Informes del seguimiento de la auditoría, si es aplicable.
- b. Resultados de la revisión del programa de auditoría;
- c. Registros relacionados con el personal de la auditoría que traten aspectos tales como:
 - Competencia del auditor y evaluación desempeño,
 - Selección del equipo auditor, y
 - Mantenimiento y mejora de la competencia.

Los registros deberían conservarse y guardarse con la seguridad apropiada.

SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DEL PROGRAMA DE AUDITORÍA

La implementación del programa de auditoría debería seguirse y revisarse a intervalos apropiados para evaluar si se han cumplido sus objetivos y para identificar las oportunidades de mejora. Los resultados deberían comunicarse a la alta dirección. Deberían utilizarse indicadores de desempeño para el seguimiento de características tales como:

- La aptitud de los equipos auditores para implementar el plan de auditoría,
- La conformidad con los programas y calendarios de auditoría, y
- La retroalimentación de los clientes de la auditoría, de los auditados y de los auditores.

La revisión del programa de auditoría debería considerar, por ejemplo:

- a. Los resultados y las tendencias del seguimiento,
- b. La conformidad con los procedimientos,
- c. Las necesidades y expectativas cambiantes de las partes interesadas,
- d. Los registros del programa de auditoría,
- e. Las prácticas de auditoría alternativas o nuevas, y
- f. La coherencia en el desempeño entre los equipos auditores en situaciones similares.

2.4. Procedimientos del programa de auditoría

Los puntos que establecen las exigencias de la norma radican en: el ámbito y alcance técnico de la auditoría, metodología y el informe de auditoría respectivamente

2.4.1. **Ámbito y alcance técnico de la auditoría**

La institución y el Auditor deben definir y pactar:

- El ámbito físico como objeto de la Auditoría
- El alcance (profundidad del análisis y nivel de detalles del proceso de la Auditoría)

2.4.2. **Metodología**

2.4.2.1. **Generalidades**

Para lograr una buena ejecución de la Auditoría energética, es importante establecer los canales de comunicación, solicitar por escrito a la institución los documentos necesarios, establecer un programa de trabajo, así como la elaboración de un informe de la Auditoría Energética.

2.4.2.2. **Estado de las Instalaciones**

- **Análisis de los suministros Energéticos.** En función de las particularidades de cada Auditoría, rescatando la Energía eléctrica (esquema unifilar, tipo de consumidor, curvas de carga, evolución durante al menos los últimos 12 meses), combustibles (tipo de suministro, tipo de contratación, análisis del consumo), Autoprotección de energía, y otras fuentes de energía (vapor, gases calientes, agua caliente o refrigerada)
- **Análisis de los procesos de producción.** Es importante llevar a cabo un análisis tanto de las distintas operaciones de la organización como de los principales equipos consumidores de energía para así identificar que partes de los procesos tienen un mayor consumo energético. Es muy importante alcanzar un conocimiento suficiente del proceso de producción en cuanto a lo que implique energéticamente.

- **Análisis de las Tecnologías Horizontales y servicios.** La Norma ISO 50001, Define a las tecnologías horizontales como: “Tecnologías energéticas empleadas fundamentalmente para la generación y transformación de la energía entrante que se consume en la organización, a la forma y cantidad requerida por los procesos industriales y los servicios” Al menos, se debe conocer la eficiencia con la que se aplican: Comportamiento térmico del edificio, sistema eléctrico, Iluminación, Acondicionamiento de las edificaciones y las redes de distribución de fluidos.
- **Medición y recogida de Datos.** Siendo el proceso de trabajo llevado a cabo en la Instalación objeto de estudio. Previo se debe realizar una visita de campo, inspección de las instalaciones y la recogida de los datos que no pueden ser tomados a distancia. Estas mediciones, se pueden llevar a cabo en cualquier momento de la Auditoria, cuyo plan será propuesto por el auditor, siguiendo criterios de necesidad, fiabilidad y precisión de medidas.

La norma UNE 216501 manifiesta que: “las labores de medición y toma de datos se deben realizar con conocimiento y acuerdo previo de la organización, evitando que los operadores del establecimiento modifiquen sus prácticas y puntos de consigna habituales, evitando o tratando de reducir al mínimo posibles molestias a la organización y a las personas que la integran, con los equipos adecuados, y de precisión conocida, con las necesarias medidas de seguridad para personas y equipos, y cumpliendo la normativa que exista al efecto (para mediciones)”.

2.4.2.3. Realización de una contabilidad Energética

La contabilidad energética tiene como propósito la asignación de consumo de energía a fin de conseguir los objetivos de auditoría energética, deben definir consumos energéticos, costos asociados anuales, balance energético de los consumos anteriores y un precio medio de cada forma de energía en el año. Esta contabilidad energética, se debe alimentar de las curvas de cargas facilitadas por la institución, facturas de suministradores, registros de contadores propios si existiesen y la toma de datos, mediciones y registros realizados en el proceso de la Auditoría

2.4.2.4. Análisis de propuestas de Mejora

Las mejoras a proponer, deben cumplir con uno o varios de los objetivos descritos a continuación:

- La reducción del consumo
- La reducción del coste asociado al consumo
- La diversificación de la forma de energía consumida hacia formas más baratas, más limpias, de menor impacto ambiental y de abastecimiento ,más seguro
- El aumento de la eficiencia o reducción del consumo específico
- El uso de nuevas tecnologías disponibles, económicamente viables.

2.4.3. Informe de auditoría energética

En el mismo se debe poder verificar que la labor realizada auditor se ajusta a lo recogido en los puntos antes mencionados. El informe debe incluir

- Objetivo y alcance técnico de la Auditoría Acordados
- Metodología utilizada, y desarrollo
- Análisis de la propuesta de mejora

2.4.3.1. Complementos a la auditoría energética

El manual de Auditorías Energéticas de la comunidad de Madrid, sostuvo que:

La empresa Auditada, a la vista del informe final que explica y resume toda la Auditoría podría completarla con los siguientes aspectos dándole mayor valor añadido.

- Diseño de la “Gestión Energética de la empresa”
- Formación y entrenamiento energético del personal

- Implementación de las medidas de ahorro detectadas: Sin coste, de coste reducido y de coste elevado.

Adicionalmente podría complementarse las inversiones con la participación de terceros, otras fuentes de financiación más sofisticadas y soluciones que incluyan la participación de las empresas suministradoras de servicios energéticos

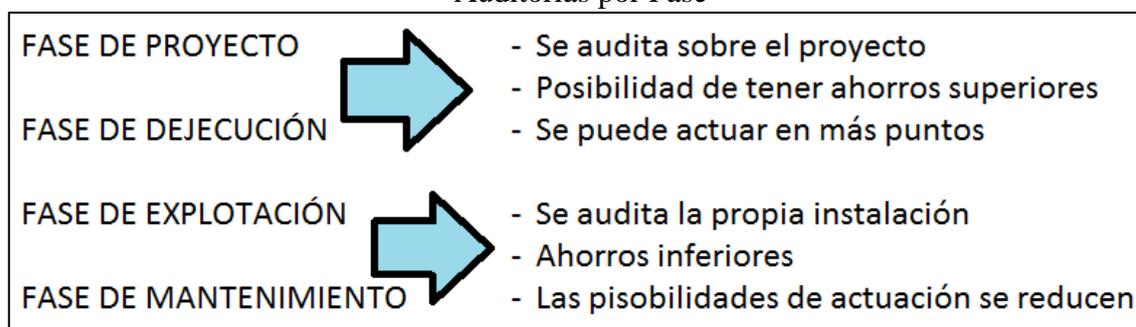
2.5. ¿Por qué hacer una auditoría?

Es importante la realización de una Auditoría energética, ya que como se ha mencionado en el numeral 2.2, un 95% dan como resultado un posible ahorro energético, a más de que permite identificar los consumos de energía y sus costos, como se ilustra en la figura 2-1, permite evaluar el estado de los sistemas que componen las instalaciones.

2.6. ¿Cuándo se puede auditar?

GE&PE, en su manual para Auditorías Energéticas manifiesta que una Auditoría se puede realizar “desde la fase de proyecto de la instalación”, Pero, un proceso de Auditoría también se puede realizar sobre las fases de: Ejecución. Explotación y de Mantenimiento, cuyas ventajas se representan en la gráfica a continuación:

Figura N° 2.2
Auditorías por Fase



2.7. Importancia de la auditoría energética

La auditoría energética, se desarrolla como una herramienta de gestión imprescindible para una empresa, institución, edificación o vivienda. Esta permite reducir los costes energéticos, lo que supone una ventaja competitiva importante para empresas, industrias, etc., y a la vez, un ahorro económico

Ya que toda técnica desarrollada por el hombre implica el uso de energía, resulta necesario resaltar la importancia que ella tiene dentro de todo proceso productivo. Por tal razón, es necesaria una correcta utilización de la misma, de manera que se logre un incremento en la eficiencia energética de la empresa, sin afectar la calidad de servicio

Toda auditoría energética debe brindar el beneficio tan importante como es la optimización del consumo energético, lo que se traduce a una importante reducción de costos para la institución, así como también el aumento de vida útil de los diferentes equipos, ya que se asegura que estos trabajaran en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.

2.8. Objetivos de la auditoría energética

El objetivo principal de una auditoría energética es minimizar los costos energéticos, sin disminuir el confort, mediante propuestas de ahorro y eficiencia energética. A más es importante, y siguiendo este objetivo general en una Auditoría Energética, plantearse:

- Conocer la situación actual de la Institución; esto es determinar sus consumos reales, como se compra y utiliza la energía, donde se usa y con qué eficacia. (Ernesto Budia S., p.7)
- Obtener un balance energético general de los diferentes equipos e instalaciones en consumos de energía para su cuantificación. (Ernesto Budia S., p.7)
- Identificar las áreas que ofrecen la oportunidad de ahorro energético.
- Analizar la relación entre los costos y los beneficios de las áreas de oportunidades de

ahorro (Ernesto Budia S., p.7)

- Determinar usos racionales de energía, para ahorros de la misma sin inversión alguna.
- Analizar la posibilidad de integrar políticas de consumo eficiente de energía, que involucren a toda la comunidad.

2.9. ¿Quién debe realizar una auditoría energética?

El auditor es la persona que lidera la ejecución de una auditoría energética, que domina la complejidad técnica de las instalaciones, manejo de equipos de medida y realización de cálculos.

Franklin Núñez (2005, p.14) sostuvo que “se puede realizar la auditoría bajo tres soluciones distintas:

- Personal propio
- Personal exterior
- Personal mixto”

2.9.1. Personal propio – ventajas y desventajas

VENTAJAS

- Familiaridad con las instalaciones y proceso en general, por cuanto se reduce el periodo de estudio teórico del mismo.
- Mayor facilidad para disponer de los datos de fabricación.
- Posibilidad de coordinar los ensayos acorde al programa de actividades de la empresa o institución

DESVENTAJAS

- Desconocimiento de las técnicas específicas de los estudios energéticos.
- Familiaridad con el proceso, por lo que se dificulta la crítica de condiciones de operación y datos normalmente aceptados.
- Constantes interrupciones por estar sometido a las diversas actividades del departamento.
- Libertad de expresión limitada en aquellos puntos que contradigan criterios de superiores, o que dejen al descubierto actuación inadecuada de los compañeros

2.9.2. Personal exterior – ventajas y desventajas

VENTAJAS

- Conocimiento de los sistemas eléctricos y de la sistemática de la auditoría energética para su entendimiento
- Experiencia sobre el resultado práctico de las posibles modificaciones
- Independencia de criterios y libertad de exposición frente al personal de la empresa
- Dedicación plena al estudio energético, sin intervención de los problemas diarios de la empresa o institución

DESVENTAJAS

- Desconocimiento inicial de la instalación concreta a estudiar
- Entrega a exteriores de datos de fábrica
- Necesidad de estudiar numerosos aspectos del proceso que resultan familiares para el personal de la planta.

2.9.3. Personal mixto

Es la opción más recomendada para realizar la auditoria energética, ya que se dispone de dos puntos sumamente importantes, el conocimiento, y por ende ahorro de tiempo en cuanto al proceso y situación actual de la empresa; a mas se tiene un agente externo libre, y sin limitación a críticas a la actuación inadecuada dentro de los procesos

2.10. Medios materiales para las auditorías

Para cualquier auditoría es indispensable la toma de medidas específicas, como complemento a las que se puede obtener con la lectura de los instrumentos existentes en la Institución auditada. Una realización de balances energéticos requieres de valores específicos, que en muchos de los casos no son necesarios para los procesos de producción y mantenimiento.

A continuación se detallan los materiales imprescindibles para la Auditoría

2.10.1. Medidas eléctricas

- Analizador de redes
- Para medidas puntuales, pueden utilizarse multímetros

2.10.2. Medidas para instalaciones de combustión

- Analizador de gases de combustión, que incluya sonda para toma de muestras
- Opacímetro
- Termómetro para gases y ambiente

2.10.3. Medidas de iluminación

- Luxómetro

2.10.4. Otros instrumentos y medios

La sonda de medida de tiro, y sondas (tubos de Pitot, Isocinéticas) para medidas de velocidad son facultativas. Estas, permiten determinar los caudales volumétricos de los gases, medir diferencias de presión. Otros equipos que aunque no son imprescindibles, facilitan la labor del auditor son: Sondas de temperatura ambiente, pirómetros ópticos y termográficos, anemómetros y caudalímetros. Como medios auxiliares deben mencionarse también el ordenador portátil, cronómetro, flexómetro, herramientas, y material de seguridad.

2.11. Definiciones básicas

2.11.1. Eficiencia energética

La eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía; es decir, se trata de adoptar una serie de hábitos responsables, medidas e inversiones a nivel tecnológico que reduzcan el consumo de energía, manteniendo los mismos servicios y calidad de vida, para reducir costos y promover sustentabilidad económica, política y ambiental.

2.11.2. Suministro de energía eléctrica

El sistema de suministro eléctrico, comprende el conjunto de elementos que son útiles para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica, de tal manera que dicho conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección, que garantizan el aprovechamiento de los recursos de generación y de la calidad de servicio acorde a la demanda de los usuarios. (Sistemas de Suministro de Energía Eléctrica y Comunicación de

datos sobre las líneas de Energía)

El sistema de distribución eléctrica consta de tres niveles de tensión, los mismos que sirven para cubrir ciertas distancias y regiones geográficas, interconectados mediante el uso de transformadores; y se describen a continuación:

a) Nivel de Alta Tensión:

Este es utilizado para el transporte de energía eléctrica desde la Central de Generación hasta las diferentes Empresas distribuidoras; su tendido es realizado mediante el cableado aéreo.

La red de alto voltaje se encuentra constituida por tres conductores que presentan las siguientes características:

- Cada fase es transportada por un conductor
- Cada fase tiene igual amplitud de voltaje, pero desfasadas 120° una respecto a la otra.
- Líneas simétricas

b) Nivel de Media Tensión:

Este es utilizado para el transporte de energía eléctrica desde las estaciones de distribución hasta las unidades de transformación de Media-Baja tensión, cubriendo distancias de entre 5 a 25 Km; su tendido puede ser aéreo o subterráneo.

c) Nivel de Baja Tensión

Es la línea que provee del servicio de energía eléctrica a las diferentes consumidores; su tendido de manera similar que al de media tensión puede ser aéreo o subterráneo. Cubre distancias cortas de entre 100 a 500m

2.11.2.1. Tipos de suministro

- a) Suministros normales.- Se efectúan habitualmente por una empresa suministradora de acuerdo a la previsión de cargas que en la institución estimen. (Ing. Gilberto Zabala, 2013, p. 14)

- b) Suministros Complementarios.- O también llamados de “Seguridad”, son los que para garantizar seguridad y continuidad del suministro, complementan a un suministro normal. (Ing. Gilberto Zabala, 2013, p. 14)

2.11.3. Características de las cargas

Las cargas pueden describirse en función de diversas características que determinarán la carga efectiva de un dispositivo dado o de un grupo de dispositivos así como la carga pico y carga promedio. Algunas de estas características son:

- a) Carga instalada (CI).- Es la suma de todas las potencias nominales de los aparatos de consumo conectados a un sistema o parte de él; se expresa generalmente en kVA, MVA, kW o MW.

- b) Carga Máxima (DM).- Se conoce también como la demanda máxima y corresponde a la carga mayor que se presenta en un sistema en un periodo determinado (diaria, semanal, mensual o anual)

- c) Factor de Demanda (FDM).- En un intervalo de tiempo, de una carga, es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada. El factor de demanda por lo general es menor que 1, siendo 1 solo en el caso en el que en el intervalo de tiempo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales. Matemáticamente se expresa:

$$FDM = \frac{Carga\ máxima}{Carga\ Instalada} \leq 1$$

- d) Factor de Utilización (FU).- En un intervalo de tiempo, es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada). Es importante diferenciar, que mientras el factor de demanda, da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de la carga en el intervalo considerado.

$$FU = \frac{Carga\ máxima}{Capacidad\ Instalada}$$

- e) Factor de Potencia (FP).- Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, determinada en el sistema. Y es utilizado como indicador de un correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, el cual puede tomar valores entre 0 y 1 siendo la unidad el valor máximo de FP y por tanto el mejor aprovechamiento de energía.

$$FP = \frac{Potencia\ activa}{Potencia\ aparente}; 0 \leq 1$$

- f) Factor de Carga.- Se define como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo.
- g) Factor de Simultaneidad (FS).- Es la relación de la demanda máxima de un conjunto de instalaciones o aparatos, y la suma de las demandas máximas individuales durante cierto periodo
- h) Factor de Diversidad (FD).- Al proyectar un alimentador para un consumidor debería tomarse en cuenta siempre su demanda máxima, debido a que ésta impondría a la red condiciones más severas de carga y de caída de tensión; sin embargo cuando muchos consumidores son alimentados por una misma red, deberá tomarse en cuenta el

concepto de diversidad de carga, ya que sus demandas máximas no coinciden con el tiempo; la razón radica en que los consumidores tienen hábitos diferentes aunque sean de la misma clase de consumo.

Esta diversidad entre las demandas máximas de un mismo grupo de cargas se establece por medio del factor de diversidad, definido como la razón entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto o grupo de usuarios

2.12. Sistema de puesta a tierra

Un sistema de Puesta a tierra es la unión de un grupo de elementos metálicos y equipos con uno o varios electrodos de alta conductividad vinculados al suelo, ayudando a la distribución de las corrientes de falla y por ende controlar las elevaciones de potencial presentes en la superficie terrestre de los alrededores de las instalaciones.

Un sistema de puesta a tierra es una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de la tierra (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2000).

La Importancia de una adecuada puesta a tierra, está dada por:

- Resguardar a las personas de los peligros de fallas de aislación en equipos eléctricos.
- Mantener los voltajes del sistema dentro de límites tolerables bajo condiciones de falla, ya sea por descargas atmosféricas o malas maniobras, y asegurar que no se excedan los voltajes de ruptura dieléctrica de los equipos.
- Evitar daños por sobretensiones en equipos e instalaciones domiciliarias e industriales.
- Proporcionar una trayectoria alternativa para las corrientes inducidas y de tal modo minimizar el “ruido” eléctrico en cables.

2.12.1. Tipos de sistemas de puesta a tierra

Se pueden distinguir dos tipos de sistemas de puesta a tierra, dependiendo de la función que desempeñan, los cuales son:

2.12.1.1. Sistemas de puesta a tierra de servicio

Es la conexión que consiste en aterrizar a tierra de manera permanente puntos de los circuitos eléctricos de servicio, también se conectan parte de las instalaciones que están bajo tensión de forma temporal, este tipo de puesta a tierra puede ser:

Directa: Cuando no se utilizan resistencias adicionales para la conexión a tierra.

Indirecta: Cuando la conexión a tierra se realiza a través de resistencias o impedancias adicionales.

Se aterrizan al sistema de puesta a tierra de servicio los siguientes elementos del sistema eléctrico:

- Los neutros de los transformadores con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los generadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Secundarios de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores y pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

2.12.1.2. Sistemas De Puesta A Tierra De Protección

Es la conexión directa a tierra de todas las partes metálicas de los elementos de una instalación, los cuales normalmente no son sometidos a niveles de voltaje, pero que pueden ser energizados debido a fallas, sobre voltajes o descargas atmosféricas, cuyo fin es el de proteger a las personas de potenciales peligrosos.

Generalmente en una subestación eléctrica se aterrizan a tierra los siguientes elementos:

- Los chasis y los bastidores de aparatos de maniobra
- Las puertas, vallas y cercas metálicas
- Columnas, soportes y pórticos.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alto voltaje.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las carcasas de los transformadores, generadores, disyuntores, reconectores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas.

2.12.2. Partes constitutivas de un sistema de puesta a tierra

José Argañarás (2003, p.1) sostuvo que:

Una puesta a tierra está compuesta de tres partes fundamentales:

Conductor de unión: debe ser de la sección adecuada para la corriente que puede llegar a circular, para que no se produzcan calentamientos ni caídas de tensión inadmisibles. No puede ser interrumpido con seccionadores, fusibles u otro elemento

Electrodo de tierra: dado que la resistencia de contacto del conductor de unión (alta

conductividad) con la tierra (baja conductividad) es función de la sección de presenta en la unión entre ambos, se intercala un electrodo con la sección suficiente para garantizar una baja resistencia. Además el electrodo se construye para que resista la corrosión natural al estar en contacto con la humedad y sales del suelo.

Tierra propiamente dicha: Definida por los componentes, naturales y artificiales, del terreno, y la humedad y temperatura del mismo. Se define la resistividad eléctrica del suelo como la resistencia por metro de suelo; sus valores para distintos tipos de terrenos son:

Figura N° 2.3
Resistividad Eléctrica para diferentes tipos de terrenos

Clase de terreno	Resistividad eléctrica (Ω -m)
Pantanosos o húmedos	5
De labor o arcilloso	10
Arenoso húmedo	20
Arenoso seco	100
Gujaroso	100
Rocoso	300

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

La instalación del electrodo directamente en el agua, además de dar una alta resistencia de contacto por la mala conductividad del agua, origina una mayor corrosión del mismo. También es perjudicial para la vida útil del electrodo la ejecución en terrenos salitrosos y con alta humedad. Para mejorar las condiciones de contacto frente a terrenos de alta resistividad, y además prolongar la vida útil del electrodo, se recurre a componentes químicos (gel no corrosiva) o naturales (grafito) constituyendo una “funda” alrededor del electrodo.

2.12.3. Electrodo de tierra

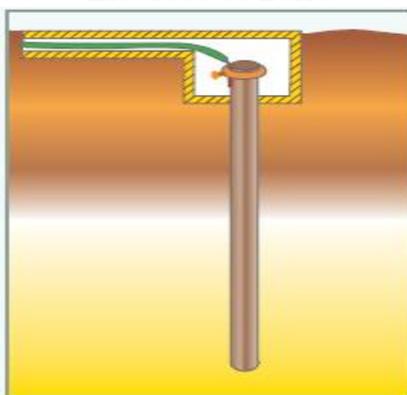
Nelos Morales (1999, p.13) sostuvo que: “El electrodo de tierra es el componente del sistema de puesta a tierra que está en contacto directo con el terreno y así proporciona un medio para botar o recoger cualquier tipo de corrientes de fuga a tierra. Los electrodos de tierra deben tener propiedades mecánicas y eléctricas apropiadas para responder satisfactoriamente a las sollicitaciones que los afectan, durante un período de tiempo

relativamente largo. El material debe tener buena conductividad eléctrica y no corroerse dentro de un amplio rango de condiciones de suelo. El material preferido generalmente es el cobre. El electrodo puede tomar diversas formas: barras verticales, conductores horizontales, placas, combinación de conductores horizontales y barras verticales (mallas de tierra)”.

2.12.3.1. Barras

Esta es la forma más común de electrodos, cuando no se requiere controlar los potenciales de superficie. Su costo de instalación es relativamente barato y pueden usarse para alcanzar en profundidad, capas de terreno de baja resistividad. La barra es de cobre puro o de acero recubierto de cobre. El tipo recubierto se usa cuando la barra se entierra por medios mecánicos (impacto) ya que el acero empleado tiene alta resistencia mecánica. La capa de cobre debe ser de alta pureza y aplicada electrolíticamente para que no se deslice al enterrar la barra.

Figura N° 2.4
Electrodo de Barra



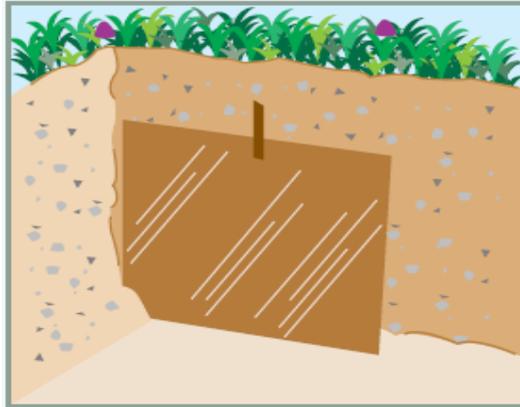
Fuente: PROCOBRE

2.12.3.2. Placas

Los electrodos de placa son de cobre o de acero galvanizado. Las planchas de acero galvanizado tienen un mínimo de 3 mm de espesor y son cuadradas de 915 ó 1220 mm por lado. Las planchas de cobre son típicamente cuadradas de 600 mm ó 900 mm de lado y

entre 1,6 mm y 3 mm de espesor.

Figura N° 2.5
Electrodo de Placa

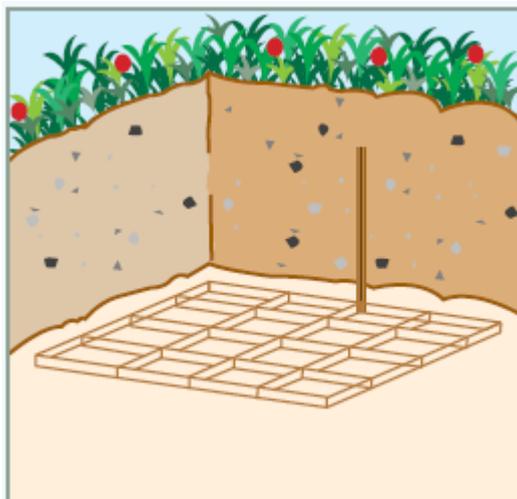


Fuente: PROCOBRE

2.12.3.3. Mallas de tierra

Es un reticulado formado por la unión de conductores horizontales, normalmente según direcciones perpendiculares y uniformemente espaciados, incluyendo eventualmente conductores verticales (barras). Se utiliza especialmente cuando el objetivo principal de la puesta a tierra es mantener un control de potenciales en la superficie del terreno, con un bajo valor de resistencia.

