



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA
COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE
INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”**

Autor:

Campos Freire Celson Guillermo

Tutor:

Ms.C. Ing. Ernesto Manuel Abril Garcés

Latacunga – Ecuador

2017

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, el postulante: Campos Freire Celson Guillermo con el título de Proyecto de Investigación: **“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2017

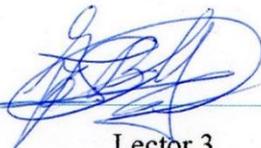
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Ing. MsC. Verónica Freire
C.C. 0502056229



Lector 2
Ing. Luigi Freire
C.C: 0502529589



Lector 3
Ing. Efrén Barbosa
C.C.: 0501420723



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título:

“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”, del señor Campos Freire Celson Guillermo, de la Carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2017

Ms.C. Ing. Ernesto Manuel Abril Garcés

Director del Trabajo de Investigación



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Campos Freire Celson Guillermo declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”**, siendo el Ms.C. Ing. Ernesto Manuel Abril Garcés director del presente trabajo excluyo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva autoría.



.....

Campos Freire Celson Guillermo

C.I.: 180536403-9



SAN FRANCISCO LTDA.
COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Mediante el presente, se constata que el Sr. Campos Freire Celson Guillermo con C.C.1805364039, estudiante de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Realizo el estudio titulado: **“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”**. En la agencia matriz ubicada en la calle Juan Montalvo y Av. 12 de Noviembre, en la ciudad de Ambato

Se autoriza al interesado hacer del presente documento el uso legal que más convenga.

Ambato, agosto del 2017



Ing. **DIEGO TORRES**
JEFE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN
C.C. 1803293917

Ing. **DIEGO LLERENA**
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURA DE REDES
C.C. 1803210853



Ing. **DIANA MEDINA**
SEGURIDAD OCUPACIONAL
C.C. 1803533825

CELSON CAMPOS
RESPONSABLE DEL ESTUDIO
C.C. 1805364039

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a mi padre celestial Jehová, quien siempre me ha guiado en mi caminar.

De manera muy especial a mis padres Toribio Campos y Gladis Freire, mis pilares fundamentales, a mis dos queridas hermanas Johanna y Joselyn quienes son mi esencia, en conjunto han demostrado con ejemplo que la vida no es fácil, pero si luchamos por lo que queremos lo lograremos con la certeza puesta en un Dios y el corazón en lo que queremos, gracias a ellos soy quien soy los amo.

Celson

Agradecimiento

Un agradeciendo muy sentido hacia mis padres quienes siempre estuvieron conmigo apoyándome incondicionalmente en todo lo que me he propuesto hacer con motivación y principalmente en lo económico.

De manera muy especial a los dirigentes de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Fráncico “La Matriz” por la apertura dada para el desarrollo del proyecto de investigación, al mismo tiempo deseó agradecer a mi tutor Ernesto Abril por haberme guiado en el desarrollo del proyecto.

Celson

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Título del Proyecto:	1
Fecha de inicio.....	1
Fecha de finalización	1
Lugar de ejecución.....	1
Facultad que auspicia:	1
Carrera que auspicia	1
Equipo de Trabajo	1
Área de Conocimiento:.....	2
Estudio energético	2
Línea de investigación:.....	2
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
Planteamiento del problema de investigación	6
6. OBJETIVOS.....	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos.....	7

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	8
Calidad de la Energía Eléctrica	8
Marco teórico acerca de Calidad de Energía	9
Regulación en el Ecuador	13
Perturbaciones en los Sistemas Eléctricos	13
Clasificación de Fenómenos Perturbadores	14
Indicadores Energéticos	19
Tipos de Indicadores Energéticos	19
Auditoría Energética	20
Objetivos de una Auditoría Energética	20
Tipos de Auditoría Energética	21
Fases de una Auditoría Energética	22
Actividades de una Auditoría Energética	24
Instrumentos de una Auditoría Energética	24
Sistema de iluminación	27
Normativa	31
NORMA EN50160	32
NORMA IEC 6100032	33
NORMA IEC 6100024	33
NORMA IEC 61000430	34
ESTANDAR IEEE 1159	34
NORMA IEC 5552	35
ESTANDAR IEEE 519	36
Grupo electrógeno	38
9. HIPÓTESIS	41

Operacionalización de las variables	42
10 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	43
MÉTODOS.....	44
Técnicas	45
Instrumentos	45
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	46
Medición TDH de Corriente.....	46
NIVELES DE CORRIENTE DEL 29 AL 30 DE MAYO	48
Tabla 14: Niveles de corriente del 30 al 31 de mayo	50
Tabla 15: Niveles de corriente del 31 al 1 Junio	51
NIVELES DE CORRIENTE DEL 2 AL 3 DE JUNIO.....	54
NIVELES DE CORREINTE DEL 3 AL 4 DE JUNIO.....	56
NIVELES DE CORREINTE DEL 4 AL 5 DE JUNIO.....	57
Medición TDH de voltaje	58
29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00	66
30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00	67
31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00	68
1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00	69
2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00	70
3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00	71
4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00	72
Medición TDH de corriente.....	73
29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00	73
30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00	74
31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00	75
1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00	76
2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00	77

3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00	78
4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00	79
Factor de potencia.....	80
Valor de resistencia de puesta a tierra.	81
Resultados obtenidos	84
Verificación del conductor técnica y económicamente recomendado.	86
Verificación de la hipótesis.	96
12. IMPACTOS	97
Aspecto Técnico	97
Aspecto Económico.....	98
Informe inspección termográfica tablero principal de la cooperativa de ahorro y crédito san francisco “la matriz”	104
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	109
14. CONCLUSIONES.....	109
15. BIBLIOGRAFIA.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ondas de corriente de carga	10
Figura 2: Curva del componente de una carga lineal	11
Figura 3: Circuito de carga no lineal	12
Figura 4: Curva del comportamiento de una carga no lineal.....	12
Figura 5 : Pinza amperimétrica.....	25
Figura 6: Registrador de parámetros eléctricos	25
Figura 7: Instrumento combinado 4 en 1	25
Figura 8: Cámara termográfica.....	26
Figura 9: Fluke 1625-2 Advanced earth	27
Figura 10: Lámpara de sodio de alta presión.....	28
Figura 11: Balastro electrónico.....	28
Figura 12: Luminarias estancas para fluorescentes lineales	28
Figura 13: Interruptor simple para el control de lamparas	29

Figura 14: Normativas	31
Figura 15: Motor térmico	39
Figura 16 Sistema de refrigeración.....	39
Figura 17: Alternador	40
Figura 18: Aislamiento de vibración	40
Figura 19: Sistema de control.....	41
Figura 20: Definición de perturbaciones según norma UNE 50160	46
Figura 21: Espectro de corriente del 29 y 30 de mayo	47
Figura 22: Espectro de corriente del 30 al 31 de mayo	49
Figura 23: Espectro de corriente del 31 al 1 de Junio	51
Figura 24: Espectro de corriente referente del 1 al 2 de junio.....	52
Figura 25: Espectro de corriente del 2 al 3 de Junio	54
Figura 26: Espectro de corriente del 3 al 4 de Junio	56
Figura 27: Espectro de corriente del 4 al 5 de junio.....	57
Figura 28: Espectro de voltaje del 29 al 30 de Mayo	59
Figura 29: Espectro de voltaje del 30 al 31 de Mayo	60
Figura 30: Espectro de voltaje del 31 de Mayo al 1 de Junio.....	61
Figura 31: Espectro de voltajes del 1 al 2 de Junio	62
Figura 32: Espectros de voltaje del 2 al 3 de Junio	63
Figura 33: Espectro de voltaje del 3 al 4 de Junio.....	64
Figura 34: Espectro de voltaje del 4 al 5 de Junio.....	65
Figura 35: TDH Voltaje 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00.....	66
Figura 36: TDH Voltaje 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00.....	67
Figura 37: TDH Voltaje 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00.....	68
Figura 38: TDH Voltaje 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00.....	69
Figura 39: TDH Voltaje 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00.....	70
Figura 40: TDH Voltaje 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00.....	71
Figura 41: TDH Voltaje 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00.....	72
Figura 42: TDH Corriente 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00	73
Figura 43: TDH Corriente 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00	74
Figura 44 : TDH Corriente 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00	75
Figura 45: TDH Corriente 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00	76
Figura 46: TDH Corriente 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00	77

Figura 47: TDH Corriente 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00	78
Figura 48: TDH Corriente 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00	79
Figura 49: Evolución del Factor de potencia.....	80
Figura 50: Variación del FP en un día laboral (30 mayo del 2017)	81
Figura 51: Esquema de conexiones del Tablero de transferencia Automática.....	83
Figura 52: Programa Ladder para el TTA	84
Figura 53: Representación gráfica para selección del conductor de fase “A”	90
Figura 54: Representación gráfica para selección del conductor de fase “C”	93
Figura 55: Representación gráfica para selección del conductor para las tres "fase"	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto.....	5
Tabla 2: Actividades resultados y medios de verificación	7
Tabla 3: Clasificación de fenómenos perturbadores según EN 50160.....	14
Tabla 4: Límites de armónicos según EN 50160.....	15
Tabla 5: Clasificación de fenómenos perturbadores según IEEE 1159 (1995).....	15
Tabla 6: Límites según norma EM50160	33
Tabla 7: Límites para los equipos clase A según norma 61000-3-2.....	33
Tabla 8: Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159.....	35
Tabla 9: Límites según norma IEEE519.....	37
Tabla 10: Límites según norma IEEE519.....	37
Tabla 11: Variable independiente: Auditoria energética del sistema eléctrico y el planteamiento de incorporación de un tablero de transferencia automático	42
Tabla 12: Variable dependiente: Información de la situación actual de la infraestructura donde se determine las deficiencias	42
Tabla 13: Niveles de corriente del 29 al 30 de mayo	48
Tabla 14: Niveles de corriente del 30 al 31 de mayo	50
Tabla 15: Niveles de corriente del 31 al 1 Junio	51
Tabla 16: Niveles de corriente del 1 al 2 de junio	53
Tabla 17: Niveles de corriente del 2 al 3 de Junio.....	54
Tabla 18: Niveles de corriente del 3 al 4 de Junio.....	56
Tabla 19: Niveles de corriente del 4 al 5 de Junio.....	57

Tabla 20: Niveles de voltaje del 29 al 30 de Mayo	59
Tabla 21: Niveles de voltaje del 30 al 31 de mayo.....	60
Tabla 22:Niveles de voltaje del31 de Mayo al 1 de Junio.....	61
Tabla 23: Niveles de voltaje del 1 al 2 de Junio.....	62
Tabla 24: Niveles de voltaje del 2 al 3 de Junio.....	63
Tabla 25: Niveles de voltaje del 3 al 4 de Junio.....	64
Tabla 26: Niveles de voltaje del 4 al 5 de Junio.....	65
Tabla 27: Resumen de valores TDH Voltaje 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00	66
Tabla 28: Resumen de valores TDH 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00.....	67
Tabla 29 : Resumen de valores TDH Voltaje 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00.	68
Tabla 30: Resumen de valores TDH Voltaje de junio2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00..	69
Tabla 31 : Resumen de valores TDH Voltaje 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00...	70
Tabla 32: Resumen de valores TDH Voltaje 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00....	71
Tabla 33: Resumen de valores TDH Voltaje 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00....	72
Tabla 34: Resumen de valores TDH Corriente 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00	73
Tabla 35: Resumen de valores TDH 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00.....	74
Tabla 36: Resumen de valores TDH Corriente 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00	75
Tabla 37: Resumen de valores TDH Corriente 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00.	76
Tabla 38: Resumen de valores TDH Corriente 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00.	77
Tabla 39: Resumen de valores TDH Corriente 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00.	78
Tabla 40: Resumen de valores TDH Corriente 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00.	79
Tabla 41: Valores inferiores extremos registrados el día 30 de mayo del 2017.....	80
Tabla 42: Valores de resistencia.....	82
Tabla 43: Resultados obtenidos de DTH Voltaje:	85
Tabla 44: Resultados obtenidos de DTH Corriente.....	85
Tabla 45: Resultados obtenidos de Factor de potencia	85
Tabla 46: Datos de amperaje resistencia y precios por conductor	86
Tabla 47: Datos para cálculo	87
Tabla 48: Datos de cálculo para fase "C"	91
Tabla 49: Datos de cálculo para las tres fases	94
Tabla 50: Resultados obtenidos de Factor de potencia	98

Tabla 51: Número total de fluorescentes en la Cooperativa.....	99
Tabla 52: Potencia absorbida por luminarias fluorescentes	99
Tabla 53: Costo de las luminarias fluorescentes	100
Tabla 54: Costo de las luminarias led.....	100
Tabla 55: vida útil de los focos fluorescentes.....	100
Tabla 56: Comparación entre led y fluorescentes	101
Tabla 57: Número estimado de LED´s para la Cooperativa.....	101
Tabla 58: Estimación de Potencia absorbida por luminarias LED´s	102
Tabla 59: Vida útil led	103
Tabla 60: Costo de implementación y mantenimiento	103
Tabla 61: Comparación de focos fluorescentes vs Led	103
Tabla 62: Costo aproximado al mantener el fluorescente por 16 años.....	103
Tabla 63: Costo aproximado al mantener el led por 16 años	104
Tabla 64: Tiempo aproximado para recuperar led.....	104
Tabla 65: Guía de inspección termografía.....	105
Tabla 66: Compensar efectos de viento.....	106
Tabla 67: Elementos analizados	107
Tabla 68: Presupuesto del proyecto.....	109

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”

Autor: Campos Freire Celson Guillermo

RESUMEN

La Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco Ltda., con su Matriz en la ciudad de Ambato, provincia del Tungurahua, es una institución financiera no bancaria con el objetivo de realizar actividades de intermediación financiera y de responsabilidad social con sus socios. En la actualidad la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “la Matriz” siendo una entidad financiera de gran fluidez económica en la ciudad de Ambato presenta un sistema eléctrico de muy baja confiabilidad, por la cual se realizó una auditoria energética evaluando el suministro eléctrico, al tener aproximadamente 30 años de funcionalidad y el desconocimiento del estado del diagrama eléctrico por pisos y el diagrama unifilar para la cual se requirió levantamiento de información de conexiones e identificación de fases por piso para establecer el diagrama actual y un diagnostico actual de sus instalaciones. Para la verificación del estado lumínico en cada puesto de trabajo se realiza la recolección y registro de datos de forma correcta con el equipo calibrado, al mismo tiempo se realiza una simulación de iluminación para cada puesto de trabajo, considerándose bajo normas estandarizadas y con luminarias existentes en el mercado, se realiza el análisis técnico con el software DIALux, económico del cambio de luminarias fluorescentes a Led, en todo el edificio.- Se considera si el calibre del conductor utilizado es el adecuado, validando sus características técnicas, de operatividad misma que se determinan bajo cálculos.-Se realiza la interpretación de los resultados con ayuda del software Power Log 5.3. Respecto a la calidad del suministro eléctrico, considerando niveles de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, flickers, armónicos, basándose en normativas recomendadas por el software, también por las establecidas dentro del Ecuador e internacionales, dichos datos fueron recolectados por 7 días desde el 29 de Mayo hasta el 5 de Junio por parte del Analizador de Redes Fluke 435-II-. Se realiza un análisis termografico bajo norma (NETA) para la verificación del nivel de temperatura por los conductores y elementos del tablero eléctrico principal para lo cual se considerando la hora del análisis a máxima carga, con ayuda del software SmarView 3.14.- Para la futura implementación del tablero de transferencia automática, entre el suministro de electricidad de la Compañía Eléctrica Ambato y el generador de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco Ltda. "La Matriz se han realizado los cálculos, programación de logo, diagrama eléctrico y cotizaciones de Se llevaron a cabo los posibles materiales a implementar.

Palabras clave: Eficiencia energética, tablero de control, automatización, calidad, potencia, termografía

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED

TITLE: "ENERGY AUDIT OF THE ELECTRICAL SYSTEM IN THE SAN FRANCISCO COOPERATIVE LA MATRIZ, AND APPROACH TO INCORPORATION OF A AUTOMATIC TRANSFER BOARD"

Author: Campos Freire Celson Guillermo

ABSTRACT

San Francisco Ltda."La Matriz", Savings and Credit Cooperative with its headquarters is in Ambato , Tungurahua province, is a financial institution, not a bank with the objective to do carrying out financial intermediation activities and social responsibility business associate. Currently, the San Francisco "La Matriz" saving and Credit Cooperative, being a financial entity with great economic fluidity in Ambato, presents an electrical system of very low reliability, by which an energy audit is carried out evaluating the electricity supply, Had had approximately 30 years of functionality and the lack of knowledge of the state, of the electrical diagram per floor, single line for which it was required a laborious work of information gathering of connections and identification of phases per floor to establish the current diagram and a current diagnosis of it's installations. For the verification of the light status in each job, the data is collected and register correctly with the calibrated equipment, at the same time, a lighting simulation is performed for each workstation. Being considered under standards and luminaires that exist in the Market through DIALux software, consequently is realized an economic technical analysis of the change of fluorescent luminaires to Led, in all the edifice. It is considered if the caliber of conductor is the appropriate, validating it's technical characteristics, of operability, which are determined under calculations.. The results are interpreted using the Power Log 5.3 software. Respect to the electrical quality supply, considering voltage, current, power, power factor, flickers, harmonic levels, based on regulations recommended by the software, those established inside Ecuador and international, these data's were collected for 7 days from on May 29 to June 5 by the Fluke 435-II Network Analyzer. It is considered to make the respective load balance diagram, for which a plane is made. A thermographic analysis under norm (NETA) is performed for the verification of the temperature level by the conductors and elements of the main board electric considering the time of analysis when it's a load maximum with the help of SmarView 3.14 software. For the future implementation of the automatic transfer board, between the electricity supply of the Electricity Company Ambato and the generator of the savings and Credit Cooperative San Francisco Ltda."La Matriz it has been made the calculations, logo programming, electrical diagram and quotes of the possible materials to be implemented were carried out.

Keywords

Energy efficiency, electric control board, automation, quality, power, thermography, automatic transfer board



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Campos Freire Celson Guillermo Egresado de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa **“AUDITORIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA COOPERATIVA SAN FRANCISCO LA MATRIZ Y PLANTEAMIENTO DE INCORPORACIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 17 julio del 2017

Atentamente,

Lic. MARCÍA CHILUISA
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0502214307

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Auditoría energética del sistema eléctrico en la Cooperativa San Francisco “La Matriz” y planteamiento de incorporación de un tablero de transferencia automática

Fecha de inicio: Septiembre del 2017

Fecha de finalización: Junio 2017

Lugar de ejecución: Calle Juan Montalvo y Av.12 de Noviembre, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua, Zona 3.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo

- Nombre: Mss. Ing. Ernesto Manuel Abril Garcés
- Celular: 0996111485
- Cédula de identidad: 1800800433
- Correo electrónico: eatel_4@hotmail.com

Coordinador del proyecto de investigación

- Nombre: Campos Freire Celson Guillermo
- Celular: 0979699864
- Correo electrónico: celson.campos9@utc.edu.ec
- Dirección: Tungurahua- Pelileo- Huambaló- Calle 24 de Mayo

Área de Conocimiento:

Estudio energético

Línea de investigación:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la UTC: Línea 6: Energía, potencia, electromecánica y electrónica

Sub líneas de investigación de la Carrera:

- Utilización eficiente de energía.
- Sistemas eléctricos, electromecánicos y electrónicos

Se acoge las anteriores sub líneas de investigación al encontrarse concatenadas directamente con el estudio del proyecto de investigación, relacionado la utilización eficiente de la energía a través del conocimiento de áreas tales como: Sistemas eléctricos, electromecánicos y electrónicos.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

La problemática del presente proyecto, consistió en la necesidad de una Auditoria Energética del sistema eléctrico, para garantizar la calidad del suministro en la Cooperativa San Francisco “la Matriz”, en donde se detectaron algunas novedades como el desperdicio de recursos económicos en la cancelación del uso energético, debido a que aún se utilizan en esta institución focos fluorescentes en lugar de los LED, que resultan beneficiosos y ahorradores, además, de la falta de automatización de los procesos de transferencia de energía eléctrica del grupo electrógeno o de la red normal, este es un paso que se realiza para compensar la falta o falla de electricidad, proceso que se realiza en la actualidad en la Cooperativa de manera manual, es decir, el encargado de realizar esta transferencia debe apresurarse a la sala del grupo electrógeno y manualmente ejecutar este paso, lo que hace que se demore mucho tiempo y exista el riesgo de no alcanzar a realizar la transferencia, siendo el apagón un hecho eminente en la Institución, así como la pérdida de información y daños en los hardware - software de la misma.

El investigador se ha planteado para esta problemática proponer para la entidad la incorporación de un tablero de transferencia automática, mismo que tendrá como función el adquirir los diferentes parámetros eléctricos de las fuentes, tales como información del valor del voltaje, valor de intensidad de corriente, etc., lo que es indispensable para mantener informado al sistema de transferencia, posibilitando comparar los datos obtenidos con los datos referenciales, para que en el caso de una falla o falta de electricidad, este tome la resolución de transferencia o re transferencia de la energía eléctrica a la carga.

Los objetivos que permitirán el desarrollo del proyecto será la recopilación de información bibliográfica que respalde parámetros de diseño básico y las características adecuadas que deberá tener el tablero de transferencia automática, la selección de los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos mediante cálculo matemático, lo que permitirá que el funcionamiento este dado por la unidad de tipo inteligente que deberá ser previamente programada para trabajar en forma automática.

La metodología utilizada es aplicada. Toda la información aquí contenida es respaldada por datos técnicos que se obtuvieron de libros, artículos científicos, páginas webs y catálogos de fabricantes. Posteriormente, estos argumentos técnicos se aplicaron a la propuesta de automatización para la transferencia de energía eléctrica. Además, se plantea una Auditoría Energética con la que se propone garantizar una mejora significativa de la calidad de suministro eléctrico como es en la determinación de balance adecuado de cargas dentro de la Institución Financiera.

Palabras clave: Auditoría energética, tablero de transferencia, grupo electrógeno, automatización.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La justificación del presente proyecto radica en el uso eficiente de la energía. En la actualidad se habla mucho del medio ambiente y del ahorro de los recursos naturales que los seres humanos tenemos a disposición, por lo que, la conservación en el plano energético no es más que un conjunto de actividades encaminadas a lograr una utilización eficiente y equilibrada de los recursos, siendo indispensable reducir los desperdicios de energía, lo que

se lograra en la presente investigación a través de la aplicación de una Auditoría Energética en la Cooperativa San Fráncico la Matriz.

Con la Auditoria Energética garantizamos una mejora significativa de la calidad de suministro eléctrico como es en la determinación de balance adecuado de cargas, en el confort de cada uno de las trabajadores en sus diferentes departamentos con un nivel de iluminación y temperatura adecuada, a la vez que reducirá el rubro económico a cancelar de la planilla eléctrica, con la utilización de sistemas automátats capaces de actuar en el momento y con la fiabilidad adecuada en el control de luminarias en la Cooperativa San Fráncico la Matriz.

Para la aplicación de esta auditoría en la Cooperativa, se analizará la calidad de energía acerca de la calidad del producto, se realizará de acuerdo a la Regulación No. CONELEC 004/001, y la influencia de los armónicos de corriente mediante la norma internacional IEEE–Standard-519-1992. Además, por medio de la ejecución de propuestas fundamentadas de optimización del uso y administración de energía, se realizarán estudios de los sistemas que funcionan con energía eléctrica (sistema de iluminación, motores eléctricos, sistemas de distribución), así como y donde se utiliza la energía eléctrica con el fin de establecer el gasto innecesario de la misma.

Los beneficiarios de la Auditoria Energética, así como del planteamiento de la incorporación de un tablero de transferencia automática, serán directamente el personal administrativo y operativo de la Cooperativa San Francisco la Matriz y los beneficiarios indirectos serán los socios que conforman y confían en esta Institución Financiera.

El impacto de la investigación se enmarca en el hecho de que con una auditoría energética se puede evaluar y analizar la calidad del servicio eléctrico, así como identificar el potencial de ahorro económico y de impacto ambiental del sistema de iluminación, esto a través de posibles medidas y proyectos orientados al ahorro y reducción del costo de facturación, pero, sobre todo, detectar posibles riesgos de pérdida de información y daño de equipos de la institución financiera.

La utilidad práctica se da en que en muchas ocasiones, cuando la demanda eléctrica es muy grande o por motivos de corte del suministro eléctrico en la Cooperativa se hace imprescindible el uso de una máquina que supla este déficit conocidos como grupo

electrógeno o sistema de emergencia, mismo que está conformado por un generador eléctrico accionado por un motor térmico acoplado en el mismo eje y con los correspondientes dispositivos de control y comando, el motor es el encargado de accionar el rotor del generador para crear una corriente alterna y de este modo producir electricidad pero el problema radica que este proceso manual y el impacto de esta investigación está en la automatización a través de un tablero de control.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El beneficiario directo será la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “la Matriz”, desde el área administrativa hasta el encargado de seguridad, estableciéndose en un promedio de 14 personas y el postulante.

Como beneficiarios indirectos a todos los clientes que hacen uso del servicio financiero instalados en el edificio

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto

Directos	Personal de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz”, en promedio 14 personas y el Postulante
Indirectos	35,740 clientes

Elaborado por: Campos C.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La administración eficiente y equilibrada de energía eléctrica, es un problema que se ha presentado en muchas empresas, no solo del Ecuador sino del mundo entero, debido a que esta energía representa el principal insumo que mueve al mundo y el fallo de este elemento detendría las actividades empresariales, comerciales, etc., y las economías entrarían en crisis, por lo que, este tema ha tomado mayor relevancia en el tiempo actual, convirtiéndose en una necesidad para los administradores, garantizando la calidad, tomando en cuenta la eficiencia y el ahorro que la usan en los equipos eléctricos, lo que permite una mejorar productividad y competitividad entre las empresas.

Como ya se había mencionado anteriormente las empresas tanto del sector industrial u comercial, buscan la calidad del suministro del recurso eléctrico, es decir la estabilidad del

voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico, con el propósito que haya una operación de los equipos eficiente, así como, la tranquilidad de quienes laboran y de sus beneficiarios de cualquier empresa que sean.

Consecuente con la investigación, para lograr esta calidad de energía, el investigador ha planteado una Auditoría Energética a la Cooperativa San Francisco “la Matriz”, debido a la problemática detectada en esta institución financiera radica, en que al elaborar un diagnóstico del suministro eléctrico, así se podrá evaluar técnica y económicamente la calidad de iluminación y con ello plantear la posibilidad de cambio de tipo de luminarias de acuerdo a las normativas vigentes, así como, de evaluar la incorporación de un transferencia de suministro eléctrico entre el grupo de generación y el suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato, a través de la automatización de un tablero de transferencia.

Finalmente, se pretende reducir los costos de las planillas eléctricas de la institución con las observaciones y sugerencias obtenidas de la Auditoría, de igual manera proponer la administración del uso energético y la optimización. Además, de existir la posibilidad de realizar un tablero de transferencia automatizada, se garantiza que no existirán problemas en caso de un corte de energía y la seguridad de equipos y sobre todo de información importante.

Planteamiento del problema de investigación

¿Cómo reducir el consumo y garantizar la continuidad de la energía eléctrica en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “la Matriz”, para mejorar la fiabilidad y eficiencia eléctrica?

6. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar una auditoría energética del sistema eléctrico en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” durante el periodo abril - agosto 2017 y el planteamiento de incorporación de un tablero de transferencia automática.

Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico del suministro eléctrico y consumo de la Cooperativa San Francisco Ltda. “la Matriz”.
- Evaluar técnica-económica la posibilidad de cambio de tipo de luminarias de fluorescentes a led con el cumplimiento de normativas.
- Realizar la simulación de iluminación bajo normativas.
- Proponer un plan de acción para mejorar la calidad del suministro eléctrico y de iluminación en la Cooperativa que contenga recomendaciones y formulación de soluciones
- Evaluar la posibilidad de realizar la transferencia automática de suministro eléctrico entre el grupo de generación y el suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades resultados y medios de verificación

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Elaborar un diagnóstico del suministro eléctrico y consumo de la Cooperativa San Francisco Ltda. “la Matriz”.	<p>Realizar una investigación bibliográfica</p> <p>Identificar la infraestructura eléctrica</p> <p>Recolección de los parámetros eléctricos del centro de alimentación del edificio</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos</p>	<p>Formulación de una metodología de trabajo e identificación de normas aplicables al proyecto</p> <p>Informe situacional del sistema eléctrico</p> <p>Obtención de curvas de carga, desbalance, armónicos, energía, flicker</p> <p>Determinación de fallas y planteamiento de soluciones</p>	<p>Documentación bibliográfica</p> <p>Planos eléctricos</p> <p>Cuantificación de la carga instalada</p> <p>Plan de acción para mejorar la calidad de energía</p>
Evaluar técnica-económica la posibilidad de cambio de tipo de luminarias de fluorescentes a led con el cumplimiento de normativas.	<p>Registro de la infraestructura de iluminación</p> <p>Censo de los parámetros de iluminación en las estaciones de trabajo</p>	<p>Planos eléctricos referentes a la iluminación</p> <p>Planos iso-luminicos actuales de las estaciones de trabajo</p> <p>Identificación de las deficiencias del servicio</p>	<p>Informe situacional técnico y económico del servicio de iluminación</p>

Realizar la simulación de iluminación bajo normativas	Inserción y manipulación de datos y planos CAD en el software Dialux	Planteamiento de soluciones mediante simulación y obtención de planos iso-luminicos rediseñados	Plan de acción para mejorar la calidad de iluminación
Proponer un plan de acción para mejorar la calidad del suministro eléctrico y de iluminación en el edificio	Recolección y fusión de los planes de mejora: Calidad de energía e iluminación	Planteamiento de soluciones en la sistema eléctrico en base a normativa	Informe situacional y propuesta de mejoras en la infraestructura de la Cooperativa
Evaluar la posibilidad de realizar la transferencia automática de suministro eléctrico entre el grupo de generación y el suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato	Identificar la situación actual del sistema de transferencia Diseño del sistema de control y fuerza del nuevo tablero de transferencia automatizado	Determinar los equipos que intervienen en el proceso Establecer las falencias y fortalezas del grupo electrógeno Diagramas de control y fuerza del tablero de transferencia	Memoria técnica sobre el diseño del tablero de transferencia y especificaciones técnicas

Elaborado por: Campos C.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Calidad de la Energía Eléctrica

Establecer una definición de “Calidad de Energía”. En términos generales, se diría calidad de energía a la característica que presenta el suministro de energía eléctrica para que un equipo funcione correctamente. Los factores a considerar son: regulación de voltaje, nivel de impulsos y ruido, frecuencia, forma de onda de corriente y de voltaje, la ausencia de interrupciones. En la actualidad, ciertos ingenieros han considerado fenómenos como: estudios de generación y compatibilidad electromagnética. El estudio de calidad de energía básicamente se centra en la forma de onda de corriente y voltaje en un determinado punto de estudio.

La calidad de energía eléctrica estudia todo el sistema eléctrico, desde generación hasta distribución, pero existen puntos fundamentales en el estudio donde se hace hincapié como la distribución. Por lo general la carga produce una distorsión de la forma de onda de corriente y voltaje, es más notable al estar cerca de la fuente de distorsión. También son sometidos a evaluación y análisis de calidad energética a los sistemas de generación y transmisión.

Se utiliza el término Calidad de Energía Eléctrica, al describir una combinación de especificaciones a través de las cuales el producto o el servicio del suministro eléctrico cumplen los requerimientos del cliente al contar con un servicio de buena calidad, funcionamiento adecuado y costos viables, estableciendo un estado confiable de operatividad de equipos sin afectar el ambiente y estado del personal.

La pérdida de la calidad energética se establecería como: “deterioro de las señales de corriente y tensión” con respecto a la forma de onda, variación de frecuencia en muchas ocasiones conllevan a la interrupción de los procesos y en ocasionando producen averías.

En los últimos años se ha profundizado el problema con la calidad del Producto (calidad de energía). Por este motivo Instituciones especializadas en el tema, como: *Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE*, *Internacional Electrotechnical Comission -IEC*, *Comite Européen de Normalisation Electrotechnique -CENELEC*, *The National Electrical Manufacturers Association - NEMA*, etc. han desarrollado normativas, estándares y métodos de medición y construcción de equipos de medición de calidad de energía, perfeccionándolos con el transcurrir del tiempo.

Para la calidad de servicio eléctrico el ente regulador por lo general es estatal y el ente regulador es la empresa de distribución, la misma que puede ser pública o privada. Dado que la empresa de distribución es la llamada a cuidar por la calidad del servicio, las regulaciones o recomendaciones establecen que esta debe monitorear y corregir los problemas en la calidad de energía para el bien de sus usuarios.

Ecuador tiene pocos años de haber iniciado el proceso de regular a las empresas eléctricas de distribución. Esta tardanza le ha dado el beneficio de haber recogido la experiencia de países vecinos, para regular sus empresas de distribución con mayor criterio.

Marco teórico acerca de Calidad de Energía

(Castañeda & Castañeda, 2010); Los problemas se presentan al existir disturbios de la calidad de energía eléctrica en el suministro. La mayoría de las veces resultan en una detención temporal de los procesos industriales, a esta interrupción están asociados altos costos, una vez que es la causa de pérdidas significativas de producción y descarte de materiales debido a la

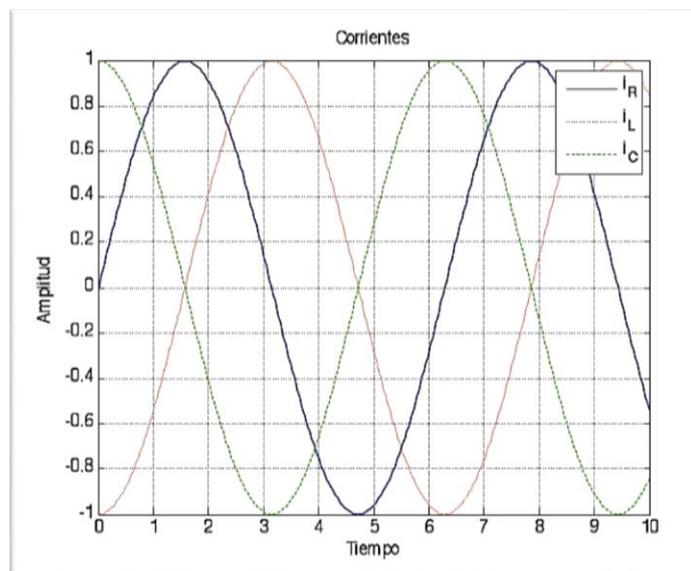
necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba, y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas o por concluir con productos defectuosos.

- **Cargas Lineales.**

Esto ocurre cuando en la carga posee elementos como resistencias, inductancias y condensadores de valores fijos. Con estas características en el sistema se tiene un voltaje y corriente senoidal, y por lo general existe un desfase entre ellos.

La iluminación incandescente y las cargas de calefacción son lineales en naturaleza. Esto es, la impedancia de la carga es esencialmente constante independientemente del voltaje aplicado. Como se ve en la Figura N° 1, en los circuitos de corriente alterna -AC la corriente se incrementa proporcionalmente al incremento del voltaje.

Figura 1: Ondas de corriente de carga



Fuente: (Castañeda & Castañeda, 2010) (p. 77).

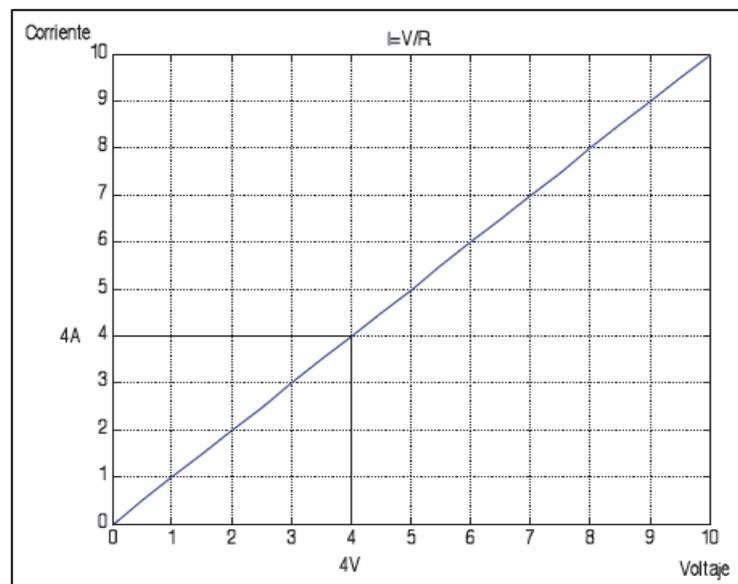
Corrientes lineales: I_R es una corriente pura de circuito resistivo; I_L es una corriente de circuito parcialmente inductiva (atrasada); e I_C es una corriente de circuito parcialmente capacitiva (adelantada).

Una resistencia pura, una inductancia y una capacitancia son todas lineales. Lo cual significa que si una onda senoidal de voltaje de una cierta magnitud es puesta en un circuito que contiene una resistencia pura. Por ejemplo, la corriente en el circuito obedece a la ley de Ohm $I=V/R$, para un valor específico de ohmios, la relación entre los voltios y los amperios es una línea recta.

Con una carga lineal, la relación entre el voltaje y la corriente es lineal y proporcional; éste tipo de cargas no representan un problema de distorsión de la forma de onda por el hecho de comportarse de manera lineal.

En la Figura N° 2 para el gráfico de corriente la línea diagonal cuando posee un valor de pendiente “ m ” representa una resistencia fija del mismo valor.

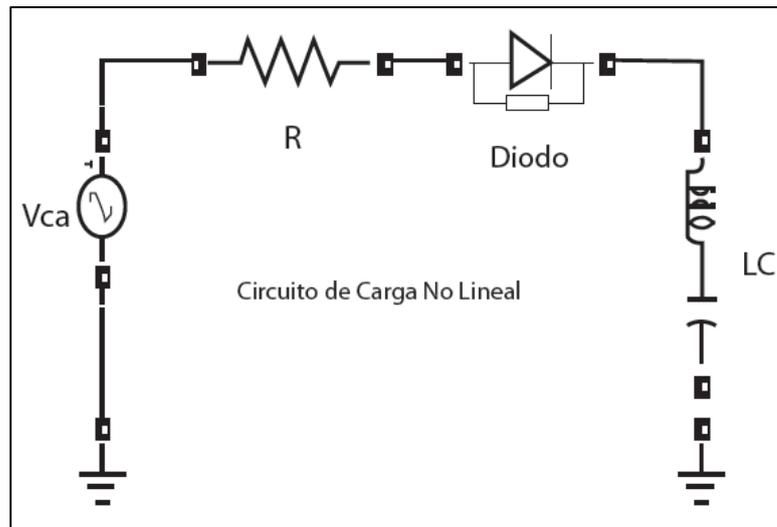
Figura 2: Curva del componente de una carga lineal



Fuente: (Castañeda & Castañeda, 2010) (p. 78).

- **Cargas No Lineales.**

Las cargas no lineales demandan una corriente no senoidal, cuyo paso por la impedancia del sistema provoca una caída de voltaje no senoidal, lo cual se traduce en una distorsión de voltaje en los terminales de la carga. Entre las cargas no lineales más comunes tenemos los convertidores estáticos, dispositivos magnéticos saturados y hornos de arco. La Figura N° 3 presenta un circuito de carga no lineal.

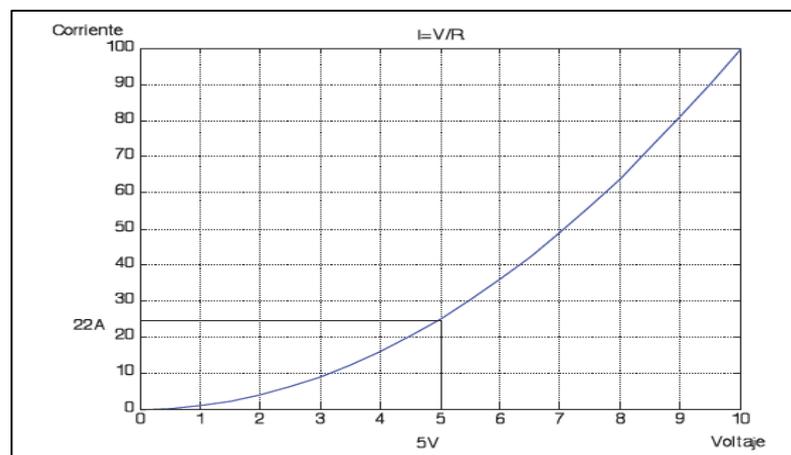
Figura 3: Circuito de carga no lineal

Fuente: (Castañeda & Castañeda, 2010) (p. 78).

El uso de las cargas no lineales se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Los convertidores estáticos son las cargas no lineales más utilizadas en la industria donde se las usa para una gran variedad de aplicaciones, tales como fuentes de poder para procesos electroquímicos, variadores de velocidad y fuentes ininterrumpibles de poder (UPS).

Una alta distorsión de corriente provoca calentamiento excesivo en conductores y transformadores, así como interferencia en equipos de comunicación mientras que la distorsión del voltaje provoca una operación incorrecta de equipos sensibles (computadoras, microcontroladores).

Con una carga no lineal no se tiene una relación directa entre el voltaje y la corriente, como se aprecia en la Figura N° 4.

Figura 4: Curva del comportamiento de una carga no lineal

Fuente: (Castañeda & Castañeda, 2010) (p. 78).

Los principales efectos de las cargas no lineales en los sistemas eléctricos son:

- Distorsión de voltaje en el sistema eléctrico.
- Interrupción de procesos productivos.
- Excesivas corrientes de retorno en el neutro.
- Altos niveles de voltaje de neutro a tierra.
- Sobrecalentamientos en los transformadores y elevados campos electromagnéticos.
- Disminución en la capacidad de los equipos de distribución.
- Penalizaciones tarifarias debido al bajo factor de potencia.

Regulación en el Ecuador

El CONELEC es el organismo encargado de regular todo lo que concierne al uso de energía eléctrica en el país, tal como su generación, transmisión, distribución; para este caso calidad de energía a través de la Regulación CONELEC No -004/01. Dentro de la Regulación de la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución comprende los siguientes puntos de análisis:

- Calidad del Producto
- Calidad del Servicio Técnico
- Calidad del Servicio Comercial

Dentro del siguiente estudio se hará énfasis a la calidad del producto, dentro del cual percibe los siguientes puntos:

- Nivel de voltaje
- Perturbaciones de voltaje
- Factor de Potencia

Perturbaciones en los Sistemas Eléctricos

El concepto "Perturbaciones Eléctricas y Calidad de Energía Eléctrica " es un tema esencial el cual ha evolucionado en la última década a escala mundial, está relacionada con las perturbaciones eléctricas que pueden afectar a las condiciones eléctricas de suministro y ocasionar el mal funcionamiento o daño de equipos y procesos. Por tal razón, se requiere un

tratamiento integral del problema desde diversos frentes. Estos comprenden, entre otros, investigación básica y aplicada, diseño, selección, operación y mantenimiento de equipos, normalización, regulación, programas de medición y evaluación, capacitación de personal.

Clasificación de Fenómenos Perturbadores

- **Norma Europea EN 50160**

(EN50160 , 1994); Esta norma especifica las características principales del voltaje que debe ser suministrado a una red de bajo o medio voltaje. El punto de entrega de energía deberá cumplir con los requerimientos de esta norma en países europeos.

Tabla 3: Clasificación de fenómenos perturbadores según EN 50160

Categoría	Espectro típico	Periodo mínimo de medición	Datos aceptables
1. Frecuencia	$\pm 1\%$ (49,5-50,5 Hz)	Medición durante un periodo de 10 segundos	99,5%. 7 días de medición
2. Variaciones de voltaje	$\pm 10\%$ de variación de voltaje	Voltaje RMS Periodos de 10 minutos	95% de 7 días continuos
3. Índice de severidad de Flicker de larga duración	$Plt \leq 1$	Cada 2 horas	95% de la semana
4. Huecos de voltaje	$V \leq 60\%$ Duración < 1 seg.		
5. Interrupción breve de voltaje	$V \leq 10\%$ Duración: hasta 3 min		
6. Interrupción prolongada de voltaje	Duración: > 3 min		< 10- 50 por año
7. Sobrevoltaje temporal	< 1,5 kVrms		
8. Sobrevoltaje transitoria	< 6 kV Duración: μs -ms		
9. Desequilibrio de voltaje	$\pm 2\%$	10 min	95% de la semana
10. Voltaje armónico	Ver en la Tabla N° 4		

Fuente: Citada en "Perturbaciones en redes eléctricas", 2012

Tabla 4: Límites de armónicos según EN 50160

Armónicos			
Múltiplos de 3		Impares	
Orden	Voltaje relativo %	Orden	Voltaje relativo %
5	6	3	5
7	5	9	1.5
11	3.5	15	0.5
13	3	21	0.5
17	2	Pares	
19-25	1.5	2	2
		4	1
		6-24	0.5

Fuente: Citada en "Perturbaciones en redes eléctricas", 2012

- **IEEE 1159 (1995)**

Según el estándar IEEE 1159 (1995), cada fenómeno perturbador se clasifica por valores de Espectro, Duración y Magnitud del voltaje. Las perturbaciones se clasifican de la siguiente forma:

1. **Transitorios**
2. **Variaciones de voltaje de corta duración**
3. **Variaciones de voltaje de larga duración**
4. **Desbalance de tensión**
5. **Distorsión de forma de onda**
6. **Fluctuación de voltaje**
7. **Variaciones de frecuencia**

Tabla 5: Clasificación de fenómenos perturbadores según IEEE 1159 (1995)

Categoría	Espectro típico	Duración típica	Magnitud típica de voltaje
1. Transitorios			
Impulsivos			
• Nanosegundos	5 ns (rise)	< 50 ns	
• Microsegundos	1µs(rise)	50 ns- 1ms	
• Milisegundos	0,1 ms(rise)	>1ms	
Oscilatorios			
• Baja frecuencia	< 5 kHz	0,3-50 ms	0-4 pu
• Media frecuencia	5-500 kHz	20 µs	0-8 pu
• Alta frecuencia	0,5-5MHz	5 µs	0-4 pu

2. Variaciones de corta duración			
Instantáneas			
• Disminuciones de tensión		0,5-30 ciclos	0,1 – 0,9 pu
• Subidas de voltaje Momentáneas		0,5-30 ciclos	1,1 – 1,8 pu
• Interrupción			
• Sag		0,5 ciclos– 3 s	< 0,1 pu
• Swell		30 ciclos – 3 s	0,1 – 0,9 pu
Temporarias		30 ciclos – 3 s	1,1 – 1,4
• Interrupción			
• Sag		3 s – 1 min	< 0,1 pu
• Swell		3 s – 1 min	0,1 – 0,9 pu
		3 s – 1 min	1,1 – 1,2 pu
3. Variaciones de larga duración			
• Interrupción sostenida		>1 min	0,0 pu
• Subvoltajes		>1 min	0,8 – 0,9 pu
• Sobrevoltajes		>1 min	1,1 – 1,2 pu
4. Desbalance de voltaje		Estado estable	0,5 % - 2%
5. Distorsión de forma de onda			
• Offset de CC (dc offset)		Estado estable	0% - 0,1%
• Armónicos		Estado estable	0% - 20%
• Interarmónicos	0–Cientos de	Estado estable	0% - 1%
• Muestras (notching)	Hz	Estado estable	
• Ruido (Noise)	0 – 6 kHz	Estado estable	0% - 1%
6. Fluctuación de voltaje	< 25Hz	Intermitente	0,1% - 7%
7. Variaciones de frecuencia		< 10 s	

Fuente: Citada en IEEE 1159, 1995

(Roger C, Marck F, & Surya , 2004); A continuación, se realiza una breve descripción de la Clasificación de fenómenos perturbadores según IEEE 1159 (1995):

1. Transitorios

Un transitorio es la distorsión de la forma de onda de CA en un sub-ciclo que se la toma como una deformación de la forma de onda. La definición radica en que los transitorios son eventos que ocurren en un sub-ciclo.

Algunos transitorios son difíciles de detectar y tratar debido a que son fenómenos de muy corta duración. La gravedad de este fenómeno dependerá de las condiciones de operación del sistema eléctrico y el momento en el que ocurra. Los equipos convencionales no son aptos para detectar la medida y duración de este fenómeno, deben ser equipos especiales los destinados a la toma

de datos. Por ejemplo, si un transitorio tiene una duración de 1 ms se lo caracteriza con una frecuencia de 10 kHz, el instrumento de medida debe ser capaz de responder con una frecuencia de al menos 10 veces 10 kHz, es decir 100 kHz, para así describir las características del transitorio ocurrido. Si se tiene transitorios más rápidos es necesario mayores frecuencias de muestreo.

2. Variaciones de Corta Duración

Según la regulación IEC 1159 las variaciones de voltaje de corta duración se subdividen por su duración en: instantáneas, momentáneas o temporarias.

Dependiendo de la localización de la falla y de las condiciones del sistema eléctrico, dicha falla puede causar variaciones como disminución de voltaje (sags), elevación de voltaje (swells), o una interrupción total del voltaje.

3. Variaciones de Voltaje de Larga Duración

Se denomina variación de voltaje de larga duración cuando un evento de interrupción, sobrevoltaje, subvoltaje tiene una duración mayor a un minuto.

Generalmente, los sobrevoltajes, subvoltajes no son resultados de fallas en el sistema, sino que se deben a variaciones en la carga o en el sistema de operación. Este tipo de eventos se los muestra en gráficas de voltaje rms vs tiempo

4. Desbalance de Voltaje

Se tiene una condición de desbalance de voltaje si las tres fases de voltaje no tienen la misma amplitud, no están desplazados entre sí 120 grados eléctricos, o ambas a la vez.

El desbalance voltaje es definido por estándares internacionales usando componentes simétricos. En un sistema de alimentación de energía eléctrica trifásico, la aparición de secuencia negativa o cero muestran el desequilibrio del sistema. Si el sistema eléctrico es balanceado exactamente en la misma proporción, en las tres fases únicamente aparece la

secuencia positiva. El grado de desbalance relaciona la componente de secuencia negativa o secuencia cero con la componente de secuencia positiva. Al tener corrientes desbalanceadas se genera una componente de secuencia negativa o cero de corriente, resultando la aparición de una componente de secuencia negativa o cero de voltaje. Mostrando así el desbalance en el sistema trifásico de energía.

5. Distorsión de la Forma de Onda

La fuente más común de distorsión de la forma de onda de voltaje es el uso de cargas no lineales, las mismas que consumen corriente deformadas y por este motivo son fuentes de corrientes armónicas que circulan por la red de energía eléctrica. Las cargas no lineales consumen corriente, la misma que no es proporcional al voltaje aplicado. El estándar IEEE 1159 (1955) muestra cinco tipos de distorsiones de formas de onda como son: Armónicos, Interarmónicos, Muecas (Notching), Ruido (Noise) y DC off-set.

6. Fluctuaciones de Voltaje

Según la norma IEC 61000-2-1, las fluctuaciones de voltaje son variaciones cíclicas o sistemáticas de la envolvente de voltaje. El rango de las perturbaciones de voltaje no excede el 10% del voltaje nominal del punto en cuestión. Las causas se deben generalmente a un cambio considerable de impedancia de carga provocando cambio de corrientes en la red eléctrica y por consiguiente fluctuaciones de voltaje en punto de conexión con la carga.

El funcionamiento de cargas variables importantes genera fluctuaciones de voltaje, resultando visible en el cambio de intensidad luminosa en equipos de iluminación. El resultado de este tipo de perturbación es conocido como Flicker.

7. Variaciones de Frecuencia.

La frecuencia nominal del sistema eléctrico ecuatoriano es 60Hz, cualquier cambio de dicha magnitud se denomina variación de frecuencia. Se relaciona directamente con la conexión o desconexión de grandes cargas o grupos de generación, las cuales pueden afectar la frecuencia

en la que opera el sistema eléctrico. En la actualidad, variaciones significativas de frecuencia son muy raras.

Indicadores Energéticos

(Álvarez, 2007): Los indicadores son parámetros de medición que integran generalmente más de una variable básica que caracterizan un evento, a través de formulaciones matemáticas sencillas, permitiendo una fácil comprensión de las causas, comportamiento y resultados de una actividad.

Tipos de Indicadores Energéticos

Asimismo, existen distintos tipos de indicadores energéticos que permiten evaluar distintas variables:

Índice de Consumo

- Energía consumida / Producción realizada o servicios prestados.
- Energía consumida / Área construida

Índice de Eficiencia

- Energía teórica / Energía real.
- Energía producida / Energía consumida

Índice Económico-Energético

- Gastos energéticos / Gastos totales
- Gastos energéticos / Ingresos
- Energía total consumida / Valor de la producción realizada.

Índice de Potencia (W/m^2): La densidad de potencia eléctrica de alumbrado (DPEA) o índice de potencia se define como la carga instalada del sistema de iluminación por metro cuadrado

construido. Este indicador establece los niveles mínimos de eficiencia energética que se deben cumplir en términos de potencia eléctrica para alumbrado, considerando los niveles de iluminancia requeridos.

Así pues, estos indicadores energéticos representan una buena fuente de comparación, debido a que éstos determinan si la utilización actual de la energía es sostenible. En caso contrario, los indicadores energéticos establecen el punto de partida para reestructurar y lograr mayor eficiencia en los sistemas analizados. Sin embargo, se debe considerar que los valores de estos indicadores dependen del tipo, actividad y características de la edificación en estudio, así como de los costos de la energía y la ubicación geográfica.

Auditoría Energética

(AEDIE, 2003); La auditoría energética (AE) se define como un procedimiento que permite establecer el conocimiento energético a través del estudio de los factores que afectan en el consumo de energía. De esta forma, se especifican los diferentes sistemas que integran a la empresa o entidad en estudio y la forma de cómo consumen cada uno de dichos sistemas.

Adicionalmente, las auditorías energéticas identifican las posibles oportunidades de ahorro energético en los sistemas estudiados, proporcionando las características y datos específicos para definir medidas para ahorrar energía y reducir costos a través de alternativas de corto, mediano y largo plazo.

Se puede concepcionar a la Auditoría Energética como un proceso analítico que basado en información histórica y puntual, mediante la toma de datos y mediciones sistematizadas, verifique el estado de eficiencia energética de los equipos y sistemas, de forma que permita, no sólo detectar los posibles puntos de ahorro energético, sino también poder evaluarlos cuantitativamente.

Objetivos de una Auditoría Energética

Algunos de los objetivos que se proponen en la realización de una auditoría energética en las instalaciones de un edificio:

- Evaluar el contrato de los servicios y demandas contratadas, así como el análisis del historial de consumo energético.
- Verificar el cumplimiento de la normativa en cuanto al uso eficiente de la energía eléctrica.
- Identificar la existencia de indicadores energéticos; en caso contrario, elaborarlos con la información recolectada.
- Elaborar un censo de carga de los diferentes sistemas presentes en la edificación.
- Realizar mediciones con instrumentos específicos que permitan corroborar el censo de carga teórico y posibles potenciales de ahorro energético.
- Diagnosticar los posibles ahorros energéticos en los diferentes sistemas del inmueble.
- Definir alternativas y medidas para ahorrar energía y reducir costos asociados al consumo energético.
- Educar a los usuarios en cuanto al uso eficiente de la energía se refiere.
- Realizar un estudio técnico-económico de las diferentes alternativas de ahorro energético para priorizar en un lapso de corto, mediano y largo plazo.