Figura N° 2.6
Malla a Tierra



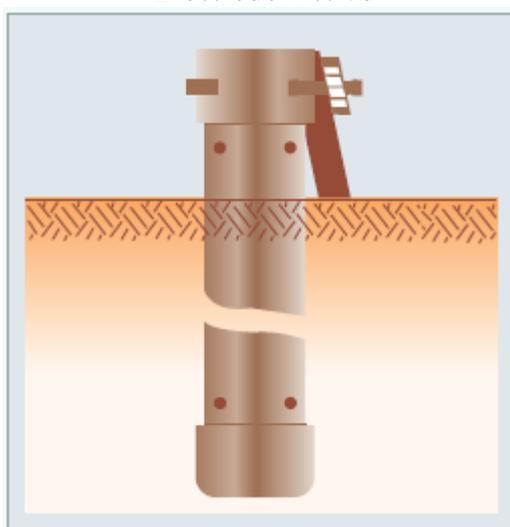
Fuente: PROCOBRE

2.12.3.4. Electrodo activo

Consiste de un tubo de cobre llenado parcialmente con sales o sustancias conductoras, con perforaciones en los extremos superior (para ventilación) e inferior (para drenaje) y sellados ambos extremos con tapas.

La humedad existente en el aire ingresa por las perforaciones de ventilación, entra en contacto con la sal o sustancia conductiva formando una solución electrolítica que escurre hacia la parte inferior del tubo y fluye a través de las perforaciones de drenaje hacia el suelo circundante, mediante osmosis. De este modo, el electrolito forma “raíces” en el terreno que lo rodea, las cuales ayudan a mantener su impedancia en un nivel bajo. Es una alternativa atractiva cuando no se dispone de mucho terreno y se desea obtener bajo valor de impedancia, (se estima del orden o inferior a 10 Ohms) pero tiene el inconveniente que requiere mantenimiento.

Figura N° 2.7
Electrodo Activo



Fuente: PROCOBRE

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio de estudio

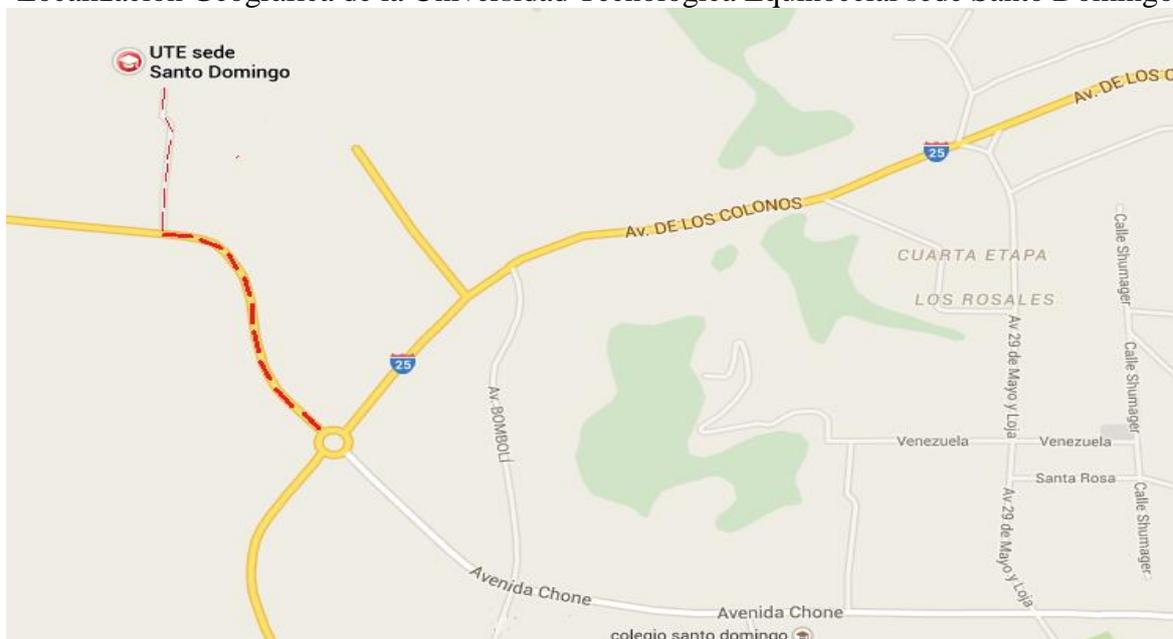
3.1.1. Ubicación física

Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Ciudad	Santo Domingo
Dirección	Vía Chone, Km 4 1/2
Zona	Urbana

3.1.2. Localización geográfica

Figura N° 3.1

Localización Geográfica de la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo



Fuente: Google Maps

3.1.3. Misión y visión de la institución

3.1.3.1. Misión

“La UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL es una institución particular ecuatoriana, humanista, innovadora, al servicio de la sociedad y comprometida con la calidad de educación, de la investigación científica y del desarrollo tecnológico.”

3.1.3.2. Visión

“Ser una Universidad reconocida por sus estándares de calidad, su innovación académica y resultados científicos, destinados al desarrollo del país.”

3.1.4. Objetivos institucionales

3.1.4.1. Docencia

- Disponer de una planta docente comprometida, con un alto perfil académico, una remuneración competitiva y mayoritariamente con la dedicación a tiempo completo.
- Consolidar el modelo educativo para mejorar la calidad de los procesos y la enseñanza aprendizaje y la eficiencia académica.

3.1.4.2. Investigación

- Posicionar a la Universidad Tecnológica Equinoccial como una entidad de investigación y docencia, mediante la producción, gestión y transferencia de nuevos conocimientos basados en las líneas de investigación institucional.
- Consolidar la formación de grupos de investigación que profundicen la cultura investigativa como parte constitutiva del talento humano de la UTE

3.1.4.3. Vinculación

- Incrementar servicios permanentes de asistencia técnica, consultoría, capacitación externa y apoyo comunitario a la sociedad
- Fortalecer los programas de vinculación, de cultura y deportes con la participación activa de profesores, estudiantes y egresados

3.1.4.4. Gestión

- Fortalecer el modelo de desarrollo de la Universidad, mediante procesos eficientes y eficaces de gestión académica y administrativa que faciliten la adaptación a los cambios del entorno
- Diseñar y aplicar, estrategias y procedimientos que garanticen la diversificación de fuentes de financiamiento que coadyuven al desarrollo de la universidad.

3.1.5. Organigrama de la universidad

El organigrama correspondiente a la Universidad Tecnológica Equinoccial, tiene como ente principal al Rector, seguido del Prorectorado y los Decanatos, del Prorectorado, se deslindan: Prosecretaría, Comunicación y Relaciones Internacionales, Coordinación Administrativa Financiera, Planificación y Aseguramiento de la calidad, Bienestar Universitario, Escuela de Conducción, Coordinación de Posgrados y Dirección Académica. (Ver anexo 1)

3.1.6. Identificación de la utilización de los recursos

Los recursos energéticos utilizados en la Universidad tecnológica Equinoccial corresponden a:

- Energía Eléctrica, para la infraestructura, y todas las máquinas y equipos en general, a base de esta energía
- Energía de Combustibles fósiles(Diésel), para los generadores
- GLP
- Agua

A continuación se detalla el consumo mensual de los portadores energéticos correspondiente al año 2014. Cabe resaltar, que en cuanto al agua, no se ha podido detallar consumos debido a que la Universidad no dispone de medidores, el agua es obtenida de un pozo profundo y tratada en la planta de agua previo a su distribución.

Tabla N° 3.1
Consumo mensual de los portadores energéticos, año 2014

ME S	ELECTRICIDAD		GL P		DIESEL	
	kWh	USD	kg	USD	gl	USD
Enero	32494	2938,13	50	5	33	29,72
Febrero	26151	2575,73	50	5	33	29,72
Marzo	32000	2906,55	50	5	33	29,72
Abril	44149	3970,4	50	5	33	29,72
Mayo	47955	4324,21	50	5	33	29,72
Junio	47076	5183,24	50	5	33	29,72
Julio	43568	4801,61	50	5	33	29,72
Agosto	39736	3328,21	50	5	33	29,72
Septiembre	26590	3183,91	50	5	33	29,72
Octubre	60525	6354,84	50	5	33	29,72
Noviembre	39736	4411,35	50	5	33	29,72
Diciembre	38547	4223,2	50	5	33	29,72
Σ	478527	48201,38	600	64	396	357
Promedio	39877	4016,78	50	5	33	30

Se procederá a realizar un análisis de estos resultados, mediante un diagrama de Pareto, para lo cual es importante convertir estas unidades a toneladas equivalentes de petróleo (tep; $1 \text{ tep} = 41,84 \times 10^9 \text{ J}$). Mediante los factores de conversión y tablas descritas a continuación:

Figura N° 3.2
Especificaciones del Propano

ESPECIFICACIONES DEL PROPANO COMERCIAL

Real Decreto 1700/2003, de 15 diciembre

Características	Unidades de medida	Límites		Normas
		Mínimo	Máximo	
Densidad a 15 °C.	kg/l	0,502	0,535	ASTM D-1657
Humedad.	-	Exento(1)		ASTM D-2713
Contenido máximo de azufre.	mg/kg	-	50	ASTM D-2784
Corrosión.	Escala	-	1 b.	ASTM D-1838
Presión de vapor man., a 37,8 °C.	kg/cm ²	10	16	ASTM D-1267
Residuo volátil (temperatura evaporación del 95% en volumen).	°C	-	-31(2)	ASTM D-1837
Sulfuro de hidrógeno.		Negativo		ASTM D-2420
Poder calorífico inferior.	kcal/kg	10.800		ASTM D-3588
Poder calorífico superior.	kcal/kg	11.900		ASTM D-3588
Composición:				
Hidrocarburos C ₂ .	% Volumen	-	2,5	ASTM D-2163
Hidrocarburos C ₃ .	% Volumen	80		ASTM D-2163
Hidrocarburos C ₄ .	% Volumen	-	20	ASTM D-2163
Hidrocarburos C ₅ .	% Volumen	-	1,5	ASTM D-2163
Olefinas totales.	% Volumen	-	35	ASTM D-2163
Diolefinas + Acetilenos.	p.p.m.	<1.000		ASTM D-2163
Olor.		Característico		

Fuente: CEPESA

Figura N° 3.3
Factores de Conversión

Factores de conversión

DIMENSIÓN	MÉTRICO
Energía, calor, trabajo, energía interna, entalpía	$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J} = 1000 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3$ $1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$ $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$ $1 \text{ cal}^\dagger = 4.184 \text{ J}$ $1 \text{ IT cal}^\dagger = 4.1868 \text{ J}$ $1 \text{ Cal}^\dagger = 4.1868 \text{ kJ}$

Fuente: Termodinámica de Cengel, 6ta edición

ELECTRICIDAD

- Consumo (año 2014) 478527 kWh
- Conversión de kWh a J

$$\frac{478527 \text{ kWh} * 3,6 \times 10^6 \text{ J}}{1 \text{ kWh}} = 1,7227 \times 10^{12}$$

- Conversión de J a tep

$$\frac{1,7227 \times 10^{12} \text{ J} * 1 \text{ tep}}{4,184 \times 10^{10}} = 41,17 \text{ tep}$$

GLP

- Consumo (año 2014) 600 kg

Como el poder calorífico del GLP es 10800 kcal/kg entonces:

$$600 \text{ kg} * 10800 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 6,48 \times 10^6 \text{ kcal} = 6,48 \times 10^9 \text{ cal}$$

- Conversión de cal a J

$$\frac{6,48 \times 10^9 \text{ cal} * 4,184 \text{ J}}{1 \text{ cal}} = 2,71 \times 10^{10} \text{ J}$$

- Conversión de J a tep

$$\frac{2,71 \times 10^{10} \text{ J} * 1 \text{ tep}}{4,184 \times 10^{10} \text{ J}} = 0,648 \text{ tep}$$

DIESEL

- Consumo (año 2014) 396 gal
- Dado que $1m^3 = 1x10^6cm^3 = 264,17gal$; entonces:

$$\frac{396 \text{ gal} * 1x10^6cm^3}{264,17gal} = 1,499x10^6cm^3$$

- Como la densidad del diésel es $0,820 g/cm^3$, en $1,499x10^6cm^3$ tenemos $1,22x10^6g$
- Dado que el poder calorífico del diésel es $10,7 kcal/g$ entonces:

$$1,22x10^6g * 10,7 \frac{kcal}{g} = 1,3152x10^7 kcal = 1,3152x10^{10} cal$$

- Conversión de cal a J

$$\frac{1,3152x10^{10} cal * 4,184 J}{1 cal} = 5,503x10^{10} J$$

- Conversión de J a tep

$$\frac{5,503x10^{10} J * 1 tep}{4,184x10^{10} J} = 1,315 tep$$

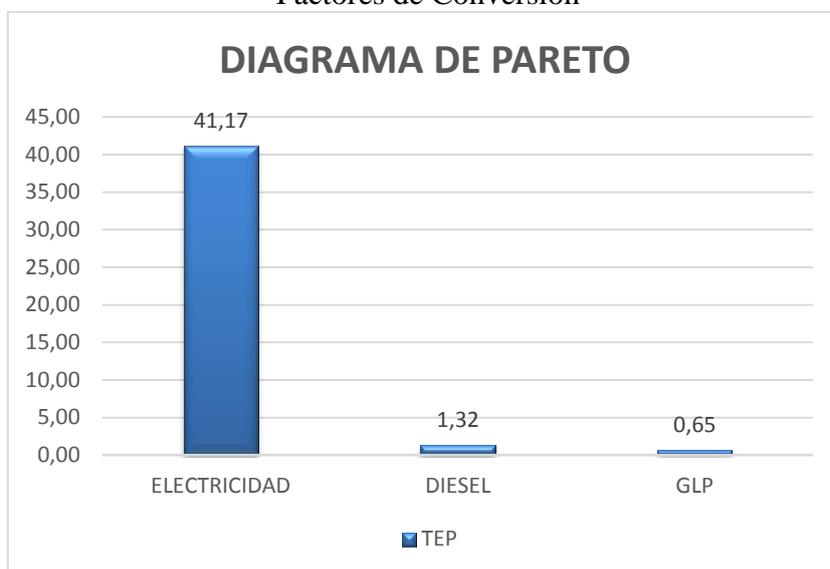
La tabla a continuación se detalla el resumen de los portadores energéticos expresados en sus unidades base y en toneladas equivalentes de petróleo.

Tabla N° 3.2
Portadores energéticos expresados en toneladas equivalentes de petróleo

ELECTRICIDAD			GLP			DIESEL		
kWh	Joules	tep	Kg	Joules	tep	gl	Joules	tep
478527	1,723E+12	41,17	600	27833551200	0,67	396	55055893831	1,32

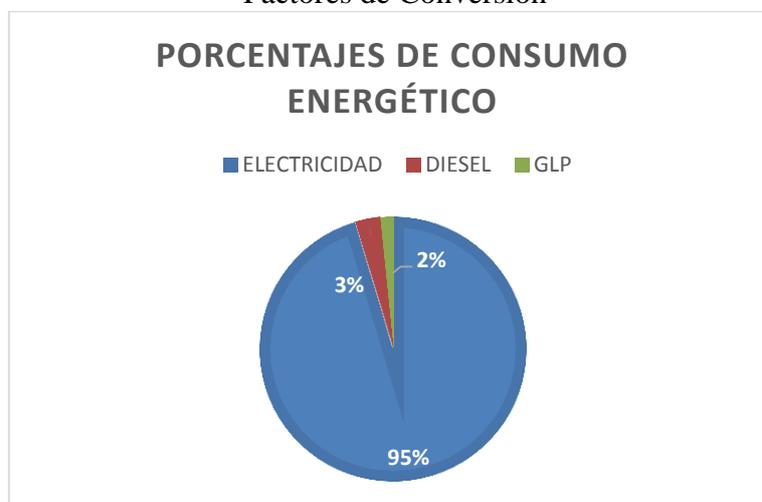
En las figuras 3.4 y 3.5 se representan el diagrama de Pareto, y los porcentajes de consumo energético respectivamente.

Figura N° 3.4
Factores de Conversión



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

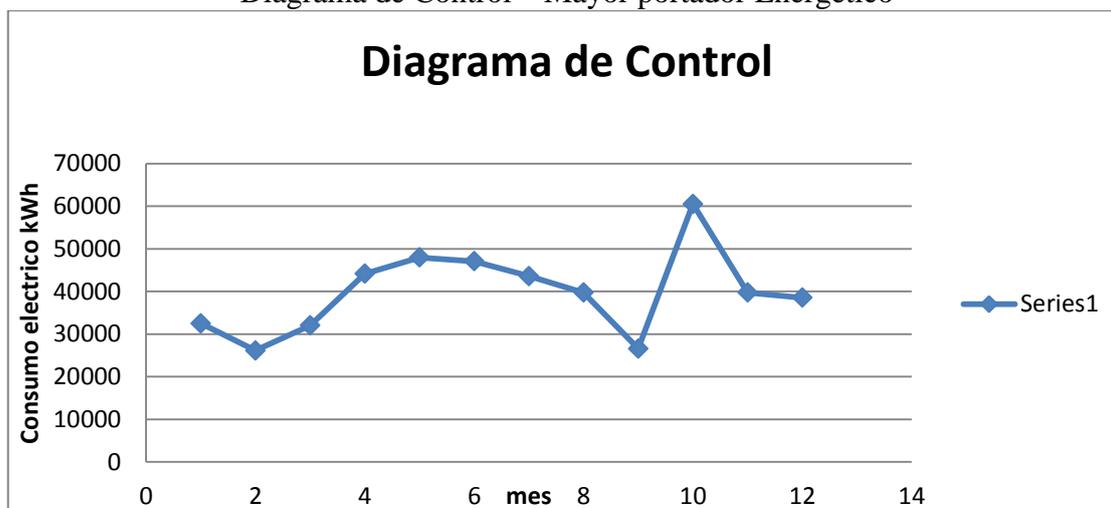
Figura N° 3.5
Factores de Conversión



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Se puede observar que el principal portador corresponde a la Energía Eléctrica, con un 95,4%. Mientras que el GLP y Diésel representan el 1,5% y 3,1% respectivamente. Motivo por el cual en la presente tesis, el objeto de estudio será el CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Cuyo diagrama de control para los meses del año 2014 se representa a continuación:

Figura N° 3.6
Diagrama de Control – Mayor portador Energético



3.2. Materiales, instrumentos y recursos

Para el desarrollo de la tesis, se utilizarán una serie de instrumentos destinados a la medición de diferentes magnitudes importantes, para el análisis de la Energía Eléctrica en la UTE Santo Domingo y las posteriores propuestas de mejoras. A continuación se describen los mismos:

3.2.1. Luxómetro

Llamado también luxmetro o light meter, es un instrumento que nos permite medir el nivel de iluminación en una determinada área. La unidad de Medida es el LUX. El luxómetro empleado para el desarrollo de la tesis es el TENMARS TM-204.

Figura N° 3.7
Luxómetro Tenmars TM-204



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/tenmarstenmars-electronics/luxometros-digitales.html>

3.2.1.1. Especificaciones

Tabla N° 3.3
Especificaciones Luxómetro TM-204

Pantalla	2000 cuentas, pantalla LCD, fácil de leer
Sensor	Sensor basado en foto-diodo y filtro
Rango de Medida	200, 2000, 20000, 200000 Lux 20, 200, 2000, 20000 Fc
Precisión	±3% (Calibrado a una lámpara incandescente estándar de 2856 ° k)
Ángulo de desviación de características del coseno	<ul style="list-style-type: none"> • 30° ±2% • 60° ±6% • 80° ±25%
Funciones	Bloqueo de la muestra, ajuste a cero y bloqueo
Tamaño	172 x 55 x 38 cm
Peso	250g (incluida batería 9V)

Fuente: Manual Luxómetro TM-204

3.2.1.2. Forma de uso

Para la medición, lo único a considerar es situar el equipo sobre una superficie o a la altura a la que se desea conocer el nivel de iluminación y tomar la lectura.

3.2.1.3. Recomendaciones

El nivel de iluminación es una magnitud muy sensible a cualquier cambio en la orientación del equipo, altura a la que se sitúe, sombras o cualquier interrupción de luz. Y existen grandes divergencias entre las lecturas de diferentes aparatos; Por todo ello, los resultados deben registrarse como intervalos entre lecturas máximas y mínimas

3.2.2. Analizador trifásico de calidad eléctrica

Los analizadores de calidad eléctrica, son equipos que miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red: Voltaje, Intensidad de corriente, Potencia, Energía, etc. Así como también los parámetros de calidad de energía: Armónicos, Perturbaciones de Voltaje, Factor de potencia, etc. Una característica fundamental de todos estos equipos, es que disponen registrar y memorizar dichos parámetros mediante diversas funciones de programación.

Los dos Analizadores de calidad empleados para el desarrollo de la Auditoria son:

- Analizador de Calidad Eléctrica Fluke 434

Figura N° 3.8
Analizador de Calidad Eléctrica Fluke 434



Fuente: Catálogo

- Analizador A. Eberle PQ-BOX 100

Figura N° 3.9
Analizador A. Eberle PQ-BOX 100



Fuente: Catálogo

3.2.2.1 Características técnicas

Tabla N° 3.4
Especificaciones del Analizador Fluke 434

CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA	
ENTRADAS DE TENSION	
Número de entradas	4 (3 fases + neutro) acopladas en continua
Tensión máxima de entrada	1000 Vrms
Rango de tensión nominal	50...500 V interna dividida en tres rangos 500 V, 250 V y 125 V
ENTRADAS DE CORRIENTE	
Número de entradas	4 (3 fases + neutro) acopladas en continua
Tipo	Transformador de corriente de pinza con salida mV
POTENCIA	
Alimentación de red	Adaptador conmutable de 115 V, 230 V con enchufe adaptado al país
Tensión de entrada del adaptador de alimentación	15 ... 23 VCC Utilizar únicamente el adaptador de alimentación BC430
Duración de la batería	NiMH BP190 recargable (instalada)
Vida útil de la batería	> 7 horas
Tiempo de carga de la Batería	4 horas, 8 horas en la versión /006 (instrumento desactivado)
NORMAS	
Procedimientos de medida utilizados	IEC61000-4-30 Clase A
Precisión de las Medidas	Fluke 435 IEC61000-4-30 Clase A, Fluke 434 IEC61000-4-30 Clase B
Calidad eléctrica	EN50160
Flicker (Parpadeo de tensión)	IEC 61000-4-15
Armónicos	IEC 61000-4-7
Temperatura de Trabajo	De 0 ° C a +50 ° C sólo batería, de 0 ° C a +40 ° C con adaptador, según especificaciones de +15 ° C a +35 °
Temperatura de Almacenamiento	De -20 ° C a +60 ° C

Fuente: Manual Analizador Fluke 434

- Ver tabla de Especificaciones Técnicas completa del Analizador de Redes Fluke en Anexo 2

Tabla N° 3.5
Especificaciones del Analizador PQ-BOX 100

Tensiones máximas de entrada	400V CA (570c CC) Conductor-Tierra; 690V CA (980V CC) Conductor-Conductor
Entradas de corriente	4 entradas de 230mV, como máximo, entrada RMS para tenazas de corriente miniaturas, tenazas de corriente tipo Rogovski, juego de cables de conexión
Memoria de datos	1 GByte
Interfaces	USB 2.0
Display:	iluminado, 6 líneas de 30 caracteres, cada una
Dimensiones:	220 x 146 x 57 mm
Peso:	1,7 kg
Consumo de energía:	< 8VA
Tipo de protección:	IP 65
IEC 61000-4-30:	categoría A
Precisión de frecuencia:	+/-10mHz
Precisión de entradas de tensión	< 0,1% para 10% hasta 150% de la tensión nominal
Convertidor	24 Bit A/D
Resistencia climática/rango de temperaturas:	Funcionamiento: -20°C 60°C Almacenaje: -30°C 70°C
Alimentación autónoma:	Pila NiMH 9,6V (60 segundos)
Clase de aislamiento:	CAT IV / 300V L-PE (CAT III; 600V)

Fuente: Manual Analizador PQ-BOX 100

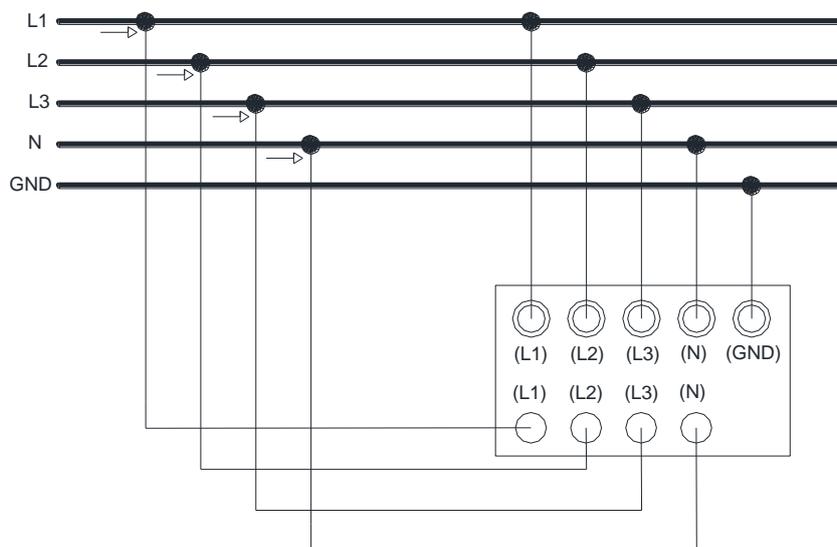
3.2.2.2. Forma de uso

Es imprescindible consultar previamente el manual específico del fabricante, con tales requisitos se resume la forma habitual de medición programada con estos equipos:

- a) Conectar a las correspondientes entradas del analizador las pinzas amperimétricas que sean necesarias, dependiendo de la red a analizar; Y, del otro lado, las pinzas abrazando los conductores, tomando en cuenta el sentido de la corriente para la respectiva ubicación de las pinzas.

- b) Conectar a las correspondientes entradas del analizador, las pinzas voltimétricas que sean necesarias, dependiendo de la red a analizar; Y, del otro lado, las pinzas “mordiéndolo” el conductor desnudo. Comience con la toma de tierra, luego con N y las fases sucesivamente.

Figura N° 3.10
Diagrama de conexión Analizadores de Redes



- c) Encender el analizador, y programar las relaciones de medición, comienzo, intervalo entre mediciones, tiempo de la medición, etc.
- d) Comprobar que las lecturas en tipo real son correctas, dejar los equipos adecuadamente protegidos
- e) Finalizada la etapa de medición, revisar los datos, o extraerlos si el caso amerita mediante la conexión al computador

3.2.3. Ordenador portátil

El ordenador portátil es un equipo de suma importancia y muy práctico a la hora de realizar auditorías, siempre y cuando se siga una Auditoría sistemática. Permite extraer y leer datos de forma inmediata de los equipos de medición programables, introducir directamente los datos en un formulario de Auditoría, etc.

3.2.4. Material de seguridad

Una Auditoria energética exige un trabajo con la adecuación de las correctas medidas de seguridad para protección propia y de colaboradores, principalmente en la toma de mediciones. Cabe recalcar que durante esta etapa estamos expuestos principalmente a riesgos de origen eléctrico, no obstante, también existen otros tipos de riesgos como quemaduras, caídas, etc.

El material mínimo de protección individual recomendado es:

- Casco
- Zapatos dieléctricos
- Guantes dieléctricos

3.2.5. Herramientas

Aparte de los equipos antes mencionados, indispensables en la Auditoria, pueden resultar necesarios otros materiales y herramientas de uso común. Tales como: Multímetro, alicate, destornilladores, flexómetro, linterna, cables eléctricos, cinta aislante, etc.

3.3. Diseño experimental, factores y variables de estudio

3.3.1. Levantamiento de datos

Es el punto de partida a la hora de realizar la auditoria energética, se realiza tanto en oficina como con visitas a la institución. Se pretende reunir toda la información posible de la misma, en cuanto a los sistemas energéticos existentes, ya sea historial de consumos eléctricos, programas de mantenimiento, información recopilada como resultado de una inspección visual, levantamiento de datos de equipos consumidores de energía. Y además, se realiza una planificación de todas las acciones posibles a realizar durante la auditoria

La información a recolectar durante esta etapa es:

3.3.1.1. Historial de consumo

Con la finalidad de obtener los datos de consumo de electricidad, basados en la información histórica de las facturaciones eléctricas. Es importante también señalar:

- Tarifa contratada
- Nombre de la empresa suministradora
- Consumos y demandas mensuales durante los últimos 12 meses
- Factor de Potencia

3.3.1.2. Revisión de programas de operación y mantenimiento

En esta parte se procede a analizar fases de operación y mantenimiento y muy importante, tratar de identificar problemas que puedan causar una baja eficiencia energética de los sistemas equipos.

- Revisar programas de mantenimiento de las instalaciones: Fechas de ejecución, problemáticas a nivel técnico y organizacional
- Analizar procedimientos de operación de la institución, que fortalezcan un ahorro de energía. Es importante tomar en cuenta lo siguiente:
 - Control y apagado completamente de equipos en horas no laborables
 - Si se tienen incorporadas funciones de ahorro de energía

Para esta parte, se procederá a la elaboración de una encuesta hacia los integrantes de la institución; con la siguiente información:

Tabla N° 3.6
Preguntas de Encuesta de hábitos de consumo al personal administrativo

Item	Pregunta			
1	¿Acostumbra a dejar las luces encendidas cuando sale de una sala y esta se queda vacía?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
2	¿Acostumbra a mantener las luces encendidas durante el día?			
3	Cuando hace sol ¿Corren las cortinas situadas en las ventanas?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
4	¿Se dejan abiertas puertas y ventanas cuando el aire acondicionado esta funcionando?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
5	¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los necesita y al terminar la jornada de trabajo?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
6	¿Mantiene la computadora encendida por largos periodos de tiempo sin utilizar? ¿Cuánto?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
7	¿Conoce si se ha nombrado un responsable para comprobar las facturas correspondientes al suministro de energía eléctrica?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Desconoce <input type="radio"/>
8	¿Conoce si comprueba que los montos facturados de energía son correctos?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Desconoce <input type="radio"/>
9	¿Sabe si se planifica el consumo para aprovechar ventajas económicas en horas pico?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Desconoce <input type="radio"/>
10	¿Considera que en el lugar de trabajo el alumbrado esta bien distribuido?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
11	¿Las áreas de trabajo de uso intermitente poseen detectores de presencia?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	Desconoce <input type="radio"/>
12	¿Estan las paredes y techos pintados de colores claros?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
13	¿Conoce la eficiencia o el consumo del sistema de ventilación?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
14	¿Se aprovechan los sistemas de ventilación natural?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	
15	¿Se apagan todos los computadores, impresores y demás equipos cuando no se utilizan a corto plazo?	Si <input type="radio"/>	No <input type="radio"/>	

3.3.1.3. Inspección visual

Esta actividad es de suma importancia dentro de esta fase, ya que se procede a hacer un recorrido por las instalaciones, en el que se observe la operación de los principales equipos y procesos consumidores de energía. Durante esta fase se realizará:

- Descripción del sistema eléctrico actual de la Institución

3.3.2. Mediciones en campo

Las mediciones se realizan con el fin de identificar con exactitud la energía consumida de un equipo, o proceso, o parte de él. A partir de esta información se podrá realizar los posteriores balances de energía, y calcular la eficiencia energética de dichos equipos.

Al momento de realizar una Auditoria Energética, las mediciones más frecuentes son:

- Mediciones Eléctricas
- Mediciones de los niveles de iluminación

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. Levantamiento de datos

Como se mencionó en el Diseño Experimental, para el levantamiento de datos, se trabajó en oficina, visitas a la institución, y también visitas a la Empresa Eléctrica de Santo Domingo CNEL E.P. con la finalidad, de conocer, tanto el sistema eléctrico existente, historiales de consumos eléctricos, y programas de mantenimiento.

3.4.1.1. Historial de consumo

Durante el levantamiento de datos, se solicitó en la Institución las planillas eléctricas, de este último año, 2014, información que fue complementada y verificada en la Empresa Eléctrica CNEL E.P. Dichas planillas se las trabajó para un estudio del tipo de Tarifa que tiene la Institución, también para conocer los consumos y demandas mensuales, y el valor del Factor de Potencia.

La Universidad Tecnológica Equinoccial, sede Santo Domingo, está suministrada de energía eléctrica de la Empresa CNEL E.P Santo Domingo, a través de la subestación Quevedo, alimentador número 5.

El tipo de Tarifa, depende del tipo de consumidor, especificado por la empresa Eléctrica y el CONELEC. La UTE tiene la tarifa de: **Media tensión con registrador de demanda horaria**. De acuerdo al PLIEGO TARIFARIO PARA EMPRESAS ELECTRICAS dispuesto por el CONELEC, para este tipo de tarifa se describe lo siguiente:

“Esta tarifa se aplica a los consumidores, excepto consumidores industriales, que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los periodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22:00 hasta las 07:00)

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independientemente del consumo de energía
- b) Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FC)
- c) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el periodo de 07:00 hasta las 22:00, que corresponde al cargo por energía de la tarifa del numeral 5.1
- d) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el periodo de 22:00 hasta las 07:00, que corresponde al cargo por

energía del literal anterior disminuido en 20% y que estará definido en el cuadro de los cargos tarifarios

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18:00 – 22:00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicada a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FC)

La demanda mensual facturable, es la demanda definida en el numeral 8 del Pliego Tarifario y, establece lo siguiente:

- a. En el caso de disponer de un Medidor que registre Demanda Máxima, La demanda facturable mensual corresponde a la máxima demanda registrada en el mes por el respectivo medidor de demanda, y no podrá ser inferior al 60% del valor de la máxima demanda de los últimos doce meses, incluyendo el mes de facturación.

El Factor de corrección se define en el numeral 9 del Pliego tarifario, para Usuarios con registrador de demanda horaria establece lo siguiente:

Para aquellos consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, excepto consumidores industriales en media y alta tensión, el factor de corrección (FC) se obtiene de la relación:

$FC = DP/DM$ donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de demanda pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00)

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes

En el numeral 10 del Pliego Tarifario, también se especifica los “Cargos por bajo Factor de Potencia” en donde tenemos:

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0,92, el distribuidor aplicará lo establecido en el Art. 27 de la Codificación del Reglamento de Tarifas: “Cargos por bajo factor de potencia”.

La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a: consumo de energía, demanda, pérdidas en transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor:

$Bfp = (0,92/fpr) - 1$, donde

Bfp = Factor de penalización por bajo factor de potencia

fpr = Factor de potencia registrado

Se analizó la facturación por el tipo de usuario de la UTE, correspondiente a las planillas de los últimos 12 meses, analizando cada uno de los literales antes mencionados:

- Siguiendo el literal “a”, para todos los meses, el cargo de acuerdo al tipo de consumidor, tiene un valor constante independiente del consumo de energía que se tenga y es de \$1,414.
- Siguiendo el literal “b”, comparando con la tabla de “Cargos Tarifarios” el cargo por demanda es de 4,576 USD/kW.
- Siguiendo el literal “c” comparando con la tabla de “Cargos Tarifarios 2014” el costo en dólares para el periodo 07h00 hasta 22h00 es de 0,081 USD/kWh. Cabe resaltar que de los meses de enero a mayo del 2014, se facturó con los “Cargos Tarifarios 2013” para los cuales el costo en dólares de este periodo era de 0,061 USD/kWh, como se señala en las figuras 3.11 y 3.12

- Siguiendo el literal “d”, comparando con la tabla de “Cargos Tarifarios” el costo en dólares para el período 22h00 hasta 07h00 es de 0,065 USD/kWh, al igual que en el literal anterior, trabajando con los “Cargos Tarifarios 2013” el costo en dólares para este periodo es de 0,049 USD/kWh, como se señala en las figuras 3.11 y 3.12
- Es importante mencionar, que para determinar los valores correspondientes al Servicio de Alumbrado Público, se trabaja con el 8% del total de los Servicios Eléctricos, es decir, Cargo por Comercialización + Cargo por Demanda + Valor por Consumo de Energía Activa. Pero, dicho valor debe obtenerse con el CARGO TARIFARIO DEL 2013 correspondiente al Periodo DICIEMBRE – MAYO, como se indica en la figura 3.12
- Para determinar los valores correspondientes a la Tasa de Recolección de Basura, se trabaja con el 10% de la sumatoria correspondiente a los Cargos por Demanda y Valor por consumo de Energía Activa, es decir se omite el Cargo por comercialización, y al igual que el caso anterior estos valores deben obtenerse con el CARGO TARIFARIO DEL 2013 correspondiente al Periodo DICIEMBRE – MAYO, como se indica en la figura 3.12

Figura N° 3.11

Cargos Tarifarios 2014 por periodo para clientes comerciales con demanda Horaria

NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES		
07h00 hasta 22h00	4,576	0,081	1,414
22h00 hasta 07h00		0,065	

Fuente: CONELEC - Cargos tarifarios 2014

Figura N° 3.12

Cargos Tarifarios 2013 por periodo para clientes comerciales con demanda Horaria

NIVEL TENSIÓN	MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA		
	COMERCIALES, E. OFICIALES, BOMBEO AGUA, ESC. DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES		
07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00	4.576	0.061 0.049	1.414

Fuente: CONELEC - Cargos tarifarios 2014

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados a las facturas de los últimos 12 meses:

ENERO

Tabla N° 3.7
Datos Eléctricos del mes de Enero

Energía Activa	32494 kWh
07h -18h	24363 kWh
18h - 22h	0 kWh
22h - 07h	8131 kWh
Demanda Máxima (DM)	151 Kw
Dem. Máx. horas pico (DP)	131 Kw
Energía Reactiva	8444 kVARh
FC (DP/DM)	0,8675

Desarrollo:

Tabla N° 3.8
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Enero

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 151kW * 0,868 * 4,576 USD/kW.	599,77
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 24363 kWh * 0,061 USD/kWh	1486,14
	22h – 07h 8131 kWh * 0,049 USD/kWh	398,42
TOTAL DE SERV. ELEC.		2485,74
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2485,74 USD * 0,08	198,86
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(599,77 + 1486,14 + 398,42)USD * 0,1	248,43
TOTAL		2938,13

FEBRERO

Tabla N° 3.9
Datos Eléctricos del mes de Febrero

Energía Activa	
07h -18h	13500 kWh
18h - 22h	6057 kWh
22h - 07h	6594 kWh
Demanda Máxima (DM)	141 Kw
Dem. Máx. horas pico (DP)	141 kW
Energía Reactiva	6612 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.10
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Febrero

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 141kW * 1 * 4,576 USD/kW.	645,22
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 19557 kWh * 0,061 USD/kWh	1192,98
	22h – 07h 6594 kWh * 0,049 USD/kWh	323,11
TOTAL DE SERV. ELEC.		2162,72
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2162,72 USD * 0,08	173,02
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(645,22 + 1192,98 + 323,11)USD * 0,1	216,13
Mora		18,76
TOTAL		2575,73

MARZO

Tabla N° 3.11
Datos Eléctricos del mes de Marzo

Energía Activa	
07h -18h	17941 kWh
18h - 22h	6615 kWh
22h - 07h	7444 kWh
Demanda Máxima (DM)	130 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	130 kW
Energía Reactiva	7862 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.12
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Marzo

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 130kW * 1 * 4,576 USD/kW.	594,88
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 24556 kWh * 0,061 USD/kWh	1497,92
	22h – 07h 7444 kWh * 0,049 USD/kWh	364,76
TOTAL DE SERV. ELEC.		2458,97
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2458,97 USD * 0,08	196,72
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(594,88 + 1497,92 + 364,76)USD * 0,1	245,76
TOTAL		2906,55

ABRIL

Tabla N° 3.13
Datos Eléctricos del mes de Abril

Energía Activa	44149 kWh
07h -18h	24271 kWh
18h - 22h	10937 kWh
22h - 07h	8941 kWh
Demanda Máxima (DM)	169 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	169 kW
Energía Reactiva	9994 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.14
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Abril

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 169kW * 1 * 4,576 USD/kW.	773,34
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 35208 kWh * 0,061 USD/kWh	2147,69
	22h – 07h 8941 kWh * 0,049 USD/kWh	438,11
TOTAL DE SERV. ELEC.		3360,55
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	3360,55 USD * 0,08	268,84
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(773,34 + 2147,69 + 438,11)USD * 0,1	335,91
TOTAL		3970,40

MAYO

Tabla N° 3.15
Datos Eléctricos del mes de Mayo

Energía Activa	47955 kWh
07h -18h	26846 kWh
18h - 22h	12086 kWh
22h - 07h	9023 kWh
Demanda Máxima (DM)	184 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	184 kW
Energía Reactiva	10703 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.16
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Mayo

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 184kW * 1 * 4,576 USD/kW.	841,98
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 38932 kWh * 0,061 USD/kWh	2374,85
	22h – 07h 9023 kWh * 0,049 USD/kWh	442,13
TOTAL DE SERV. ELEC.		3660,37
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	3360,37 USD * 0,08	292,83
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(841,98 + 2374,85 + 442,13)USD * 0,1	365,90
TOTAL		4324,21

JUNIO

Tabla N° 3.17
Datos Eléctricos del mes de Junio

Energía Activa	47076 kWh
07h -18h	25393 kWh
18h - 22h	12400 kWh
22h - 07h	9283 kWh
Demanda Máxima (DM)	188 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	188 kW
Energía Reactiva	10276 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.18
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Junio

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 188kW * 1 * 4,576 USD/kW.	860,29
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 37793 kWh * 0,081 USD/kWh	3061,23
	22h – 07h 9283 kWh * 0,065 USD/kWh	603,40
TOTAL DE SERV. ELEC.		4526,33
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	3621,94 USD * 0,08	289,76
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(860,29 + 2305,37 + 454,87)USD * 0,1	362,05
TOTAL		5183,24

JULIO

Tabla N° 3.19
Datos Eléctricos del mes de Junio

Energía Activa	43568 kWh
07h -18h	23606 kWh
18h - 22h	10405 kWh
22h - 07h	9557 kWh
Demanda Máxima (DM)	178 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	178 kW
Energía Reactiva	No veo kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.20
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Julio

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 178kW * 1 * 4,576 USD/kW.	814,53
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 34011 kWh * 0,081 USD/kWh	2754,9
	22h – 07h 9557 kWh * 0,065 USD/kWh	621,21
TOTAL DE SERV. ELEC.		4192,05
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	3358,9 USD * 0,08	268,71
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(814,53 + 2074,67 + 468,29)USD * 0,1	335,75
TOTAL		4801,61

AGOSTO

Tabla N° 3.21
Datos Eléctricos del mes de Agosto

Energía Activa	39736 kWh
07h -18h	16894 kWh
18h - 22h	6481 kWh
22h - 07h	8526 kWh
Demanda Máxima (DM)	113 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	93 kW
Energía Reactiva	6990 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.22
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Agosto

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 122 (60% diciembre 2013) kW * 0,823 * 4,576 USD/kW.	459,46
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 23375 kWh * 0,081 USD/kWh	1893,38
	22h – 07h 8526 kWh * 0,065 USD/kWh	554,19
TOTAL DE SERV. ELEC.		2908,44
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2304,52 USD * 0,08	184,36
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(459,46 + 1425,88 + 417,77)USD * 0,1	230,31
TOTAL		3328,21

SEPTIEMBRE

Tabla N° 3.23
Datos Eléctricos del mes de Septiembre

Energía Activa	26590 kWh
07h -18h	8339 kWh
18h - 22h	9472 kWh
22h - 07h	8779 kWh
Demanda Máxima (DM)	165 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	165 kW
Energía Reactiva	7578 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.24
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Septiembre

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 165kW * 1 * 4,576 USD/kW.	755,04
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 17811 kWh * 0,081 USD/kWh	1442,7
	22h – 07h 8779 kWh * 0,065 USD/kWh	570,64
TOTAL DE SERV. ELEC.		2769,79
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2273,09 USD * 0,08	181,85
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(755,04 + 1086,47 + 430,17)USD * 0,1	227,17
TOTAL		3183,91

OCTUBRE

Tabla N° 3.25
Datos Eléctricos del mes de Octubre

Energía Activa	60525 kWh
07h -18h	37996 kWh
18h - 22h	12319 kWh
22h - 07h	10210 kWh
Demanda Máxima (DM)	179 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	179 kW
Energía Reactiva	9974 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.26
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Octubre

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 179kW * 1 * 4,576 USD/kW.	819,10
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 50315 kWh * 0,081 USD/kWh	4075,52
	22h – 07h 10210 kWh * 0,065 USD/kWh	663,65
TOTAL DE SERV. ELEC.		5559,68
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	4390,02 USD * 0,08	351,20
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(819,10 + 3069,22 + 500,29)USD * 0,1	438,86
TOTAL		6354,84

NOVIEMBRE

Tabla N° 3.27
Datos Eléctricos del mes de Noviembre

Energía Activa	39736 kWh
07h -18h	20833 kWh
18h - 22h	10239 kWh
22h - 07h	8664 kWh
Demanda Máxima (DM)	168 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	168 kW
Energía Reactiva	8426 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.28
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Noviembre

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 168kW * 1 * 4,576 USD/kW.	768,77
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 31072 kWh * 0,081 USD/kWh	2516,83
	22h – 07h 8664 kWh * 0,065 USD/kWh	563,16
TOTAL DE SERV. ELEC.		3850,17
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	3090,11 USD * 0,08	247,21
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(768,77 + 1895,39 + 424,54)USD * 0,1	308,87
TOTAL		4411,35

DICIEMBRE

Tabla N° 3.29
Datos Eléctricos del mes de Diciembre

Energía Activa	38547 kWh
07h -18h	20433 kWh
18h - 22h	9252 kWh
22h - 07h	8862 kWh
Demanda Máxima (DM)	155 kW
Dem. Máx. horas pico (DP)	155 kW
Energía Reactiva	8561 kVARh
FC (DP/DM)	1

Desarrollo:

Tabla N° 3.30
Cálculos de facturación por energía eléctrica del mes de Diciembre

DESCRIPCIÓN	CÁLCULOS	VALOR EN DÓLARES
Cargo por comercialización		1,41
Cargo por Demanda	DM * FC * Cargo por Demanda 155kW * 1 * 4,576 USD/kW.	709,28
Valor por Consumo Energía Activa	07h – 22h 29685 kWh * 0,081 USD/kWh	2404,49
	22h – 07h 8862 kWh * 0,065 USD/kWh	576,03
TOTAL DE SERV. ELEC.		3691,21
Servicio de Alum. Público (8% Total Serv. Eléctricos)	2955,72 USD * 0,08	236,46
Contribución Bomberos (Valor Fijo)		5,10
Tasa Recolección Basura (10% Val. por Cons. + Dem.)	(709,28 + 1810,79 + 434,24)USD * 0,1	295,43
TOTAL		4223,20

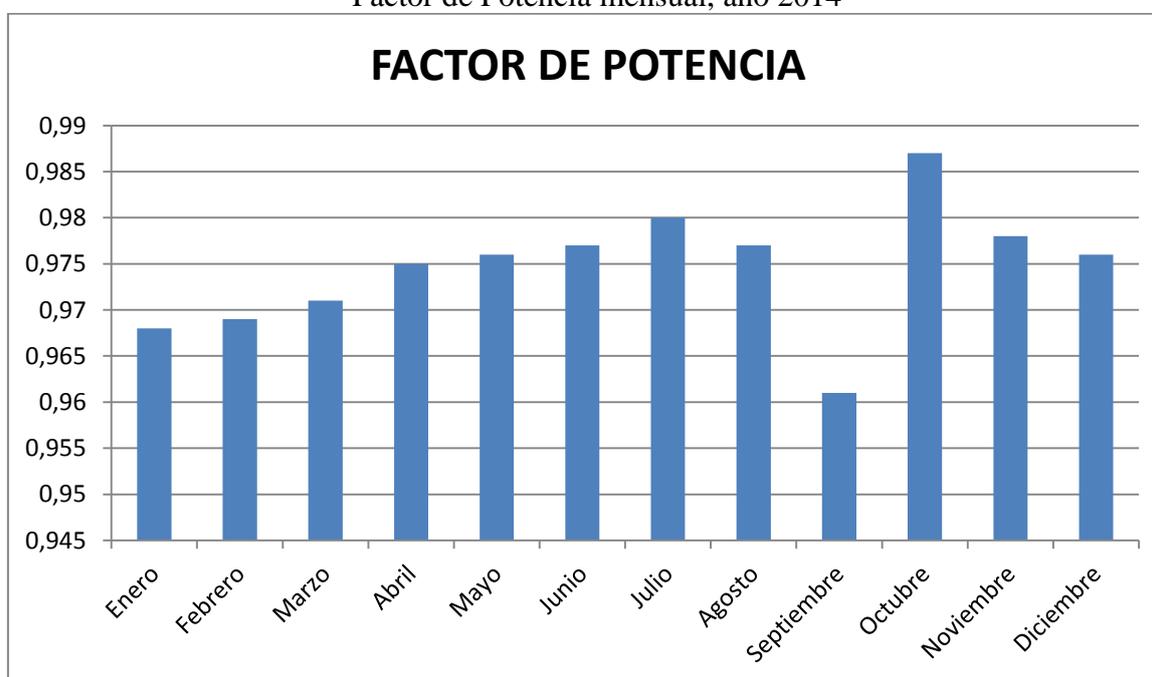
De las planillas también se obtuvo el factor de potencia, correspondiente a los 12 últimos meses el cuál se representa a continuación:

Tabla N° 3.31
Factor de Potencia mensual, año 2014

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
FP	0,968	0,969	0,971	0,975	0,976	0,977	0,98	0,977	0,961	0,987	0,978	0,976

Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

Figura N° 3.13
Factor de Potencia mensual, año 2014



Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

Ya que el factor de potencia no presenta novedades (de acuerdo al pliego tarifario, los Cargos por bajo factor de Potencia son cuando el consumidor registra FP inferior a 0,92) no se realiza cálculos de penalización del mismo.

3.4.1.2. Revisión De Programas De Operación Y Mantenimiento

Se procedió a revisar si la Institución cuenta con programas de mantenimiento de las instalaciones, de lo cual se puede decir que no hay, únicamente se realiza mantenimiento correctivo en las diferentes áreas.

Para analizar los procedimientos, hábitos de consumo energético, procesos de operación que favorezcan al ahorro energético, se realizó una encuesta a todo el personal administrativo de la Universidad, siendo un total de 83 integrantes, la encuesta se realizó a todo el universo la misma, que se llevó a cabo con éxito. El análisis de resultados se muestra en el capítulo siguiente.

3.4.1.3. Inspección Visual

Para esta etapa, se realizó un recorrido por todas las instalaciones, áreas de la Universidad, con la finalidad de tener una descripción clara del sistema eléctrico de la Institución, dicha tarea se realizó con personal del área de mantenimiento.

3.4.1.3.1. Descripción del sistema eléctrico actual de la institución

En las instalaciones se dispone de un Sistema eléctrico de media tensión conformado por los Centros de Transformación y los Sistemas Eléctricos de baja tensión, referidos a los circuitos de consumo, como se describen a continuación:

Tabla N° 3.32
Centros de Transformación
MEDIA TENSIÓN

TRANSF.	UBICACION	CAP KVA	RELACIÓN TRANSF. (KV / V)	TIPO INSTALACIÓN
T1	Estadio	100	13,8 / 220 - 120	Aéreo
T2	Parque Central	100	13,8 / 220 - 120	Aéreo
T3	Bloque E	75	13,8 / 220 - 120	Aéreo

Figura N° 3.14
Transformador 1 de 100KVA, estructura aérea - Estadio



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.15
Transformador 2 de 100KVA, estructura aérea – Parque Central



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.16
Transformador 2 de 100KVA, estructura aérea – Parque Central



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

La universidad dispone de tres transformadores, dos de 100KVA y uno de 75KVA, tipo de Instalación aérea, los mismos que alimentan circuitos independientes distribuidos en toda la Institución, también se analizó si el dimensionamiento de dichos Transformadores es el adecuado, y no hayan problemas especialmente de sobrecarga.