Tipos de Auditoría Energética

El término auditoría energética es comúnmente utilizado para describir un amplio espectro de estudios energéticos que van desde un rápido paseo a través de un procedimiento para identificar los principales problemas, a un análisis exhaustivo de las implicaciones de otras medidas de eficiencia energética suficientes para satisfacer los criterios financieros solicitados por los inversores.

- **Auditoría Energética Preliminar**

Es el más simple y más rápido tipo de auditoría, una breve reseña de instalación, de facturas de servicios públicos y otros datos de explotación, es una inspección visual de la Planta que pretende visualizar las oportunidades más evidentes de conservación de energía de la misma, dando una caminata a través de la instalación para familiarizarse con la construcción y operación para identificar cualquier zona de desperdicio de energía o de ineficiencia.

Típicamente, sólo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoría. Las medidas correctivas se describen brevemente y las acciones son de bajo costo.

Este nivel de detalle, aunque no suficiente para llegar a una decisión final sobre la ejecución de un proyecto de medidas, es suficiente para dar prioridad a proyectos de eficiencia energética y para determinar la necesidad de una auditoría más detallada.

- **Auditoría Energética Detallada**

Es una evaluación detallada de las oportunidades de reducir consumos y costos energéticos.

Requiere el uso de equipos de medida y su alcance puede abarcar la totalidad de los recursos energéticos de la empresa, o solo un tipo de recurso.

Requiere un levantamiento completo de los consumos históricos de los diferentes energéticos a considerar. Su costo puede ser apreciable y su duración puede ser de algunas semanas o hasta unos pocos meses dependiendo de la complejidad del sector a ser evaluado.

- **Auditoría Energética Especial**

Es una evaluación más profunda a la obtenida en la AED, llegando al detalle de toma de registros por aparato, medición de otros parámetros en diferentes partes de la distribución del energético, análisis de fallas durante un período determinado y su efecto en las horas hábiles de trabajo.

Estas AE se vuelven permanentes, durante un periodo de tiempo que puede ser de un año y en el cual se deben efectuar los correctivos necesarios para el éxito de los cambios e inversiones efectuadas. Su costo es alto y requiere de una firma auditora que tenga todos los instrumentos requeridos para una AE sofisticada

.

Fases de una Auditoría Energética

(CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) , 1995); La Auditoría Energética comprende diferentes fases o niveles de estudio, dependiendo el alcance que se desea lograr.

En ocasiones hay autores que plantean dos niveles como otros plantean tres e incluso hasta cuatro niveles.

Por lo general, la AE abarca tres niveles mediante la siguiente clasificación realizada por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) , 1995).

- **Diagnóstico Energético Preliminar**

Este diagnóstico también se conoce como diagnóstico de recorrido y consiste en una inspección visual de los sistemas energéticos de la edificación. De igual forma, este nivel comprende la recolección de información estadística de consumo y facturaciones por concepto de electricidad, combustible y agua. Este diagnóstico proporciona una visión global del estado energético del edificio y una idea introductoria de los posibles potenciales de ahorro energético. Del diagnóstico de esta fase resultan medidas de ahorro o de aumento de la eficiencia energética de aplicación inmediata con una inversión económica mínima.

- **Diagnóstico Energético de Nivel 1 (DEN 1)**

Esta fase consiste en la recolección de información para su análisis, enfatizando en las zonas o fuentes de posible mejoramiento para un uso más eficiente de la energía. Con la información recolectada se aprecia un panorama detallado de los esquemas de utilización de los distintos sistemas de conversión primaria y distribución de energía como de los equipos asociados a dichos sistemas. Esto permite definir alternativas que, posteriormente, serán evaluadas tanto técnico como económicamente.

- **Diagnóstico Energético de Nivel 2 (DEN 2)**

Este diagnóstico incluye todos los sistemas energéticos que presentan mayores potenciales de ahorro energético. Esta fase es la continuación del DEN 1, pero se especifica con detalle las características de consumo de cada equipo de los diferentes sistemas energéticos y, a su vez, se presenta las medidas para ahorrar energía. Estas alternativas representan un cambio tecnológico y de mayor eficiencia en la instalación de la edificación, habiendo considerado su factibilidad técnica-económica.

Actividades de una Auditoría Energética

Para llevar a cabo una Auditoría Energética es necesario realizar diversas actividades de acuerdo al tipo de edificación y forma de consumo de la misma. En este sentido, la guía de Gestión Energético Empresarial, las resume de la siguiente manera:

- Reunión inicial en la empresa.
- Integración del grupo de trabajo.
- Determinación de la información necesaria para el diagnóstico.
- Selección de unidades, áreas y equipo a diagnosticar.
- Planeación de los recursos y el tiempo.
- Revisión metrológica en los lugares claves a diagnosticar.
- Recopilación de información.
- Elaboración del plan de mediciones.
- Mediciones de campo, recopilación y filtrado de datos.
- Procesamiento de datos y análisis de resultados.
- Determinación de posibles medidas de ahorro.
- Definición de medidas de ahorro y proyectos de mejora de eficiencia energética.
- Elaboración y presentación del informe final de diagnóstico.

Adicionalmente, se puede incluir mediciones específicas de acuerdo al sistema energético a estudiar, como estudios de luminotecnica o temográficos, entre otras.

Instrumentos de una Auditoría Energética

Los instrumentos que se suelen utilizar en una Auditoría Energética dependen del alcance de la misma. La entidad bancaria analizada en este informe se enfoca al estudio del sistema de iluminación por lo que los instrumentos utilizados comprenden:

- **Multímetro:** Instrumento de medición que se utiliza para registrar los valores de tensión AC/DC, corriente AC/DC, resistencia, continuidad, frecuencia entre otras funciones. Existen multímetros que tienen asociado una pinza amperímetro, resultando de gran utilidad pues se evita interrumpir los circuitos para la medición de la corriente.

Figura 5 : Pinza amperimétrica



Fuente: Campos C.

- **Analizadores y registradores de parámetros eléctricos:** Instrumentos de medición y registro de variables eléctricas como tensión, corriente, potencia activa y reactiva, factor de potencia, energía consumida, *flickers*, desequilibrios y distorsión armónica total.

Figura 6: Registrador de parámetros eléctricos



Fuente: <http://www.adinstruments.es>

- **Instrumento combinado 4 en 1:** Instrumento que permite registrar la cantidad de luxes, temperatura ambiente, humedad relativa, la velocidad y dirección del viento.

Figura 7: Instrumento combinado 4 en 1



Fuente: Campos C.

- **Cámara termografía:** Instrumento que capta y almacena datos de temperatura a partir del espectro electromagnético infrarrojo medio. Esto permite realizar una medición detallada de un objeto a distancia y en tiempo real.

Figura 8: Cámara termográfica



Fuente: <http://www.fluke.com>

- **Medición sin picas:** (Fluke, 1995); El comprobador de puesta a tierra 1625-2 de Fluke puede medir resistencias de bucle de tierra utilizando solo pinzas. Con este método, se ubican dos pinzas alrededor de la varilla de conexión a tierra y cada una se conecta al comprobador. No se utiliza ninguna pica de puesta a tierra. Con una de las pinzas se induce una tensión fija conocida, mientras que con la otra se mide la corriente. Luego el comprobador determina automáticamente la resistencia de la varilla de puesta tierra. Este método de medición solo funciona si el edificio o estructura en donde se realiza la medición cuenta con un sistema de puesta a tierra, aunque la mayoría lo tiene. Si existe solo una trayectoria a tierra, como sucede en muchas aplicaciones residenciales, el método sin picas no proporcionará un valor fiable y se debe utilizar el método de prueba de caída de potencial. Con el método sin picas, no es necesario desconectar la varilla de puesta a tierra, por lo que no se altera el sistema de puesta a tierra existente durante la medición. Ya no es necesario dedicar tiempo a colocar y conectar picas para cada varilla de puesta a tierra de su sistema, con lo que se ahorra mucho tiempo. También puede efectuar mediciones de puesta a tierra en lugares que antes no hubiese considerado: dentro de edificios, en torres de alta tensión o en cualquier lugar donde no haya contacto directo con el suelo.

El comprobador más completo

El modelo 1625-2 de Fluke es un comprobador de puesta a tierra único que puede realizar los cuatro tipos de medición de puesta a tierra:

- Caída de potencial de 3 y 4 hilos (utilizando picas)
- Comprobación de resistividad del terreno de 4 hilos (utilizando picas)
- Comprobación selectiva (utilizando 1 pinza y picas)
- Comprobación sin picas (utilizando sólo 2 pinzas)

Figura 9: Fluke 1625-2 Advanced earth



Fuente: <http://www.fluke.com>

Sistema de iluminación

(Manual Energía, 2005): El sistema de iluminación se define como “los números dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz”. Éstos pueden ser sencillos o complejos, sin embargo, la mayoría están compuestos por el balastro, la lámpara, la luminaria y el control.

- **Lámpara:** Es la fuente de luz que puede ser un bombillo incandescente, fluorescente, halógeno, leds, sodio de alta o baja presión, fluorescente compacto, entre otros.

Figura 10: Lámpara de sodio de alta presión



Fuente: <http://editorial.cda.ulpgc.es>

Balastro: Es el dispositivo que regula la cantidad de corriente y tensión de la lámpara fluorescente. Éste puede ser electromagnético o electrónico.

Figura 11: Balastro electrónico



Fuente: <https://spanish.alibaba.com>

- **Luminaria:** “Aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación”

Figura 12: Luminarias estancas para fluorescentes lineales



Fuente: <http://www.screenluz.com>

- **Control:** Es el dispositivo que controla el encendido y apagado de las lámparas de forma manual o automática.

Figura 13: Interruptor simple para el control de lamparas



Fuente: <http://faradayos.blogspot.com>

(Obralux, s/f): De acuerdo al tipo de ambiente y actividad a realizar, área a iluminar, nivel de tensión de suministro, se pueden clasificar los tipos de lámparas:

- **Incandescente:** Lámparas cuya luz se produce al pasar una corriente eléctrica por un filamento de tungsteno, hasta alcanzar una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles. Para evitar que el filamento haga combustión se recubre con una ampolla de vidrio sellada al vacío o con un gas.
- **Halógenos:** Funciona bajo el mismo principio de las lámparas incandescentes, pero en este caso la ampolla posee un componente halógeno agregado al gas que, trabaja como elemento regenerativo.
- **Fluorescentes:** Tubos de vapor de mercurio a baja presión, donde predominan las radiaciones ultravioletas (UV). Las paredes interiores de los tubos se recubren con polvos fluorescentes que convierten las radiaciones UV en radiaciones visibles.
- **Compactos Fluorescentes:** Estos bombillos reúnen las cualidades de los tubos fluorescentes en las dimensiones de un bombillo incandescente. Poseen buenas características de la reproducción del color y bajo consumo de energía, con un rango considerable de vida útil.
- **Mercurio:** La luz emitida por esta lámpara es azul verdoso, característico de la alta presión. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales, el cual ioniza el contenido del bombillo y facilita la descarga y, por consiguiente, el encendido de la luminaria. Este proceso dura aproximadamente 4 minutos,

pasando la lámpara de un tono violeta a uno blanco azulado. Se necesitan balastos para regular la corriente y de un capacitor para mejorar el factor de potencia.

- **Metal Halide:** Lámparas que contienen un tubo de descarga relleno de mercurio a alta presión y compuesto por una mezcla de halógenos metálicos. Esto permite que sea una lámpara de alta eficiencia, excepcional rendimiento del color y buen mantenimiento de lúmenes.
- **Luz Mixta:** Es una combinación del bombillo de mercurio con uno incandescente. Este bombillo no necesita balastro pues su filamento actúa como estabilizador de la corriente.
- **Sodio de Baja Presión:** Es un bombillo que está contenido en una cubierta exterior de vidrio tubular vacío, con capa de óxido de indio en la superficie interna. Esta lámpara trabaja a una temperatura aproximada de 269 °C, lo cual permite que se evaporen restos de sodio depositados en las hendiduras del vidrio y se logre la mayor eficiencia posible. Esta lámpara necesita un balastro que puede ser: balastro con un reactor con o sin ignitor separado o balastro transformador de variación constante.
- **Sodio de Alta Presión:** Estos bombillos poseen exceso de sodio, además de mercurio y xenón que facilita el encendido y limitan la conducción de calor. Esta lámpara abarca casi todo el espectro luminoso visible y suele usarse para la iluminación de exteriores. Utiliza equipos auxiliares para su encendido como una inductancia para estabilizar la corriente, ignitor para el arranque y un condensador para mejorar el factor de potencia.
- **Diodos Emisores de Luz (LED):** Dispositivos semiconductores de estado sólido, muy robustos, fiables, resistentes a las vibraciones y de muy larga duración. El interior de un LED es un pequeño semiconductor encapsulado en una resina especial.

Por otra parte, muchas lámparas poseen equipos auxiliares que permiten el funcionamiento adecuado de la misma:

- **Balastos:** Dispositivos que regulan la corriente que circula por el gas, que de otro modo aumentaría hasta producir la destrucción del bombillo.

- **Arrancadores:** Dispositivos que suministran un pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica.
- **Condensadores:** En vista de que la inductancia del reactor tiene un factor de potencia de 0.4 o 0.5, se debe incrementar por lo menos a 0.8 o 0.9, agregando una capa capacitiva paralela a la entrada del circuito de conexión de la lámpara.

(COVENIN, 1993): Por otra parte, otra variable a considerar para la AE es la iluminancia o nivel de iluminación es el flujo luminoso recibido por una superficie, su símbolo es E y su unidad es el lux (lx). Para conocer si el nivel de iluminación es el adecuado en un puesto de trabajo o en un área en particular, se debe recurrir a normas, por ejemplo la propuesta por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), la cual especifica los niveles apropiados de iluminación.

Por último, se destaca la importancia de la eficiencia de las luminarias, debido a que se puede escoger la lámpara que mejor relacione la cantidad de lúmenes (Lm) y la potencia en vatios (W) de la misma, es decir Lm/W. De esta forma, se puede hallar una lámpara que pueda brindar en un entorno características similares o mejoradas del sistema de iluminación, considerando la potencia consumida por ésta y, a su vez, el posible ahorro económico asociado.

Normativa

Figura 14: Normativas



Fuente: Elaborado por Campos C.

Internacional

Elaborada con el aval de los organismos nacionales de normalización que pertenecen a la organización internacional (ISO, IEC, UIT).

Regional

Elaborada con el aval de los organismos nacionales de normalización.

NORMA EN50160

(EN50160 , 1994); Esta norma describe las características principales que debe tener la tensión suministrada por una red general de distribución en baja y media tensión en condiciones normales y en el punto de entrega al cliente. Como dice su primer apartado: “esta norma da los límites o los valores de las características de la tensión que todo cliente tiene derecho a esperar, y no los valores típicos en la red general de distribución.

Define los límites para la frecuencia nominal de la tensión suministrada, la amplitud de la tensión, las variaciones de la tensión suministrada, las variaciones rápidas de la tensión (amplitud de las variaciones y severidad de los parpadeos), los huecos de tensión, las interrupciones de corta y larga duración del suministro, las sobretensiones temporales y transitorias, el desequilibrio de la tensión suministrada, las tensiones armónicas e ínter armónicas y la transmisión de señales de información por la red, así como los protocolos de medida.

Es importante resaltar que la norma solo es aplicable en condiciones normales de operación e incluye una lista de operaciones en las que los límites no son aplicables, como las operaciones realizadas después de una falla, acciones industriales o cortes de suministro debidos a eventos externos.

Tabla 6: Límites según norma EM50160

Evento en la tensión de suministro	Magnitud	Duración
Sags	90% < 1%	10ms < 1 minuto
Baja de Tensión	90% < 1%	> 1 minuto
Interrupción de suministro	< 1%	< 3 minutos (breve) < 3 minutos (largo)
Sobretensión temporal	>110%	Relativamente largo
Sobretensión transitoria	>110%	Algunos milisegundos

Fuente: www.ieee.org

NORMA IEC 6100032.

(IEC 6100032, 2014); Se refiere a los límites que se deben tener para las emisiones de corriente armónica, para equipos en los cuales su entrada de corriente por fase sea $\leq 16A$.

Tabla 7: Límites para los equipos clase A según norma 61000-3-2

Orden armónico h	Corriente armónica Máxima permitida (A)
Armónico impares	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq h \leq 40$	$1.84 / h$
Armónicos pares	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq h \leq 40$	$1.84 / h$

Fuente: www.iec.org

Para los equipos de clase B se utilizan los valores de la tabla anterior multiplicados por un factor de 1,5.

NORMA IEC 6100024.

(IEC 6100024, 1997); Establece los niveles de compatibilidad para las perturbaciones a nivel industrial, se puede aplicar en redes de distribución de 50 y 60 Hz, en baja y media tensión; los parámetros de variación de tensión que define son, frecuencia, forma de onda, amplitud y

equilibrio de fases. Para la utilización de esta norma se debe tener en cuenta e identificar los diferentes equipos y sus características, para de esta manera establecer la clase en la cual se encuentran y así aplicar la norma.

Clase 1: se refiere a equipos muy sensibles a perturbaciones en el suministro de energía.

Clase 2: se relaciona a puntos de conexión común y puntos de conexión interior en el entorno de la industria.

Clase 3: esta clase aplica, para alimentaciones a través de convertidores, máquinas de gran consumo de energía o motores grandes con arranques frecuentes.

NORMA IEC 61000430.

(IEC 61000430, 2015); Define los métodos de medida de los parámetros de calidad de suministro de energía y el modo de interpretar los resultados. En la norma se indica los métodos de medir sin fijar los umbrales. Entre otros parámetros el estándar define los métodos con los cuales se detectan y evalúan, los huecos de tensión, sobretensiones temporales y las interrupciones de la tensión de suministro.

De esta manera define dos formas de utilización de la norma, denominadas clase A y B, la primera clase se refiere a medidas de baja incertidumbre, verificación de cumplimiento de las normas, aplicaciones contractuales, etc. La clase B está destinada a estudios estadísticos, o solución de problemas en instalaciones eléctricas relacionadas con la calidad de energía.

ESTANDAR IEEE 1159.

(IEEE 1159, 2009); Define siete categorías distintas de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios, variaciones corta duración, variaciones de larga duración, desequilibrio de tensión, distorsión de la forma de onda, fluctuaciones de tensión y variaciones de la frecuencia.

Las variaciones de corta duración comprenden los Sags, las interrupciones y los “swell”. Cada tipo de clasifica en instantáneo momentáneo o temporal dependiendo de su duración.

Las variaciones de corta duración (Swells, Sags e interrupciones sostenidas) se producen casi siempre por condiciones de fallo, por la conexión de cargas que requieren grandes corrientes de arranque.

Dependiendo de la ubicación de la falla se pueden producir sobretensiones, subtensiones o interrupciones temporales. Sin importar el lugar en el cual se localice la falla (lejos o cerca del punto de estudio), su efecto sobre la tensión va a ser una variación de corta duración.

Tabla 8: Límites de corta y larga duración según norma IEEE1159

Categorías	Duración típica	Magnitud típica de la tensión
1.0 variaciones corta duración		
1.1 Instantáneas		
1.1.1 Hueco	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
1.1.2. Swell	0.5 – 30 ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
1.2 Momentánea		
1.2.1 Interrupción	0.5 ciclos – 3 s	< 0.1 p.u.
1.2.2 Hueco	30 ciclos – 3 s	0.1 – 0.9 p.u.
1.2.3 Swell	30 ciclos – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
1.3 Temporal		
1.3.1 Interrupción	3 s – 1 min	< 0.1 p.u.
1.3.2 Hueco	3 s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
1.3.3 Swell	3 s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
2. Variaciones larga duración		
2.1 Interrupción	> 1 min	0.0 p.u.
2.2 Subtensión	> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
2.3 Sobretensión	> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.

Fuente: www.ieee.org

NORMA IEC 5552.

(IEC 5552 , 2003); Establece las exigencias sobre armónicas que deben cumplir todos aquellos equipos que consumen menos de 16 Amperios por fase en la red 220 V a 415 V, entre ellos figuran los computadores personales y los televisores. La norma establece los límites en base a valores eficaces (rms) de cada armónica, la relación entre el valor eficaz y el valor máximo eficaz y valor máximo.

ESTANDAR IEEE 519

(IEEE 519, 1992) Encontramos las “Recomendaciones Prácticas y Requerimientos para el Control de armónicas en Sistemas Eléctricos de Potencia”. Existe un efecto combinado de todas las cargas no lineales sobre el sistema de distribución la cual tienen una capacidad limitada para absorber corrientes armónicas. Los operadores de red de energía eléctrica, tienen la responsabilidad de suministrar óptimo nivel de tensión y forma de onda. La IEEE 519 hace referencia no solo al nivel absoluto de armónicos producido por una fuente individual sino también a su magnitud con respecto a la red de abastecimiento.

Donde existan problemas, a causa de la inyección excesiva de corriente armónica o distorsión de tensión, es obligatorio para el suministrador y el consumidor, resolver estos problemas. Por tal motivo el propósito de esta norma es el de recomendar límites en la distorsión armónica de acuerdo básicamente a dos criterios:

1. Existe una limitación sobre la cantidad de corriente armónica que un consumidor puede inyectar en la red de distribución eléctrica.
2. Se establece una limitación en el nivel de voltaje armónico que una compañía de distribución de electricidad puede suministrar al consumidor.

En la IEEE 519 por un lado se recomiendan los niveles máximos de distorsión armónica en función del valor de la relación de corto circuito (SCR) y el orden de la armónica, por otro lado, también identifica niveles totales de distorsión armónica.

Todos los valores de distorsión de corriente se dan en base a la máxima corriente de carga (demanda). La distorsión total está en términos de la distorsión total de la demanda (TDD) en vez del término más común THD. En la siguiente tabla se muestra los límites de corriente para componentes de armónicas individuales, así como también distorsión armónica total. Por ejemplo, un consumidor con un SCR entre 50 y 100 tiene un límite recomendado de 12.0% para TDD, mientras que para componentes armónicas impares individuales de ordenes menores a 11, el límite es del 10%.

Tabla 9: Límites según norma IEEE519

Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 120 – 69,000 volts.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	< 11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
< 20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Fuente: www.ieee.org

La IEEE 519 establece también otros parámetros de la calidad de la energía eléctrica como lo son los siguientes:

Flicker de Tensión: Los lineamientos para el parpadeo de tensión ocasionado por consumidores individuales, se encuentran recomendados en la IEEE 519.

El segundo conjunto de parámetros eléctricos establecidos por la IEEE 519 se refiere a los límites de distorsión de la tensión. Los límites armónicos de tensión recomendados se basan en niveles lo suficientemente pequeños como para garantizar que el equipo de los suscriptores opere satisfactoriamente. La Tabla 10 contempla los límites de distorsión armónica de voltaje según IEEE 519.

Tabla 10: Límites según norma IEEE519

Voltaje de barra en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de Tensión (%)	Distorsión total del voltaje THD (%)
Hasta 69 KV	3.0	5.0
De 69 KV a 137.9 KV	1.5	2.50
138 KV y más	1.0	1.5
Nota: Los sistemas de alto voltaje pueden llegar hasta un 2.0% en THD cuando lo que causa es un alto voltaje terminal DC, el cual podría ser atenuado.		

Fuente: www.ieee.org

Como es común, los límites se imponen sobre componentes individuales y sobre la distorsión total para la combinación de todos los voltajes armónicos (distorsión armónica). Lo diferente

en esta tabla, sin embargo, es que se muestran tres límites diferentes. Ellos representan tres niveles de voltaje; hasta 69 KV, de 69 a 161 KV, y por encima de 161 KV. Al aumentar los voltajes disminuyen los límites de distorsiones, al igual que para los límites de corrientes.

Grupo electrógeno

Los grupos electrógenos están destinados a una variedad de empleos, desempeñando la función de proveer de energía eléctrica de sustitución momentánea, o de emergencia para diversas instalaciones esenciales y no esenciales tal como son alumbrado de emergencia, servidores, bancos, plantas industriales, elementos hospitalares, en viviendas rurales aisladas de la red eléctrica pública, etc.

Los motores diésel debido a sus características mecánicas, ecológicas y económicas son los más utilizados en dichos grupos electrógenos.

Partes componentes de un grupo electrógeno.

Según (Aníbal, 2008); Los grupos electrógenos están contruidos básicamente por varios elementos mismos que se continuación se las detalla.

- **Motor térmico**

El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador pueda girar y genere electricidad. Habrá un determinado motor térmico dependiendo de la potencia útil que se quiera suministrar mismas que deberán cumplir con las funciones requeridas, este estará agregado por un regulador de motor, permitiendo sostener una constante velocidad en relación a los requisitos de carga de combustible. Cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida, determinando que está relacionada directamente la velocidad del con la frecuencia de salida del alternador, se puede visualizar en la figura 15 un ejemplo de un motor térmico.

Figura 15: Motor térmico



Fuente: <http://www.grupos-electrogenos.com>

- **Sistema eléctrico del motor.**

Generalmente es de 12 Vcc el sistema eléctrico del motor, con opciones en aquellos motores donde están alimentados a 24 Vcc.

- **Sistema de refrigeración.**

Sistema utilizado para enfriar el motor, puede estar constituido por aire frío mismo que por propulsión de un ventilador de gran capacidad cumple con la función de enviar aire frío a lo largo del motor para mantenerlo a una temperatura adecuada, existen otros medios de enfriamiento que puede ser por medio de agua o aceite en donde el calor es eliminado en un radiador, se puede observar este elemento en la figura 16.

Figura 16 Sistema de refrigeración

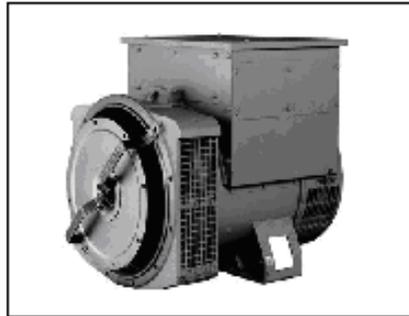


Fuente: <http://www.grupos-electrogenos.com>

- **Alternador.**

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado protegido, auto excitado, contra salpicaduras, autorregulado y acoplado con precisión al motor, un ejemplo de alternador se puede observar en la figura 17.

Figura 17: Alternador



Fuente: <http://www.grupos-electrogenos.com>

- **Depósito de combustible y bancada.**

El alternador y el motor están acoplados se encuentran montados sobre una bancada de gran resistencia de acero, mismo que incluye un depósito de combustible.

- **Aislamiento de vibración.**

Para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador está dotado de tacos antivibrantes el grupo electrógeno, elemento que se lo puede observar en la figura 18

Figura 18: Aislamiento de vibración



Fuente: <http://www.grupos-electrogenos.com>

- **Silenciador y sistema de escape.**

El silenciador de escape reduce la manifestación de ruidos provocados por la explosión de mezcla aire combustible producido internamente en el motor.

- **Sistema de control.**

Protege contra posibles fallos en el funcionamiento a través del sistema de control de operaciones del grupo electrógeno, un ejemplo de este elemento se lo puede observar en la figura 19.

Figura 19: Sistema de control



Fuente: <http://www.grupos-electrogenos.com>

9. HIPÓTESIS

¿Sí realiza una auditoria energética del sistema eléctrico en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” y el planteamiento de incorporación de un tablero de transferencia se obtendrá un información de la situación actual de la infraestructura donde se determine las deficiencias y se proponga soluciones orientados a mejorar la calidad de energía?

Operacionalización de las variables

Tabla 11: Variable independiente: Auditoria energética del sistema eléctrico y el planteamiento de incorporación de un tablero de transferencia automático

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Recolección de información de iluminación corriente, voltaje, potencia, factor de potencia.	Auditoria energética	Determinación del nivel de iluminación en cada puesto de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Luxómetro, • Amperímetro • Anemómetro • Termómetro • Analizador de redes. • Observación
		Identificación de fases	
		Termografía en el tablero principal de distribución	
	Software y hardware	Selección del equipos certificados	
		Elección del software que cumplan normativas	

Elaborado por: Campos C.

Tabla 12: Variable dependiente: Información de la situación actual de la infraestructura donde se determine las deficiencias

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica o Instrumentos
Determinación de resultados	Validación de condiciones de funcionamiento	Interpretación de resultados de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, TDH	<ul style="list-style-type: none"> • Power Logo 5.3 • DIALux Evo7 • SmarView3.14 • Autocad 2016 • Logo .8
		Cálculo de selección de conductor técnica y económicamente recomendado.	
		Simulación de iluminación	
		Análisis Termografico	

	Levantamiento de información	Levantamiento de planos de iluminación	
		Levantamiento de planos eléctricos normales y regulados	
		Calculo de técnico y económico de cambio de luminarias fluorescentes a led	
		Programación, cálculos y costos para la implementación de un tablero de transferencia automática	

Elaborado por: Campos C.

10 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La auditoría energética es una evaluación sistemática de las prácticas actuales de uso de la energía, desde el punto de compra hasta el punto de uso final. Así como una auditoría financiera examina los gastos de dinero, la auditoría energética identifica cómo la energía es consumida, es decir:

Cómo y dónde la energía ingresa en la instalación, en el departamento, el sistema o en el equipo.

- Dónde se lleva la energía y cómo se la utiliza.
- Si existe diferencia entre la alimentación y los usos de la energía.
- Cómo se puede utilizar con mayor eficacia o eficiencia. Los pasos clave en una auditoría de energía son los siguientes:

1. Establecer reunión con los representantes de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” de auditoría: Obtener el compromiso y determinar los alcances del proyecto de investigación definiendo las expectativas y los resultados que se obtendrán de la auditoría.

2. Establecer el alcance de la auditoría: Definir como es el consumo de energía y las oportunidades de ahorro existentes.

3. Analizar la calidad de energía y los costos de iluminación: Reunir, organizar, resumir y analizar la facturación histórica de energía y las tarifas que se aplican a ellas.

4. Comparar el rendimiento de la energía de iluminaciones fluorescentes y led: Determinar los índices de consumo de energía y comparar entre las dos luminarias.

5. Perfil de los patrones de uso de la energía: Determinar la calidad de energía en un tiempo establecido, principalmente determinar el perfil de la demanda de electricidad.

6. Inventario del uso de la energía: Preparar una lista de todas las cargas que consumen energía en el área de auditoría y medir su consumo y características de la demanda.

7. Identificar el análisis de gestión de energía lumínica: Incluir medidas operativas y tecnológicas para optimizar el uso de la energía.

8. Evaluar los beneficios: Cuantificar el ahorro de la energía, junto con los beneficios que se logran energéticos y económicos.

MÉTODOS

Método Analítico: Con ayuda de este método se pudo investigar sobre auditorías energéticas relacionadas con el presente proyecto de tesis, analizando su aplicación, su forma de ejecución y desarrollo, para de esta forma tener conocimiento de cómo se podría realizar adecuadamente una auditoría energética.

Método Sintético: Una vez analizados los datos obtenidos acerca de auditorías energéticas se procedió a realizar una síntesis de toda la información antes mencionada, la misma que sirvió como fuente de consulta para obtener el modelo apropiado para realizar la presente auditoría energética.

Método deductivo: Este método se utilizó para la interpretación de las mediciones obtenidas con el analizador de redes, llegando a evaluar cada parámetro que interviene en la calidad de energía eléctrica de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz”.

Técnicas

Para la realización de una auditoría energética se debe recolectar la información de por lo menos por 7 días continuos con el analizador de redes, para conocer como se ha dado el consumo de portadores energéticos y conocer cuál es el portador que representa el mayor consumo, y sobre el cual hay que centrar el estudio de la auditoría para buscar posibles oportunidades de ahorro que permitan reducir el gasto energético.

Se realiza la valoración de iluminación para cada puesto de trabajo, con el objetivo de verificarlo las condiciones del confort por los trabajadores, bajo normas estándares y presentar propuestos de mejora.

Instrumentos

Los medios materiales que se indican a continuación son imprescindibles para realizar la auditoría, pero también pueden complementarse con otros elementos más sofisticados para facilitar el trabajo del auditor.

Medios para instalaciones eléctricas Un analizador de redes con sus pinzas amperimétricas y voltimétricas. Para medidas puntuales pueden utilizarse tester o multímetros.

Otros equipos facilitan la labor del auditor, aunque no son imprescindibles: luxómetros, cámara termográfica, anemómetros y. Como medios auxiliares deben mencionarse el ordenador portátil, cronómetro y herramientas.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Medición TDH de Corriente

Figura 20: Definición de perturbaciones según norma UNE 50160

Definiciones perturbaciones según norma UNE 50160			
Parámetro	Nombre	Definición	
Amplitud	Fluctuación de tensión	$\Delta U < 10\%U_{ref}$	
	Hueco de tensión	$90\%U_{ref} > U > 1\%U_{ref}$ $10\text{ ms} < \Delta t \leq 1\text{ min.}$	
	Interrupción de alimentación: -Corte breve. -Corte largo .	$U < 1\%U_{ref}, \Delta t \leq 3\text{ min.}$ $U < 1\%U_{ref}, \Delta t > 3\text{ min.}$	
	Sobretensión temporal	Sobretensión relativamente larga	
	Variación de tensión	Aumento o disminución de tensión	
Forma de onda	Sobretensión transitoria	$\Delta t = \text{de ns a ms}$	
	Tensión armónica	$f_{armónicas} = n \cdot f_{fund.}$ $n = \text{entero}$	
	Tensión interarmónica	$f_{interarmónicas} = m \cdot f_{fund.}$ $m = \text{no entero}$	
	Señales de información transmitidas por la red	$110\text{ Hz} \leq f \leq 148,5\text{ kHz}$ e impulsos de corta duración	
Frecuencia	Variaciones de frecuencia	$f \neq 50 \text{ ó } 60\text{ Hz}$	
Simetría	Desequilibrios de tensión	$ U_R \neq U_S \neq U_T $ y/o $\varphi_{R,S} \neq \varphi_{S,T} \neq \varphi_{T,R} \neq 120^\circ$	
<p>U = tensión actual, U_{ref} = tensión de referencia $\Delta U = U_{ref} - U$, Δt = duración, f = frecuencia $f_{fund.}$ = frecuencia fundamental U_R, U_S, U_T = Tensión en fases R, S y T $\varphi_{R,S}, \varphi_{S,T}, \varphi_{T,R}$ = Ángulo entre fases R-S, S-T y T-R</p>			

Fuente: Web: www.megacal.com

Los espectros permiten visualizar los datos según los valores Máximo, Media y Mínimo, considerado los canales seleccionados de la base de datos registrados.

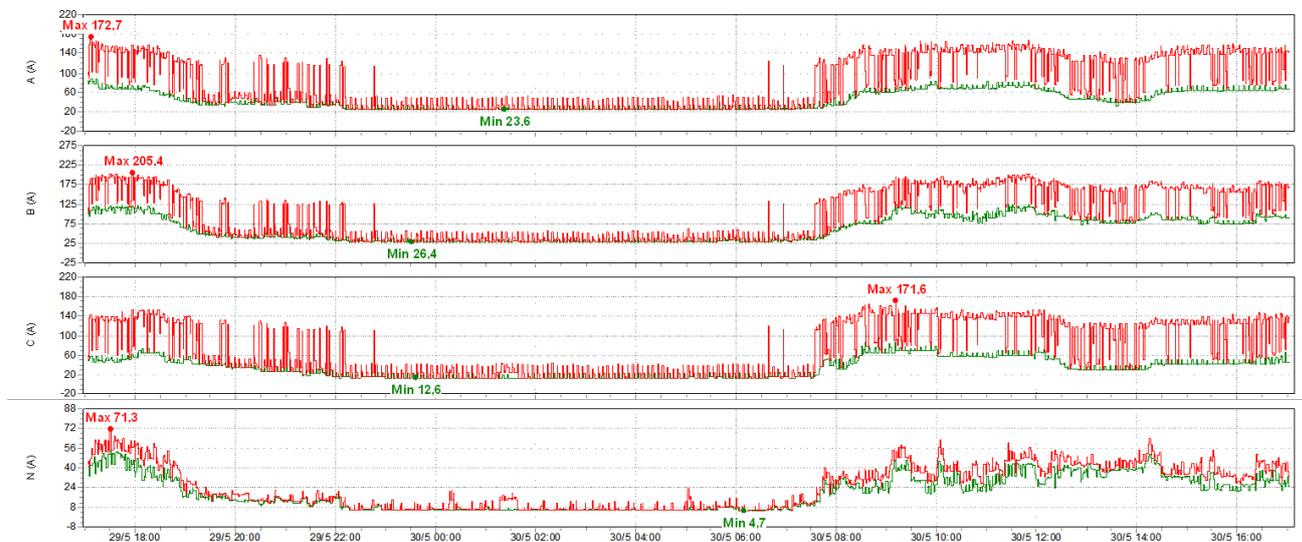
TOMANDO EN CONSIDERACIÓN LOS TIEMPOS DE ANÁLISIS EFECTUADOS A PARTIR DEL 29 DE MAYO DEL 2017 DE 17:03:50 HASTA EL 5 DE JUNIO DEL 2017 16:08:50.

Nivel de corriente por días lunes 29 de mayo a las 17:03 al 30 de mayo a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 29 y 30 Mayo en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 205,4 A, producido a las 17:57 mismo que se encuentra localizado en la fase 'B', por medio de datos estadísticos se determina que el valor medio máximo de entre las tres fases de 137,3 A registrado a las 11:25 localizado en la fase "B" y un nivel de corriente mínimo de 12,6 A, a las 23:36 localizado en la fase 'C'.

A través de dichos espectros se consideran las horas de mayor consumo, estableciéndose aproximadamente desde las 17:00, hasta 19:20. Posteriormente se registran disminución del consumo hasta las 22:50 hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias, a partir de esta hora se visualiza un consumo mínimo hasta las 6:38. Hora a la cual de apoco incrementa el nivel de consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria de 12:00 a 14:00 hay un decremento de carga debido a que es hora de almuerzo y posterior a ello nuevamente se eleva el consumo.

Figura 21: Espectro de corriente del 29 y 30 de mayo



Elaborado por: Campos C.

Tabla 13: Niveles de corriente del 29 al 30 de mayo

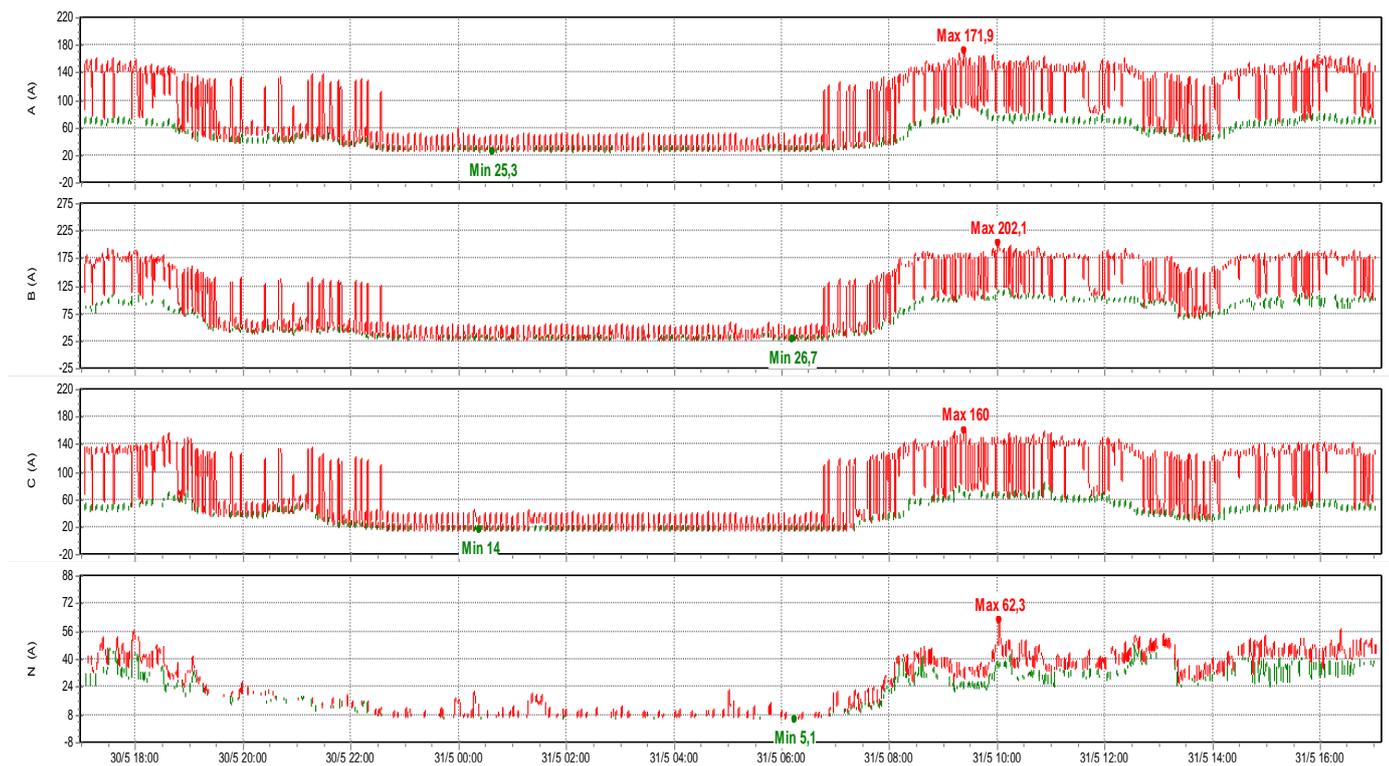
NIVELES DE CORRIENTE DEL 29 AL 30 DE MAYO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	172,7 A	17:07
	CORRIENTE MED (A)	
	VALOR	HORA
	104,5 A	18:08
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	23,6 A	1:21
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	205,4 A	17:57
	CORRIENTE MED (A)	
	VALOR	HORA
	137,3 A	11:25
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	26,4 A	23.31
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	171,6 A	9:11
	CORRIENTE MED (A)	
	VALOR	HORA
	100,7 A	8:34
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	12,6 A	23:36
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	71,3 A	17:30
	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	58,5 A	17:31
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	4,7 A	6:08

Elaborado por: Campos C

Nivel de corriente por días lunes 30 de mayo a las 17:03 al 31 de mayo a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 30 y 31 Mayo en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 202.1 A, producido a las 10:00 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 14 A, a las 0:23 localizado en la fase "C" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h34, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 6:45, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 22: Espectro de corriente del 30 al 31 de mayo



Elaborado por: Campos C.

Tabla 14: Niveles de corriente del 30 al 31 de mayo

NIVELES DE CORRIENTE DE 30 AL 31 DE MAYO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	171,9 A	9:23
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	25,3 A	0:35
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	202,1 A	10:00
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	26,7 A	6.11
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	160 A	9:11
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	14 A	23:50
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	62,3 A	10:02
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	5,1 A	6:14

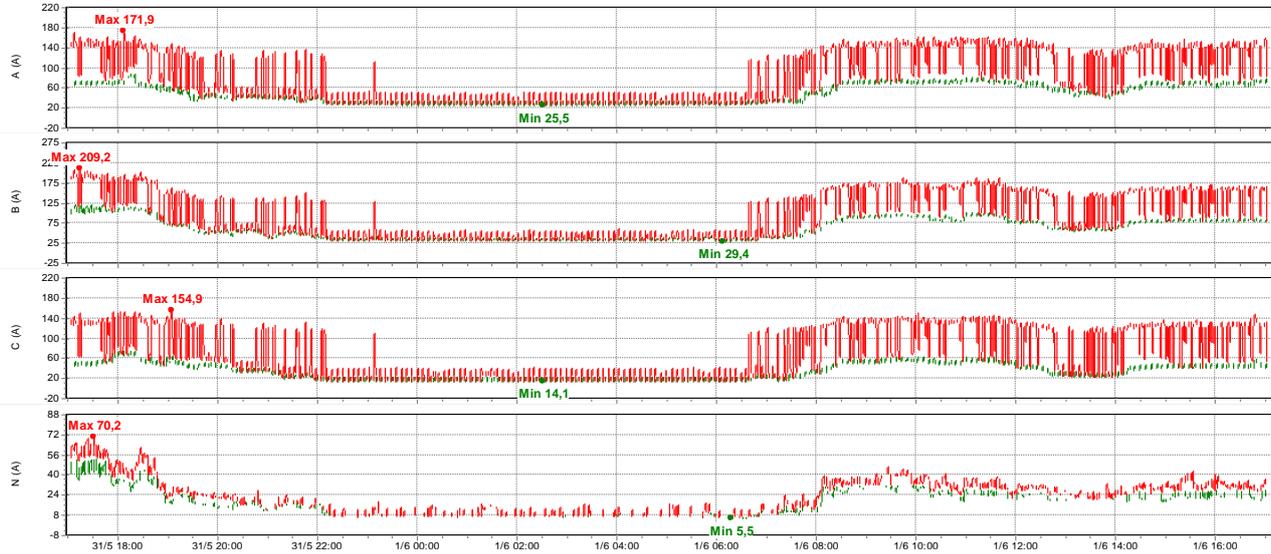
Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 31 de mayo a las 17:03 al 1 de junio a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 31 de mayo al 1 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 202.9 A, producido a las 17:14 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 14,1 A, a las 2:30 localizado en la fase "C" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h10, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco "La Matriz", consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta

aproximadamente las 6:40, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 23: Espectro de corriente del 31 al 1 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Tabla 15: Niveles de corriente del 31 al 1 Junio

NIVELES DE CORRIENTE DEL 1 AL 2 DE JUNIO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	171,9 A	18:07
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	25,5 A	2:30
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	202,9 A	17:14
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	29,4 A	6.07
	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	154,9 A	19:04

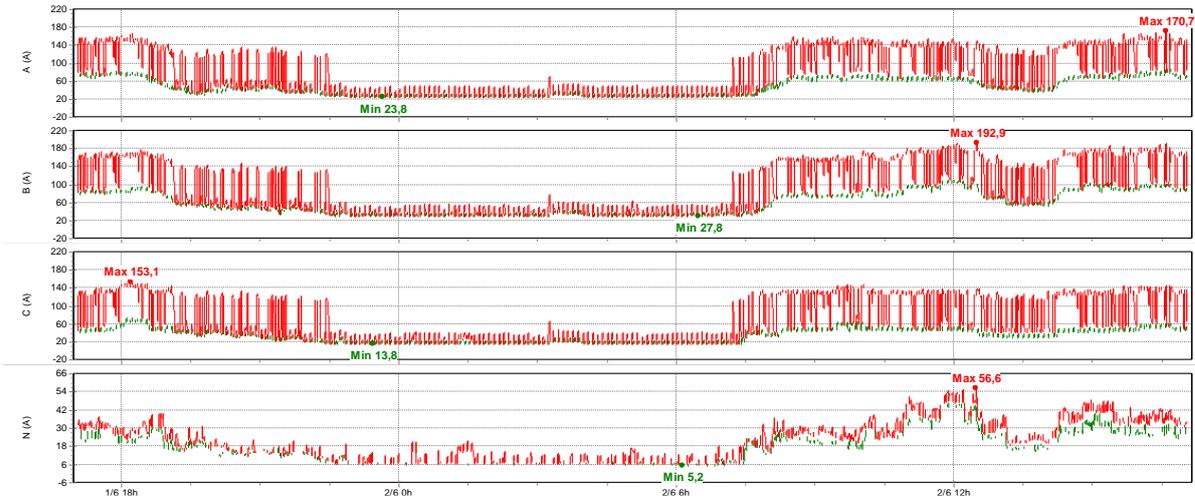
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	14,1 A	2:30
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	70,2 A	17:31
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	5,5 A	6:14

Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 1 de mayo a las 17:03 al 2 de junio a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 1 y 2 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 192.9 A, producido a las 12:30 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 13,8 A, a las 23:25 localizado en la fase "C" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h30, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7:15, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 24: Espectro de corriente referente del 1 al 2 de junio



Elaborado por: Campos C.

Tabla 16: Niveles de corriente del 1 al 2 de junio

DEL 1 A EL 2 DE JUNIO DE "17:03 A LAS 17:03"		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	170,7 A	16:35
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	23,8 A	23:37
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	192,9 A	12:30
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	27,8 A	6.29
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	153,1 A	18:12
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	13,8 A	23:25
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	56,6 A	12:29
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	5,2 A	6:08

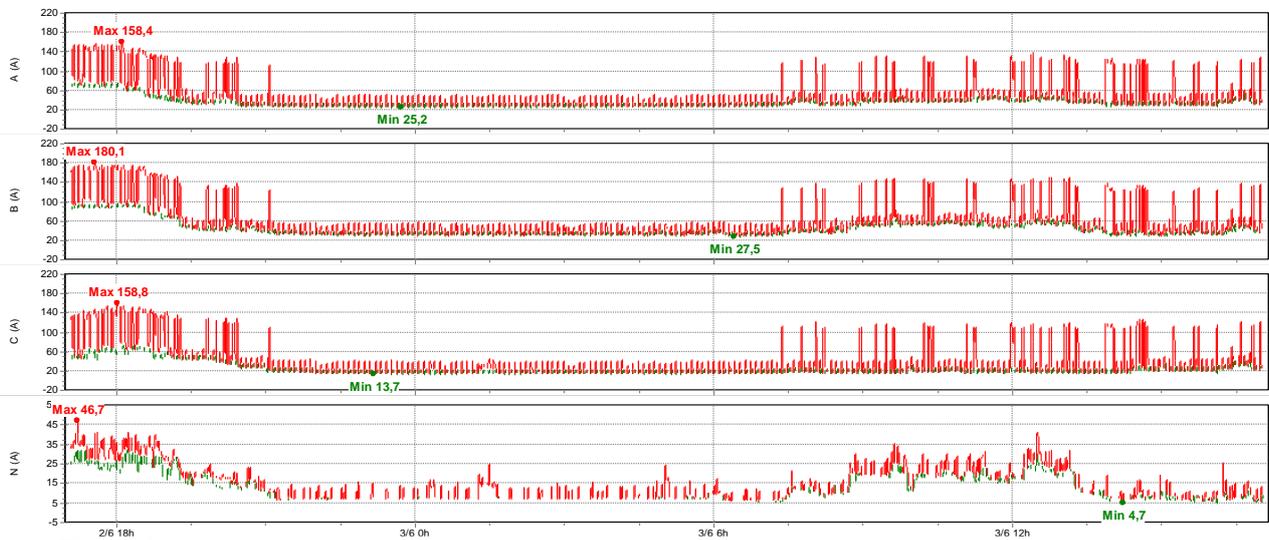
Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 2 de junio a las 17:03 al 3 de junio a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 2 y 3 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 180,1 A, producido a las 17:34 mismo que se

encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 13,7 A, a las 23:10 localizado en la fase "C" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 21h04, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7:24, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 25: Espectro de corriente del 2 al 3 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Tabla 17: Niveles de corriente del 2 al 3 de Junio

NIVELES DE CORRIENTE DEL 2 AL 3 DE JUNIO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	158,4 A	18:06
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	25,2 A	23:49
	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	180,1 A	17:34

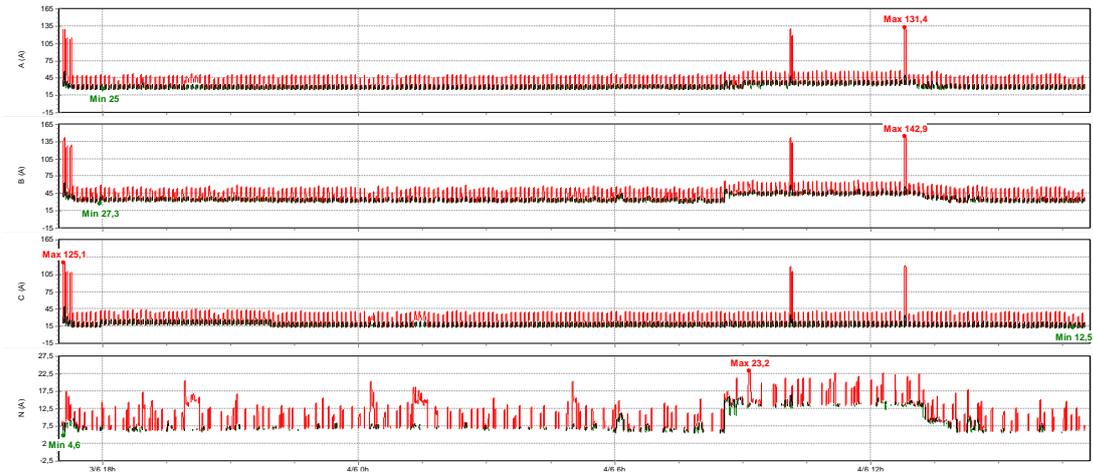
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	27,5 A	6.24
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	158,8 A	18:01
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	13,7 A	23:10
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	46,7 A	17:13
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	4,7 A	14:15

Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 3 de junio a las 17:03 al 4 de junio a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 3 y 4 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 142.9 A, producido a las 12:5 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 13,8 A, a las 16:50 localizado en la fase "C" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 17 h 15, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco "La Matriz", consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7:15, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 26: Espectro de corriente del 3 al 4 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Tabla 18: Niveles de corriente del 3 al 4 de Junio

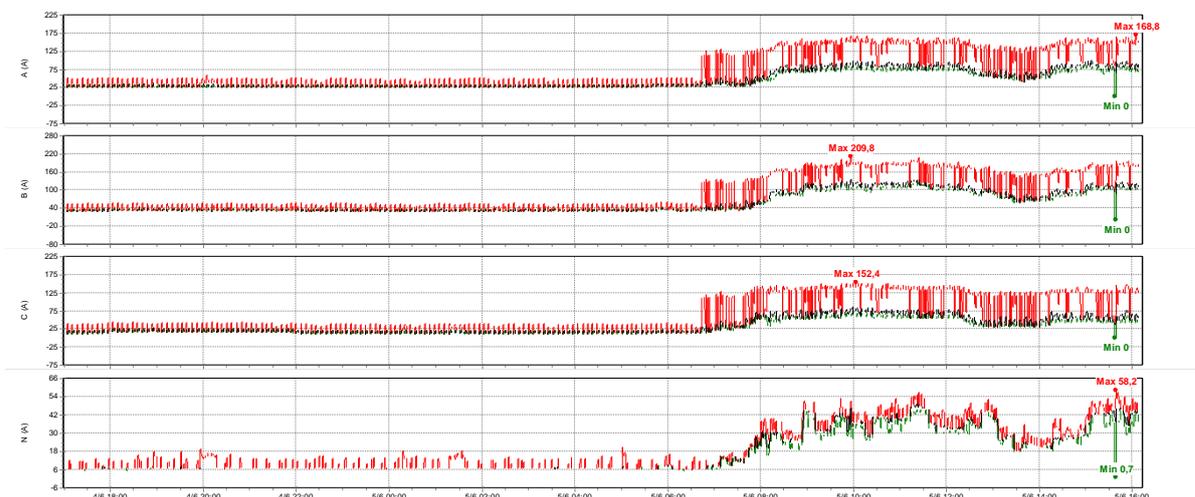
NIVELES DE CORREINTE DEL 3 AL 4 DE JUNIO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	131,4 A	12:48
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	25 A	18:01
CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	142,9 A	12:48
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	27,3 A	17:56
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	125,1 A	17:05
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	12,5 A	16:50
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	23,2 A	9:09

Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 4 de junio a las 17:03 al 5 de junio a las 17:03

Los niveles de corriente registrados el 3 y 4 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como una corriente máxima igual a 209,8 A, producido a las 9:56 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de corriente mínimo de 0 A, a las 15:37 localizado en las tres fases a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 6 h 44, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco "La Matriz", consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7:15, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria.