Los Sistemas Eléctricos de baja tensión, referidos a los circuitos de consumo, se conectan a un tablero de distribución, correspondiente a cada transformador, con un breaker principal, y los respectivos breakers para cada carga. En la tabla siguiente se señala, los tableros de distribución referidos a cada Transformador, y sus respectivos circuitos de consumo:

Tabla N° 3.33
Tableros de Distribución principales

BAJA TENSION			
TRANSF.	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	UBICACIÓN	ABASTECIMIENTO
T1	TD1	Bloque B	<ul style="list-style-type: none"> • Bloque B • Biblioteca • Aires acondicionados • Aires Bloque F
T2	TD2	Parque Central	<ul style="list-style-type: none"> • Bloque A • Bloque C • Bloque D • Bloque F (Excepción Aires Acondicionados) • Bloque G • Bloque H • Capilla y Dispensario • Luminarias Parques
T3	TD3-1	Bloque E	<ul style="list-style-type: none"> • Bloque E • Laboratorio Agroindustrial • Residencia Profesores • Oficinas
	TD3-2	Taller Electrom. Automotriz	<ul style="list-style-type: none"> • Taller

A continuación se muestran las imágenes de los tableros antes mencionados, se puede observar el detalle de los tableros cerrado, así como también su disposición interna:

Figura N° 3.17

Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 1



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.18

Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 1



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.19
Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 2



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.20
Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 2



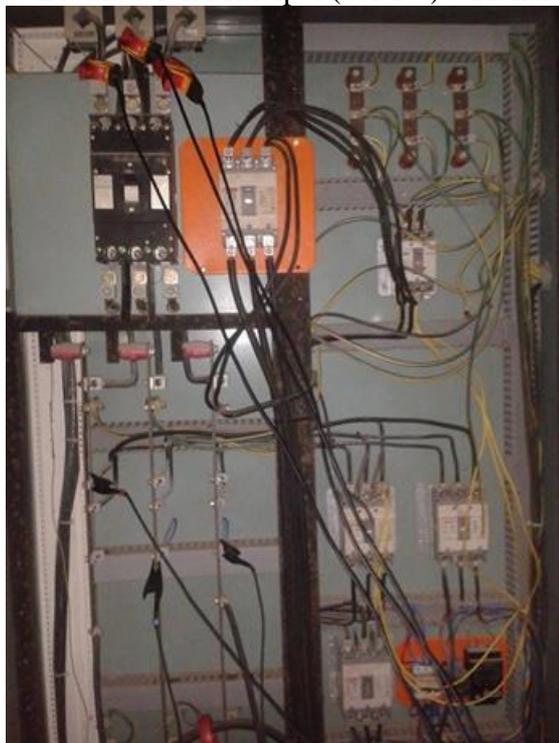
Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.21
Tablero de Distribución Principal (cerrado) - Transformador 3



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Figura N° 3.22
Tablero de Distribución Principal (abierto) - Transformador 2



Fuente: Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo

Se dialogó con el personal de mantenimiento para la revisión del sistema de puesta a tierra de la Universidad, pero no hay información clara al respecto, se solicitó el plano de puestas a tierra, que representa la única información existente el mismo que fue analizado. Se verifica que hay 10 puestas a tierra existentes distribuidas en toda la Universidad como se indica en el Anexo 3, las mismas que siguiendo la numeración del plano tienen las siguientes características:

Tabla N° 3.34
Sistemas de Puestas a tierra

N. Puesta a Tierra	Característica
1	Malla lineal de 3 Electrodo
2	Malla triangular
3	Electrodo Activo
4	Electrodo Activo
5	Electrodo Activo
6	Malla lineal de 3 Electrodo
7	Malla cuadrada
8	Electrodo Activo
9	Electrodo Activo
10	Electrodo Activo

DIAGRAMAS UNIFILARES

En los diagramas unifilares constan:

- Transformadores
- Calibre de Conductores
- Carga
- Protección

Se elaboró un diagrama Unifilar para cada Red de los tres transformadores existentes antes mencionados

- Red Transformador T1 (ver Anexo 4.1)
- Red Transformador T2 (ver Anexo 4.2)

- Red Transformador T3 (ver Anexo 4.3)

3.4.2. Mediciones en campo

3.4.2.1. Mediciones eléctricas

Se procedió a tomar las mediciones con los siguientes analizadores de redes

- Analizador Fluke 434
- Analizador A. Eberle PQ-BOX 100

Dichas mediciones se efectuaron en un lapso de 7 días, de sábado a sábado, tanto a las salidas de baja tensión del transformador, como a los breakers de cada carga, ya anteriormente especificados, con el objetivo de obtener las curvas de carga diaria, y conocer los consumos independientes. Cabe resaltar que mientras mayor sea el número de datos se obtendrá una curva de carga más exacta, dicho de esta manera, se registró las lecturas de los Analizadores cada 15 minutos.

3.4.2.2. Mediciones de los niveles de iluminación

Para comprobar que las instalaciones cumplen criterios de confort visual, es necesario realizar medidas de los niveles de iluminación. Además gracias a este valor se puede comprobar la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado en las diferentes áreas.

Se tomarán en cuenta la normativa propuesta por la UNE-EN 12464 “Iluminación de los lugares de trabajo” para comparar los resultados de las mediciones obtenidas de los niveles de iluminación

Una instalación de alumbrado debe satisfacer los requisitos de iluminación de un espacio particular sin malgastar energía, pero tampoco comprometer los aspectos visuales de una instalación para reducir consumos energéticos. Los niveles de iluminación recomendados se describen en la tabla a continuación:

Tabla N° 3.35
Iluminación de los lugares de Trabajo

TIPO DE INTERIOR Y TAREA DE ACTIVIDAD	
ZONAS DE TRAFICO Y ARAS COMUNES DENTRO DE EDIFICIOS	
SALAS DE DESCANSO, SANITARIAS Y DE PRIMEROS AUXILIOS	LUX
Cantinas, Despensas	200
Salas de Descanso	100
Salas para ejercicio físico	300
Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200
Enfermería	500
Salas de Atención médica	500
SALAS DE CONTROL	LUX
Salas de material, salas de mecanismos	200
Sala de fax, correos, cuadro de contadores	500
SALAS DE ALMACENAMIENTO, ALMACENES FRÍOS	LUX
Almacenes y cuarto de almacén	100
Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300
OFICINAS	
OFICINAS	LUX
Archivo, copias, etc.	300
Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500
Dibujo Técnico	750
Puestos de trabajo de CAD	500
Salas de conferencias y reuniones	500
Mostrador de recepción	300
Archivos	200

LUGARES DE PUBLICA CONCURRENCIA	
RESTAURANTES Y HOTELES	LUX
Recepción/caja, consejería	300
Cocinas	500
Restaurante, comedor, salas de reuniones	
Restaurante, auto-servicio	200
Buffet	300
Sala de Conferencias	500
Pasillos	100
BIBLIOTECAS	LUX
Estanterías	200
Área de lectura	200
Puestos de servicio al público	500
ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS	
EDIFICIOS EDUCATIVOS	LUX
Aulas, aulas de tutoría	300
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500
Sala de lectura	500
Pizarra	500
Mesa de demostraciones	500
Aulas de Arte	750
Aulas de dibujo técnico	750
Aulas de prácticas y laboratorios	500
Aulas de Manualidades	500
Talleres de enseñanza	500
Aulas de prácticas de música	300
Aulas de Prácticas de informática	300
Laboratorio de lenguas	300
Aulas de preparación y talleres	500
Halls de entrada	200
Áreas de circulación, pasillos	100
Escaleras	150

Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200
Salas de profesores	300
Biblioteca: estanterías	300
Biblioteca: salas de lectura	500
Almacenes de material de profesores	100
Salas de deporte, gimnasios, piscinas (uso general)	300
Cantinas escolares	200
Cocina	500

Fuente: Norma UNE-EN 464

Para realizar las mediciones de los niveles de iluminación, se determinó primeramente el número mínimo de puntos a considerar dentro del área que queremos evaluar, este depende del índice del local “k” y de la obtención de un reparto cuadrulado simétrico.

El valor del índice “k” viene determinado por las dimensiones del local y se calculó con la siguiente ecuación:

$$k = \frac{L * A}{H * (L + A)}$$

En donde:

- L = Longitud del local
- A = Ancho del local
- H = Distancia entre el plano horizontal de las luminarias y el plano de trabajo (85cm sobre el suelo)

Una vez obtenido el valor del índice “k”, se procedió a determinar el número de puntos a medir:

Tabla N° 3.36
Número de puntos a medir

$k < 1$	4 puntos
$1 \leq k < 2$	9 puntos
$2 \leq k < 3$	16 puntos
$k \geq 3$	25 puntos

Cabe resaltar, la importancia de conocer las dimensiones de cada espacio antes de realizar las medidas de iluminancia, pues se debe calcular el valor del índice “k” de cada local y realizar la distribución simétrica de los puntos a medir sobre el plano de las salas y determinar así el lugar donde se debe realizar la medición.

CAPÍTULO IV

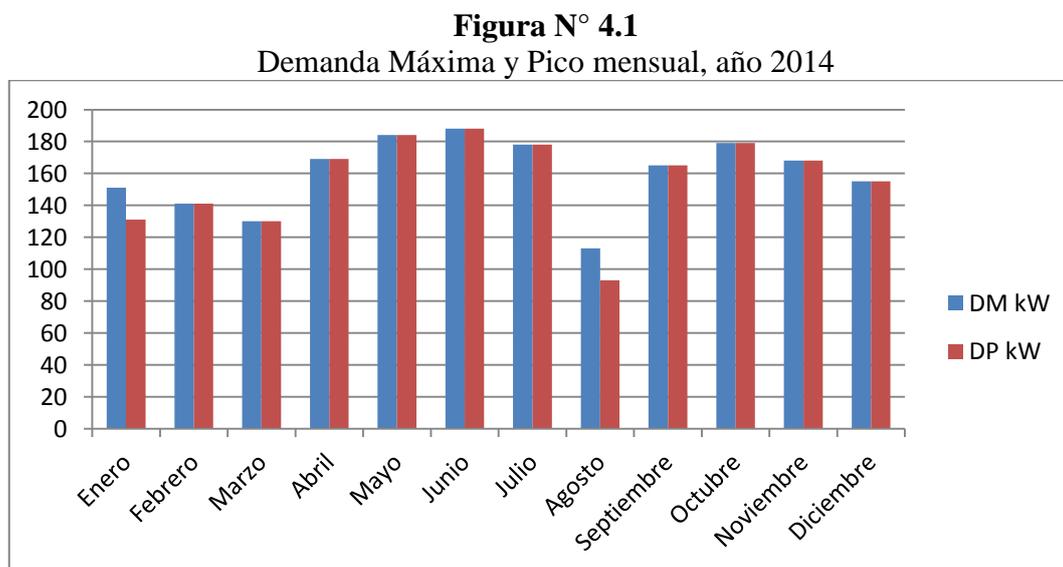
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de las planillas

De las planillas emitidas por la empresa eléctrica CNEL E.P Santo Domingo, se obtuvo el tipo de tarifa, el mismo que se comprobó con el Pliego Tarifario, y los respectivos cálculos, obteniendo que los valores a cancelar son los mismos, por lo cual, se puede saber exactamente como es facturada la Universidad con relación a su tipo de Tarifa, y que los pagos han sido los correctos.

Cómo se observó anteriormente, de acuerdo al Pliego Tarifario, la universidad tiene cargos por, comercialización, por demanda, y por consumo de energía. En lo que corresponde a comercialización es un valor mínimo y fijo por cancelar, por lo cual no es objeto de análisis. A continuación se mostraran análisis de las planillas correspondientes a demanda y consumo de energía.

Se empezará por el análisis de demanda con los datos descritos a continuación



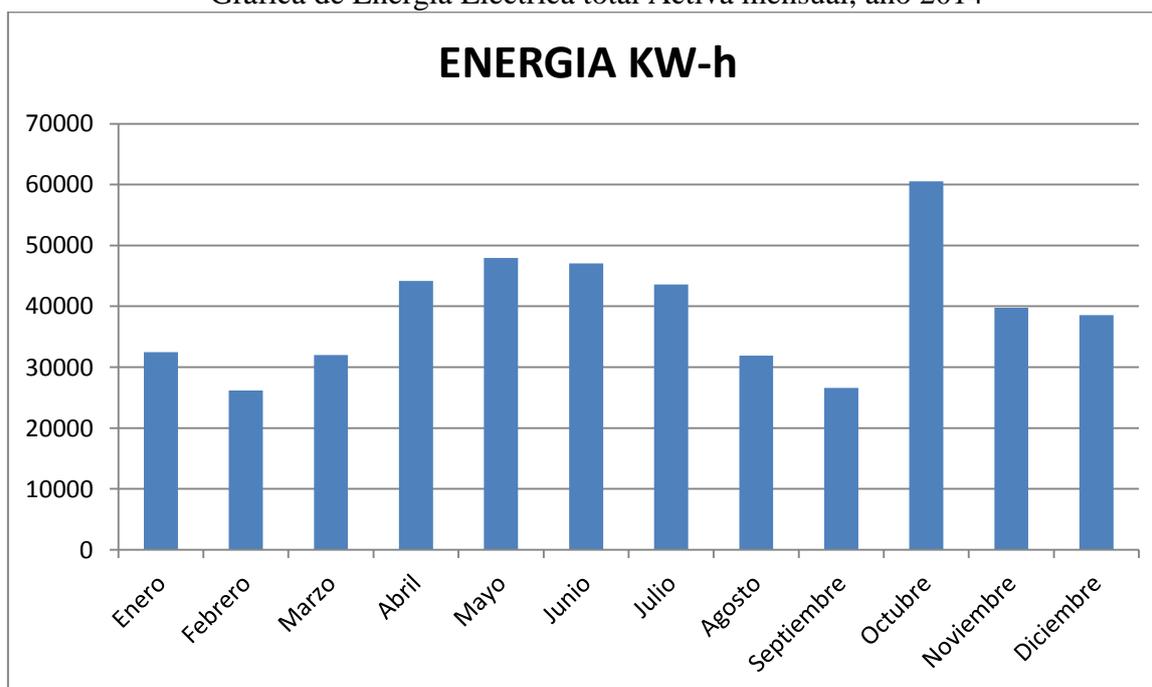
Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

Basándose en el análisis del Pliego Tarifario, se ha elaborado una gráfica detallando la Demanda Máxima durante el mes, y Demanda en horas pico (18h00 – 22h00), es importante resaltar, que para casi todos los meses, a excepción de Enero y Agosto los valores coinciden, es decir la Demanda Máxima ocurre en horas pico. Dado que el FC se obtiene con la ecuación $FC = (DP/DM)$, este valor para los casos anteriores será 1, y como dicho valor influye en el cargo por demanda, mientras se mantenga en la unidad se obtendrá un cargo por demanda más elevado.

Como se mencionó, la DM está ocurriendo en horas pico, pero dado que la Universidad es una Institución educativa, y no una Industria de Producción, no hay un proceso en el encendido y apagado de máquinas, u horarios para la utilización de diferentes equipos, es decir, no hay demanda coincidente, por lo que no se puede establecer un proceso para el encendido de las diferentes cargas.

Igualmente, de dichas planillas se tomó, los consumos correspondientes, y el costo en dólares, los mismos que se detallan a continuación:

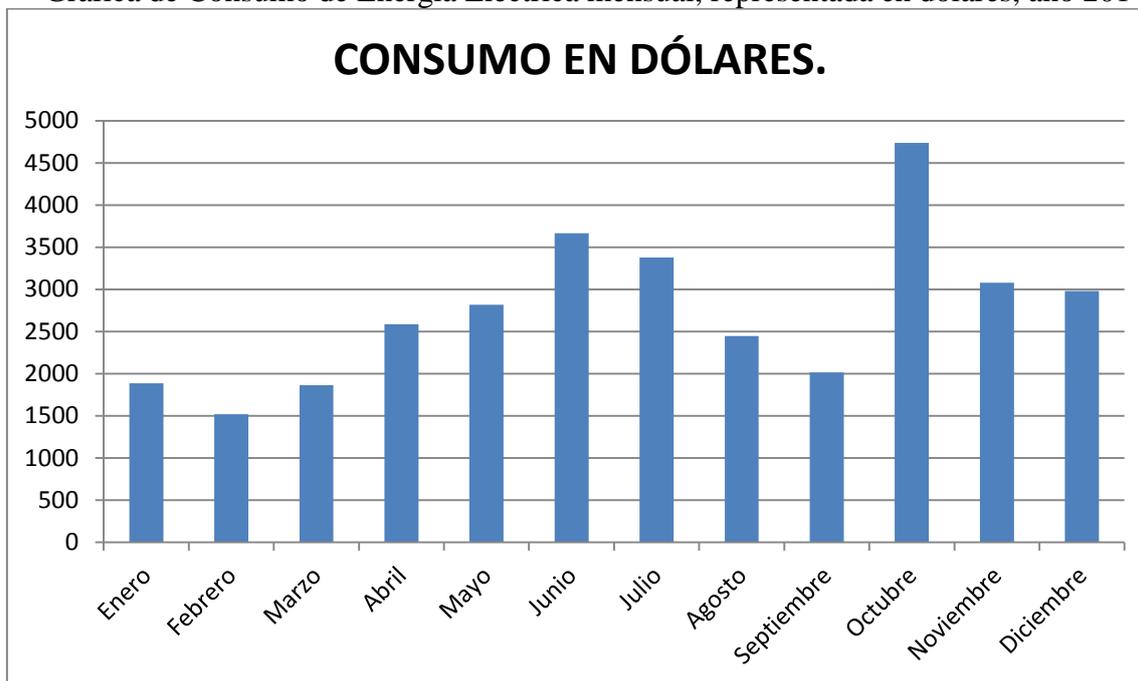
Figura N° 4.2
Gráfica de Energía Eléctrica total Activa mensual, año 2014



Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

Figura N° 4.3

Gráfica de Consumo de Energía Eléctrica mensual, representada en dólares, año 2014



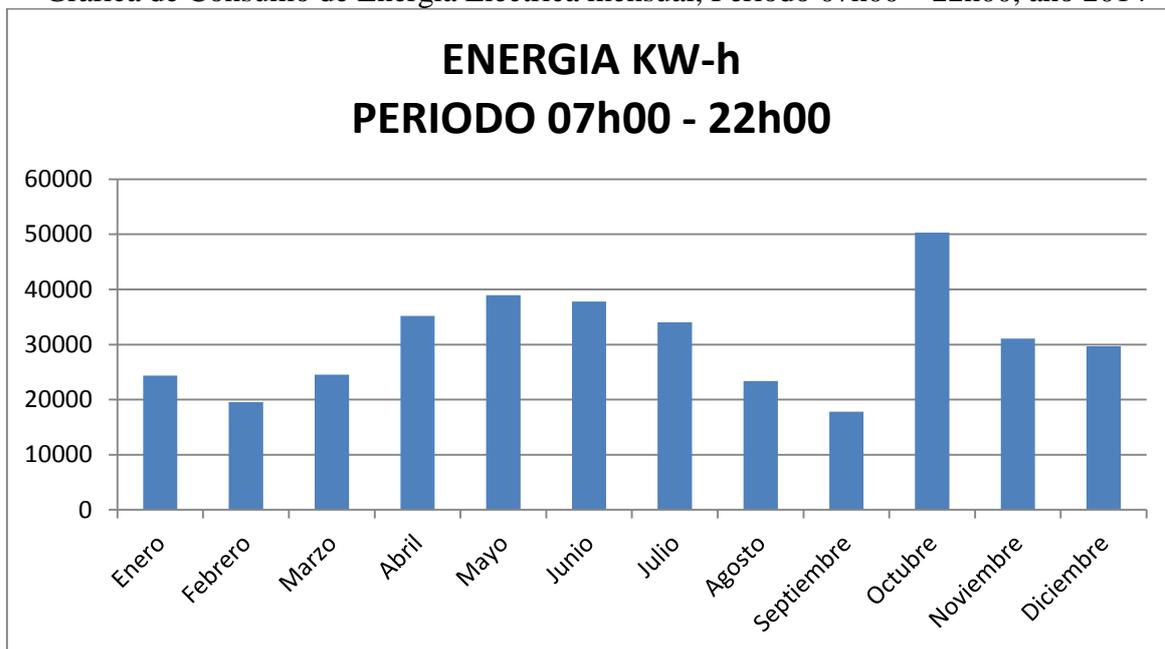
Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

De la gráfica, se puede observar claramente el consumo de la Universidad, y sus correspondientes pagos, a lo largo de todo el año, El pico más alto corresponde al mes de Octubre con 60525KWh, equivalente a \$4739,17, durante los meses de vacaciones el consumo de energía disminuye pero, sigue siendo significativo.

Se ha separado los consumos de energía, tanto para el período de 07h00 - 22h00 como para el correspondiente a 22h00 - 07h00; los cuales también se detallan a continuación

Figura N° 4.4

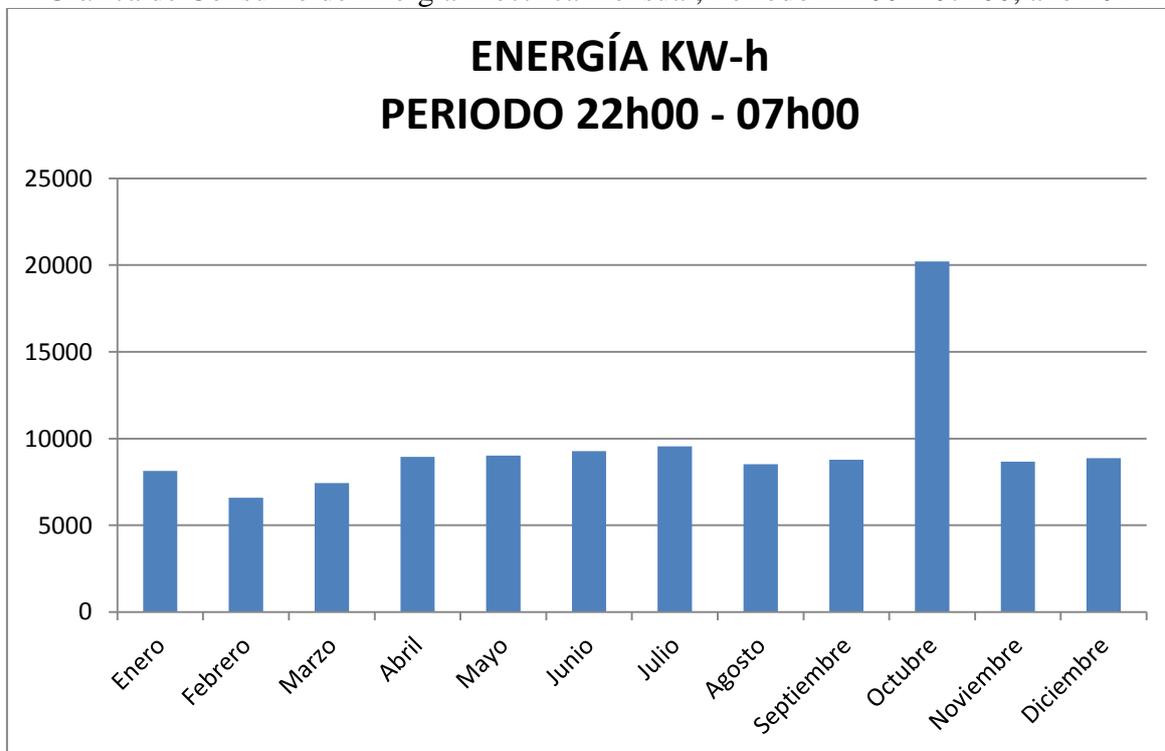
Gráfica de Consumo de Energía Eléctrica mensual, Periodo 07h00 – 22h00, año 2014



Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

Figura N° 4.5

Gráfica de Consumo de Energía Eléctrica mensual, Periodo 22h00 – 07h00, año 2014



Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

De las gráficas presentes, se observa, que existe un consumo de energía, para el período 07h00 - 22h00, representativo, a pesar de ser un periodo, en que no hay labores, el consumo de energía promedio es de 9501,16 KWh.

A continuación también se detallan, los costos en Dólares, correspondientes a este periodo, durante cada mes del año, y por consiguiente, lo que la Universidad está pagando anualmente.

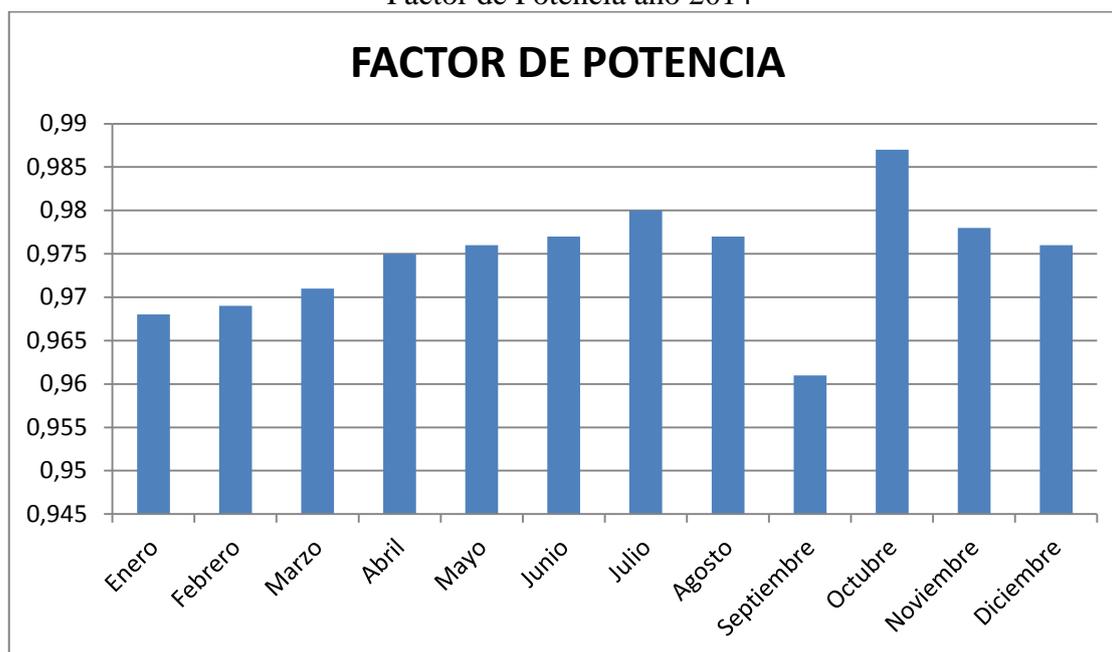
Tabla N° 4.1
Consumo en dólares, periodo 07h00 - 22h00

MES	DOLARES
ENERO	398,42
FEBRERO	323,11
MARZO	364,76
ABRIL	438,11
MAYO	442,13
JUNIO	603,4
JULIO	621,21
AGOSTO	554,19
SEPTIEMBRE	570,64
OCTUBRE	663,65
NOVIEMBRE	563,16
DICIEMBRE	576,03
TOTAL	6118,81

Se puede observar, que la Universidad, en el año 2014, pagó un valor de \$6118,81, por consumo de energía eléctrica, para un periodo en el que, como institución educativa no tiene actividades

De las facturaciones eléctricas, obtenidas en la planilla, se obtuvo también el factor de potencia, el mismo que se describe en la siguiente a continuación:

Figura N° 4.6
Factor de Potencia año 2014



Fuente: Planillas Eléctricas CNEL E.P. Santo Domingo

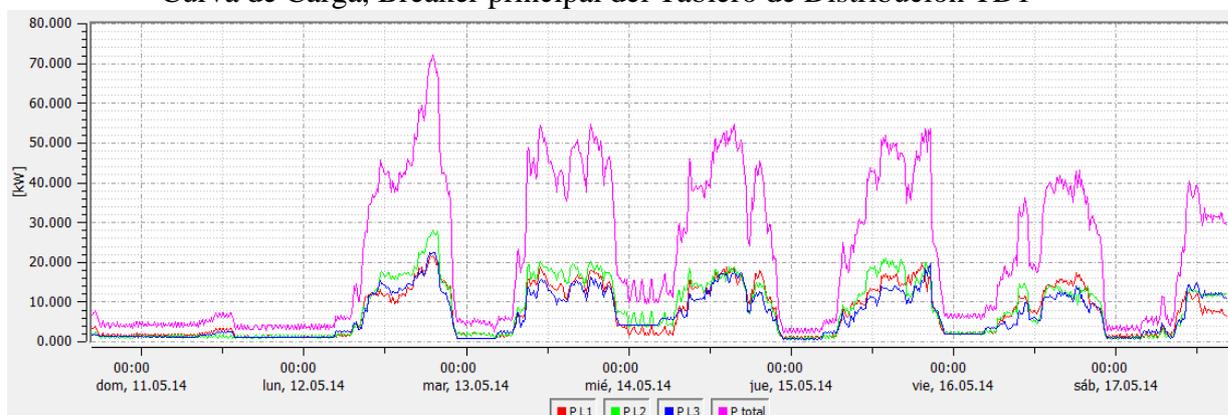
- Se observa que no existen novedades con el Factor de potencia, ya que de acuerdo al pliego tarifario del 2014, dispuesto por el CONELEC, los Cargos por bajo factor de Potencia son cuando el consumidor registra un FP inferior a 0,92

4.2. Análisis de las mediciones eléctricas

De las mediciones eléctricas, se obtuvo la curva de carga, la misma que indica como la potencia se comporta en cada una de las horas del día. Se procederá a analizar inicialmente las gráficas obtenidas de la salida de cada transformador y posterior, las gráficas correspondientes a los breakers con curva de carga más incidente.