Figura 27: Espectro de corriente del 4 al 5 de junio



Elaborado por: Campos C.

Tabla 19: Niveles de corriente del 4 al 5 de Junio

NIVELES DE CORREINTE DEL 4 AL 5 DE JUNIO		
CORRIENTE FASE A	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	168,8 A	16:05
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	0 A	15:37
	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	209,8	9:56

CORRIENTE FASE B	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	0 A	15:37
CORRIENTE FASE C	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	152,4 A	10:03
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	0 A	15:37
CORRIENTE NEUTRO (N)	CORRIENTE MAX (A)	
	VALOR	HORA
	58,2 A	9:09
	CORRIENTE MIN (A)	
	VALOR	HORA
	0,7 A	17:05

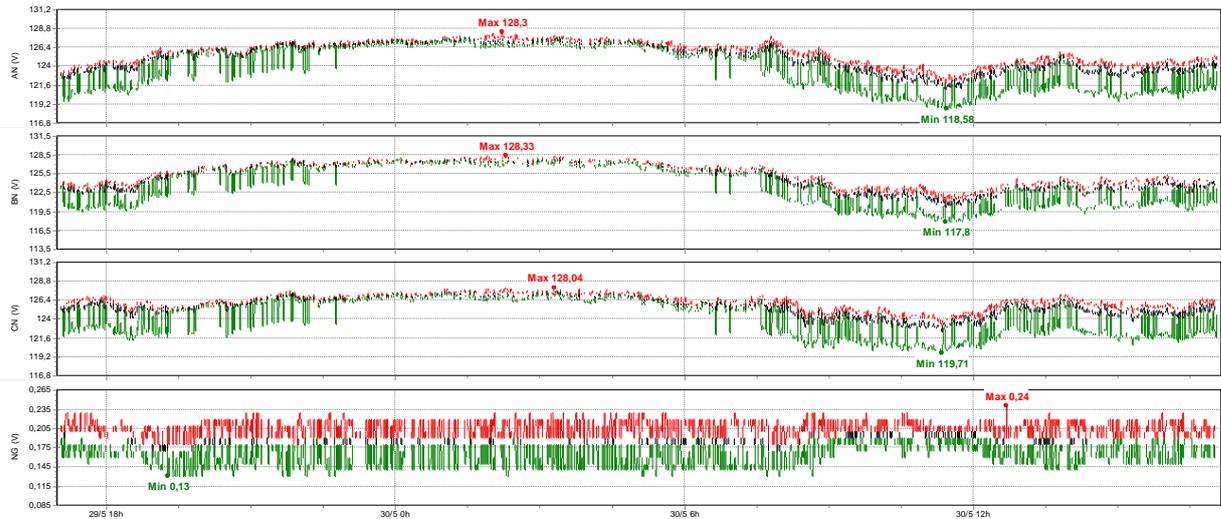
Elaborado por: Campos C.

Medición TDH de voltaje

Análisis de voltajes

Los niveles de voltaje registrados el 29 y 30 Mayo en el lapso de 24 horas de 17h03 a 17h03 evidencia valores tales como una voltaje máximo igual a 128,33 V, producido a las 2h17 mismo que se encuentra localizado en la fase 'B', por medio de datos estadísticos se determina que el valor medio máximo de entre las tres fases de 123,065 V registrado a las 11:25 localizado en la fase "B" y un nivel de corriente mínimo de 117,8 V, a las 11:25 localizado en la fase 'B'.

A través de dichos espectros se consideran las horas de mayor consumo, estableciéndose aproximadamente desde las 17h00, hasta 19h20. Posteriormente se registran disminución del consumo hasta las 22:50 hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias, a partir de esta hora se visualiza un consumo mínimo hasta las 6:38. Hora a la cual de apoco incrementa el nivel de consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria de 12h00 a 14h00 hay un decremento de carga debido a que es hora de almuerzo y posterior a ello nuevamente se eleva el consumo.

Figura 28: Espectro de voltaje del 29 al 30 de Mayo

Elaborado por: Campos C.

La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá axilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos.

Tabla 20: Niveles de voltaje del 29 al 30 de Mayo

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	128,3	120	118,56
Fase B	128,33	120	117,8
Fase C	128,04	120	119,71

Elaborado por: Campos C.

Se evidencia que se encuentran dentro del margen admitido bajo CONELEC 004/01

Nivel de voltaje del 30 al 31 de Mayo a las 17:03

Los niveles de tensión registrados el 30 y 31 de Mayo en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un voltaje máximo igual a 127,59 V, producido a las 0h29 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 118,58 V, a las 15h10 localizado en la fase "B" a través de dichos espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h34, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco

“La Matriz”, consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 6:45, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico a medida que se integran los trabajadores a su jornada laboral diaria. Las horas a las cuales es más notorio el consumo eléctrico es a partir de las 8h00 hasta las 12h40 consecuentemente el consumo disminuye de hasta las 14h00 lapso de tiempo en el cual es considerado como para almuerzo de 14h00 en adelante se evidencia nuevamente el decrecimiento del espectro haciendo referencia al consumo de energía eléctrica

La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

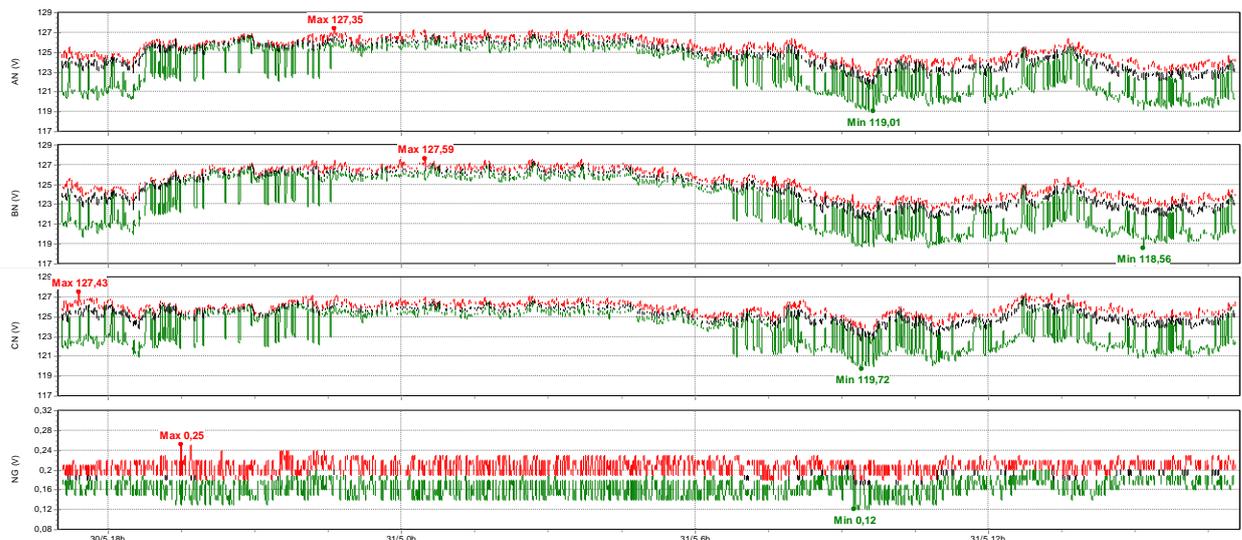
Tabla 21: Niveles de voltaje del 30 al 31 de mayo

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	127,35	120	119,01
Fase B	127,59	120	118.56
Fase C	127,43	120	119,72

Elaborado por: Campos C.

Se evidencia que se encuentran dentro del margen admitido bajo CONELEC 004/01

Figura 29: Espectro de voltaje del 30 al 31 de Mayo



Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 31 de mayo a las 17:03 al 1 de junio a las 17:03

Los niveles de tensión registrados del 31 de Mayo al 1 Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un valor de tensión máxima de 128.11 V, producido a las 2h36 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 118,37 V, a las 11:26 localizado en la fase "B" a través de dichos valores y espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h10, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 6:40, hora a la cual se incrementa de apoco el consumo eléctrico registrando un mayor consumo hasta las 13h00, posteriormente decrece el consumo por un lapso aproximado de 1h00 tiempo segregado para almuerzo. La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

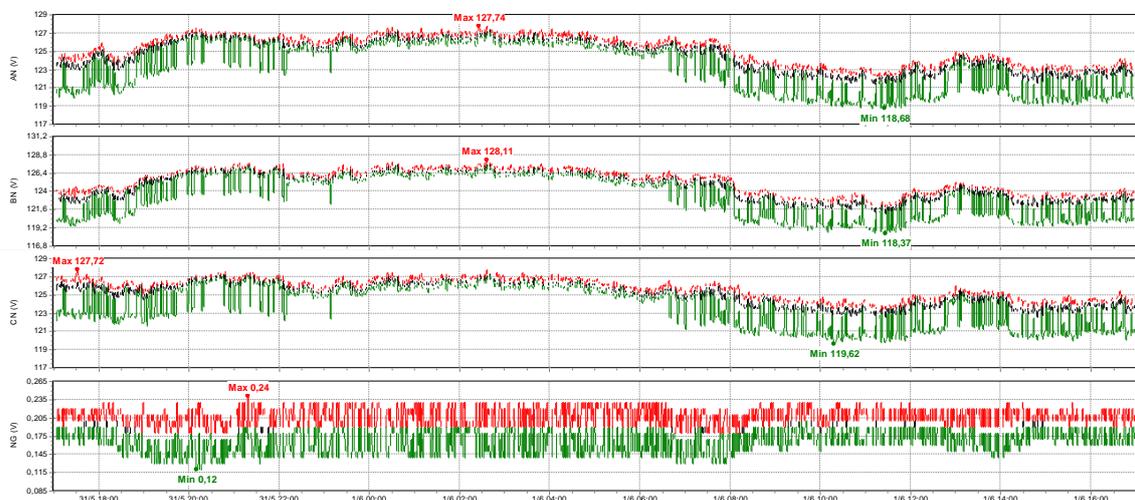
Tabla 22: Niveles de voltaje del 31 de Mayo al 1 de Junio

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	127,35	120	119,01
Fase B	127,59	120	118.56
Fase C	127,43	120	119,72

Elaborado por: Campos C.

Se evidencia que se encuentran dentro del margen admitido bajo CONELEC 004/01

Figura 30: Espectro de voltaje del 31 de Mayo al 1 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 1 de junio a las 17:03 al 2 de junio a las 17:03

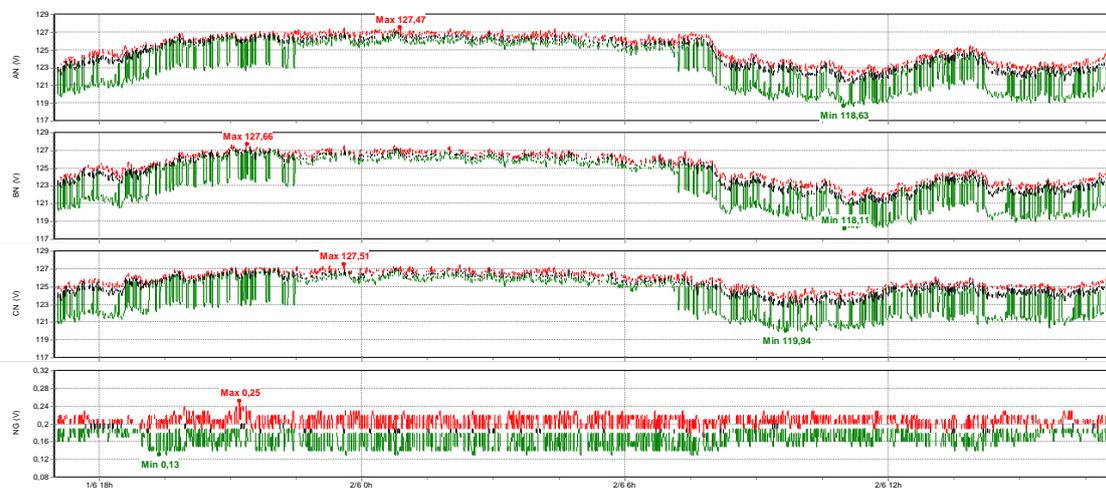
Los niveles de tensión registrados el 1 y 2 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un nivel de tensión máximo de 127.66 V, producido a las 21h23 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 118,11 V, a las 11h08 localizado en la fase "B" en función de los espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 22h30, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7h15, hora a la cual de apoco se incrementa el consumo hasta aproximadamente 12h45 posterior a este lapso de tiempo el consumo de carga tiende a disminuir hasta las 14h00 consecuentemente por ser hora de almuerzo. La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

Tabla 23: Niveles de voltaje del 1 al 2 de Junio

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	127,47	120	118,63
Fase B	127,66	120	118.11
Fase C	127,51	120	119,94

Elaborado por: Campos C.

Figura 31: Espectro de voltajes del 1 al 2 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 2 de junio a las 17:03 al 3 de junio a las 17:03

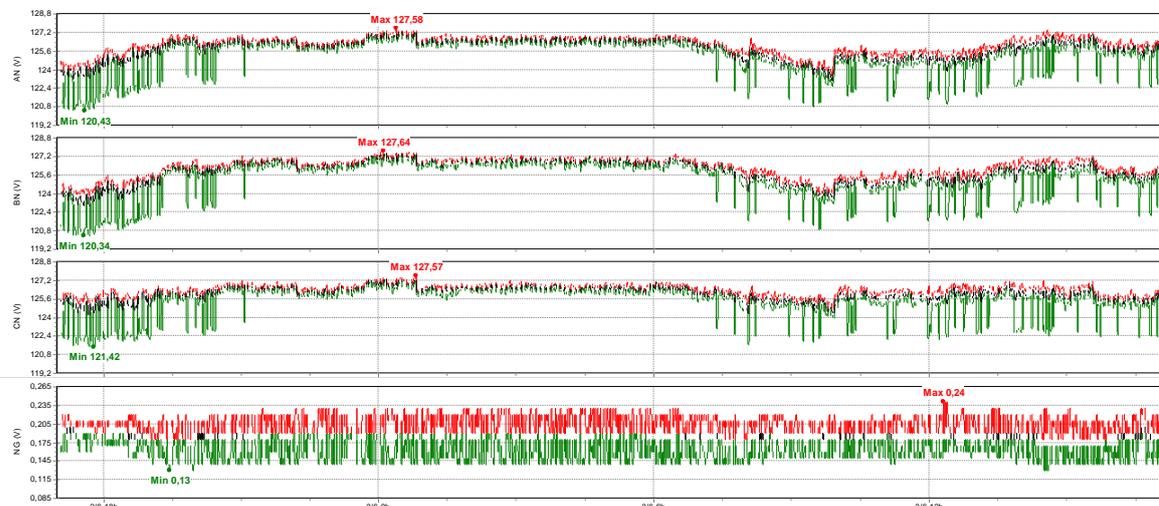
Los niveles de tensión registrados el 2 y 3 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un nivel de tensión máximo de 127.64 V, producido a las 0h06 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 120,34 V, a las 17h34 localizado en la fase "B" en función de los espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 20h00, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco "La Matriz", consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 7h00, hora a la cual de apoco se incrementa el consumo hasta aproximadamente 10h00 posterior a este lapso de tiempo el consumo existe un consumo carga moderado hasta las 14h00 consecuentemente por ser hora de almuerzo, después de este tiempo el nivel de tensión disminuye considerablemente mientras aumenta la carga. La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

Tabla 24: Niveles de voltaje del 2 al 3 de Junio

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	127,58	120	120,43
Fase B	127,64	120	120,34
Fase C	127,57	120	121,42

Elaborado por: Campos C.

Figura 32: Espectros de voltaje del 2 al 3 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 3 de junio a las 17:03 al 4 de junio a las 17:03

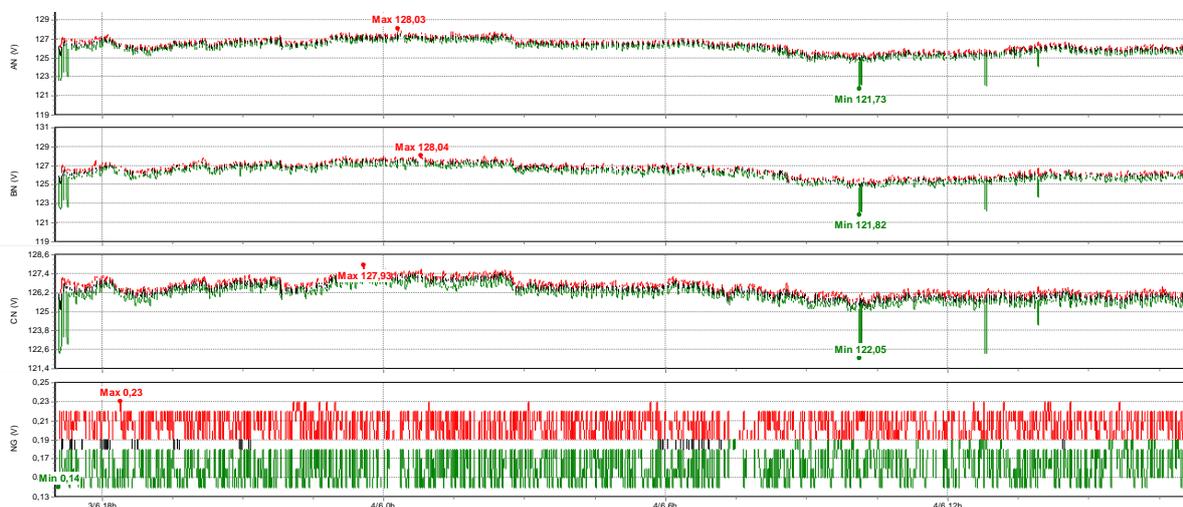
Los niveles de tensión registrados el 3 y 4 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un nivel de tensión máximo de 128.04 V, producido a las 0h47 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 121,73 V, a las 10h07 localizado en la fase "A" en función de los espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 16h00, hora a la cual generalmente terminan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco 'La Matriz', consecuentemente se reduce la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 8h30, hora a la cual de apoco se incrementa el consumo hasta aproximadamente 14h00 posterior a este lapso de tiempo el consumo existe un consumo carga moderado, al ser día sábado y no estar operativo todo el personal la carga no evidencia fluctuaciones elevadas en el consumo de energía eléctrica. La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

Tabla 25: Niveles de voltaje del 3 al 4 de Junio

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	128,03	120	121,73
Fase B	128,04	120	121,82
Fase C	127,93	120	122,05

Elaborado por: Campos C.

Figura 33: Espectro de voltaje del 3 al 4 de Junio



Elaborado por: Campos C.

Nivel de corriente por días lunes 4 de junio a las 17:03 al 5 de junio a las 17:03

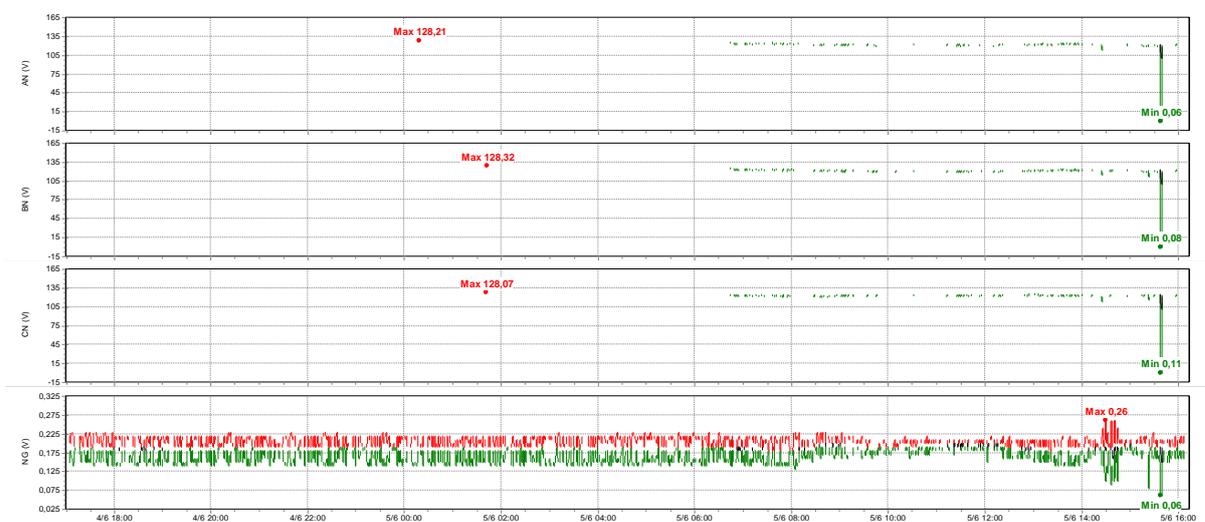
Los niveles de tensión registrados el 4 y 5 de Junio en el lapso de 24 horas evidencia valores tales como un nivel de tensión máximo de 128.32 V, producido a las 1h39 mismo que se encuentra localizado en la fase "B", y un nivel de tensión mínimo de 0,6 V, a las 15h37 localizado en las fases, en función de los espectros se consideran las horas de mayor demanda eléctrica registradas considerándose hasta aproximadamente las 6h40, hora a la cual generalmente comienzan algunos trabajadores sus labores diarias en la Cooperativa San Francisco "La Matriz", consecuentemente se aumenta la demanda eléctrica hasta aproximadamente las 13h00 posterior a este lapso de tiempo el consumo de carga disminuye aumentando la tensión hasta aproximadamente las 14H00 considerándose como tiempo de almuerzo, después de este tiempo se visualiza el decremento de la tensión, a las 15h37 hasta las 15h38 se detecta ausencia de energía eléctrica. La regulación de voltaje según CONELEC debe de ser el $\pm 10\%$ del voltaje nominal, en este caso el voltaje nominal es 120V el nivel de tensión podrá oscilar de 108V a 132V como límites máximos y mínimos aceptables.

Tabla 26: Niveles de voltaje del 4 al 5 de Junio

Rango de Voltajes $\pm 12V$	Voltaje MAX	Voltaje Nominal	Voltaje Min
Fase A	128,21	120	06
Fase B	128,32	120	08
Fase C	128,37	120	011

Elaborado por: Campos C.

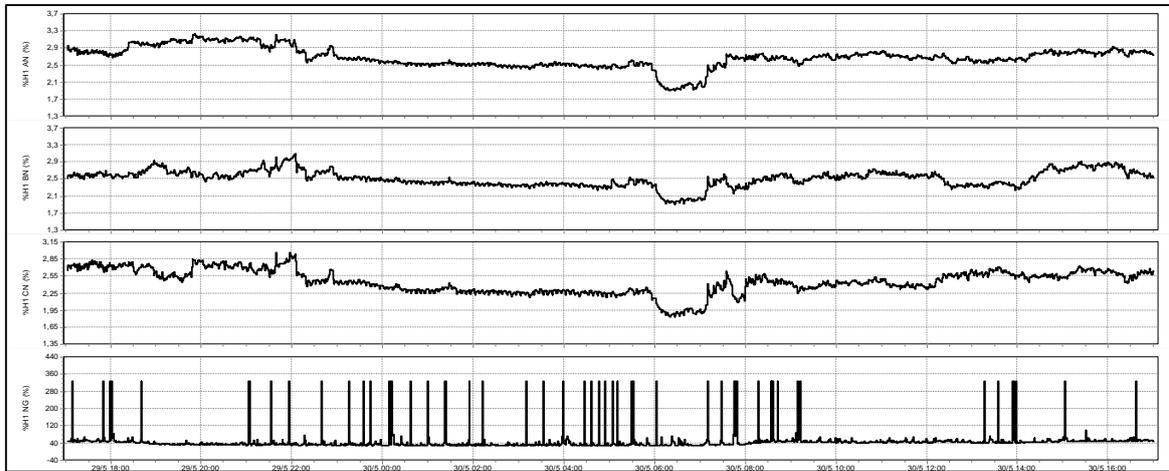
Figura 34: Espectro de voltaje del 4 al 5 de Junio



Elaborado por: Campos C.

29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00

Figura 35: TDH Voltaje 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 27: Resumen de valores TDH Voltaje 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00

Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	1.97	2.676	2.93
Horas de mínima carga	1.9	2.662	3.23
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	2	2.535	2.9
Horas de mínima carga	1.9	2.483	3.09
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	1.88	2.473	2.72
Horas de mínima carga	1.82	2.426	2.96
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	26.96	54.374	327.67
Horas de mínima carga	25.31	47.589	327.67

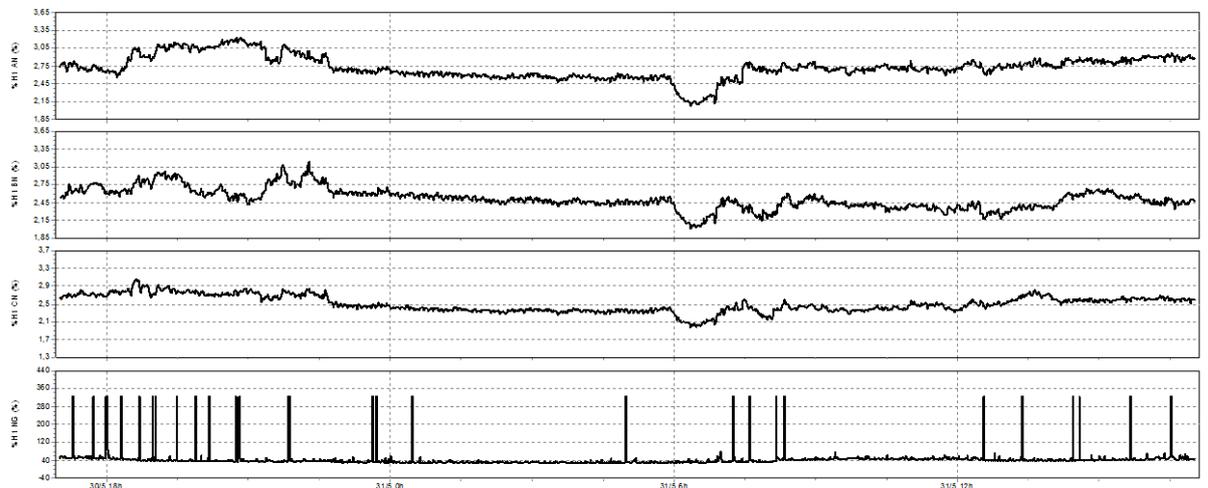
Elaborado por: Campos C.

Dentro del análisis podemos observar que las tres fases cumplen con la norma EN50160 la cual detalla una distorsión armónica máxima del 8%. Sin embargo, En el conductor neutro la distorsión se eleva hasta un 327% con una elevación en los armónicos impares 3°, 5, 7, 9° y 11°. Esto es debido a la fluctuación de energía provocado por sistema de aire acondicionado en conjunción con el accionamiento del ascensor.

En el horario de máxima carga los ingresos de los balastos de iluminación inyectan armónicas de voltaje a la red. Que contrarrestan la distorsión total en voltaje minimizándola. Este fenómeno también es producto de una mala instalación en la puesta a tierra. La cual desde su implementación no ha recibido mantenimiento.

30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00

Figura 36: TDH Voltaje 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 28: Resumen de valores TDH 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00

Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	2.42	2.749	2.97
Horas de mínima carga	2.08	2.709	3.22
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	2.15	2.424	2.69
Horas de mínima carga	2.01	2.507	3.05
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	2.15	2.492	2.8
Horas de mínima carga	1.82	2.426	2.96
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	29	49.406	327.67
Horas de mínima carga	26.65	42.287	327.67

Elaborado por: Campos C.

De la misma manera que el día 30 de mayo. El comportamiento de la distorsión armónica en la red se repite. Las tres fases se mantienen en los máximos permitidos. Más no el conductor neutro que sobrepasa esta medición.