4.2.1. Curva de Carga TD1

Figura N° 4.7
Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD1



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

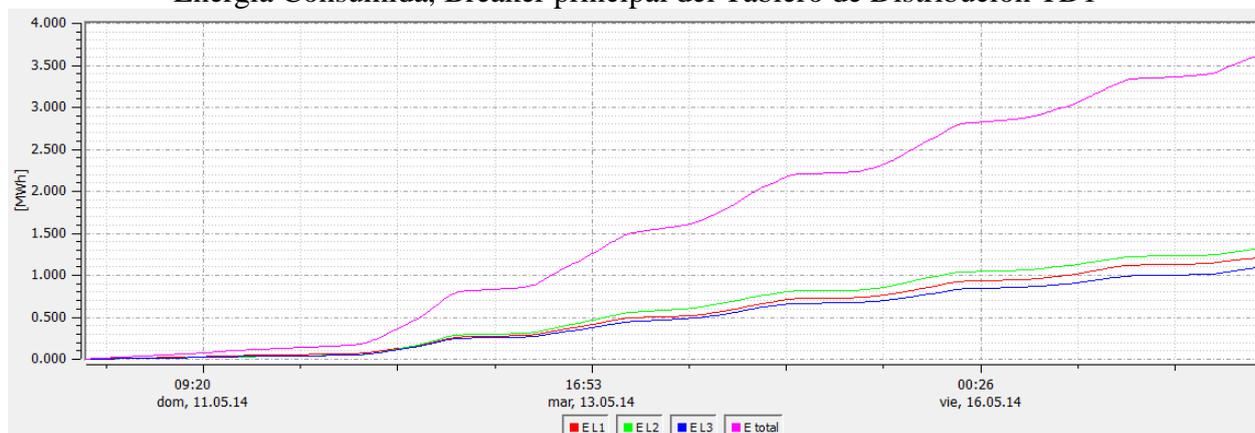
Tabla N° 4.2
Potencia máxima diaria, TD1

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA	
		W	HORA
Sábado 1	10/05/2014	7958,85	17:10
Domingo	11/05/2014	7414,97	13:10
Lunes	12/05/2014	72089	19:00
Martes	13/05/2014	54622,7	18:20
Miércoles	14/05/2014	54851,8	15:40
Jueves	15/05/2014	53527,4	20:40
Viernes	16/05/2014	43337,1	18:40
Sábado 2	17/05/2014	40372,6	10:50

En la curva, se puede observar, como a las 7h00, cuando inician las labores académicas va aumentando de potencia, para todos los días de la semana, la misma que vuelve a bajar entre las 22h00 y 22h30, horarios en los que hay actividades dentro de la Universidad. Complementando con la tabla, se observa la demanda máxima diaria; para toda la semana, la demanda máxima se alcanza el día lunes a las 19:00 siendo ésta 72089W y un factor de

potencia de 0,87 lo cual nos da una Potencia Aparente de 82861VA, dato que nos demuestra que la capacidad del transformador, correspondiente a 100 KVA es la adecuada.

Figura N° 4.8
Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD1



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

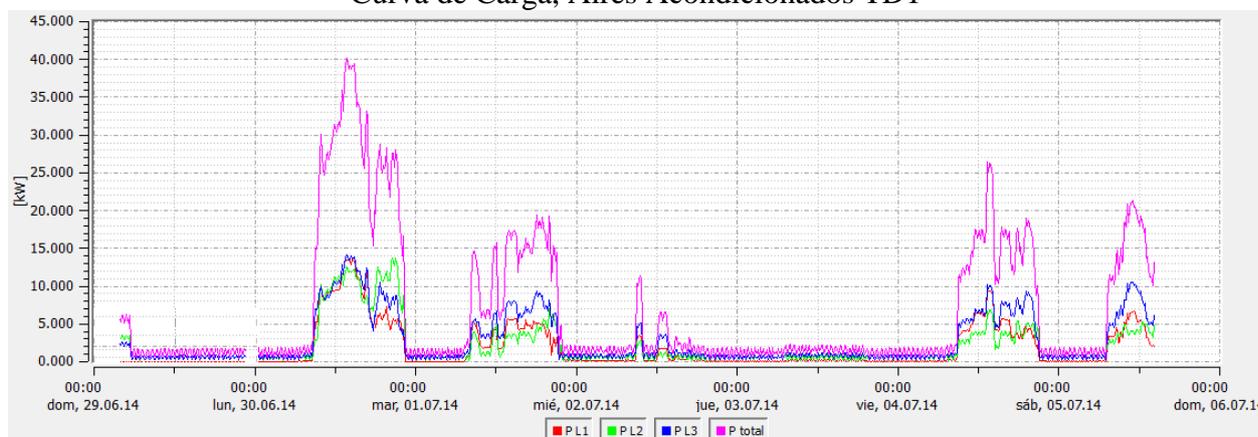
Tabla N° 4.3
Consumo en kWh por periodo horario, TD1

Día	Fecha	Energía 7h00- 22h00	Energía 22h00- 7h00	
SABADO 1	10/05/2014	26,37	8,65	
DOMINGO	11/05/2014	69,14	37,92	
LUNES	12/05/2014	630,12	45,93	
MARTES	13/05/2014	632,92	69,71	
MIERCOLES	14/05/2014	590,74	97,03	
JUEVES	15/05/2014	571,21	42,52	
VIERNES	16/05/2014	460,31	64,90	
SABADO 2	17/05/2014	247,61	31,75	
TOTAL		3228,42	398,41	3626,83

La gráfica de Energía, nos muestra La energía consumida a lo largo de la Semana, alcanzando un valor de 3627 kWh. En la tabla, basándonos en el tipo de tarifa que tiene la Universidad se ha separado la energía consumida, tanto para el periodo de 7h00 a 22h00 y el de 22h00 a 7h00, así mismo, se han separado los consumos para cada día de la semana. Se puede observar, que para el periodo de 7h00 a 22h00 hay un consumo de 3228,42 kWh que en dólares representaría \$261,5, mientras que en el periodo 22h00 a 7h00, el consumo es de 398,41 kWh que en dólares representaría \$25,9.

- Se observa que el breacker de mayor influencia corresponde a los aires acondicionados, se tomó la medición durante una semana. En la gráfica se puede notar además, que el día lunes la curva de carga alcanza su valor máximo, siendo de 40105 W a las 13h40, los días posteriores tienen una demanda máxima promedio de 18000W. Cabe resaltar que los días miércoles, y jueves, especialmente el jueves no hay consumo debido a que no hubo asistencia por fiestas de la ciudad.

Figura N° 4.9
Curva de Carga, Aires Acondicionados TD1



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Se realizó una visita para revisar los aires existentes en las instalaciones, y verificar su relación de potencia con la mostrada en la gráfica, de la cual, se detalla una tabla a continuación:

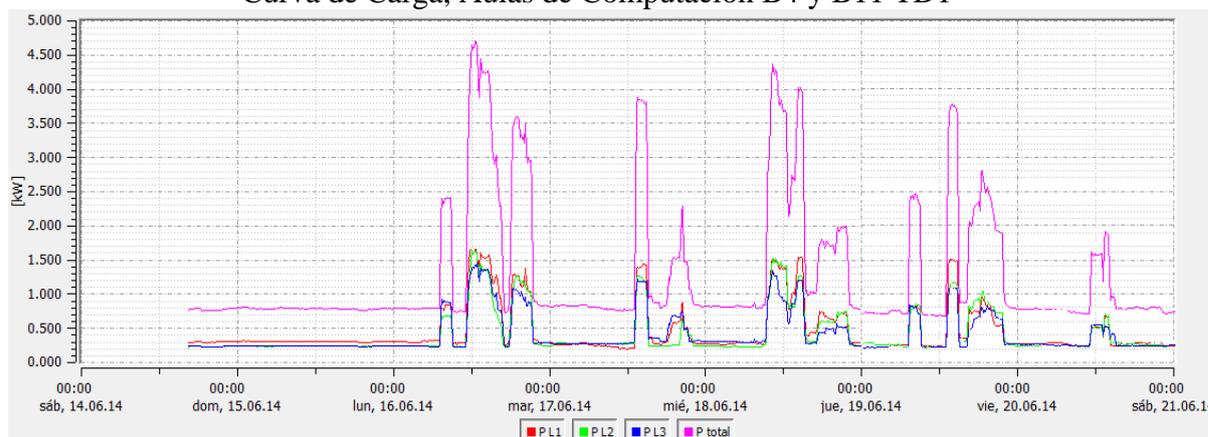
Tabla N° 4.4
Potencia Activa de los aires acondicionados instalados en el TD1

MODELO	POT.	CANT	POT. TOTAL
LG Modelo TN-C0602SA 60000 BTU/h	6450W	4	25800
LG Modelo S362CP 36000 BTU/h	3750W	1	3750W
TOPCOOL Modelo TAC – 24CS /E2 24000 BTU/h	2600W	1	2600W
TOPCOOL Modelo KF – 51GW	1940W	1	1940W
LG Modelo G182CB 18000 BTU/h	1800W	1	1800W
LG Modelo TN-C0482SA0	5000W	4	20000W
TOTAL			55890W

Se comprueba que el consumo mostrado en la gráfica, tiene relación con la potencia nominal de los aires mostrados en la tabla.

- Aulas de Computación B4 y B11

Figura N° 4.10
Curva de Carga, Aulas de Computación B4 y B11 TD1

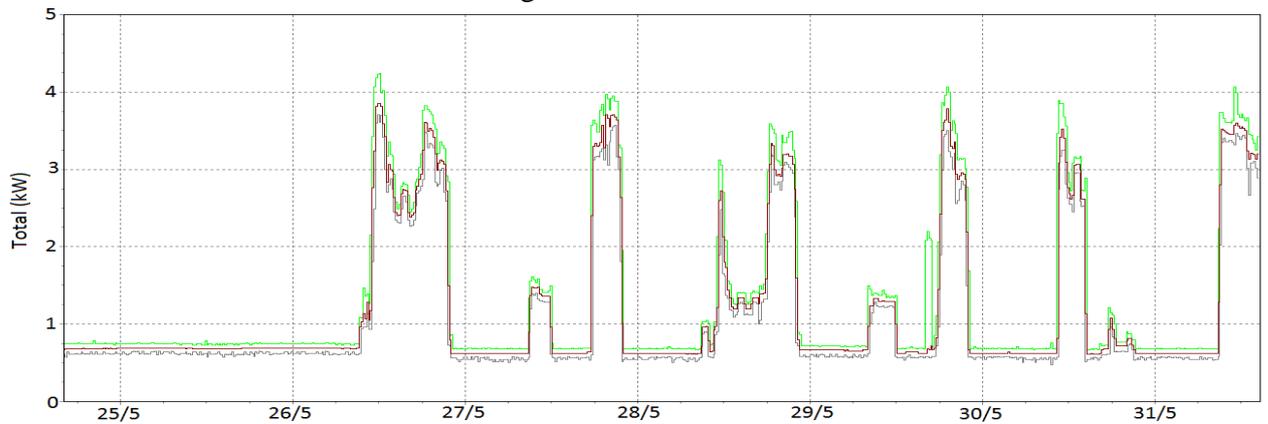


Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Se realizó una visita a las aulas, para verificar porque la curva de carga tiene un valor constante para todo horario en el que aparentemente no existe consumo de energía, se verificó que en cada sala de computación se dispone de 20 UPS los mismos que no son apagados, y representan dicho valor de potencia en la curva

- Tomas Aulas Virtuales

Figura N° 4.11
Curva de Carga, Aulas Virtuales TD1

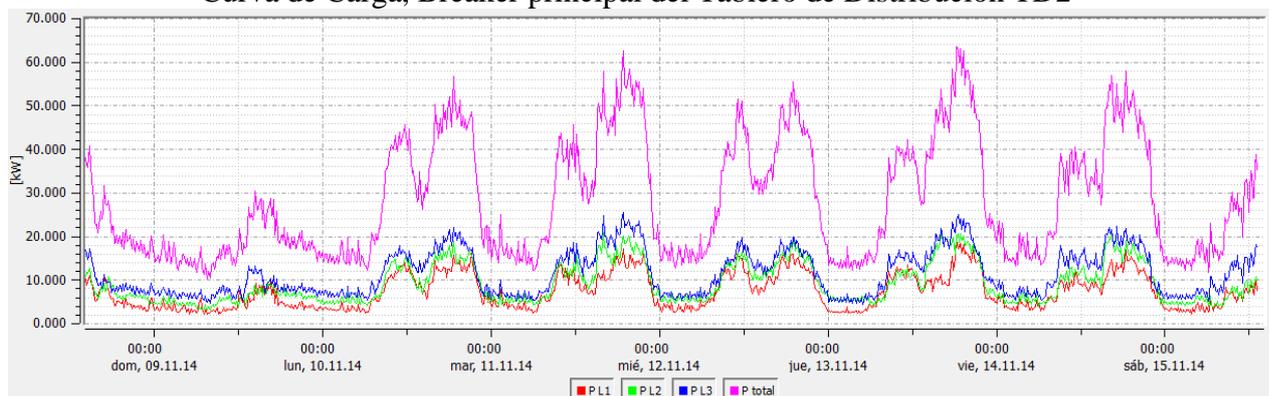


Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Como se mencionó en el análisis anterior, para las tomas de Aulas Virtuales también existe un UPS de 2,5KVA, el mismo que refleja una potencia constante mayor a cero en la curva de carga, para todo instante de tiempo.

4.2.2. Curva de Carga TD2

Figura N° 4.12
Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD2



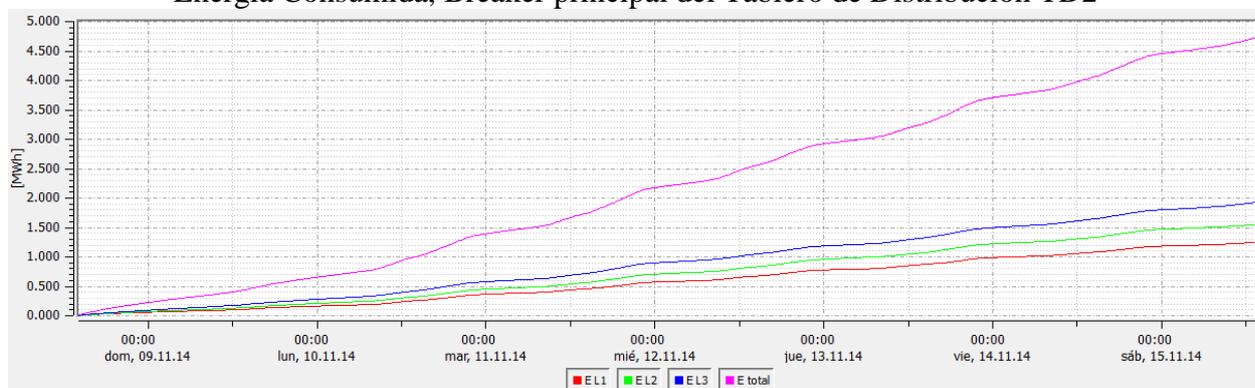
Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Tabla N° 4.5
Potencia máxima diaria, TD2

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA	
		kW	HORA
Sábado 1	05/07/2014	40844,3	14:50
Domingo	06/07/2014	30524,4	14:20
Lunes	07/07/2014	56801,7	18:40
Martes	08/07/2014	62667,7	18:50
Miércoles	09/07/2014	55436,2	19:00
Jueves	10/07/2014	63567,5	18:20
Viernes	11/07/2014	57982	18:30
Sábado 2	12/07/2014	38763,3	13:00

Al igual que en el Centro de Distribución anterior, se observa que en la curva, a las 7h00, cuando inician las labores académicas va aumentando la potencia, para todos los días de la semana, la misma que vuelve a bajar entre las 22h00 y 22h30, horarios en los que hay actividades dentro de la Universidad. Complementando con la tabla, se observa la demanda máxima diaria; para toda la semana, la demanda máxima se alcanza el día jueves a las 18:20 siendo ésta 63567,5 W y un factor de potencia de 0,92 lo cual nos da una Potencia Aparente de 69095,1 VA, dato que nos demuestra que la capacidad del transformador, correspondiente a 100 KVA es la adecuada.

Figura N° 4.13
Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD2



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

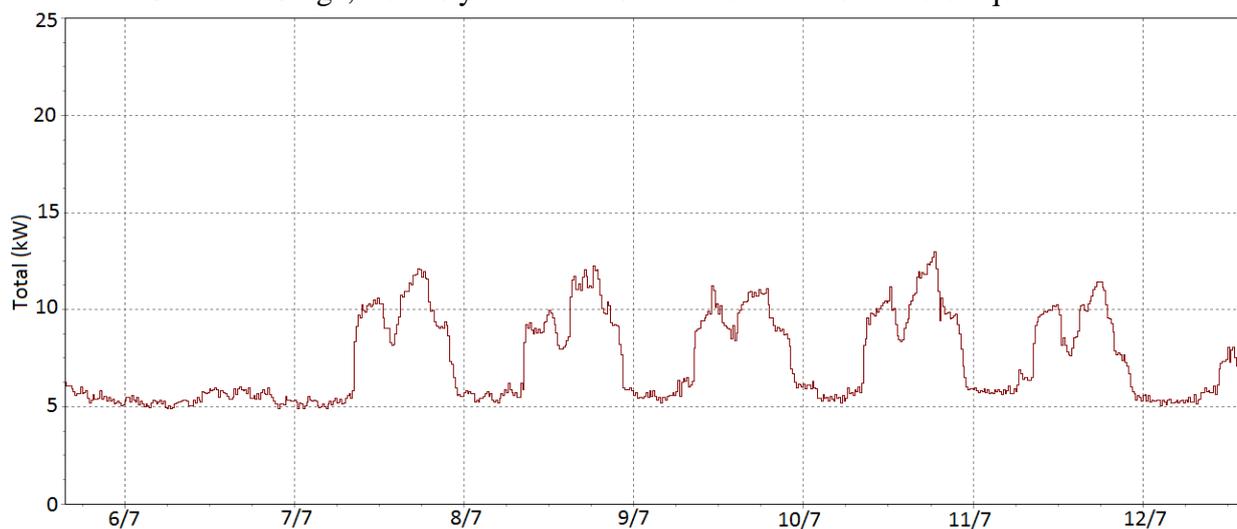
Tabla N° 4.6
Consumo en kWh por periodo horario, TD2

Día	Fecha	Energía 7h00- 22h00	Energía 22h00- 7h00	
SABADO 1	05/07/2014	189,10	34,74	
DOMINGO	06/07/2014	290,36	139,08	
LUNES	07/07/2014	587,19	151,25	
MARTES	08/07/2014	616,21	168,43	
MIERCOLES	09/07/2014	587,45	159,55	
JUEVES	10/07/2014	630,23	150,84	
VIERNES	11/07/2014	585,93	162,59	
SABADO 2	12/07/2014	163,47	106,72	
TOTAL		3649,94	1073,20	4723,13

La gráfica de Energía, nos muestra la energía consumida a lo largo de la Semana, alcanzando un valor de 4723,13 kWh. En la tabla. Se puede observar, que para el periodo de 7h00 a 22h00 hay un consumo de 3649,94 kWh que en dólares representaría \$295.65, mientras que en el periodo 22h00 a 7h00, el consumo es de 1073,2 kWh que en dólares representaría \$69,76.

- Tomas y Luminarias Edificio administrativo bloque A

Figura N° 4.14
Curva de Carga, Tomas y Luminarias Edificio administrativo bloque A TD2

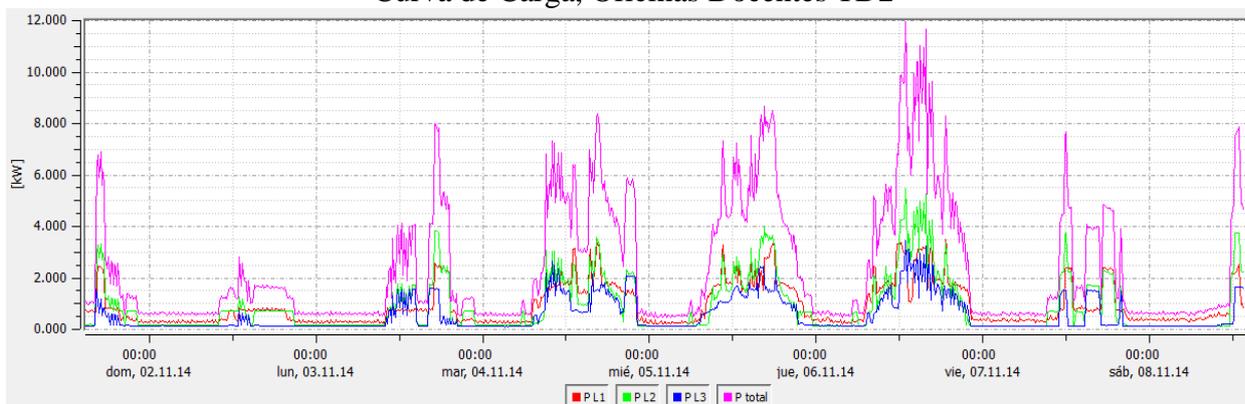


Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Al igual que en el caso de las “Tomas de Aulas Virtuales”, para las tomas de este Edificio existe un UPS de 3KVA, el mismo que refleja una potencia constante mayor a cero en la curva de carga, para todo instante de tiempo.

- Oficinas Docentes

Figura N° 4.15
Curva de Carga, Oficinas Docentes TD2

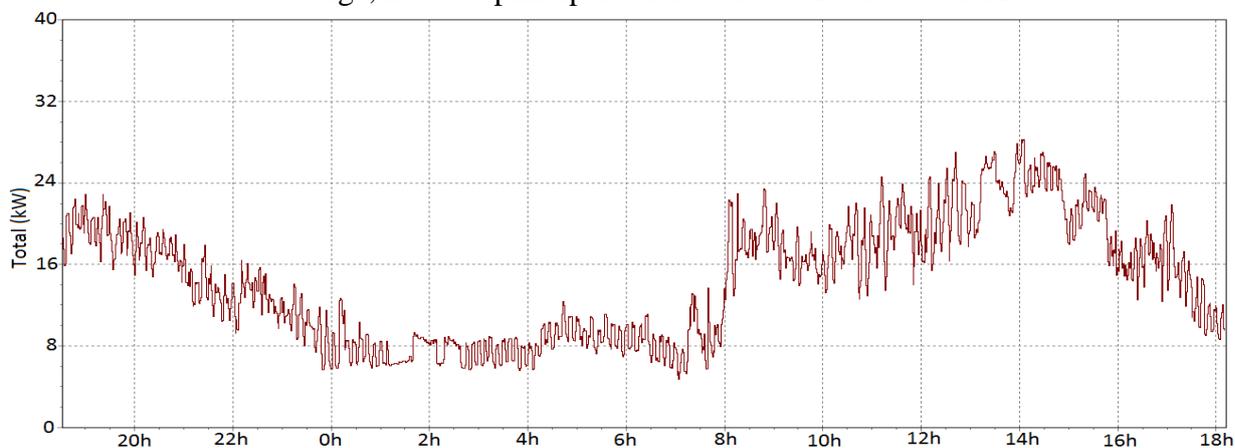


Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Se puede verificar esta curva de carga, ya que para las oficinas docentes, se dispone de dos aires acondicionados cuya potencia total es de 6700W, además se dispone de 29 computadores que se encuentran en uso constante por los respectivos docentes del área.

4.2.3. Curva de Carga TD3-1

Figura N° 4.16
Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-1



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Tabla N° 4.7
Potencia máxima diaria, TD3-1

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA	
		kW	HORA
Miércoles	25/02/2015	22893,34	14:06
Jueves	26/02/2015	28240	19:22

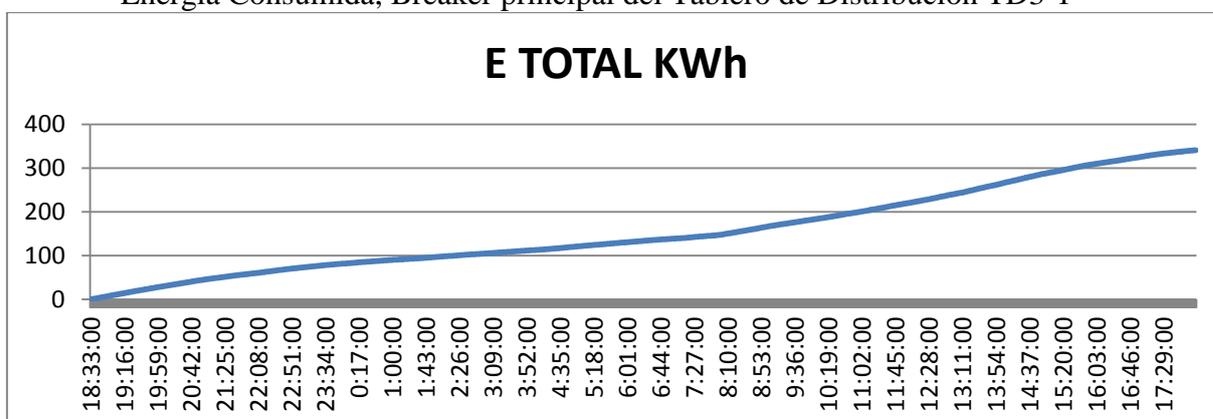
En la curva, se puede observar, como a las 7h00, cuando inician las labores académicas ya hay un aumento de potencia, la misma que vuelve a bajar entre las 22h00 y 22h30, horarios en los que hay actividades dentro de la Universidad. Complementando con la tabla, se observa la demanda máxima diaria; la demanda máxima se alcanza el día jueves a las 14:06 siendo ésta 28240W y un factor de potencia de 0,93 lo cual nos da una Potencia Aparente de 30365,59VA, dato que nos demuestra que la capacidad del transformador, correspondiente a 75 KVA es la adecuada.

- Para ésta curva de carga, los equipos conectados más significativos son los aires acondicionados, que se encuentran instalados en las residencias de profesores. Los mismos que se detallan en la tabla a continuación:

Tabla N° 4.8
Potencia Activa de los aires acondicionados instalados en el TD3-1

MODELO	POT.	CANT.	POT. TOTAL
INDURAMA MODEL ASI 18L	2200W	2	4400W
LG Modelo SJ2442CD	2560W	1	2560W
FRIGOSTAR FSM – 12E11	1200W	4	4800W
Aire Oficinas Bloque J	4400W	1	4400W
TOTAL			16160W

Figura N° 4.17
Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-1



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

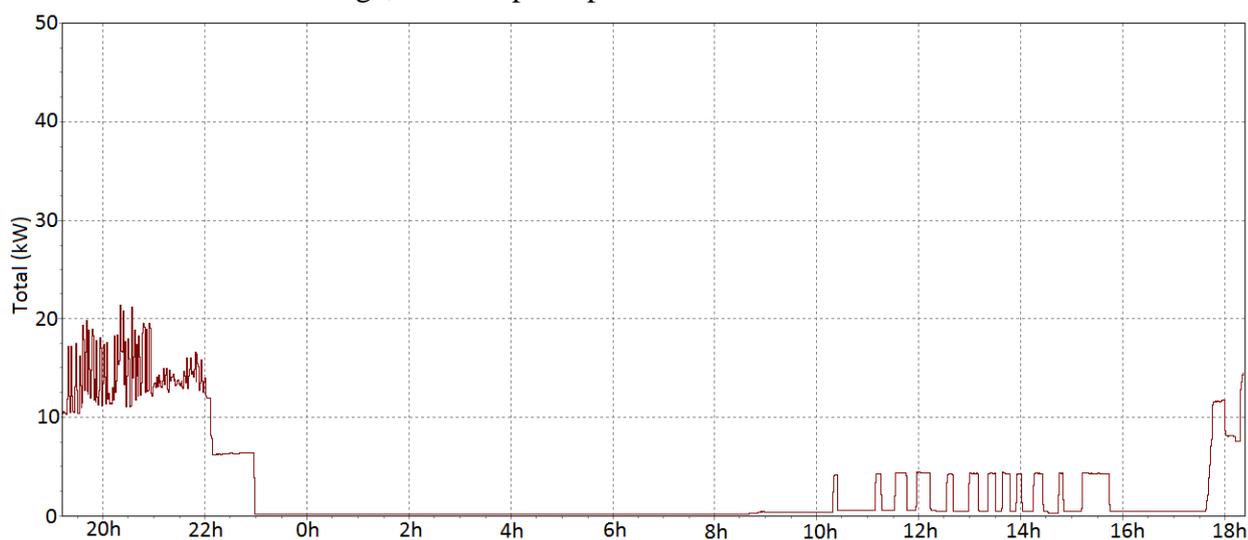
Tabla N° 4.9
Consumo en kWh por periodo horario, TD3-1

Día	Fecha	Energía 7h00-22h00	Energía 22h00-7h00	
MIÉRCOLES	25/02/2015	59,26	22,96	
JUEVES	26/02/2015	202,37	122,65	
TOTAL		261,63	145,61	407,24

La gráfica de Energía, nos muestra La energía consumida en dos días de la semana, alcanzando un valor de 407 kWh. En la tabla, basándonos en el tipo de tarifa que tiene la Universidad se ha separado la energía consumida, tanto para el periodo de 7h00 a 22h00 y el de 22h00 a 7h00, así mismo, se han separado los consumos para cada día de la semana. Se puede observar, que para el periodo de 7h00 a 22h00 hay un consumo de 261,63 kWh que en dólares representaría \$21,19, mientras que en el periodo 22h00 a 7h00, el consumo es de 145,61 kWh que en dólares representaría \$11,79.

4.2.4. Curva de Carga TD3-2

Figura N° 4.18
Curva de Carga, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-2



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Tabla N° 4.10
Potencia máxima diaria, TD3-2

DIA	FECHA	POTENCIA ACTIVA	
		kW	HORA
Jueves	26/02/2015	21426,67	20:21
Viernes	27/02/2015	14493,34	18:24

En la curva de carga, a diferencia de las anteriores, que tienen un aumento de potencia desde las 07h00, se observa que la potencia incrementa desde las 10h00 hasta las 16h00, antes, es una constante aproximada a cero, posterior a las 16h00 vuelve a bajar a cero, hasta las 18h00, cuando sube nuevamente. Se ha tomado como referencia esta curva de carga, pero siendo un taller, está siempre será diferente, ya que las cargas actúan en diferentes horarios, no hay un proceso establecido para la intervención de las mismas, más bien dependen de las horas clase y equipos a utilizar en cada una de ellas. Complementando con la tabla, se observa la demanda máxima diaria; la demanda máxima se alcanza el día jueves a las 20:21 siendo ésta 21426,67W y un factor de potencia de 0,87 lo cual nos da una Potencia Aparente de 24628,35VA, dato que nos demuestra que la capacidad del transformador, correspondiente a 75 KVA es la adecuada.

De esta curva de carga, en el que las cargas actúan de forma ocasional, es importante analizar, más que nada que en horas en que no haya ninguna carga conectada, la potencia sea cero, lo que se puede comprobar satisfactoriamente en la misma. También es importante establecer, que el valor pico de la curva de carga no supere en potencia, a la potencia nominal de todas las cargas conectadas al taller, las cuales se describen a continuación:

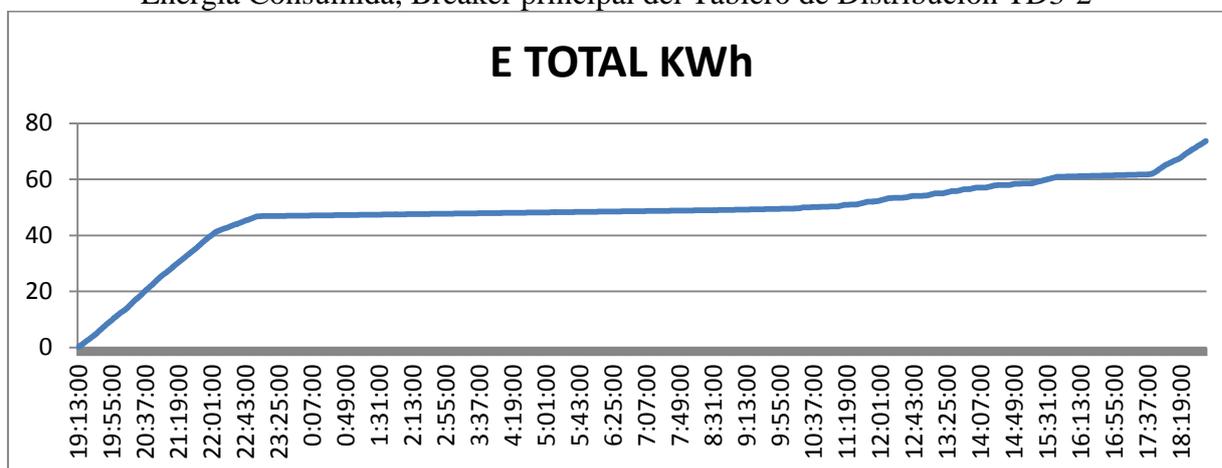
Tabla N° 4.11

Potencia Activa de los principales equipos consumidores de energía eléctrica TD3-2

EQUIPO	POT. KW	CANT.	POT. TOTAL KW
Torno MODELO CDL6236	5	1	5
Esmeril	0,746	2	1,49
Compresor MAGNETEC	3,73	1	3,73
Elevador Hidráulico	2,24	2	2,24
Compresor SCHUZ MSV 40 Max	7,5	1	7,5
Taladro de Pedestal	0,55	2	1,1
Aire Acondicionado	2,2	1	2,2
Focos	0,4	15	6
TOTAL			29,26

Se comprueba que el consumo mostrado en la gráfica, tiene relación con la potencia nominal de las cargas mostradas en la tabla.

Figura N° 4.19
Energía Consumida, Breaker principal del Tablero de Distribución TD3-2



Fuente: Analizador de redes, UTE sede Santo Domingo

Tabla N° 4.12
Consumo en kWh por periodo horario, TD3-2

Día	Fecha	Energía 7h00- 22h00	Energía 22h00- 7h00	
JUEVES	26/02/2015	39,90	7,17	
VIERNES	27/02/2015	24,98	1,59	
TOTAL		64,88	8,76	73,64

La gráfica de Energía, nos muestra La energía consumida en dos días de la semana, alcanzando un valor de 73,64 kWh. En la tabla, basándonos en el tipo de tarifa que tiene la Universidad se ha separado la energía consumida, tanto para el periodo de 7h00 a 22h00 y el de 22h00 a 7h00, así mismo, se han separado los consumos para cada día de la semana. Se puede observar, que para el periodo de 7h00 a 22h00 hay un consumo de 64,88kWh que en dólares representaría \$5,25, mientras que en el periodo 22h00 a 7h00, el consumo es de 8,76 kWh que en dólares representaría \$0,64.

4.3 Mediciones de los niveles de iluminación

De las mediciones de los niveles de iluminación se detalla a continuación una tabla, que compara dichos valores medidos con los propuestos en la normativa UNE-EN 12464 “Iluminación de los lugares de trabajo”

Tabla N° 4.13
Valores de Iluminación en los puestos de Trabajo

ÁREA	PUESTO DE TRABAJO	N.I. MEDIDOS	N. I. REQUERIDOS	ONSERVACIÓN
BLOQUE A - PLANTA BAJA	LABORATORIO DE AUTOMATIZACION	205	500	BAJO
	EQUIPOS DE LABORATORIO	279	300	OPTIMO
	LAB. DE ELECTRONICA	426	500	OPTIMO
	LAB. MAQUINAS ELECTRICAS	304	500	BAJO
	LAB. INSTALACIONES ELECTRICAS	443	500	OPTIMO
BLOQUE A - PRIMERA PLANTA	LAB ETOMOLOGÍA	299	500	BAJO
	LABORATORIO SANIDAD ANIMAL	137	500	BAJO
	LABORATORIO SANIDAD VEGETAL	222	500	BAJO
	SANIDAD VEGATAL 1	180	500	BAJO
	SANIDAD VEGATAL 2	180	500	BAJO
	SANIDAD ANIMAL	252	500	BAJO
	LABORATORIO QUIMICA 2	335	500	BAJO
	LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA 3	388	500	BAJO
	ÁREA DE PREPARACIÓN DE MUESTRA 04	775	500	EXCESO
	OFICINA	281	300	OPTIMO
	LABORATORIO DE PRACTICAS ACADEMICAS	664	500	OPTIMO
BLOQUE A - SEGUNDA PLANTA	RECEPCION	458	300	EXCESO
	DESARROLLO ACADEMICO	261	300	OPTIMO
	OFICINA 1 COORDINA ACADEMICA	300	300	OPTIMO
	OFICINA 2 DIRECTOR ACADEMICO	332	300	OPTIMO
	OFICINA 3 SECRETARIA DIRECTORA ACADEMICA	393	300	OPTIMO
	OFICINA 4 PROCURADOR	376	300	OPTIMO
	RECAUDACIÓN	486	300	EXCESO
	SALA DE GRADOS	329	300	OPTIMO

BLOQUE B	B1	506	500	OPTIMO
	B2	480	500	OPTIMO
	B3	419	500	OPTIMO
	BIBLIOTECA	339	500	BAJO
	B4	428	500	OPTIMO
	B5	428	500	OPTIMO
	B6	426	500	OPTIMO
	B7	426	500	OPTIMO
	B8	396	500	BAJO
	B9	426	500	OPTIMO
	B10	424	500	OPTIMO
	B11	426	500	OPTIMO
	VIRTUAL 1	118	300	BAJO
	VIRTUAL 2	115	300	BAJO
	AUDITORIO	492	300	EXCESO
BLOQUE C	COORDINACIÓN EMPRESAS Y NEGOCIOS	336	300	OPTIMO
	SALA DE PROFESORES	420	300	OPTIMO
	CORDINACIÓN AUDITORIA Y FINANZAS	301	300	OPTIMO
	AULA C0	308	500	BAJO
	AULA C5	295	500	BAJO
	AULA C6	372	500	BAJO
	AULA C7	344	500	BAJO
	AULA C8	392	500	BAJO
	AULA C9	332	500	BAJO
	AULA C10	363	500	BAJO
	AULA C11	303	500	BAJO
	AULA C12	302	500	BAJO
	AULA C13	365	500	BAJO

	AULA C14	328	500	BAJO
	CONSULTORIO MEDICO	399	500	BAJO
	ENFERMERIA	251	500	BAJO
BLOQUE D	D1	358	500	BAJO
	D2	416	500	OPTIMO
	D3	401	500	OPTIMO
	D4	525	500	OPTIMO
	D5	426	500	OPTIMO
	D6	388	500	BAJO
BLOQUE E - PLANTA BAJA	AULA E1	242	500	BAJO
	AULA E2	246	500	BAJO
	AULA E3	240	500	BAJO
	AULA E4	244	500	BAJO
	AULA E5	251	500	BAJO
	AULA E6	243	500	BAJO
	AULA E7	253	500	BAJO
	AULA E8	248	500	BAJO
BLOQUE E - PRIMERA PLANTA	OFICINA DE INGLES	308	300	OPTIMO
	AULA E9	324	500	BAJO
	AULA E10	322	500	BAJO
	AULA E11	322	500	BAJO
	AULA E12	440	500	OPTIMO
	AULA E13	445	500	OPTIMO
	AULA E14	443	500	OPTIMO
BLOQUE E - SEGUNDA PLANTA	E15	348	500	BAJO
	E16	344	500	BAJO
	E17	342	500	BAJO
	E18	347	500	BAJO

	E19	261	500	BAJO
	E20	263	500	BAJO
	E21	368	500	BAJO
	E22	355	500	BAJO
GALPON AGROINDUSTRIAL - PLANTA BAJA	SUPERVICIÓ DE PRACTICAS	312	500	BAJO
	VESTIDORES ESTUDIANTES	220	200	OPTIMO
	ÁREA DE CARNICOS	187	500	BAJO
	ÁREA DELACTEOS Y FRUTAS	183	500	BAJO
	TALLER DE PANADERIA,	162	500	BAJO
	TALLER DE PANADERIA 2	160	500	BAJO
GALPON AGROINDUSTRIAL - PRIMERA PLANTA	TALLER DE COCKTELERIA 1	270	500	BAJO
	OFICINA	436	500	OPTIMO
	LABORATORIO DE AGROINDUSTRIAS	363	500	BAJO
BLOQUE F - PLANTA BAJA	LABORATORIO F1	236	300	BAJO
	ESCUELA DE DISEÑO Y CONDUCCIÓN	233	300	BAJO
	ESCUELA DE DISEÑO	226	300	BAJO
	OFICINA DE CONDUCCIÓN	179	300	BAJO
	LABORATORIO DE CONDUCCIÓN	160	500	BAJO
	INFORMACIÓN	256	300	OPTIMO
	RELACIONES PUBLICAS	298	300	OPTIMO
BLOQUE F - PRIMERA PLANTA	AULA F2	196	300	BAJO
	AULA F3	396	300	OPTIMO
	AULA F4	435	300	OPTIMO
	AULA F5	585	300	EXCESO
BLOQUE G - PLANTA BAJA	SALA DE PROFESORES	235	300	BAJO
	DEPARTAMENTO DE SISTEMAS	254	300	OPTIMO
	AUDITORIO 2	317	500	BAJO
	BECAS , IECEE	378	500	BAJO

	LOGISTICA	404	500	OPTIMO
	COORD. EDU, DIST	367	500	BAJO
	SECRETARIA EDUC. DIST	367	500	BAJO
	OFICINA 1	368	500	BAJO
BLOQUE G - PRIMERA PLANTA	PRO RECTORADO	94	500	BAJO
	SECRETARIA PRO RECT	166	500	BAJO
	ASISTENTE FINANCIER	331	500	BAJO
	SALA DE REUNIONES	81	200	BAJO
BLOQUE G - SEGUNDA PLANTA	DEPTO. DE CONTABIL1	161	500	BAJO
	DEPTO. DE CONTABIL2	165	500	BAJO
	JEFE DE CONTABILIDAD	161	500	BAJO
	COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y 1.	209	500	BAJO
	COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y 2.	216	500	BAJO
	ARCHIVOS	67	200	BAJO
BLOQUE G – TERCERA PLANTA	RECURSOS HUMANOS	309	500	BAJO
	ARCHIVOS 1	220	200	OPTIMO
	ARCHIVOS 2	230	200	OPTIMO
	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	163	500	BAJO
BLOQUE H	OFICINA DE POSGRADOS 1	226	300	BAJO
	OFICINA DE POSGRADO 2	172	300	BAJO
	OFICINA DE REUNIONES	195	200	OPTIMO
	FEDEUTE OFICINA 1	105	300	BAJO
	FEDEUTE OFICINA 2	129	300	BAJO
	COPIADORA	291	300	OPTIMO
	LABORATORIO DE PC FEDEUTE	303	300	OPTIMO
BLOQUE J	AULA AUTOMOTRIZ	217	500	BAJO
	BODEGA DE HERRAMIENTAS	286	500	BAJO
	ÁREA ELECTROMECHANICO	372	500	BAJO

	ÁREA AUTOMOTRIZ	331	500	BAJO
	TALLER DE MECÁNICA INDUSTRIAL	367	500	BAJO
	LABORATORIO DE FÍSICA	238	500	BAJO
	LABORATORIO DE METROLOGIA	219	500	BAJO
	OFICINA DE MANTENIMIENTO 1	194	300	BAJO
	OFICINA DE MANTENIMIENTO 2	194	300	BAJO
	COORD. ELECTROMECAÁNICA	387	500	BAJO
	COORD. AGROINDUSTRIAL	229	500	BAJO
	DECENTES AGROINDUSTRIAL OFICINA 1	198	300	BAJO
	DOCENTES AGROINDUSTRIAL OFICINA 2	177	300	BAJO
BLOQUE K	COORD. AMBIENTAL Y AGROPECUARIA	307	500	BAJO
	DOCENCIA Y ACREDITACIÓN ING. AGROPE.	318	300	OPTIMO
	INVESTIGACIÓN ING. AGROPECUARIA	304	200	EXCESO
	SALA DE REUNIONES	315	200	EXCESO
	DOC. ING AMBIENTAL	355	300	OPTIMO
	INVESTIGACIÓN ING. AMBIENTAL	322	500	BAJO
	DOCENCIA Y ACREDITACIÓN ING. AMBIELT	386	300	OPTIMO
	RECEPCIÓN	354	300	OPTIMO
BLOQUE I	LOCAL COMERCIAL	555	300	EXCESO
	ADMISTRACIÓN DE GRANJAS	289	300	OPTIMO
	ADEUTE SALA DE PROFESOSRES	239	300	BAJO
	ADEUTE	229	300	BAJO

A continuación se detalla una gráfica identificando que porcentaje de la Universidad tiene una iluminación óptima, excesiva o baja:

Figura N° 4.20
Gráfica de las condiciones de Niveles de Iluminación



Se puede observar que solo un 32% de las áreas estudiadas tienen un porcentaje de iluminación óptimo, mientras que un 63% tiene un nivel de iluminación bajo y un 5% excesivo, por lo que se puede decir que hay deficiencias en los niveles de iluminación en los lugares de trabajo.

4.4. Análisis estadístico de las encuestas realizadas al personal administrativo

Pregunta 1: ¿Acostumbra a dejar las luces encendidas cuando sale de una sala y esta se queda vacía?

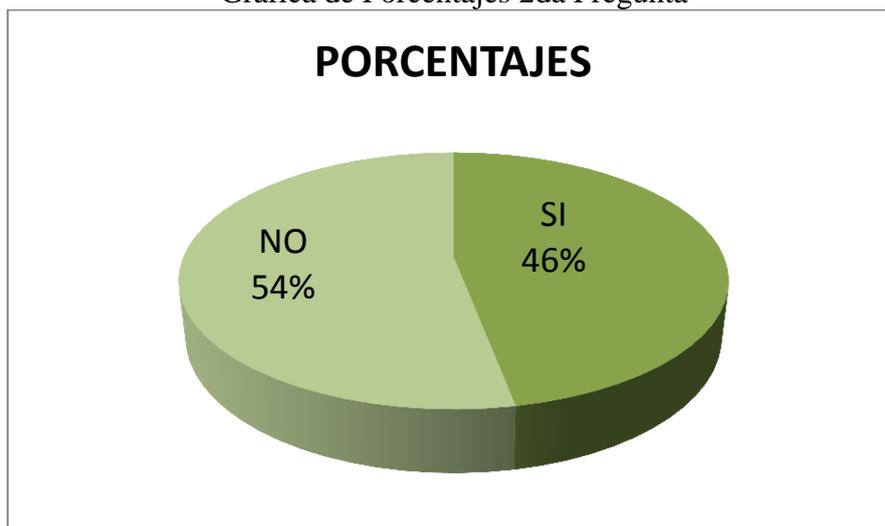
Figura N° 4.21
Gráfica de Porcentajes 1era Pregunta



La gráfica muestra, que 32 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 34%, dejan las luces encendidas cuando salen de una sala y queda vacía, y los 51 integrantes restantes correspondiente al 66% las apagan.

Pregunta 2: ¿Acostumbra a mantener las luces encendidas durante el día?

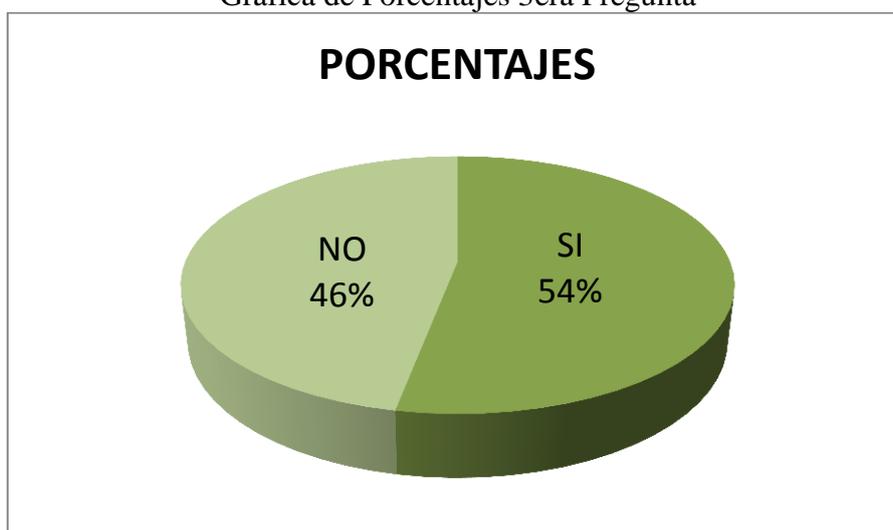
Figura N° 4.22
Gráfica de Porcentajes 2da Pregunta



La gráfica muestra, que 39 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 46%, trabajan en el día con los focos encendidos aun cuando existe la luz solar, mientras que los 44 integrantes restantes correspondiente al 54% los mantienen apagados.

Pregunta 3: Cuando hace sol ¿Corren las cortinas situadas en las ventanas?

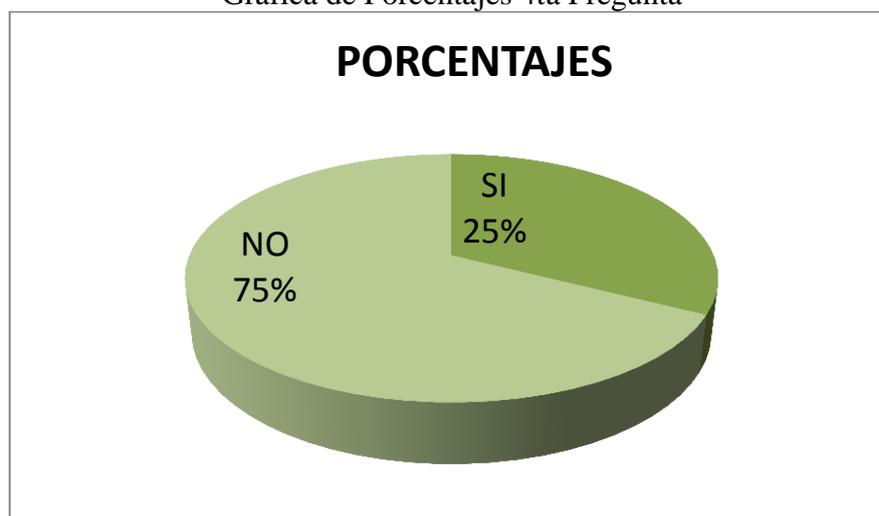
Figura N° 4.23
Gráfica de Porcentajes 3era Pregunta



La gráfica muestra, que 44 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 54%, aprovechan la luz solar corriendo las cortinas situadas en las ventanas, mientras que los 39 integrantes restantes correspondiente al 46% no lo hacen.

Pregunta 4: ¿Se dejan abiertas puertas y ventanas cuando el aire acondicionado esta funcionando?

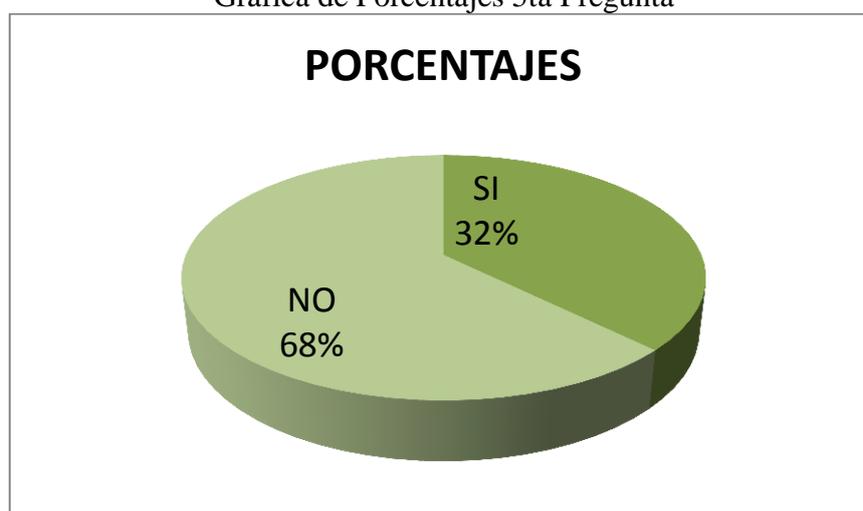
Figura N° 4.24
Gráfica de Porcentajes 4ta Pregunta



La gráfica muestra, que 27 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 25%, dejan abiertas las puertas y ventanas cuando el aire está funcionando, mientras que los 56 integrantes restantes correspondiente al 75% no.

Pregunta 5: ¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los necesita y al terminar la jornada de trabajo?

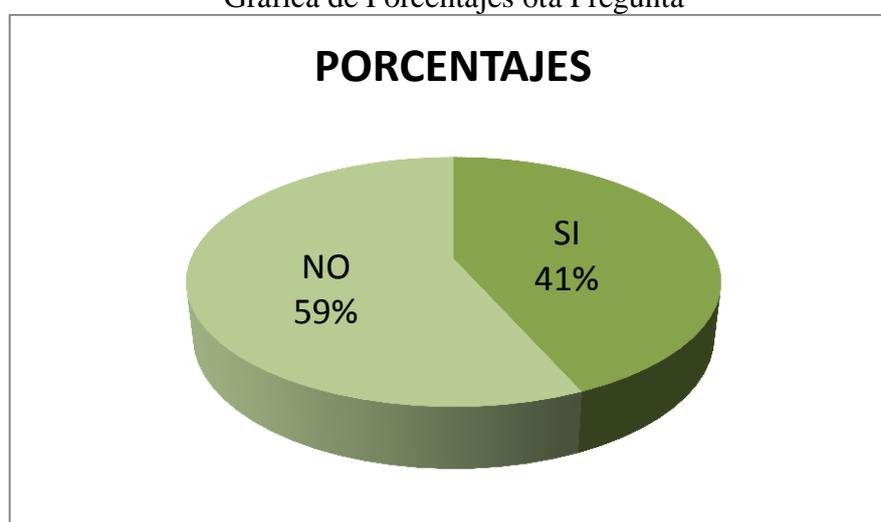
Figura N° 4.25
Gráfica de Porcentajes 5ta Pregunta



La gráfica muestra, que 31 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 32%, desenchufan aparatos eléctricos en momentos que no se los utiliza, mientras que los 52 integrantes restantes correspondiente al 68% los mantienen conectados.