31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00

Figura 37: TDH Voltaje 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00

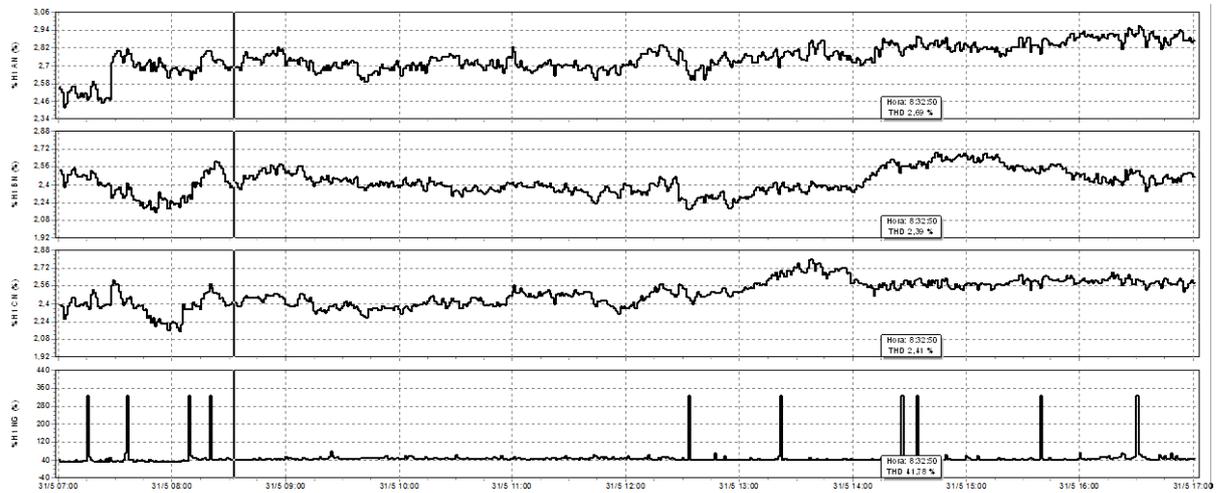


Tabla 29 : Resumen de valores TDH Voltaje 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00

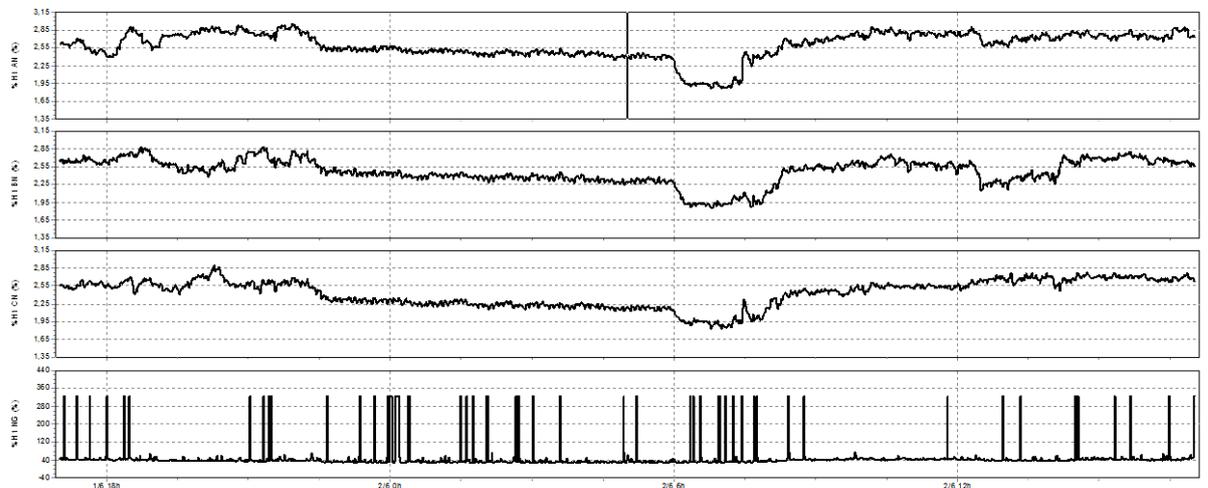
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	2.24	2.539	2.93
Horas de mínima carga	2.05	2.694	3.19
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	2.26	2.628	2.93
Horas de mínima carga	1.95	2.496	3.03
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	2.08	2.502	2.85
Horas de mínima carga	1.94	2.456	3.02
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	27.49	49.944	327.67
Horas de mínima carga	27	44.726	327.67

Elaborado por: Campos C.

Se replica el comportamiento visto en los días anteriores. No existe una alteración significativa en los valores encontrados. Por tanto, las tres fases cumplen con la norma más no el conductor neutro.

1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00

Figura 38: TDH Voltaje 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 30: Resumen de valores TDH Voltaje de junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00

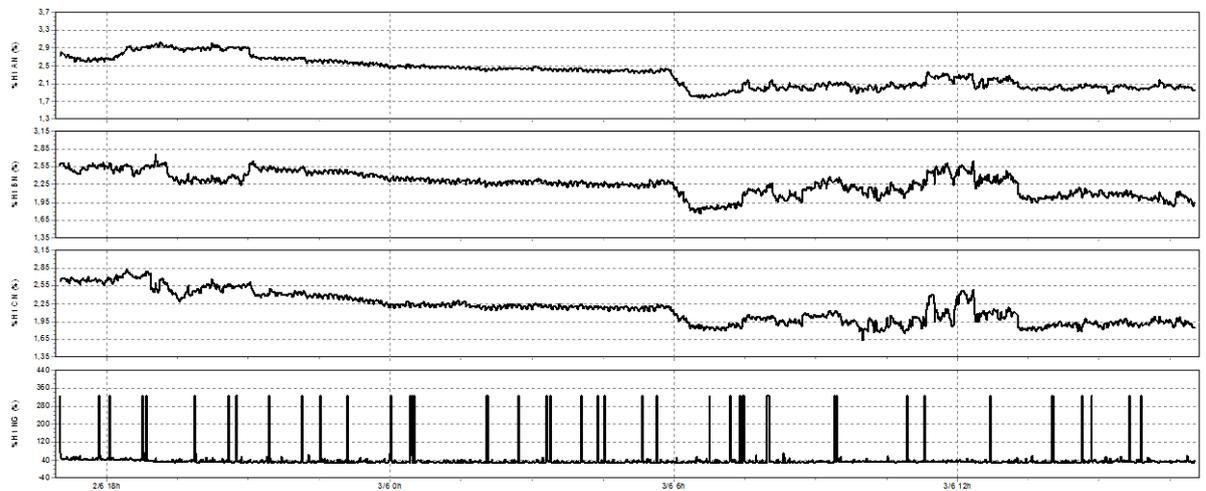
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	1.87	2.682	2.9
Horas de mínima carga	1.87	2.538	2.95
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	1.87	2.494	2.81
Horas de mínima carga	1.85	2.457	2.88
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	1.83	2.525	2.78
Horas de mínima carga	1.83	2.356	2.89
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	27.68	51.541	327.67
Horas de mínima carga	26.93	49.76	327.67

Elaborado por: Campos C.

Nuevamente se replica el comportamiento visto en los días anteriores. No existe una alteración significativa en los valores encontrados. Por tanto, las tres fases cumplen con la norma más no el conductor neutro.

2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00

Figura 39: TDH Voltaje 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 31 : Resumen de valores TDH Voltaje 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00

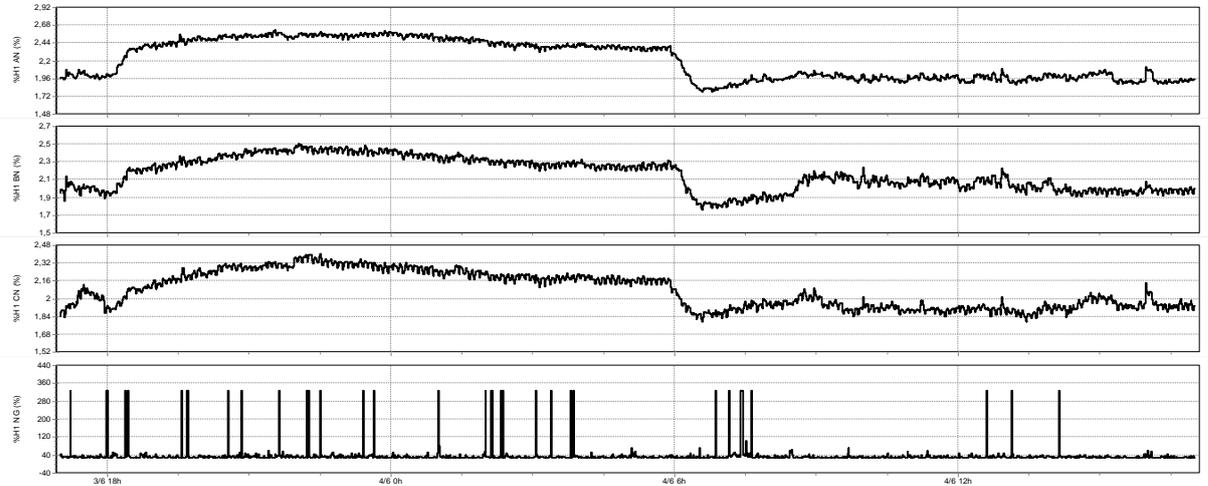
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	1.83	2.05	2.35
Horas de mínima carga	1.78	2.539	3.02
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	1.82	2.158	2.64
Horas de mínima carga	1.76	2.346	2.76
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	1.63	1.967	2.48
Horas de mínima carga	1.79	2.326	2.83
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	25.59	41.189	327.67
Horas de mínima carga	25.87	43.741	327.67

Elaborado por: Campos C.

Se replica el comportamiento visto en los días laborales. No existe una alteración significativa en los valores encontrados. Por tanto, las tres fases cumplen con la norma más no el conductor neutro. Esto debido a una mala implementación de la puesta a tierra.

3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00

Figura 40: TDH Voltaje 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 32: Resumen de valores TDH Voltaje 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00

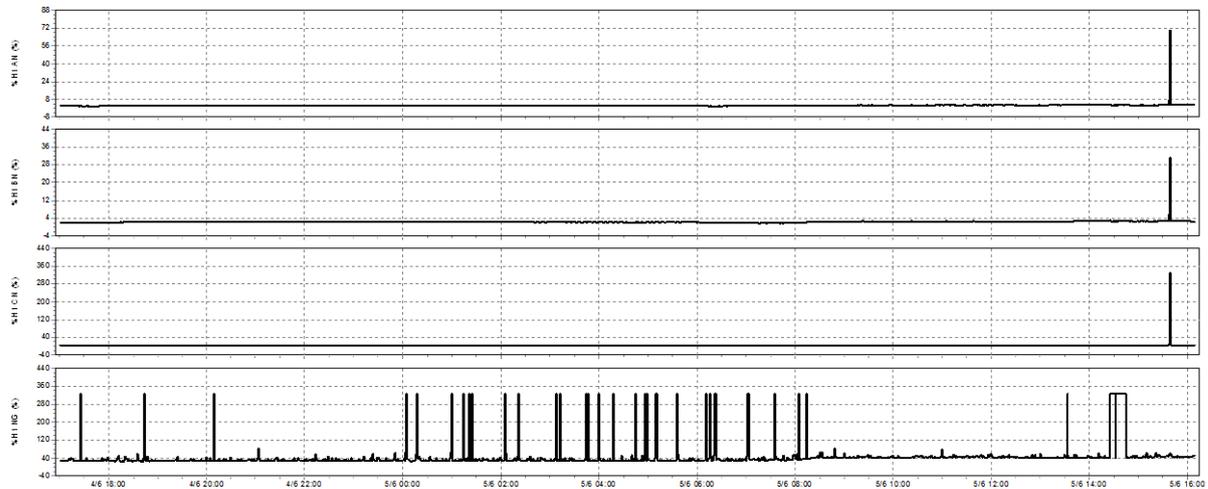
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	1.82	1.958	2.11
Horas de mínima carga	1.78	2.38	2.61
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	2.23	2.016	2.23
Horas de mínima carga	1.76	2.263	2.5
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	2.14	1.926	1.79
Horas de mínima carga	1.79	2.177	2.4
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	25.53	34.71	327.67
Horas de mínima carga	25.65	40.791	327.67

Elaborado por: Campos C.

De nuevo se replica el fenómeno de los días anteriores. Todos los conductores cumplen la norma más no el neutro. Existe una presencia de alta distorsión. Pero esta perturbación es intermitente y obedece al accionamiento del ascensor.

4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00

Figura 41: TDH Voltaje 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 33: Resumen de valores TDH Voltaje 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00

Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase AN			
Horas de máxima carga	1.96	2.776	69.7
Horas de mínima carga	1.86	2.33	2.61
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase BN			
Horas de máxima carga	1.72	2.469	31.15
Horas de mínima carga	1.88	2.229	2.47
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase CN			
Horas de máxima carga	1.73	3.032	327.67
Horas de mínima carga	1.85	2.202	2.43
Resumen de los valores promedio THD Voltaje fase NG			
Horas de máxima carga	27.07	56.233	327.67
Horas de mínima carga	24.25	39.76	327.67

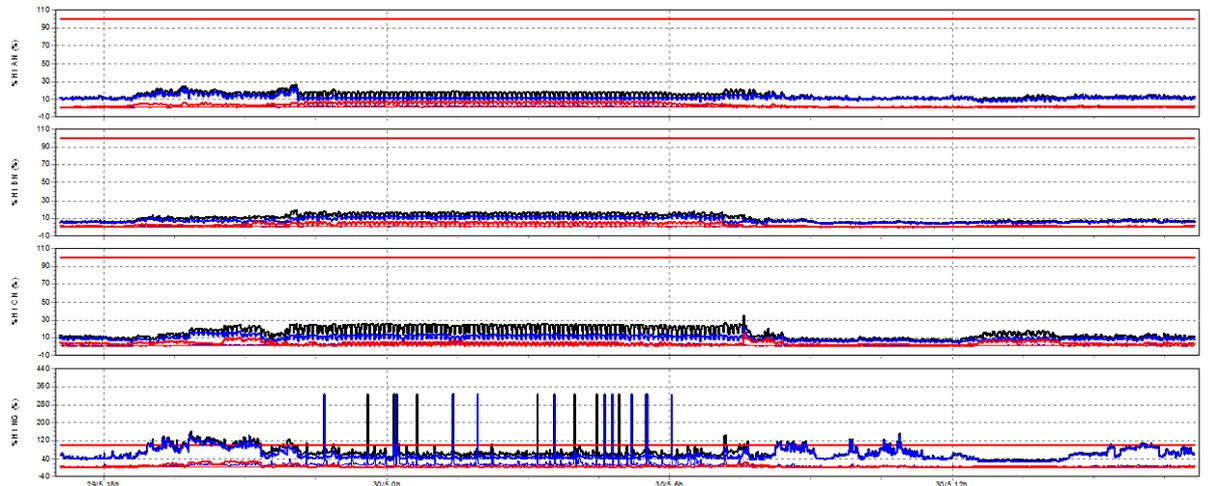
Elaborado por: Campos C.

El comportamiento es el mismo que el resto de la semana. Sin embargo, a las 15:39 se accionaron las protecciones principales. El Interruptor regulable Gerin Merlin de 250 A ante una fluctuación de THD de corriente. Provocando la descarga de las cargas no lineales sobre los conductores principales que actuaban como drenaje de la energía remanente aumentando la THD de voltaje en la fase C con respecto al neutro. Esta no es una anomalía. Solo es la evidencia de un problema existente en la Cooperativa. Que afecta a las protecciones.

Medición TDH de corriente

29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00

Figura 42: TDH Corriente 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 34: Resumen de valores TDH Corriente 29 junio 2017 17:00 hasta 30 junio 2017 17:00

Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	7.54	12.38	21.15
Horas de mínima carga	9.55	10.06	26.48
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	4.2	6.776	16.58
Horas de mínima carga	18.91	12.902	18.91
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	5.64	11.12	34.73
Horas de mínima carga	6.98	18.739	25.74
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	28.05	62.3	150.92
Horas de mínima carga	36.99	77.408	327.67

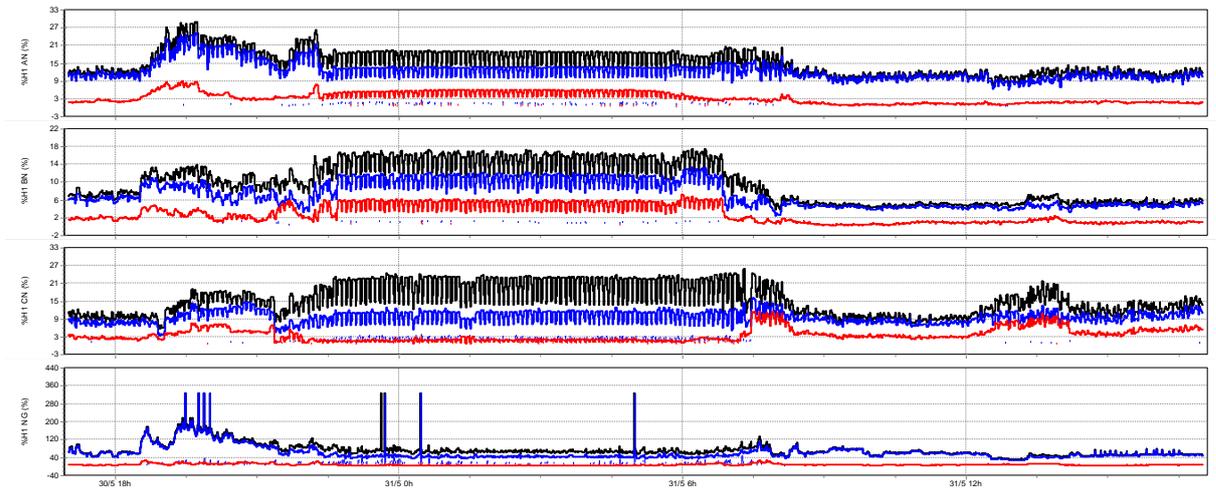
Elaborado por: Campos C.

La distorsión armónica en corriente es alta. La EN50160 permite distorsión armónica de hasta un 8% en corriente. Todos los conductores incumplen con esta norma. También es de rescatar que este es un comportamiento esperado ya que existe una gran variedad de carga monofásica

en el edificio. La presencia de armónicos impares. Afectan al conductor neutro ya que estas se suman a él.

30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00

Figura 43: TDH Corriente 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 35: Resumen de valores TDH 30 junio 2017 17:00 hasta 31 junio 2017 17:00

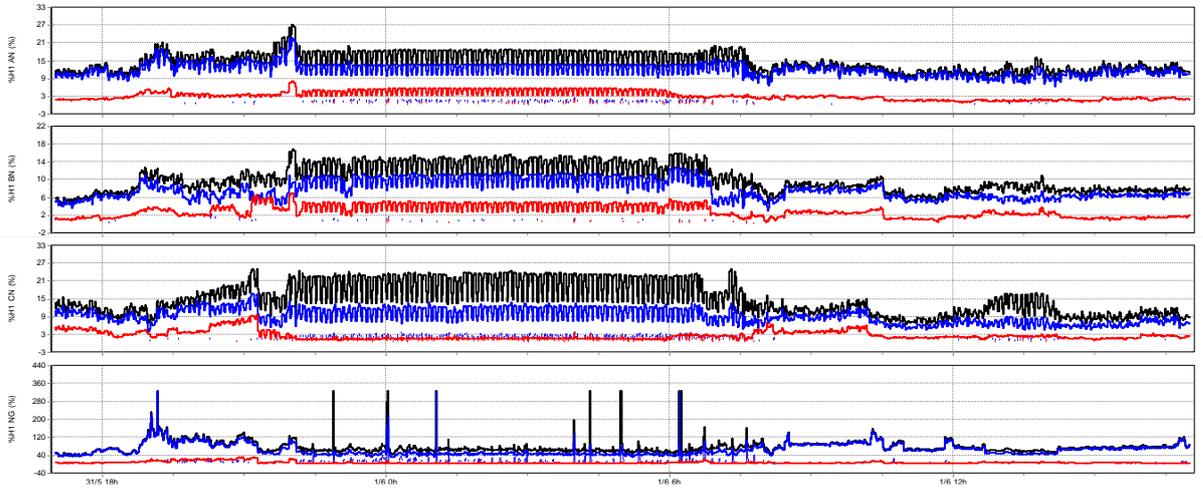
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	7.25	14.27	28.9
Horas de mínima carga	9.97	17.42	28.9
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	3.85	8.88	17.5
Horas de mínima carga	5.93	12.75	17.5
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	5.6	14.09	34.73
Horas de mínima carga	5.63	17.25	24.38
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	28.05	70.1	327.67
Horas de mínima carga	42.7	83.837	327

Elaborado por: Campos C.

Se duplica el comportamiento del día anterior. También se puede observar una reducción de la distorsión armónica en horario de máxima carga esto debido a la presencia de mayor cantidad de corrientes que contrarrestan el efecto de distorsión. En cambio, en mínima carga la distorsión aumenta llevando a pico en el arranque del motor trifásico del ascensor.

31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00

Figura 44 : TDH Corriente 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 36: Resumen de valores TDH Corriente 31 junio 2017 17:00 hasta 1 junio 2017 17:00

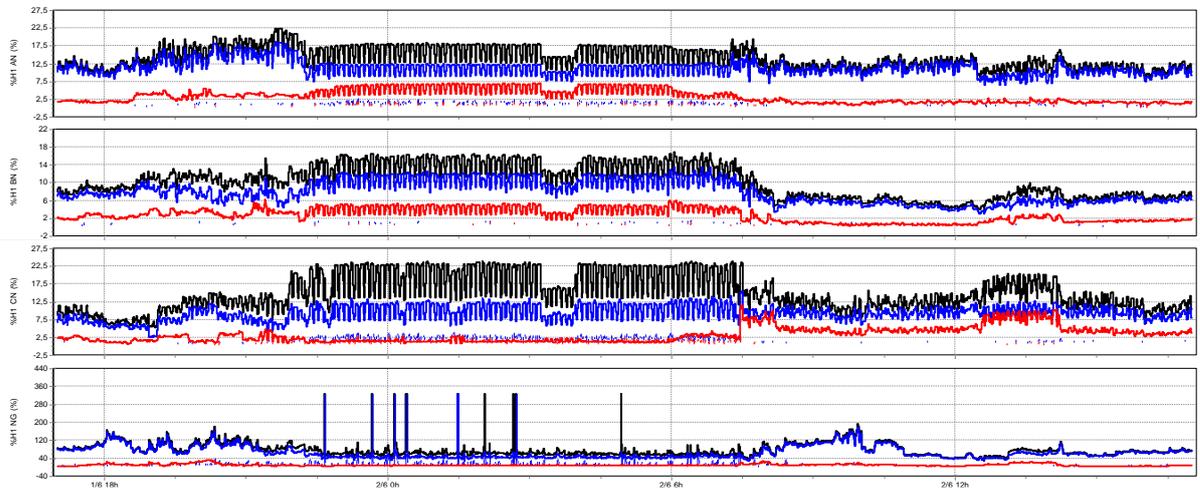
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	7.98	12.159	19.56
Horas de mínima carga	9.1	16.01	27.16
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	4.5	7.951	12.21
Horas de mínima carga	4.38	11.62	16.77
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	6.1	10.722	24.91
Horas de mínima carga	6.73	17.57	25.05
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	44.34	78.574	162.29
Horas de mínima carga	34.8	75.274	327.67

Elaborado por: Campos C.

Como es un día laborable, el efecto de la distorsión armónica es similar. Un aumento durante el horario de mínima carga y un descenso a máxima carga. Algo de esperarse ya que el balance de carga máximo se obtiene a potencia nominal.

1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00

Figura 45: TDH Corriente 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 37: Resumen de valores TDH Corriente 1 junio 2017 17:00 hasta 2 junio 2017 17:00

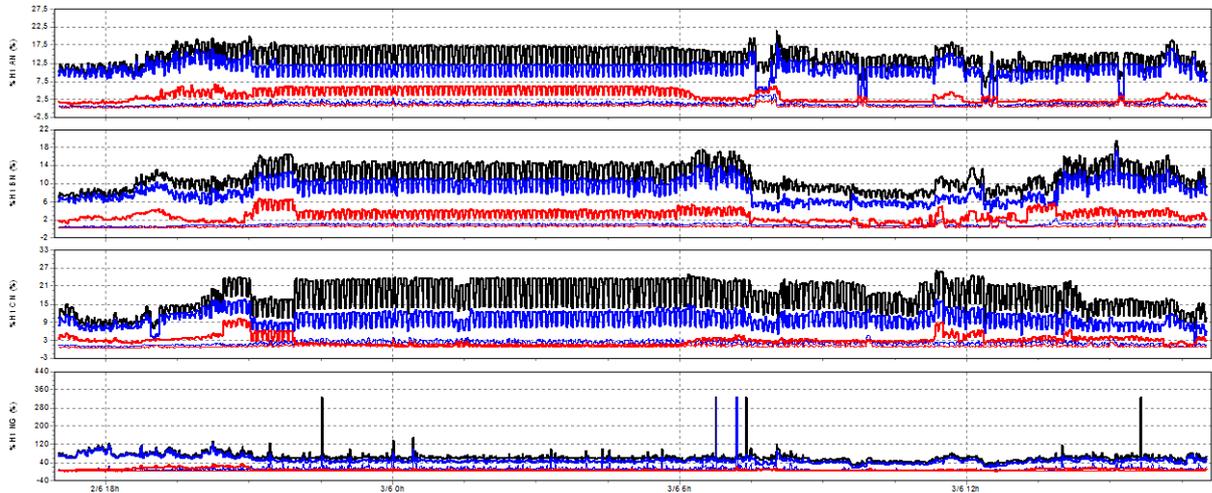
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	8.09	12.05	19.3
Horas de mínima carga	8.98	15.42	22.41
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	4.02	6.96	15.45
Horas de mínima carga	6.9	12.42	16.93
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	7.87	13.24	23.71
Horas de mínima carga	5.21	15.895	23.84
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	33.69	75.3	191.73
Horas de mínima carga	40.16	79.31	327.67

Elaborado por: Campos C.

De la misma manera que los días anteriores la distorsión armónica en el sistema se replica. Durante la mínima carga el sistema funciona parcialmente aumentando el THD en corriente. Además, la existencia de una mala implementación a tierra aumenta el efecto provocando la fuga de corrientes parasitas que afectan a la red del edificio.

2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00

Figura 46: TDH Corriente 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 38: Resumen de valores TDH Corriente 2 junio 2017 17:00 hasta 3 junio 2017 17:00

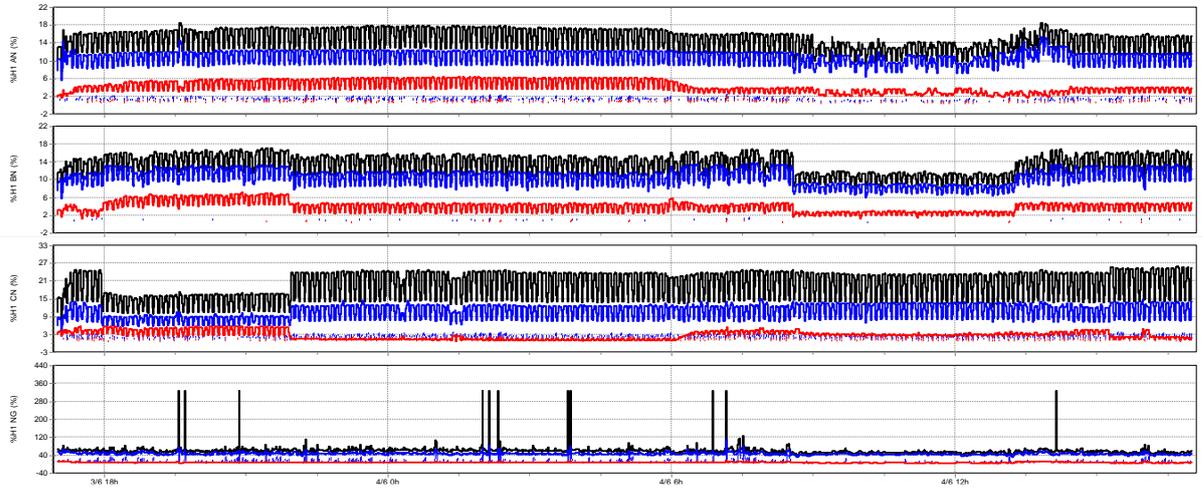
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	6.02	13.46	21.62
Horas de mínima carga	9.14	14.95	20.13
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	6.32	10.53	19.47
Horas de mínima carga	6.68	12.229	12.56
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	6.72	16.87	26.03
Horas de mínima carga	7.2	17.7	24.87
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	28.67	58.41	327.6
Horas de mínima carga	46.58	69.47	327.6

Elaborado por: Campos C.