Pregunta 6: ¿Mantiene la computadora encendida por largos periodos de tiempo sin utilizar? ¿Cuánto?

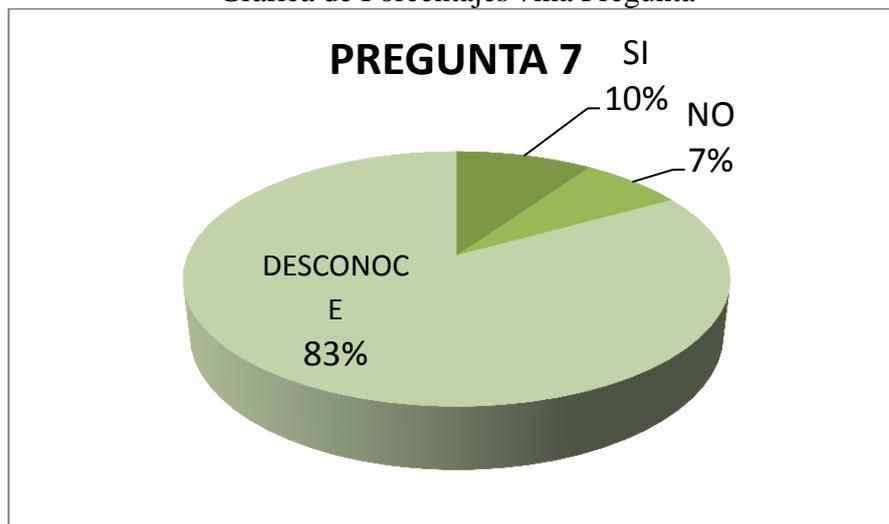
Figura N° 4.26
Gráfica de Porcentajes 6ta Pregunta



La gráfica muestra, que 36 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 41%, mantienen la computadora encendida por largos periodos sin utilizar, mientras que los 47 integrantes restantes correspondiente al 59% la apagan. Cabe resaltar que de los 36 integrantes que si la mantienen encendida, un 30% señala tenerla encendida todo el día.

Pregunta 7: ¿Conoce si se ha nombrado un responsable para comprobar las facturas correspondientes al suministro de energía eléctrica?

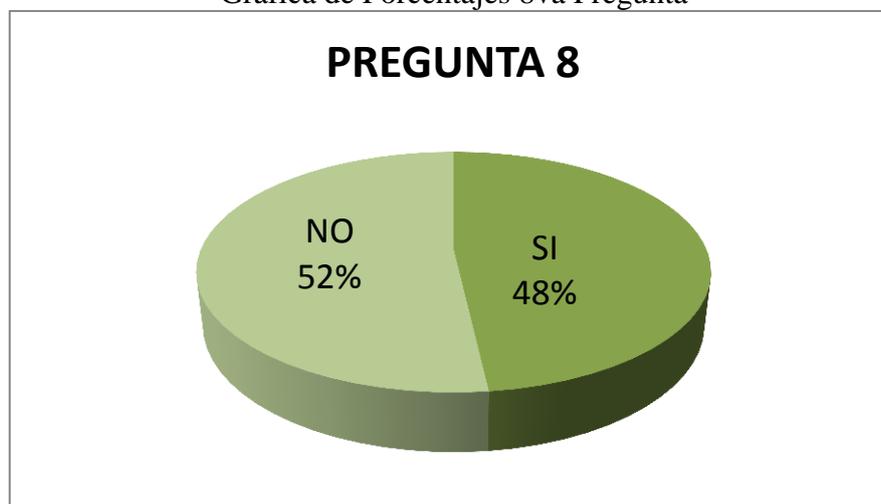
Figura N° 4.27
Gráfica de Porcentajes 7ma Pregunta



La gráfica muestra, que 8 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 10%, tiene conocimiento de que hay un responsable de comprobar las facturas correspondientes al suministro de energía eléctrica, mientras que 6 integrantes que representan un 7% mencionan que no hay un responsable para tal actividad; 69 integrantes, correspondiente al 83% restante desconocen si hay una persona responsable.

Pregunta 8: ¿Conoce si comprueba que los montos facturados de energía son correctos?

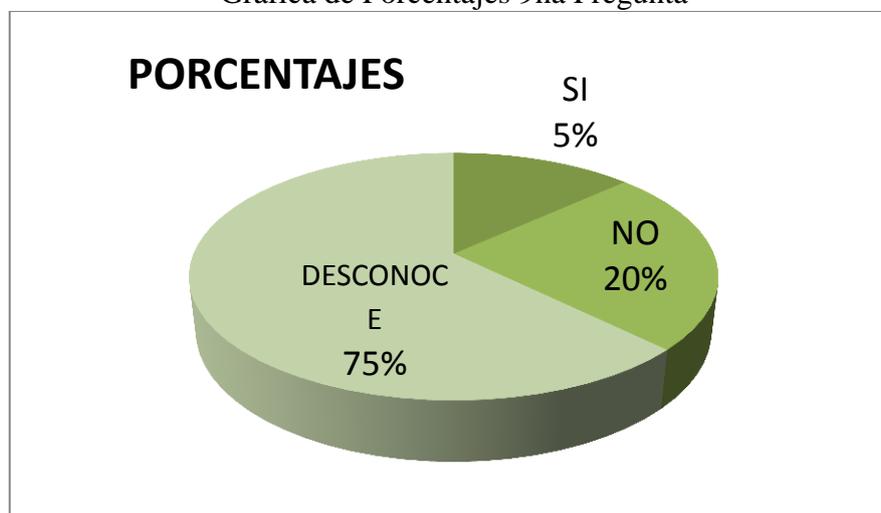
Figura N° 4.28
Gráfica de Porcentajes 8va Pregunta



La gráfica muestra, que 40 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 48%, conocen que se está comprobando los montos facturados de energía, mientras que los 43 integrantes restantes correspondiente al 52% desconocen de la ejecución de este proceso.

Pregunta 9: ¿Sabe si se planifica el consumo para aprovechar ventajas económicas en horas pico?

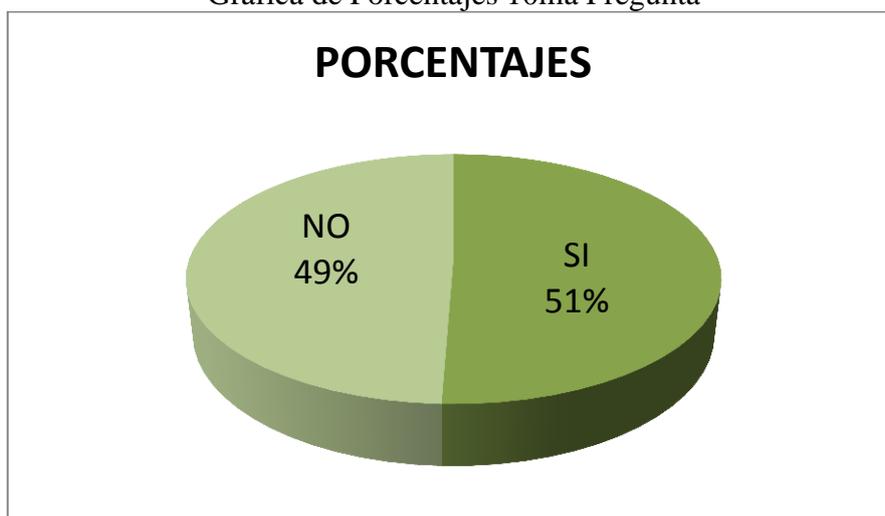
Figura N° 4.29
Gráfica de Porcentajes 9na Pregunta



La gráfica muestra, que solo 11 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 5%, afirman conocer que se planifica el consumo para aprovechar ventajas económicas en horas pico, 20 integrantes, que representan el 20% indican que no hay esta planificación y 52 integrantes restantes correspondiente al 75% desconocen si se ejecuta esta planificación.

Pregunta 10: ¿Considera que en el lugar de trabajo el alumbrado esta bien distribuido?

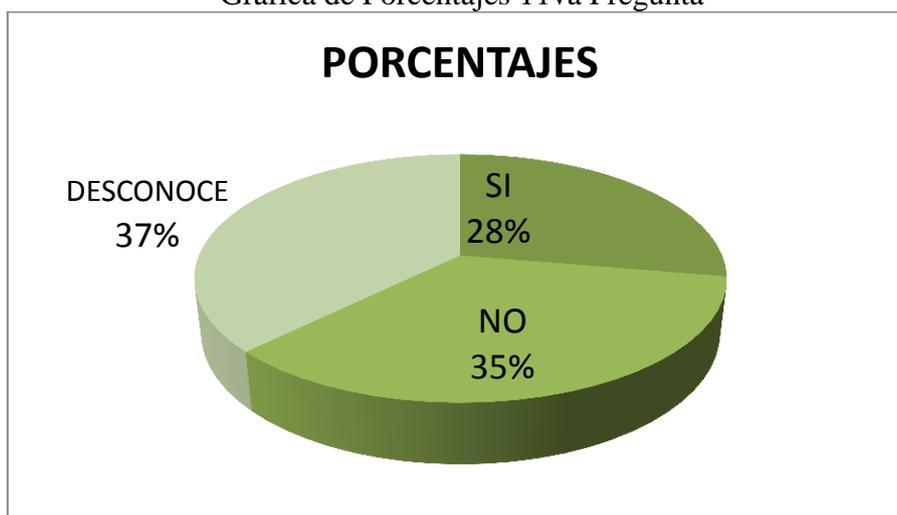
Figura N° 4.30
Gráfica de Porcentajes 10ma Pregunta



La gráfica muestra, que 42 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 51%, consideran que el área de trabajo está bien iluminada, mientras que los 41 integrantes restantes correspondiente al 49%, consideran que no hay la iluminación adecuada.

Pregunta 11: ¿Las áreas de trabajo de uso intermitente poseen detectores de presencia?

Figura N° 4.31
Gráfica de Porcentajes 11va Pregunta

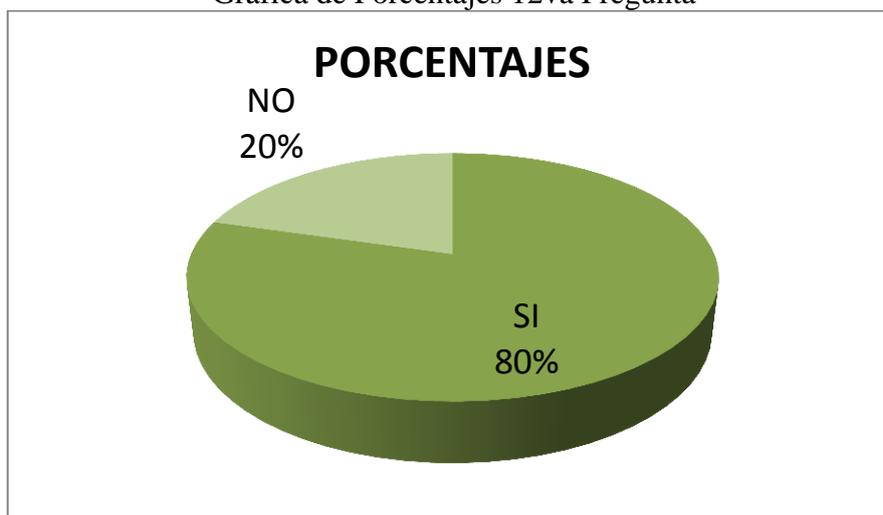


La gráfica muestra, que 23 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 28%, consideran que las áreas de trabajo de uso intermitente poseen detectores de

presencia, 29 integrantes correspondientes al 35%, no consideran que todas las áreas disponen de detectores, mientras que los 31 integrantes restantes, que representan el 37% desconocen.

Pregunta 12: ¿Estan las paredes y techos pintados de colores claros?

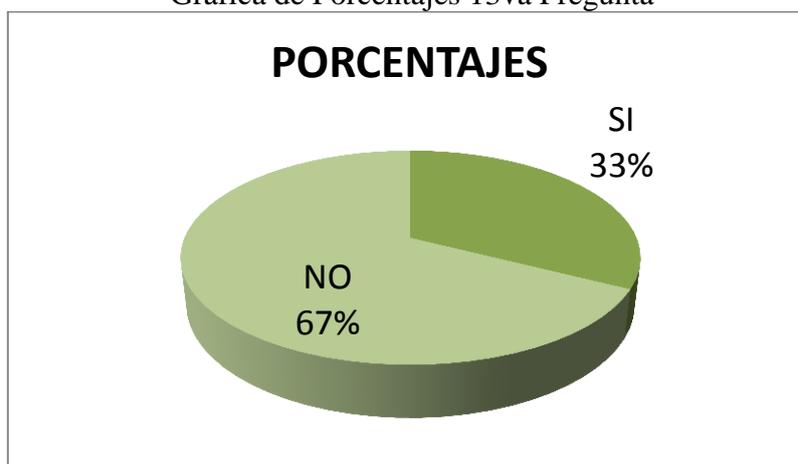
Figura N° 4.32
Gráfica de Porcentajes 12va Pregunta



La gráfica muestra, que 66 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 80%, consideran o disponen de paredes y techos pintados con colores claros, mientras que los 17 integrantes restantes correspondiente al 20%, consideran lo contrario.

Pregunta 13: ¿Conoce la eficiencia o el consumo del sistema de ventilación?

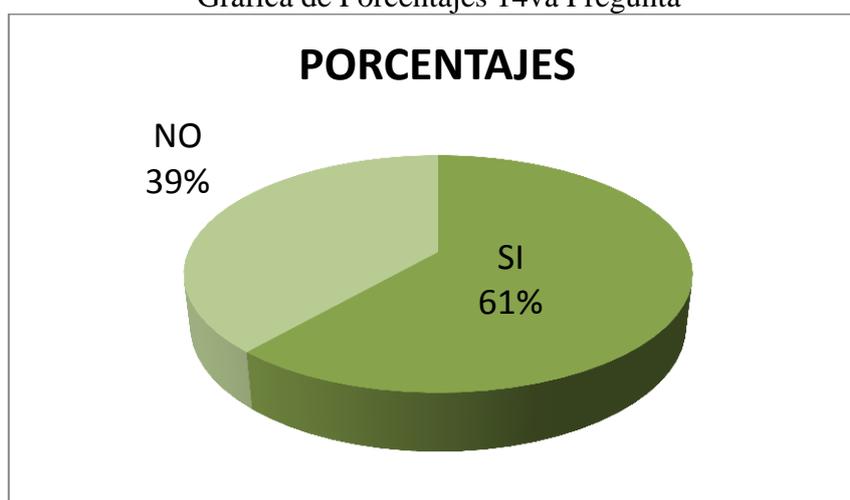
Figura N° 4.33
Gráfica de Porcentajes 13va Pregunta



La gráfica muestra, que 27 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 33%, conocen el consumo correspondiente al sistema de ventilación, mientras que los 56 integrantes restantes correspondiente al 67%, no conocen dicho consumo.

Pregunta 14: ¿Se aprovechan los sistemas de ventilación natural?

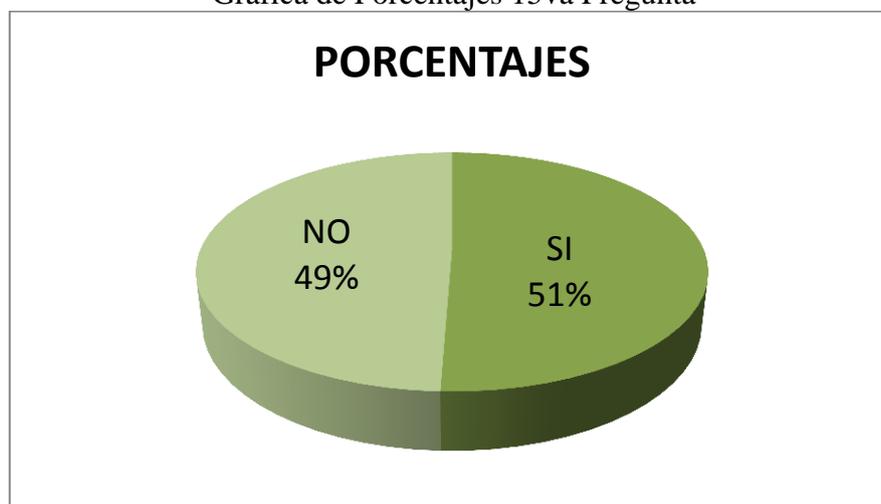
Figura N° 4.34
Gráfica de Porcentajes 14va Pregunta



La gráfica muestra, que 51 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 61%, consideran o están aprovechando los sistemas de ventilación natural, mientras que los 32 integrantes restantes correspondiente al 39%, no aprovechan dicho recurso.

Pregunta 15: ¿Se apagan todos los computadores, impresores y demás equipos cuando no se utilizan a corto plazo?

Figura N° 4.35
Gráfica de Porcentajes 15va Pregunta



La gráfica muestra, que 42 integrantes del personal administrativo, correspondiente a un 51%, apagan computadores, impresores y demás equipos cuando no se utilizan, mientras que los 41 integrantes restantes correspondientes al 49%, no lo hacen.

Se puede observar de los datos de la encuesta, en general, que un gran porcentaje del personal administrativo, no tiene hábitos o políticas de consumo, para lograr un uso más eficiente de la energía eléctrica, un alto porcentaje, igualmente, desconoce si se lleva a cabo un control de la energía consumida, es decir no hay campañas de concientización frente a la intervención de procesos de operación que favorezcan al ahorro de energía.

4.5. Comprobación de hipótesis

Del análisis de los resultados, se puede deducir el alto consumo eléctrico, no radica en fallas de carácter técnico, sino en el desconocimiento acerca de los métodos de ahorro energético, contrastándolo con las mediciones eléctricas realizadas; se observa que la forma de reducir el consumo será a través de la socialización de las formas de reducir el consumo eléctrico.

Es decir: Se podrá reducir el consumo de energía mediante una política integral, ya que se ha realizado el estudio técnico económico, el mismo que propone una serie de recomendaciones a realizarse. Las que implicarían una disminución del consumo eléctrico de una manera plausible y verificable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se ha logrado culminar con éxito el desarrollo de la Auditoría Energética que se realizó en la Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo; Aplicando principios y criterios técnicos en el análisis de los Sistemas Eléctricos.

Luego de un estudio, se puede decir que las instalaciones se encuentran en condiciones adecuadas, aunque los parámetros de funcionamiento no son los óptimos, a lo que se suma la falta de una política energética integral. Ante lo cual se señala las siguientes conclusiones:

- El principal portador energético corresponde a la Electricidad.
- Tras haber analizado y comparado las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica CNEL Santo Domingo con los cálculos realizados, y notando que los valores a cancelar son los mismos, se puede saber exactamente como es facturada la Universidad con relación a su tipo de Tarifa. Y que los pagos han sido los correctos.
- En la Universidad no reposan planos de los diseños eléctricos, hecho de suma importancia, ya que puede representar inconvenientes al momento de identificar los respectivos circuitos o realizar las respectivas operaciones de mantenimiento
- Del sistema de puesta a tierra de la Universidad se puede concluir que hay sectores en los que la puesta a tierra no es la adecuada, se observa que no cuentan con sistemas de puesta a tierra independientes en los diferentes laboratorios, edificios, centros de

transformación y tableros de distribución, a más, estas puestas a tierra no han sido en base a estudios técnicos.

- No se cuenta con programas de mantenimiento de las instalaciones, únicamente se realiza mantenimiento correctivo.
- Las mediciones de los Analizadores de Redes, demuestran que no hay problemas con el dimensionamiento de los tres transformadores existentes, ya que las curvas de cargas oscilan en un aproximado de 80% de las capacidades de cada Transformador, a su vez se observa que los diseños eléctricos son los adecuados, ya que las cargas están equilibradas para cada una de las Fases
- Del estudio del Tipo de Tarifa de la Universidad, en el que se detalló que se deberá pagar por demanda y por energía, se concluye que con respecto a los cargos por demanda no se puede establecer políticas de ahorro, ya que por el tipo de actividad que tiene la universidad no hay demanda coincidente, mientras que con respecto a los cargos por energía si se puede establecer políticas integradoras que favorezcan a un aprovechamiento más óptimo de los recursos energéticos, ya que como se observó en las curvas de carga, y en la encuesta, se carece de hábitos de consumo, y procesos de operación que favorezcan a un ahorro de energía.
- Las mediciones de los niveles de iluminación no son los adecuados, ya que en la mayoría de los casos tenemos un carente de lúmenes para las diferentes áreas.
- Las Cargas eléctricas más incidentes en la Universidad corresponden a los aires acondicionados y las máquinas que reposan en el taller Electromecánico - Automotriz, dato que se comprueba con las curvas de carga obtenidas de los analizadores de redes. Dichas cargas tienen un consumo óptimo, únicamente para periodos laborales, como se comprueba también en dicha curva de carga obtenida de las mediciones.

- Se puede concluir, que no existe una política energética integradora que favorezca a un consumo consciente y óptimo de energía eléctrica, La alternativa más adecuada para optimizar el consumo de energía dentro de la Universidad es la ejecución de un sistema de gestión energética que integre toda la comunidad educativa.

5.2. Recomendaciones

A partir de las conclusiones obtenidas, se elaboran las siguientes recomendaciones:

- Es importante la elaboración de los respectivos planos eléctricos de toda la Universidad, debido a que actualmente, ningún departamento cuenta con estos.
- Llevar un control más estricto, y registro del consumo de energía para poder realizar los respectivos análisis estadísticos que contribuyan a la implementación de medidas que permitan optimizar el consumo de energía eléctrica.
- Es importante realizar un estudio más profundo acerca de los niveles de iluminación, porque es un tema que abarca un gran contenido a considerar.
- Es indispensable que se aproveche de la capacidad técnica de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de la institución, para que a través de pasantías o cualquier otro mecanismo puedan trabajar en función del mejoramiento energético.
- Se recomienda realizar un estudio técnico de los Sistemas de puesta a tierra de la Universidad, para su consiguiente corrección, es importante la implementación de puestas a tierra con sustentos técnicos en los diferentes sectores de la misma, así mismo equipotenciar todas estas conexiones.
- Implantar políticas de gestión energética integral que involucren a toda la comunidad universitaria. Encaminadas al uso adecuado de la Iluminación, es decir encendido

únicamente en horarios en los que el nivel de iluminación lo amerite, así como en el control del encendido y apagado de los equipos.

BIBLIOGRAFIA

1. Juan Novillo, Luis Alcocer. (2011). *Auditoría Energética en la estación de bombeo de Santo Domingo del Poliducto Esmeraldas – Santo Domingo – Quito - Macul de la gerencia de transporte y almacenamiento perteneciente a la empresa pública EP PETROECUADOR*. Riobamba: Tesis de Grado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
2. Eduardo Martínez. (2002). *Auditoría Energética del Hospital General de Latacunga*. Latacunga. Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga.
3. Ernesto Budia. *Modelo de Auditoría Energética en el Sector Industrial*. Madrid. Tesis de grado, Universidad Carlos III de Madrid.
4. Brown Espinoza, Charcopa Caicedo. (2009). *Auditoría Energética de la Estación de Bombeo en Esmeraldas del Poliducto Esmeraldas-Quito*. Riobamba. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
5. Franklin Núñez. (2005). *Auditoría Energética de la Escuela Politécnica del Ejército*. Latacunga. Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga.
6. Ing. Gilberto Zabala. (2013). *Auditoría Energética del Edificio Matriz del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito. CONTRATO CDC-EEQ-GPE001-2013
7. Ing. Cristian Laverde. (2008). *Análisis de eficiencia y propuesta de mejoramiento energético en el Edificio Central de la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Cotopaxi. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi.

8. CONELEC. (2014). *Pliego Tarifario para empresas Eléctricas de Distribución*.
9. CONELEC. (2013). *Pliego Tarifario para empresas Eléctricas de Distribución*.
10. Rey Martínez Francisco, Velazco Gómez. (2006). *Eficiencia Energética en Edificios*. Madrid-España
11. UNE-EN 12464-1. (2003) *Iluminación de los Lugares de Trabajo*. Norma Española.
12. ISO – 19011. (2002). *Directrices para la Auditoría de los Sistemas de Gestión de la Calidad*. Norma Internacional
13. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía. (2007). *Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid*. Madrid-España
14. Fluke 433/434. (2004). *Manual de Uso*
15. Ing. Nilo Ortega (2010). Apuntes de clase de la asignatura “*Maquinas Eléctricas II*”. Santo Domingo.
16. Webmaster. (2014). *¿Qué es una Auditoría Energética?*?. Página web del Blog de la Energía Sostenible: <http://www.blogenergiasostenible.com/que-es-auditoria-energetica/>
17. Carl H. Durney, L. Dale Harris, Charles L. Alley. (1985). *Circuitos Eléctricos: Teoría y aplicaciones en Ingeniería*. México, CECSA

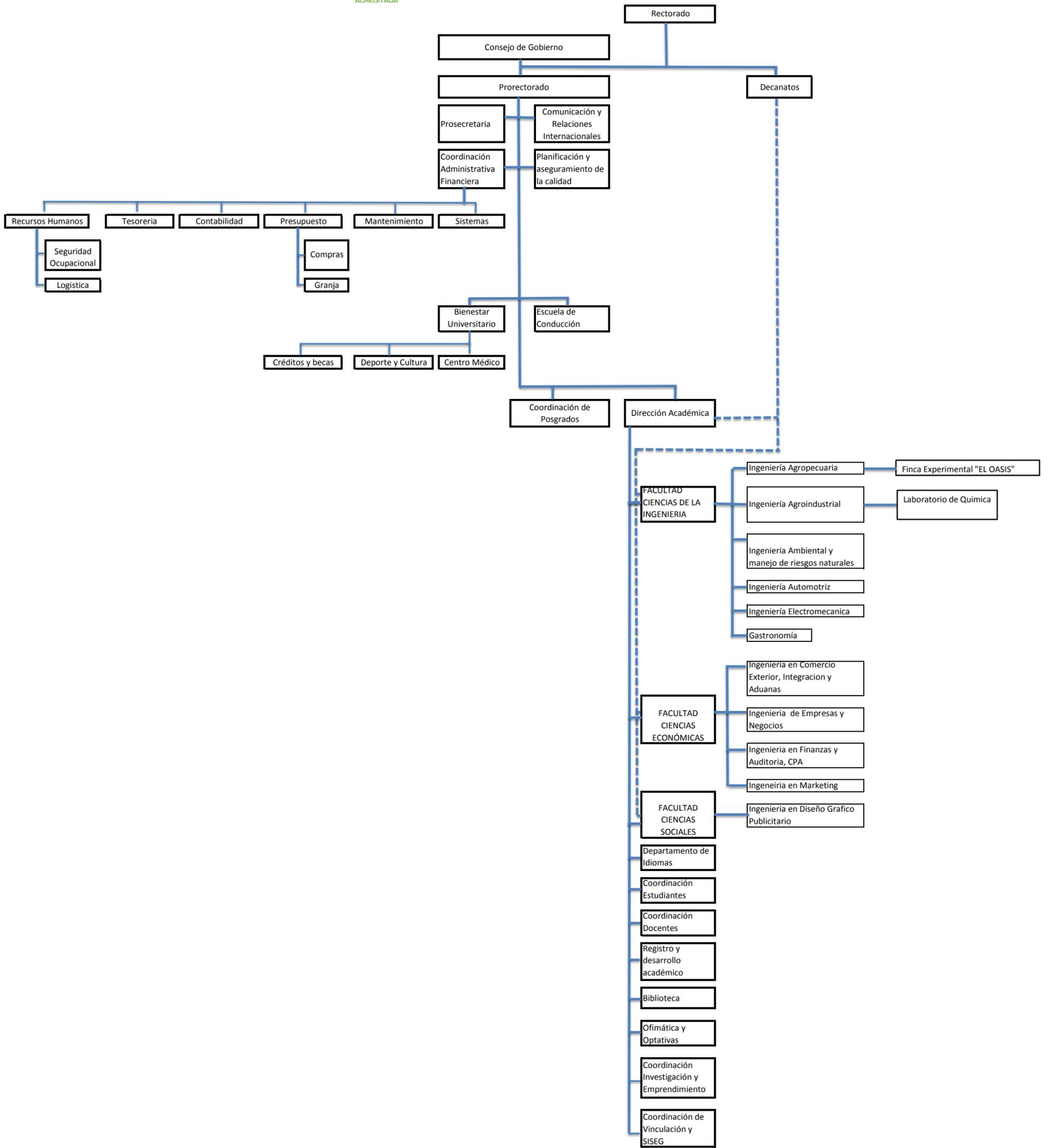
18. Lañón Lewis Q. (2014). *Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento, en la Universidad Tecnológica Equinoccial extensión Santo Domingo*. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial extensión Santo Domingo.
19. Jaime Cathey J. (2001). *Máquinas Eléctricas: Análisis y diseño aplicando Matlap*. México, McGRAW-HILL
20. Pablo Rosero V. (1999). *Cálculo de Iluminación para Industrias y Alumbrado público*. Tesis de Grado, Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo de los Colorados
21. Virgil Faires M. (1983). *Termodinámica 6ta Edición*. México, Hispano Americana
22. Yunus Cengel A. Michael Boles (2009) *Termodinámica 6ta Edición*, México, McGRAW-HILL
23. Grainger J. Stevenson, W. (1996) *Análisis de Sistemas de Potencia*. México: McGraw-Hill
24. Chiriboga Guaras, R. (2008). *Proyecto de un sistema de puesta a tierra normalizada para centros de transformación en el sector del nuevo aeropuerto de Quito parroquia de Tababela*. Quito: Tesis de Grado EPN.
25. Merino Fernando A. (2004). *Manual de Termodinámica*. España: Visión Net
26. Donate Antonio H. (2005). *Principios de Electricidad y Electrónica, 2da edición*. España: MARCOMBO

27. Ballcels Josep, Antonell Jordi, Barra Vicente. (2011). *Eficiencia en el Uso de la Energía Eléctrica*. España: MARCOMBO
28. Martínez Francisco R. Gómez Eloy V. *Eficiencia Energética en los Edificios, Certificación y Auditorías Energéticas*. España: Paraninfo
29. Usón Alfonso A. Zabalsa Ignacio B. (2010). *Eficiencia Energética en Instalaciones y Equipamiento de Edificios*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza
30. Harper Enríquez. (2004). *El libro práctico de los Generadores, Transformadores y Motores Eléctricos*. México: LIMUSA

ANEXOS

ANEXO 1

Organigrama de la Universidad tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo



ANEXO 2

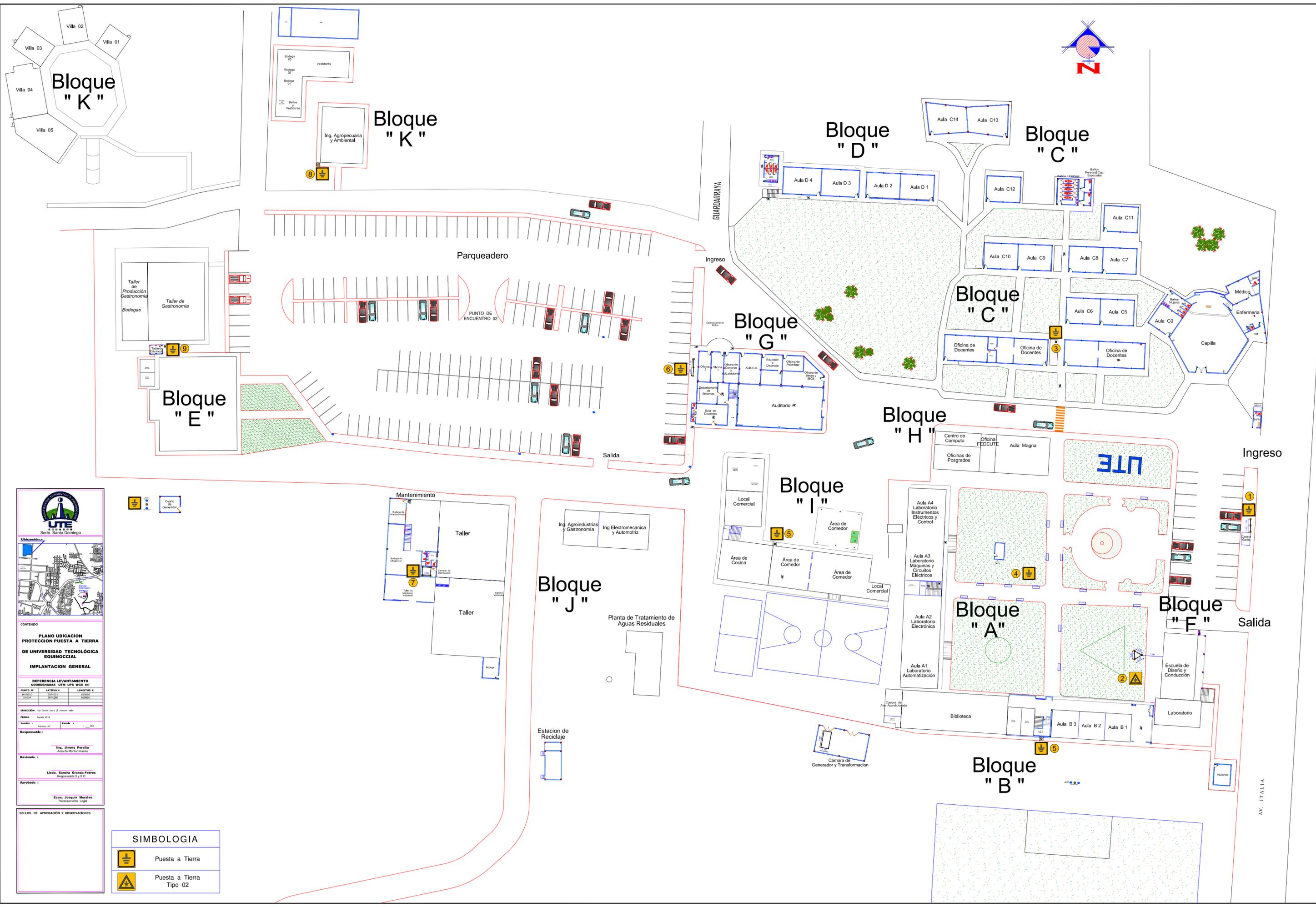
Especificaciones Técnicas Analizador de Redes Trifásico Fluke 434

ESPECIFICACIONES ANALIZADOR FLUKE 434	
CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA	
ENTRADAS DE TENSION	
Número de entradas	4 (3 fases + neutro) acopladas en continua
Tensión máxima de entrada	1000 Vrms
Rango de tensión nominal	50...500 V interna dividida en tres rangos 500 V, 250 V y 125 V
Tensión de pico máxima	6 Kv
Impedancia de entrada	4 MΩ // 5 Pf
Ancho de banda	> 10 kHz, hasta 100 kHz para visualización de transitorios
Factor de escala	1:1, 10:1, 100:1, 1000:1 y variable
ENTRADAS DE CORRIENTE	
Número de entradas	4 (3 fases + neutro) acopladas en continua
Tipo	Transformador de corriente de pinza con salida mV
Rango de entrada nominal	0 - ± 5,625 pico de tensión, onda sinusoidal de 0 - 3,97 Vrms
Rango	1 ... 400 Arms con pinzas incluidas (I400S) 0,1 ... 3000 Arms con pinzas opcionales
Impedancia de entrada	50 Kω
Ancho de banda	>10 kHz
Factor de escala	0,1, 1, 10, 100, 1000 mV/A, variable, i5s e i430flex
SISTEMA DE MUESTREO	
Resolución	Convertidor de analógico a digital de 16 bits en 8 canales
Velocidad máxima de Muestreo	200 kS/s en cada canal simultáneamente
Muestreo RMS	5000 muestras en 10/122 ciclos conforme a la norma IEC 61000-4-30
Sincronización PLL	4096 muestras en 10/122 ciclos conforme a la norma IEC 61000-4-7
GENERAL	
PANTALLA	Pantalla LCD en color con retroiluminación CCFL, 80 cd/m ²
Tamaño	115,2 x 86,4 mm
Resolución	320 x 240 píxeles
Contraste y Brillo	Ajustable, compensado por temperatura
MEMORIA	
Pantallas	Memoria de 50 pantallas
Datos	10 memorias de datos para almacenar datos, incluidos los registros
Registrador	Memoria compartida configurable por el usuario, hasta 15 MB en Fluke 435 y 7 MB en Fluke 434

Plantillas de límite	2 ubicaciones pre programadas, 2 de administrador (programables mediante Fluke View), 2 de usuario
Reloj de tiempo real	Marca de fecha y hora en Auto Trend, visualización de transitorios y System Monitor
POTENCIA	
Alimentación de red	Adaptador conmutable de 115 V, 230 V con enchufe adaptado al país
Tensión de entrada del adaptador de alimentación	15 ... 23 VCC Utilizar únicamente el adaptador de alimentación BC430
Duración de la batería	NiMH BP190 recargable (instalada)
Vida útil de la batería	> 7 horas
Tiempo de carga de la Batería	4 horas, 8 horas en la versión /006 (instrumento desactivado)
Ahorro de energía	Tiempo ajustable para atenuación de la retroiluminación con indicador de alimentación en pantalla
NORMAS	
Procedimientos de medida utilizados	IEC61000-4-30 Clase A
Precisión de las Medidas	Fluke 435 IEC61000-4-30 Clase A, Fluke 434 IEC61000-4-30 Clase B
Calidad eléctrica	EN50160
Flicker (Parpadeo de tensión)	IEC 61000-4-15
Armónicos	IEC 61000-4-7
CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura de Trabajo	De 0 ° C a +50 ° C sólo batería, de 0 ° C a +40 ° C con adaptador, según especificaciones de +15 ° C a +35 °
Temperatura de Almacenamiento	De -20 ° C a +60 ° C
Humedad	10 ... 30 ° C: 95% humedad relativa sin condensación 30 ... 40 ° C: 75% humedad relativa sin condensación 40 ... 50 ° C: 45% humedad relativa sin condensación sólo con batería
Altitud de servicio Máxima	3000 m Reducción a 1000 V CAT II / 600 V CAT III / 300 V CAT IV por encima de 2000 m
Altitud de almacenamiento máxima	12 km

ANEXO 3

Plano de Puestas a Tierra



UTE
Sede Santo Domingo

Ubicación:

CONTENIDO:

PLANO UBICACION PROTECCION PUESTA A TIERRA DE UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL IMPLANTACION GENERAL

REFERENCIA LEVANTAMIENTO COORDENADAS UTM UPS WGS 84

PUNTO N°	LATITUD N	LONGITUD E
1	18° 24' 30.0000	70° 00' 00.0000
2	18° 24' 30.0000	70° 00' 00.0000

DIRECCION: Vía Chile Km 4, 2, Avenida Bala

FECHA: Agosto 2014

Legenda: Formato: A3 Escala: 1:1000

Responsable:

Ing. Jimmy Peralta
Área de Mantenimiento

Revisado:

Licda. Sandra Granda Fabres
Responsable S y S.O.

Aprobado:

Econ. Joaquín Morales
Político-social Logal

SELLOS DE APROBACION Y OBSERVACIONES

SIMBOLOGIA

	Puesta a Tierra
	Puesta a Tierra Tipo 02

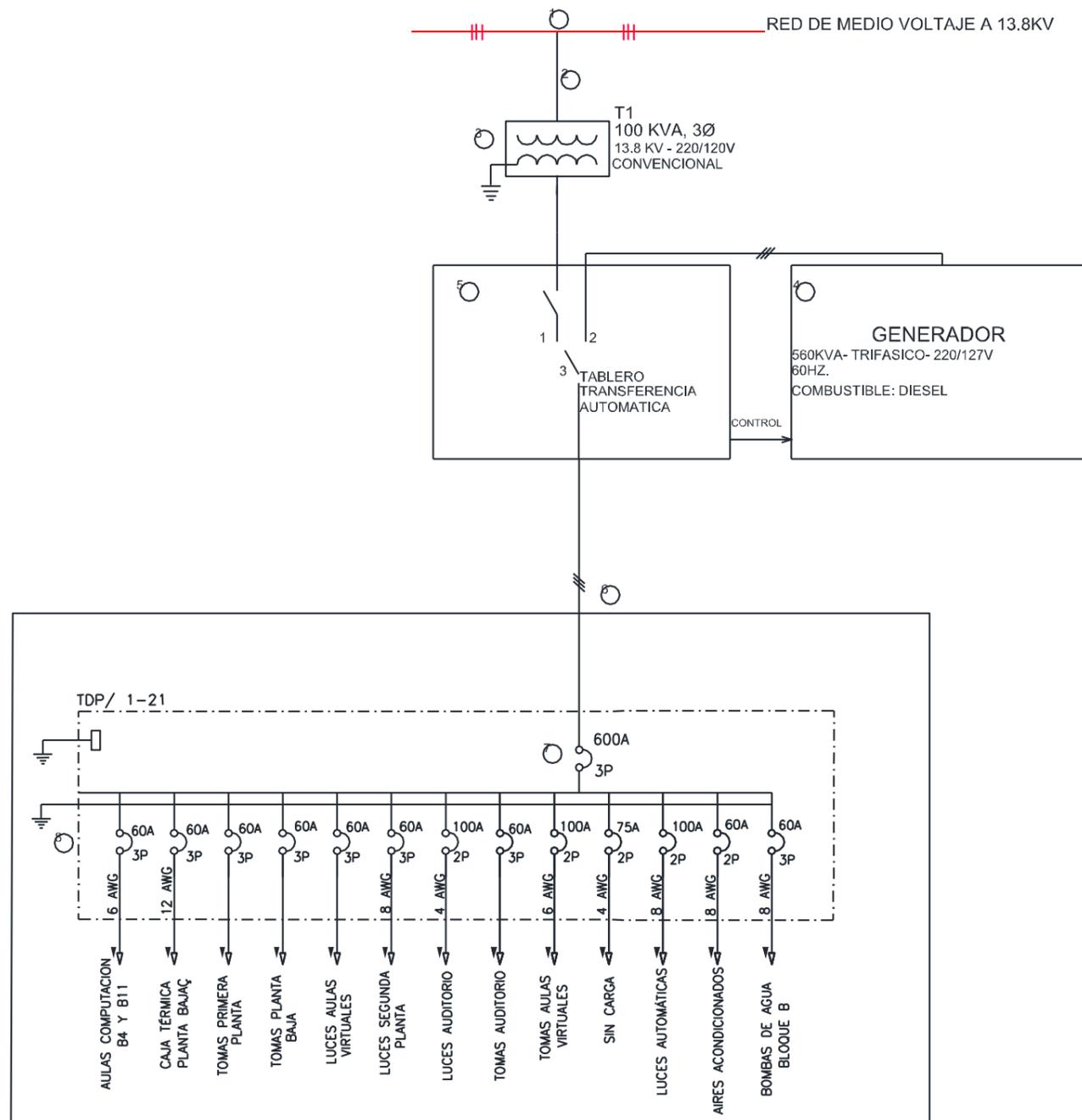
AV. ITALIA

ANEXO 4

Diagramas Unifilares

ANEXO 4.1

Diagrama Unifilar Red Transformador T1



DETALLE	
	RED A MEDIO VOLTAJE EXISTENTE
	BAJANTE DE ALUMINIO
	TRANSFORMADOR 3Ø DE 100KVA EXISTENTE
	GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA.
	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA
	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL.
	BREAKER PRINCIPAL
	BREAKERS SECUNDARIOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL SEDE STO. DGO.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 1

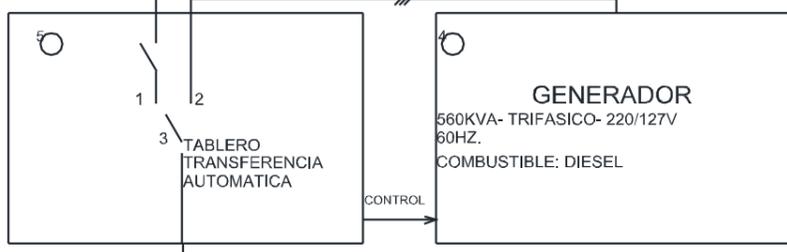
PROYECTO:	FECHA:	DIAGRAMA No.
OSCAR RIVERA R.	MARZO - 2015	1
FINANCIAMIENTO:	REVISADO POR:	ESCALA:
PRIVADO	ING. NILO ORTEGA	1 : 4000
		HOJA:
		1 DE 1

ANEXO 4.2

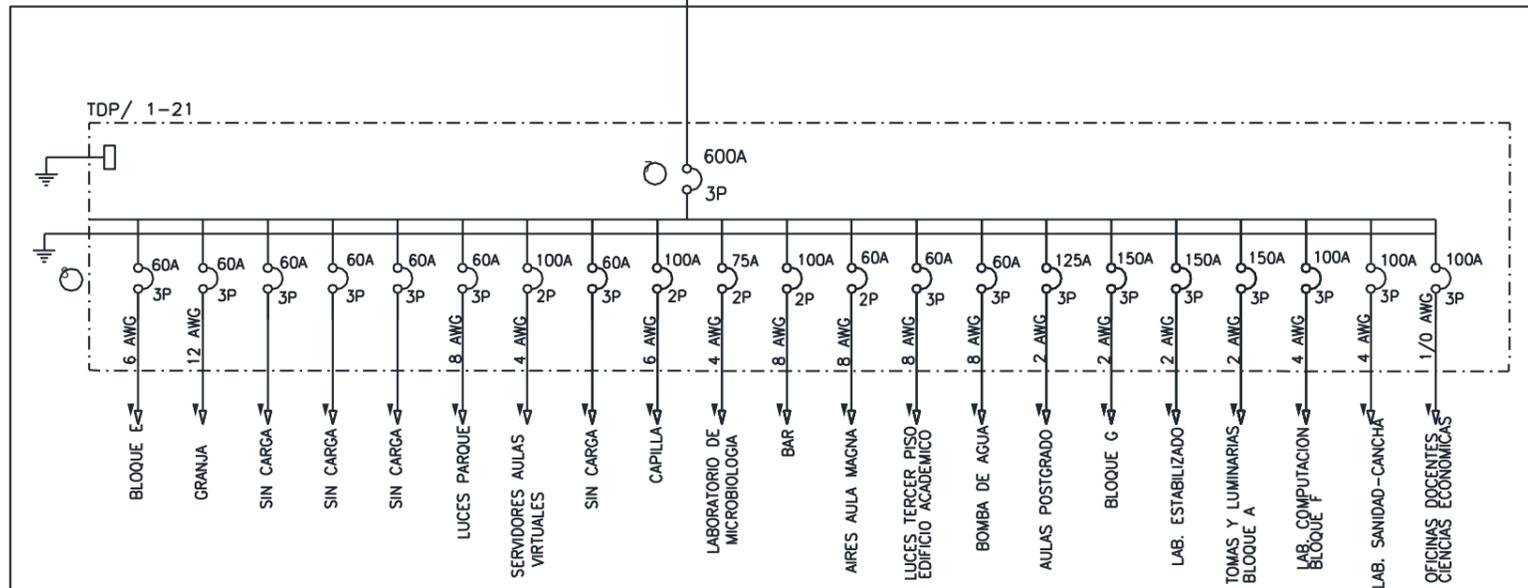
Diagrama Unifilar Red Transformador T2

RED DE MEDIO VOLTAJE A 13.8KV

T1
100 KVA, 3Ø
13.8 KV - 220/120V
CONVENCIONAL



GENERADOR
560KVA- TRIFASICO- 220/127V
60HZ.
COMBUSTIBLE: DIESEL



TDP/ 1-21

600A
3P

- BLOQUE E → 60A 3P 6 AWG
- GRANJA → 60A 3P 12 AWG
- SIN CARGA → 60A 3P
- SIN CARGA → 60A 3P
- SIN CARGA → 60A 3P
- LUCE PARQUE → 60A 3P 8 AWG
- SERVIDORES AULAS VIRTUALES → 100A 2P 4 AWG
- SIN CARGA → 60A 3P 6 AWG
- CAPILLA → 100A 2P 6 AWG
- LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA → 75A 2P 4 AWG
- BAR → 100A 2P 8 AWG
- AIRES AULA MAGNA → 60A 2P 8 AWG
- LUCE TERCER PISO EDIFICIO ACADEMICO → 60A 3P 8 AWG
- BOMBA DE AGUA → 60A 3P 8 AWG
- AULAS POSTGRADO → 125A 3P 2 AWG
- BLOQUE G → 150A 3P 2 AWG
- LAB. ESTABILIZADO → 150A 3P 2 AWG
- TOMAS Y LUMINARIAS BLOQUE A → 150A 3P 2 AWG
- LAB. COMPUTACION BLOQUE F → 100A 3P 4 AWG
- LAB. SANIDAD-CANCHA → 100A 3P 4 AWG
- OFICINAS DOCENTES ECONOMICAS → 100A 3P 1/0 AWG

DETALLE

	RED A MEDIO VOLTAJE EXISTENTE
	BAJANTE DE ALUMINIO
	TRANSFORMADOR 3Ø DE 100KVA EXISTENTE
	GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA.
	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA
	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL.
	BREAKER PRINCIPAL
	BREAKERS SECUNDARIOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL SEDE STO. DGO.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 2

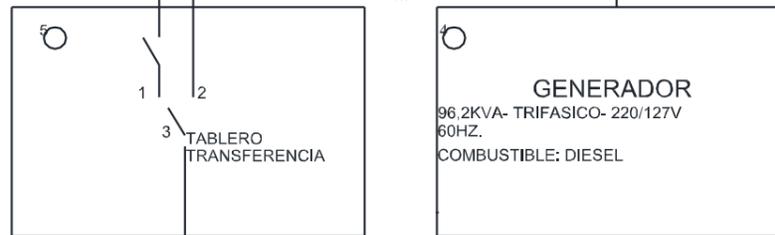
PROYECTO:	FECHA:	DIAGRAMA No.
OSCAR RIVERA R.	MARZO - 2015	1
FINANCIAMIENTO:	SUBESTACION:	CIRCUITO: 5
PRIVADO	QUEVEDO	
REVISADO POR:	ESCALA:	HOJA:
ING. NILO ORTEGA	1 : 4000	1 DE 1

ANEXO 4.3

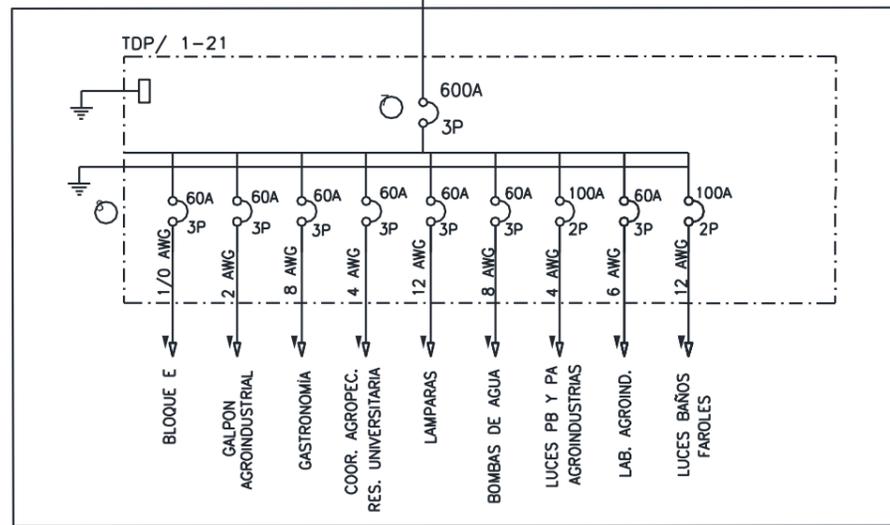
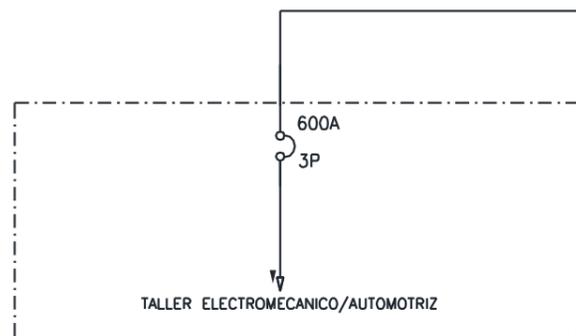
Diagrama Unifilar Red Transformador T3

RED DE MEDIO VOLTAJE A 13.8KV

T1
75 KVA, 3Ø
13.8 KV - 220/120V
CONVENCIONAL



DETALLE	
	RED A MEDIO VOLTAJE EXISTENTE
	BAJANTE DE ALUMINIO
	TRANSFORMADOR 3Ø DE 100KVA EXISTENTE
	GENERADOR DE ENERGIA ELECTRICA.
	TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA
	TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL.
	BREAKER PRINCIPAL
	BREAKERS SECUNDARIOS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL SEDE STO. DGO.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR 3

PROYECTO:	FECHA:	DIAGRAMA No.
OSCAR RIVERA R.	MARZO - 2015	1
FINANCIAMIENTO:	REVISADO POR:	ESCALA:
PRIVADO	ING. NILO ORTEGA	1 : 4000
		HOJA:
		1 DE 1