El efecto de la distorsión armónica en la red de la Cooperativa es similar al de los días pasados. La distorsión de Corriente es similar tanto en mínima como en el horario de máxima carga. Reduciéndose en ciertos intervalos y aumentando. Esto debido al accionamiento de sistema de aire acondicionado de la data center el cual genera pico de corriente cada 6 o 7 minutos.

3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00

Figura 47: TDH Corriente 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 39: Resumen de valores TDH Corriente 3 junio 2017 17:00 hasta 4 junio 2017 17:00

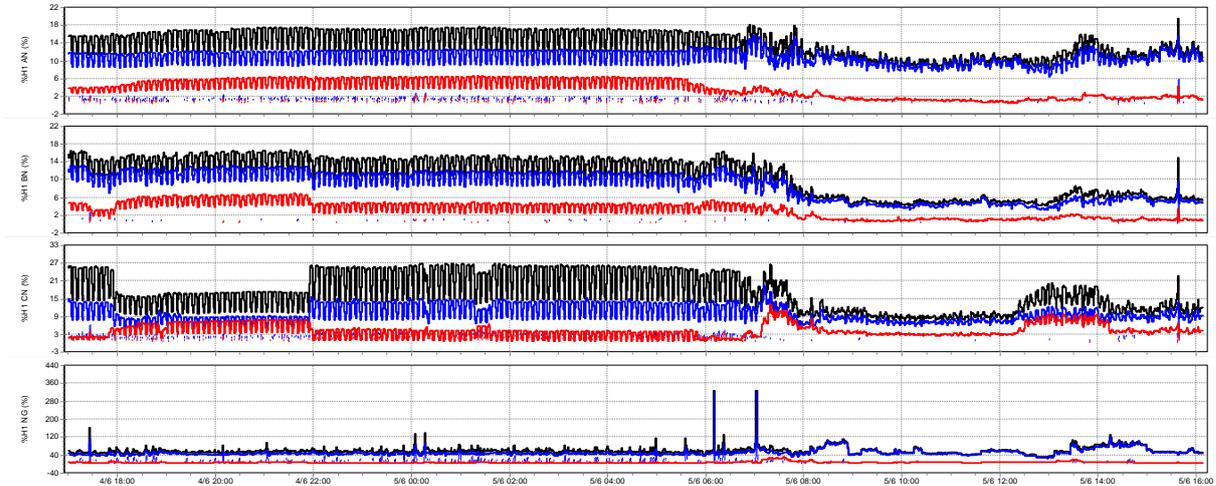
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	8.72	13.58	18.45
Horas de mínima carga	7.45	15.4	18.49
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	7.84	12.49	16.75
Horas de mínima carga	7.13	13.89	17.12
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	11.56	20.4	25.88
Horas de mínima carga	7.21	18.53	24.78
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	39.92	55.76	327.7
Horas de mínima carga	46.88	64.16	327.67

Elaborado por: Campos C.

La presencia de una gran cantidad de luminarias led afecta el desarrollo temporal de la distorsión armónica. Manteniéndose durante el tiempo pero la presencia del sistema de aire acondicionado y el ascensor provoca picos de distorsión que superan la norma.

4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00

Figura 48: TDH Corriente 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00



Elaborado por: Campos C.

Tabla 40: Resumen de valores TDH Corriente 4 junio 2017 17:00 hasta 5 junio 2017 17:00

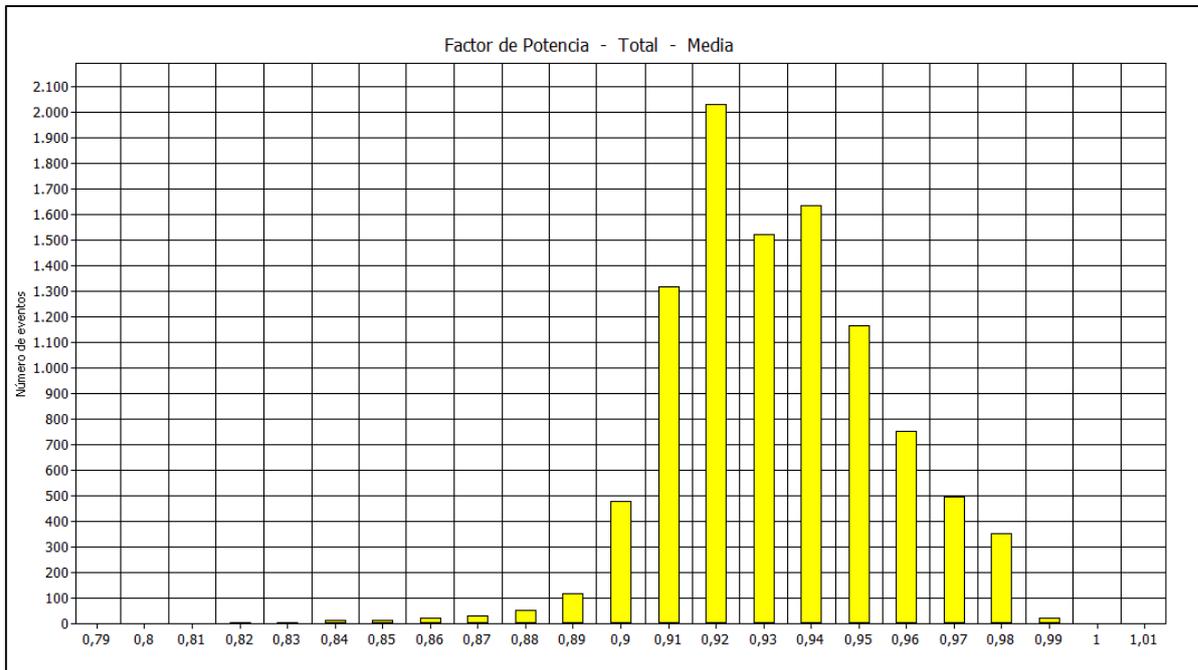
Periodo de análisis	THD valores mínimo (%)	THD valores medio (%)	THD valores máximos (%)
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase AN			
Horas de máxima carga	7.84	11.23	19.43
Horas de mínima carga	10.43	15.22	18.03
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase BN			
Horas de máxima carga	3.92	6.11	14.88
Horas de mínima carga	8.87	13.68	16.62
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase CN			
Horas de máxima carga	7.18	11.83	26.42
Horas de mínima carga	9.51	19.55	26.9
Resumen de los valores promedio THD Corriente fase NG			
Horas de máxima carga	29.64	62.157	327.67
Horas de mínima carga	40.47	56.69	327

Elaborado por: Campos C.

La distorsión de armónicos aumenta instantáneamente el valor de la corriente. Así el conductor neutro presenta picos de 49.7 A. sin embargo, la corriente media fluctúa en el 43.8 A. es decir, la corriente de distorsión es de solo 5.9 A.

Factor de potencia

Figura 49: Evolución del Factor de potencia



Elaborado por: Campos C.

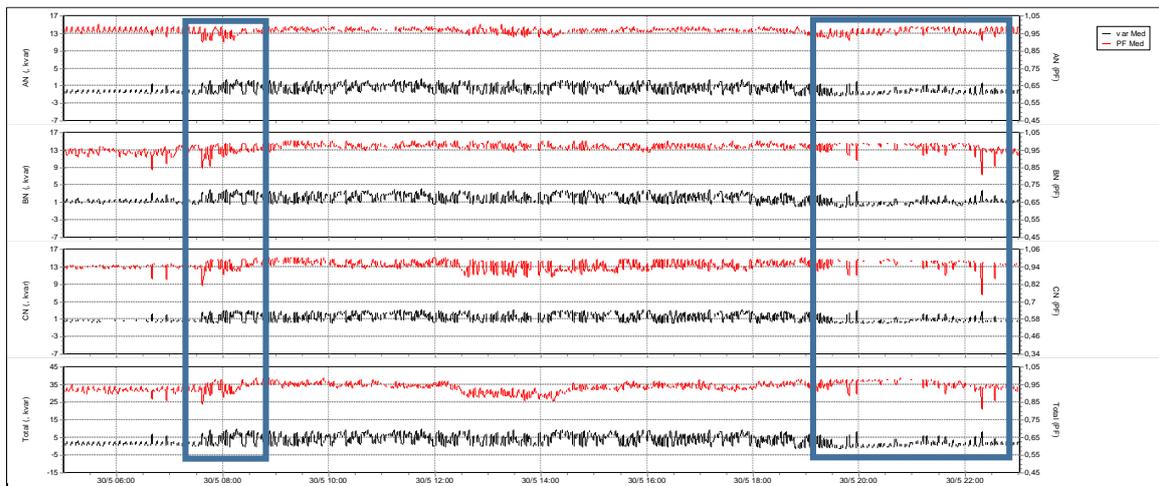
Un análisis general permite deducir la existencia de valores máximos de 0,99 – 30 mayo 2017, más de 2000 eventos- y valores mínimos de 0,81 -30 mayo 2017, menos de 20 eventos-. La Empresa Eléctrica Ambato (EEASA) permite a sus clientes con un factor de potencia de 0,92 a 1. Si se considera que estos valores como intermitentes y fluctuantes con un tiempo de duración menor de 1 minuto. Y el número de eventos registrados vemos una preponderancia de los eventos en los cuales se registra un valor de superior a 0,92. El analizador registra un valor promedio de 0,932633. Permitiendo a la Empresa cumplir con las estipulaciones de la EEASA.

Tabla 41: Valores inferiores extremos registrados el día 30 de mayo del 2017

Fecha	Hora	Factor de Potencia Total
30/05/2017	22:19:50.236	0,81
31/05/2017	7:13:50.236	0,83
31/05/2017	22:07:50.236	0,83
01/06/2017	22:17:50.236	0,82
03/06/2017	8:12:50.236	0,83
03/06/2017	8:13:50.236	0,82
03/06/2017	11:59:50.236	0,83
03/06/2017	17:06:50.236	0,82

Elaborado por: Campos C.

Figura 50: Variación del FP en un día laboral (30 mayo del 2017)



Elaborado por: Campos C.

En un día laboral típico (30 mayo del 2017). Se encuentra el factor de potencia fluctuando entre 0.81 y 0.99. Se observa en la Figura N° 15 la tendencia del día en correlación con la potencia reactiva. Un aumento intermitente de los kVAR origina una caída del factor de potencia. Especialmente, este comportamiento se describe de mejor manera en el horario de mínima carga (23:00 a 6:00) donde solo funciona la iluminación ornamental, sistema de seguridad y el data center.

Este último trabaja con un aire acondicionado que regula la temperatura de la habitación donde se ubica el data center. La corriente de arranque del ventilador de este sistema se acciona en intervalos regulares de 6 a 7 minutos. Coincidiendo con las caídas de factor de potencia. Durante la máxima carga la combinación del aire acondicionado, los balastos del sistema de iluminación y el motor del ascensor. Afectan las necesidades del edificio de energía reactiva provocando caídas de hasta 0.81.

Valor de resistencia de puesta a tierra.

La resistencia registrada por el equipo Fluke 1625-2 es de 0.030 ohmios en el mallado de tierra y 18.85 en la varilla copperweld del generador. No hay una resistencia de tierra estándar que todas las agencias reconozcan, sin embargo, la NFPA y la IEEE han recomendado un valor de resistencia de tierra de 5,0 ohmios o menos.

El NEC ha declarado: "Asegúrese de que el sistema Impedancia a tierra es inferior a 25 ohmios especificado en NEC 250.56. En instalaciones con Equipo debe ser 5.0 ohms o menos. "

La industria de las telecomunicaciones ha Frecuencia de 5.0 ohmios o menos, ya que su valor para Puesta a tierra y unión.

Tabla 42: Valores de resistencia

Valor	Medido	Recomendable
Mallado de tierra	0.030 ohmios	5,0 ohmios
Varilla copperweld del generador	18.85 ohmios	25 ohmios

Elaborado por: Campos C.

- Tablero de transferencia Automática

En la figura N° 51 se puede apreciar los elementos eléctricos utilizados en la Trasterencia por medio de MINI-PLC:

- Mini-PLC Logo Siemens V8.
- Dos mini Breaker de 10A
- Protector electrónico trifásico marca Breakermatic 3fases
- Dos interruptores regulables motorizado de 250A

El funcionamiento de este diagrama de control de la transferencia por medio de MINI-PLC consiste en la conexión del elemento Protector electrónico trifásico o el supervisor de fases, y Breakers Motorizados. Para mantener el circuito Transferencia de Energía Eléctrica se utiliza como fuente de alimentación eléctrica un UPS (Uninterruptible Power Supply) de la cooperativa para mantener los equipos de supervisión con energía constante.

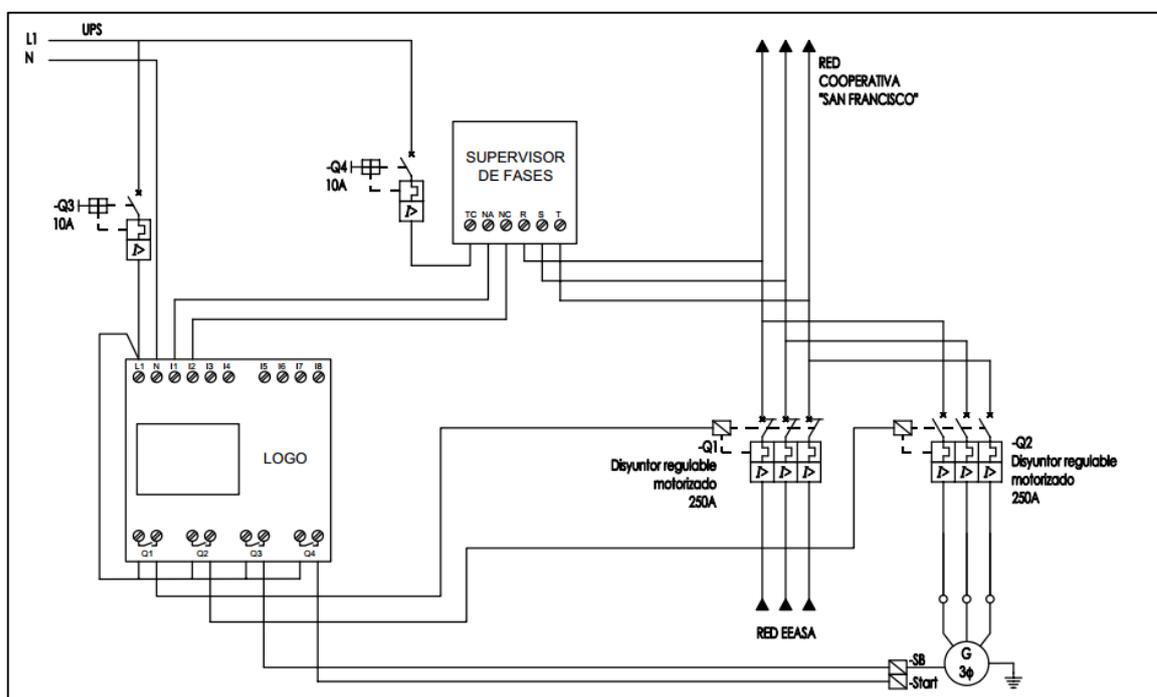
El Logo recepta la señal de tensión a través de las entradas NC (Normalmente cerrados) y NA (normalmente abiertos) del supervisor de fases. El primero activa la señal de control de existencia de energía indiferente de su fuente. La memoria del logo guarda un bit o marca para determinar la posición de apertura o cierre de los dos disyuntores regulables de 250 A. Intercalando cada breaker según la necesidad del circuito en las salidas Q1 y Q2.

En el caso de necesitar la energía del generador la salida Q3 accionando el sebadado del arranque durante 30 segundos. Después de este lapso desconecta el breaker de la red de la empresa eléctrica. Cinco segundos después arranca el generador. Diez segundos después, cuando el generador ingrese a régimen nominal, cierra el breaquer regulable del generador.

En la situación en la cual se recupera la energía de la red. En las entradas I3, I4 e I5 detectan la señal de voltaje de la red aguas arriba. Generando la desconexión del breaker del generador y cerrando el breaker de la red. Y enviando la orden de apagar el generador.

El supervisor de fases controla la apertura de fases y los niveles de voltaje de la red de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz”.

Figura 51: Esquema de conexiones del Tablero de transferencia Automática

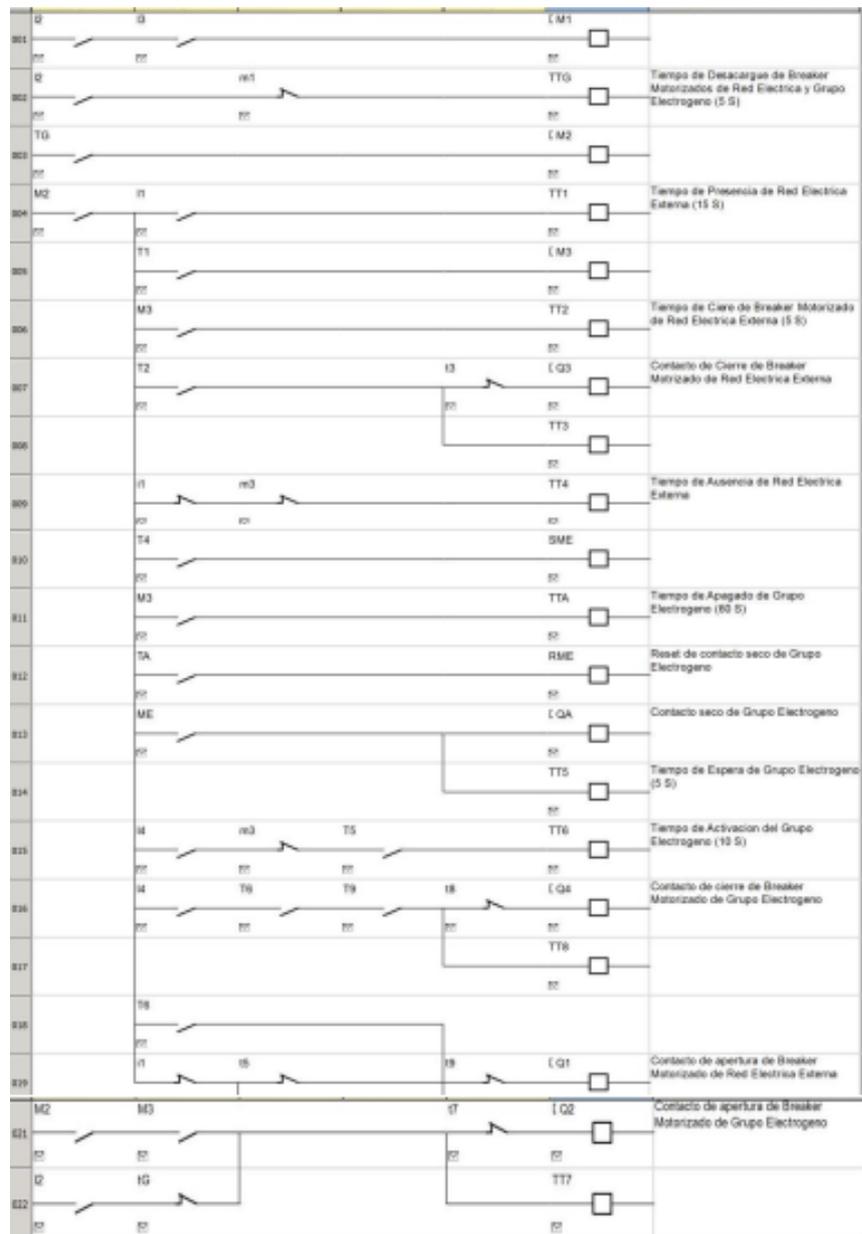


Elaborado por: Campos C.

Software propuesto para la implementación

Para la implementación del proyecto se decidió utilizar el software LogoSoft para la programación del Logo V8. Esto permitirá la ejecución y mantenimiento por cualquier operario sin la necesidad de una especialización. Ya que hardware y software son de fácil acceso.

Figura 52: Programa Ladder para el TTA



Elaborado por: Campos C.

Resultados obtenidos

Dentro de los resultados obtenidos se obtiene niveles de distorsión armónica en corriente elevados. Esto es debido a la naturaleza misma de las cargas del edificio. Que afectan la red interna. En el aspecto de voltaje las tres fases cumplen con la norma EN50160. El conductor neutro no cumple registrando valores de 69 %.

Tabla 43: Resultados obtenidos de DTH Voltaje:

DTH V	
AN	1.78-2.52
BN	1.71-2.39
CN	1.63-2.37
NG	28-69.07

Elaborado por: Campos C.

En cuanto a corriente los valores de distorsión armónica en las tres fases fluctúan entre 3 y 19.47% incumpliendo la norma y el conductor neutro de 16.22%

Se recomienda acoplar al sistema un sistema de filtrado de armónicos de 12 kVAR en conexión en serie y paralelo para reducir la distorsión armónica producida por la iluminación fluorescente, el UPS, el sistema de aire acondicionado y el ascensor. Además, es necesario, aterrizar una varilla cooperwell lo más cerca del tablero general para mejorar el sistema de puesta a tierra y reducir la fuga de corrientes parasitas que afectan a la red interna.

Tabla 44: Resultados obtenidos de DTH Corriente

DTH A	
A	6.02-14.38
B	3.85-10.84
C	5.21-16.22
N	5.21-16.22

Elaborado por: Campos C.

En cuanto al factor de potencia el mínimo valor encontrado es de 0.81 y el máximo de 0.99. Con una tendencia media de 0.93. Lo que permite concluir que el sistema eléctrico del edificio cumple con la Normativa. Como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 45: Resultados obtenidos de Factor de potencia

Factor de potencia	
AN	0.89-0.96
BN	0.8-0.96
CN	0.75-0.95
Total	0.81-0.93

Elaborado por: Campos C.

Verificación del conductor técnica y económicamente recomendado.

El dimensionamiento correcto de los conductores eléctricos tiene una gran importancia en la eficiente operación, garantizando seguridad de la instalación eléctrica. Motivo por el cual se consideró este aspecto en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Fráncico “La Matriz” verificando el dimensionamiento adecuado para la demanda de carga existente, tomando como referencia la hora de mayor consumo y los conductores de las tres fases detectadas a máxima carga .

A través del respectivo cálculo se determina si el conductor implementado consta con el dimensionamiento técnico y económico adecuado.

Tabla 46: Datos de amperaje resistencia y precios por conductor

Calibre del cable	60°C TW	75°C RHW,THW, THWN	90°C THHN,XHHW- 2, THWN-2	Resistencia eléctrica 20°C	Precios
AWG	Amperaje soportado			ohm/km	\$
12 AWG	20	20	20	5,32	0,45
10 AWG	30	30	30	3,34	0,71
8 AWG	40	50	55	2,1	1,00
6 AWG	55	65	75	1,32	1,56
4 AWG	70	85	95	0,83	2,91
2 AWG	95	115	130	0,54	4,51

Elaborado por: Campos C.

Fórmula para cálculo de selección de conductores

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d \quad \text{Ec.1}$$

R= resistencia del conductor (Ω)

d = distancia del conductor (m)

$$\Delta V = R * I \quad \text{Ec.2}$$

ΔV = Variación de voltaje (v)

I= Corriente (A)

$$P = \Delta V * I \quad \text{Ec.3}$$

P= Potencia (w)

$$I_p = \frac{P}{V} \quad \text{Ec.4}$$

I_p= Corriente calculada

V= Voltaje nominal

$$CSC = (I_{mv} * Inicial) + CEP \quad \text{Ec.5}$$

CSC= Cálculo selección del conductor

(I_{mv}*Inicial)= Costo de inversión inicial

CEP= Costo de energía perdida

Fórmula para inversión inicial

Ec.6

$$(I_{mv} * Inicial) = (\text{costo en metro de conductor}) \times (\text{cantidad de conductor})$$

Fórmula para costo de energía perdida

Ec.7

$$CEP = P(Kw) \times (10\text{años}) \times \left(\frac{365 \text{ días}}{\text{año}}\right) \times \left(\frac{10 \text{ h}}{\text{dia}}\right) \times \left(\frac{\$}{KWh}\right)$$

CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE CONDUCTOR

FASE "A"

Datos

	Interruptor termomagnético
Ubicación	C63 (N-SUB)
Corriente medida	11,01 A
Voltaje nominal	120 V
Distancia	18 m

Tabla 47: Datos para cálculo

Calibre	Ω/Km	\$/m
10	3,34	0,71
8	2,1	1
6	1,32	1,56

Elaborado por: Campos C.

6 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

0,04752
 Ω
 11,01 A

$$\Delta V = R * I$$

0,5231952 V

$$P = \Delta V * I$$

5,7603791 W

$$I_p = \frac{P}{V}$$

0,0480031 A

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$CSC = I_{mv} * Inicial + CEP$$

CSC 56,16 + 21,03
77,19\$

8 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

0,0756 Ω

I

11,01 A

$$\Delta V = R * I$$

0,832356 V

$$P = \Delta V * I$$

$$9,1642395 \text{ W}$$

$$I_p = \frac{P}{V}$$

$$0,0763686 \text{ A}$$

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$CSC = I_{mv} * Inicial + CEP$$

$$CSC = 36 + 33,449$$

$$69,45 \text{ \$}$$

10 AWG

$$R = \#conductores \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

$$0,12024 \text{ } \Omega$$

I

$$11,01 \text{ A}$$

$$\Delta V = R * I$$

$$1,3238424 \text{ V}$$

$$P = \Delta V * I$$

$$14,5755048 \text{ W}$$

$$I_p = \frac{P}{V}$$

$$0,12146254 \text{ A}$$

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$\text{CSC} = \text{Imv} * \text{Inicial} + \text{CEP}$$

$$\text{CSC} \quad 25,56 + 53,20$$

$$\quad \quad \quad 78,76 \text{ \$}$$

Figura 53: Representación gráfica para selección del conductor de fase "A"



Elaborado por: Campos C.

Interpretación: Los Conductores 6 AWG, 8 AWG y 10 AWG como se especifica en la **tabla 42** soportar un determinado nivel de amperaje, mismo que al comparar con el registrado el día Martes 11 de Julio a las 15h45 igual a (11,01 A), en la fase "A" del interruptor termomagnético C63 (N-SUB) se determina que los conductores cumplen técnicamente y mediante el cálculo se determina como más rentable utilizar un conductor 8 AWG a diferencia de un 6 AWG, u 10 AWG. En este caso el conductor instalado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco "la Matriz" son dos conductores en paralelo de 16 AWG, mismos que se considera como un solo conductor de 8 AWG, cumpliendo las especificaciones técnica y económicamente recomendado.

Interpretación: Los Conductores 6 AWG, 8 AWG y 10 AWG como se especifica en la **tabla 42** soportar un determinado nivel de amperaje, mismo que al comparar con el registrado Martes 11 de Julio a las 16h00 de 14,04 A como máxima en la fase "B" Interruptor termomagnetico C50 (N-2P), se determina que los conductores cumplen técnicamente y mediante el cálculo se determina como más rentable utilizar un conductor 8 AWG a diferencia de un 6 AWG, u 10 AWG.

En este caso el conductor instalado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco "la Matriz" es 6 AWG, Se establece técnicamente como aprobado.

CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE CONDUCTOR FASE "C"

Datos	Interruptor termomagnetico	
Ubicación	N 2P SISTEM	
Corriente medida	5,6	A
Volt. Nom	120	V
Distancia	15	m

Tabla 48: Datos de cálculo para fase "C"

Calibre	Ω/Km	\$/m
10	3,34	0,71
8	2,1	1
6	1,32	1,56

Elaborado por: Campos C.

6 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

$$0,0396 \Omega$$

$$I$$

$$5,6 \text{ A}$$

$$\Delta V = R * I$$

$$0,22176 \text{ V}$$

$$P = \Delta V * I$$

$$1,241856 \text{ W}$$

$$I_p = \frac{P}{V}$$

$$0,0103488 \text{ A}$$

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$\text{CSC} = \text{Imv} * \text{Inicial} + \text{CEP}$$

$$\text{CSC} \quad 46,8 + 4,53$$

$$\quad \quad \quad 51,33 \text{ \$}$$

8 AWG

$$\text{R} = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * \text{d}$$

$$0,063 \text{ } \Omega$$

$$\text{I} \quad 5,6 \text{ A}$$

$$\Delta \text{V} = \text{R} * \text{I}$$

$$0,3528 \text{ V}$$

$$\text{P} = \Delta \text{V} * \text{I}$$

$$1,97568 \text{ W}$$

$$\text{Ip} = \frac{\text{P}}{\text{V}}$$

$$0,016464 \text{ A}$$

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$\text{CSC} = \text{Imv} * \text{Inicial} + \text{CEP}$$

$$\text{CSC} \quad 30 + 8,42$$

$$\quad \quad \quad 38,42 \text{ \$}$$

10 AWG

$$\text{R} = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * \text{d}$$

$$0,1002 \text{ } \Omega$$

$$\text{I} \quad 5,6 \text{ A}$$

$$\Delta \text{V} = \text{R} * \text{I}$$

$$0,56112 \text{ V}$$

$$\text{P} = \Delta \text{V} * \text{I}$$

$$I_p = \frac{P}{V}$$

3,142272 W
0,0261856 A

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$CSC = I_{mv} * Inicial + CEP$$

$$CSC \quad 21,3 + 13,38$$

34,68 \$

Figura 54: Representación gráfica para selección del conductor de fase “C”



Elaborado por: Campos C.

Interpretación: Los Conductores 6 AWG, 8 AWG y 10 AWG como se especifica en la **tabla 42** soportar un determinado nivel de amperaje, mismo que al comparar con el registrado el Martes 11 de Julio a las 16h10, es de (5,56 A) como máxima en la fase "C" Interruptor termomagnetico C63 (N-2P SISTEM, se determina que los conductores cumplen técnicamente y mediante el cálculo se determina como más rentable utilizar un conductor 10 AWG a diferencia de un 8 AWG, u 6 AWG.

En este caso el conductor instalado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco "la Matriz" es 8 AWG, Se establece técnicamente como aprobado.

**CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE CONDUCTOR
VALIDO PARA LAS TRES FASES
ACENSOR**

Datos

Ubicación	Interruptor termomagnetico C63 (ACENSOR)
Corriente medida	87,5 A
Volt. Nom	120 V
Distancia	30 M

Tabla 49: Datos de cálculo para las tres fases

Calibre	Ω/Km	$\$/\text{m}$
2	0,54	4,51
4	0,83	2,91
6	1,32	1,56

Elaborado por: Campos C

2 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right)$$

$$0,0162 \Omega$$

I

$$87,5 \text{ A}$$

$$\Delta V = R * I$$

$$1,4175 \text{ V}$$

$$P = \Delta V * I$$

$$124,03125 \text{ W}$$

$$I_p = \frac{P}{V}$$

$$1,03359375 \text{ A}$$

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$CSC = I_{mv} * Inicial + CEP$$

$$CSC = 135,3 + 528,32$$

$$663,62 \$$$

4 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

0,0249 Ω

$$I$$

87,5 A

$$\Delta V = R * I$$

2,17875 V

$$P = \Delta V * I$$

190,640625 W

$$I_p = \frac{P}{V}$$

1,58867188 A

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$CSC = I_{mv} * Inicial + CEP$$

$$CSC \quad 87,3 + 812,043$$

899,34 \$

6 AWG

$$R = \# \text{conductores} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) * d$$

0,0396 Ω

$$I$$

87,5 A

$$\Delta V = R * I$$

3,465 V

$$P$$

303,1875 W

$$I_p = \frac{P}{V}$$

2,5265625 A

COSTO DE SELECTIVIDAD DEL CONDUCTOR

$$\text{CSC} = \text{Imv} * \text{Inicial} + \text{CEP}$$

$$\text{CSC} \quad 46,8 + 1291,44$$

$$\quad \quad \quad 1338,24 \text{ \$}$$

Figura 55: Representación gráfica para selección del conductor para las tres "fase"



Elaborado por: Campos C.

Interpretación: El Conductores 2 AWG , 4 AWG y 6 AWG como se especifica en la **tabla 42** soportar un determinado nivel de amperaje, mismo que al comparar con el registrado del día Martes 11 de Julio a las 16h32 es de 87 A como máxima en las tres fases interruptor termomagnético C63(ACENSOR) se determina que no todos los conductores cumplen técnicamente y económicamente el conductor 6 AWG no cumple, los conductores 2 AWG y 4 AWG cumplen técnicamente, el recomendado sería el 2 AWG, En este caso el conductor instalado en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco "la Matriz" es de 4 AWG, estableciéndose técnicamente como aprobado.

Verificación de la hipótesis.

Se realizó la auditoría energética del sistema eléctrico en la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco "La Matriz" determinando falencias en iluminación con valores por debajo de los permisibles según Monografías Ceac por tal esto se evidencia en el Anexo 11, para ello se realiza la respectiva simulación actual y recomendada.

Se levantó los planos tanto de iluminación como los planos eléctricos normales y regulados mismos que se pueden evidenciar en el Anexo 12, a la vez que se etiqueto los tableros de distribución y conductores según su fase.

Al elaborar el cálculo técnico y económico del dimensionamiento de los conductores se establece que se encuentran en condiciones técnicas de funcionamiento adecuadas aunque no económicamente.

Se realizó el cálculo para determinar el consto beneficio de cambio de luminarias fluorescentes a luminarias led.

La termología realizada en el tablero de principal determino que no existen anomalías bajo la norma NETA, corroborando los cálculos de dimensionamiento de conductores.

Para el tablero de transferencia automática se elaboran la selección y costos de materiales para la implementación (Anexo 13), a la vez que se elevadora la programación tentativa para el logo (Figura 47).

12. IMPACTOS

Aspecto Técnico

Mediante la recolección de información por parte del Analizador de Redes se obtienen datos de voltaje, corriente, fp, flicker, armónicos TDH, bajo normas regulatorias como el CONELEC 004, se determina un desbalance de cargas entre fases la fase “B” se encuentra actualmente desbalanceada con un porcentaje aproximado del 30% en relación a las otras dos fases.

En cuanto a corriente los valores de distorsión armónica en las tres fases fluctúan entre 3 y 19.47% incumpliendo la norma y el conductor neutro de 16.22%

La iluminación en puestos de trabajo no cumple con los estándares de iluminación mínimas del INEN y Monografías CEAC, puestos de trabajo como “Cajas” su iluminación se encuentra por debajo de las condiciones aceptables, para ello se realiza el cálculo y simulación correspondiente por cada puesto de trabajo.

Se realiza un análisis termografico en el tablero eléctrico principal, evidenciando conducciones de funcionamiento normales no requieren acciones por elevación de temperatura.

El cálculo realizado al conductor que más carga tenga por fase, determino que los conductores instalados cumplen técnicamente pero no económicamente, esto repercute únicamente al costo de instalación en un tiempo estimado de 10 años, mas no en el correcto funcionamiento. En cuanto al factor de potencia el mínimo valor encontrado es de 0.81 y el máximo de 0.99. Con una tendencia media de 0.93. Lo que permite concluir que el sistema eléctrico del edificio cumple con la Normativa. Como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 50: Resultados obtenidos de Factor de potencia

Factor de potencia	
AN	0.89-0.96
BN	0.8-0.96
CN	0.75-0.95
Total	0.81-0.93

Elaborado por: Campos C.

Aspecto Económico

Análisis del consumo eléctrico

El primer paso para realizar el análisis del consumo eléctrico y determinar el costo beneficio del cambio de luminarias fluorescentes por luminarias led en la Cooperativa San Francisco La Matriz, es necesario determinar el consumo eléctrico que se genera mensualmente y es cancelado a la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

Para lograr con este objetivo, es necesario establecer los valores por iluminación de focos fluorescentes tiene la Cooperativa. En la siguiente tabla se establece el número total de fluorescentes que tienen las instalaciones de la institución:

Tabla 51: Número total de fluorescentes en la Cooperativa

Instalación Eléctrica de la Cooperativa "San Francisco"				
Total	Nombre	Fluorescentes	Total de tubos	Potencia de cada tubo (W)
52	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 4x17 W empotrada	208	17
23	LUMINARIAS	Luminaria ahorrador 32 W roscable	23	32
25	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 2x54 W empotrada	50	54
177	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 3x32 W empotrada	531	32
18	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 2x32 W empotrada	36	32
89	LUMINARIAS	Luminaria ojo de buey con 1 ahorrador de 15 W	89	15
110	LUMINARIAS	Luminaria ojo de buey con 2 ahorrador de 15 W	110	15
TOTAL			1047	

Elaborado por: Campos C.

Una vez que obtuvimos el total de lámparas fluorescentes que existen en la Cooperativa, se procede a continuación a establecer el consumo KW diario total de cada una de las clases de luminarias, esto por el tiempo de horas diarias que permanecen encendidas, es así que obtenemos el siguiente calculo:

Tabla 52: Potencia absorbida por luminarias fluorescentes

Total de tubos fluorescentes	Potencia de cada tubo (W)	Potencia Total (W)	Tiempo horas	Consumo[KWh] aprox. Diario
208	17	3536	10	35,36
23	32	736	10	7,36
50	54	2700	10	27
531	32	16992	10	169,92
36	32	1152	10	11,52
89	15	1335	10	13,35
110	15	1650	10	16,5
Total [KWh] diario				281.01
Total [KWh] mensual Promedio(26 días)				7306.26

Elaborado por: Campos C.

El costo de la energía eléctrica, correspondiéndole el valor de \$0.1167. Con este valor tarifario y con el cálculo de la potencia absorbida por concepto de luminarias fluorescentes de la Cooperativa, se procede a multiplicar, es así que:

$$\text{Valor mensual} = \text{Total mensual KWh} * \text{Valor KWh}$$

$$\text{Valor mensual} = 7306.26 \text{ KWh} * \$ 0.1167$$

$$\text{Valor mensual} = \$ 852.64$$

La Cooperativa San Francisco obtuvo como resultado que, por concepto de luminarias fluorescentes se cancela un valor aproximado de \$ 852.64 de manera mensual.

Se realizar un cálculo aproximado del costo de las luminarias fluorescentes que son utilizado, es así que:

Tabla 53: Costo de las luminarias fluorescentes

LUMINARIAS	CANTIDAD	V. UNIT.	V. TOTAL
Fluorescentes	1047	1.59	1664.73

Elaborado por: Campos C.

Se debe realizar un cálculo aproximado del costo de las luminarias led:

Tabla 54: Costo de las luminarias led

LUMINARIAS	CANTIDAD	V. UNIT.	V. TOTAL
Led	1047	3,84	4020.48

Elaborado por: Campos C.

Se debe determinar la vida útil de los focos fluorescentes, esto se realiza a partir de las horas de trabajo de cada foco, en el caso de este tipo de focos es de 6000 horas aproximadamente según (Topten), es así que:

Tabla 55: vida útil de los focos fluorescentes

TOTAL FLUORESCENTES	VIDA UTIL	DÍAS	MESES	AÑOS
1047	6000 horas c/u	600	23	1 año y 11 meses

Elaborado por: Campos C.

Propuesta para el reemplazo de las actuales luminarias fluorescentes por Led en la Cooperativa San Francisco “La Matriz”

Con el levantamiento de información detallada anteriormente, se propone a continuación el reemplazo del sistema de iluminación de lámparas fluorescentes por unas de tipo tubo Led. A continuación, se propone dos tipos de lámparas para el reemplazo con sus respectivas características:

Tabla 56: Comparación entre led y fluorescentes

LÁMPARAS LED A UTILIZAR	CARACTERISTICAS
Led de 15, 17, 32 y 54 W	<ul style="list-style-type: none"> • Los tubos Led en su mayoría son adaptables a las luminarias T8, utilizadas también en los fluorescentes, no se requiere recableado en la luminaria. • Duración de las Led de 50.000 horas a diferencia de los fluorescentes de 6.000 horas, con una duración de 10 años de funcionamiento y una garantía de 3 a 5 años. • Ahorro de energía hasta de un 50 a 80% que se determinaran en el costo beneficio. • Cumplen con los lúmenes requeridos que son de 1800 lm y 900 lm. El brillo de tubo led es suave. • La temperatura de calor de 6.500 k luz diurna, adecuado para el trabajo de la Cooperativa. • Recubrimiento satinado para reducir el deslumbramiento. • Cuidadoso con el medio ambiente, ya que no contiene mercurio y reduce las emisiones de CO2.

Elaborado por: Campos C.

Tabla 57: Número estimado de LED's para la Cooperativa

Total	Nombre	Led	Total de tubos	Potencia de cada tubo (W)
52	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 4x10 W empotrada	208	10
23	LUMINARIAS	Luminaria ahorrador 19 W roscable	23	19
25	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 2x50 W empotrada	50	50
177	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 3x19 W empotrada	531	19

18	LUMINARIAS	Luminaria volumetrica 2x19 W empotrada	36	19
89	LUMINARIAS	Luminaria ojo de buey con 1 ahorrador de 15 W	89	15
110	LUMINARIAS	Luminaria ojo de buey con 2 ahorrador de 15 W	110	15
TOTAL			1047	

Elaborado por: Campos C.

Al igual que se realizó con los focos fluorescentes en el cálculo estimado para las LED's se debe establecer el consumo KW diario total de cada una de las clases de luminarias, esto por el tiempo de horas diarias que permanecen encendidas, es así que obtenemos el siguiente calculo:

Tabla 58: Estimación de Potencia absorbida por luminarias LED's

Total de tubos LED's	Potencia de cada tubo (W)	Potencia Total (W)	Tiempo horas	Consumo[KWh] aprox. Diario
208	10	2080	10	20,08
23	19	736	10	4,37
50	50	2500	10	25
531	19	10089	10	100,89
36	19	1152	10	6,84
89	15	1335	10	13,35
110	15	1650	10	16,5
Total [KWh] diario				187,03
Total [KWh] mensual Promedio (26 días)				4862,78

Elaborado por: Campos C.

Con este valor tarifario y con el cálculo de la potencia absorbida por concepto de luminarias fluorescentes de la Cooperativa, se procede a multiplicar, es así que:

$$\text{Valor mensual} = \text{Total mensual KWh} * \text{Valor KWh}$$

$$\text{Valor mensual} = 4862,78 \text{ KWh} * \$ 0,1167$$

$$\text{Valor mensual} = \$ 567,48$$

Una vez calculado el valor mensual de los focos fluorescentes y Led, se determina que existe una diferencia en el ahorro de potencia, lo que nos lleva a realizar el siguiente análisis de la vida útil e inversión de los focos Led's.

Se debe determinar la vida útil de los focos LED's, esto se realiza a partir de las horas de trabajo de cada foco, en el caso de este tipo de focos es de 50000 horas aproximadamente, es así que:

Tabla 59: Vida útil led

TOTAL LED's	VIDA UTIL	DÍAS	MESES	AÑOS
1047	50000 horas c/u	5000	192	16 años

Elaborado por: Campos C.

Consto por implementación de 6\$ por lámpara dato de señor de mantenimiento.

Tabla 60: Costo de implementación y mantenimiento

Luminarias	Mano de obra	Total
444	\$6 Implementación	\$2664
444	\$0.5 Mantenimiento	\$222

Elaborado por: Campos C.

Tabla 61: Comparación de focos fluorescentes vs Led

FLUORESCENTES		LED's	
Valor mensual KW/ h	\$ 852.64	Valor mensual KW/ h	\$ 567.48
Vida útil	23 meses	Vida útil	192 meses
Costo focos total	\$1664.73	Costo focos total	\$4020.48
Mantenimiento	\$222	Mano de obra de instalación	\$2664

Elaborado por: Campos C.

En la siguiente tabla se detalla el costo de las lámparas Led que requerirá la Cooperativa San Francisco, para poder cambiar su actual sistema de iluminación.

Tabla 62: Costo aproximado al mantener el fluorescente por 16 años

Inversión	\$2956560.48
Valor a pagar en los 16 años	\$108956.16
Total en los 16 años	\$3065516.64

Elaborado por: Campos C.

Tabla 63: Costo aproximado al mantener el led por 16 años

Inversión	\$6684.48
Valor a pagar en los 16 años	\$163706.88
Total en los 16 años	\$115640.64

Elaborado por: Campos C.

Tabla 64: Tiempo aproximado para recuperar led

Inversión fluorescente	\$852.64
Inversión led	\$6684.48
Tiempo de recuperación	8 meses

Elaborado por: Campos C.

Una vez realizado el análisis de los focos fluorescentes vs focos Leds, el impacto económico que generan las Led será en el tiempo de duración, es decir, actualmente con los fluorescentes se tiene una vida útil de 1 año y 11 meses, en cambio con los Led será de 16 años, el ahorro se daría en la compra de Leds, además son amigables con el medio ambiente. Cabe reiterar que la iluminación es un tema obligatorio dentro de las plazas de trabajo y oficinas.

Informe inspección termográfica tablero principal de la cooperativa de ahorro y crédito san francisco “la matriz”

En cumplimiento del desarrollo del PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. Se realizó la inspección termográfica de los tableros eléctricos de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” el 05 de Junio de 2017

Información

- Normas aplicadas
- Comentarios de las inspecciones
- Lista de equipos inspeccionados
- Reportes termográficos

Finalmente, me permito poner a su consideración el resultado de la referida Inspección termográfica y telefotográfica.

NORMAS APLICADAS

1.- INTERNATIONAL ELECTRICAL TESTING ASSOCIATION (NETA), Sistemas de baja y alta tensión.

- Guías típica utilizada para aplicaciones eléctricas
- Guías para inspecciones termográficas de instalaciones eléctricas aéreas

Tabla 65: Guía de inspección termografía

Facilidades	Delta temperatura (Δt)*	Grado
Instalaciones eléctricas aéreas	14° a 20° C	Grado 3.- Medidas correctivas no requeridas, DEBEN SER REGISTRADAS Y OBSERVADAS.
	21° a 60° C	Grado 2.- Medidas correctivas requeridas, ATENDER DE ACUERDO A LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO. MONITOREAR
	$\geq 61^{\circ}\text{C}$	Grado 1.- Medidas correctivas, ATENDER LO MÁS PRONTO POSIBLE.

Elaborado por: Campos C.

* (Delta Temperatura.- Es la diferencia $T. \text{Max} - T. \text{Ref.}$)

2.- TABLA PROPORCIONADA POR AGEMA INFRARED SYSTEMS, para compensar los efectos del viento.

Velocidad del Viento (metros/segundo).....Factor corrección.

Tabla 66: Compensar efectos de viento

1 o menor.....	1.00
2.....	1.36
3.....	1.64
4.....	1.86
5.....	2.06
6.....	2.23
7.....	2.40
8.....	2.50
9 o más.....	NO se recomiendan medir

Fuente: Agema infrared systems

Nota: 1 m/s = 2 nudos = 2.2369 mph.

3.- COMPARACION TERMICA EN LOS EQUIPOS DE SIMILARES CONDICIONES.

4.- CORRECCION TERMICA POR EFECTO DE CARGA.

COMENTARIOS DE LA INSPECCION

- Las inspecciones se realizó en condiciones normales de operación .
- Los criterios aplicados fueron los de la International Eléctrica Testing Association (NETA).
- Los criterios de severidad según la NETA son GUÍAS para la inspección termográfica que pueden ser adaptadas para cada industria y para cada caso de anomalía, por lo que puede haber ciertas variaciones del grado de severidad en ciertos termogràmas según el criterio del termógrafo.

Tabla 67: Elementos analizados

ITEM	LUGAR	ANALIZADO	ACCION
1	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Barras de fases A-B-C-N	Sin Novedad
2	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Barras de A-B-C-N -T (UPS)	Sin Novedad
3	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Contactar fachada letreros	Sin Novedad
4	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	TIMER	Referencia
5	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C63, energía normal cuarto piso (N 4P)	Referencia
6	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor, energía regulada subsuelo (UPS SUB)	Sin Novedad
7	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor , energía regulada planta baja (UPS PB)	Sin Novedad
8	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor, energía regulada mezanine (UPS MEGAZIME)	Sin Novedad
9	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada segundo piso	Referencia
10	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada tercer piso (UPS)	Sin Novedad
11	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada cuarto piso	Sin Novedad
12	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada segundo piso	Sin Novedad
13	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada segundo piso	Sin Novedad
14	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C32, energía regulada sexto piso (UPS 6)	Sin Novedad
15	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor Bombas	Sin Novedad
16	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Timer ups	Sin Novedad
17	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor normal control de letreros	Sin Novedad
18	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor iluminación fachadas	Sin Novedad
19	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C63, energía normal subsuelo (N SUB)	Referencia
20	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C63, energía normal Planta baja (N PB)	Referencia

ITEM	LUGAR	ANALIZADO	ACCION
21	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C63, energía normal Mezanine (N -MEZANINE)	Sin Novedad
22	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50, energía normal primer piso (N 1P)	Sin Novedad
23	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50, energía normal segundo piso (N2P)	Referencia
24	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50, energía normal tercer piso (N 3P)	Sin Novedad
25	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50, energía normal tercer piso (N 3P)	Sin Novedad
26	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50 para energía normal quinto piso (N 5P)	Sin Novedad
27	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C50 energía normal DATA CENTER	Referencia
28	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor C40 energía normal segundo piso SYSTEM	Sin Novedad
29	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor - ASENSOR	Referencia
30	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor aire acondicionado sub suelo	Sin Novedad
31	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor aire acondicionado	Sin Novedad
32	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Disyuntor, energía normal sexto piso (N 6P)	Sin Novedad
33	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Tablero del asesor disyuntor 80A	Sin Novedad
34	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	SALIDA UPS BARRAS	Sin Novedad
35	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	BYPAS EEAA	Sin Novedad
36	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	ENTRADA UPS	Sin Novedad
37	Cooperativa San Francisco "La Matriz"	Contactador trifásico asesor	Referencia

Elaborado por: Campos C.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 68: Presupuesto del proyecto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Alquiler de analizador de redes	8	días	\$ 90	\$ 720
Alquiler de Luxómetro	3	días	\$ 30	\$ 90
Alquiler de Cámara	120	días	\$ 120	\$120
Telurometro	1	unid	\$ 50	\$ 50
Cable para reconocer Fases	80	unid	\$ 73	\$ 73
TRANSPORTES	30	unid	\$ 80.00	\$ 80.00
ALIMENTACIÓN	25	unid	\$ 75.00	\$ 75.00
Uso de internet/hora	100	horas	\$ 0.70	\$ 70
Capacitación externa	8	horas	\$ 20	\$ 160
Sub Total				\$ 1393
10%				\$139.3
TOTAL				\$1532,3

14. CONCLUSIONES

- Un análisis general permite deducir la existencia de valores máximos de 0.99 del 30 mayo del 2017, con más de 2000 eventos y valores mínimos de 0.81 del 30 mayo de 2017, menos de 20 eventos-. La Empresa Eléctrica Ambato (EEASA) permite a sus clientes con un factor de potencia de 0.92 a 1. En los eventos registrados vemos una preponderancia superior a 0.92 .El Analizador de redes registrador un valor promedio de 0.932633. Permitiendo a la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” cumplir con las estipulaciones de la EEASA.
- Una vez realizado el análisis de los focos fluorescentes vs focos Leds, el impacto de recuperación económica aproximada será en un tiempo 8 meses. considerando ventajas en la reducción de potencia y durabilidad a diferencia de la fluorescente.
- Se determinó falencias en iluminación con valores por debajo de los permisibles según Monografías Ceac, considerando como más extremo a “jefatura financiera” con un valor medio de 45 lúmenes para constancia se registran los valores de iluminación en el Anexo 11 y se realiza la respectiva simulación actual y recomendada.

- Se levantó los planos tanto de iluminación como los planos eléctricos normales y regulados se los puede evidenciar en el Anexo 12, a la vez que se etiqueto los tableros de distribución y conductores según su fase.
- Al elaborar el cálculo técnico y económico del dimensionamiento de los conductores se establece que se encuentran en condiciones técnicas de funcionamiento adecuadas aunque no económicamente.
- La terminología realizada en el tablero principal determino que no existen anomalías bajo la norma NETA, corroborando los cálculos de dimensionamiento de conductores.
- Para el tablero de transferencia automática se elaboran la selección y costos de materiales para la implementación (Anexo 14), a la vez que se elevadora la programación tentativa para el logo (Figura 47).
- La resistencia registrada por el equipo Fluke 1625-2 es de 0.030 ohmios en el mallado de tierra y 18.85 en la varilla copperweld del generador, la NFPA y la IEEE han recomendado un valor de resistencia de tierra de 5,0 ohmios o menos para mallado y la NEC ha declarado: Asegúrese de que el sistema Impedancia a tierra es inferior a 25 ohmios. Determinando de esta forma el cumplimiento del nivel de resistencia.
- Se plantió la posibilidad de realizar la transferencia automática de suministro eléctrico entre el grupo de generación y el suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato, determinando que la carga registrada fue de 209 A y la proporciona el generador de la Cooperativa de Ahorro y Crédito San Francisco “La Matriz” según dato de placa es de es 197A, a la cual para su implementación se requiere segregar circuitos críticos y de segunda orden.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda acoplar al sistema un sistema de filtrado de armónicos para 12 kVAR en conexión en serie y paralelo para reducir la distorsión armónica producida por la iluminación fluorescente, el UPS, el sistema de aire acondicionado y el ascensor

- Es necesario, aterrizar una varilla cooperwell lo más cerca del tablero general para mejorar el sistema de puesta a tierra y reducir la fuga de corrientes parasitas que afectan a la red interna.
- Se recomienda tener en una base de datos información del estado y condiciones eléctricas a la par se debe registrar de cambios realizados en las conexiones eléctricas
- Es necesario el tablero eléctrico de transferencia automática para ello se determinan bajo datos de placa del generador, cálculos, diagrama, programación y materiales a utilizarse.
- Realizar los trámites correspondientes para traerse el generador de la sucursal y dar prioridad a la Matriz, misma que es donde se contiene la base de datos y el monitoreo constante de todos las sucursales dentro del país.

15. BIBLIOGRAFIA

Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE. (1995). *Calidad de la energía eléctrica*. Estados Unidos .

(NETA), I. E. (2001). *Guías para inspección termográfica de instalaciones eléctricas y aéreas*.

AEDIE. (2003). *Manual de Auditorías Energéticas*. Madrid: AEDIE.

Álvarez, C. A. (2007). *Guía didáctica para el desarrollo de Auditorías Energéticas*. Colombia: Unidad de Planificación Minera Energética (UPME).

Aníbal, W. A. (2008). *Construcción de un tablero de transferencia de energía eléctrica* . Quito: Escuela de Formación Tecnológica .

Castañeda, O., & Castañeda, W. (2010). *Análisis de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto e Influencia de Armónicos de Corriente dentro del Área de Concesión de CNEL-Milagro*. Ecuador: Corporación Control Nacional de Control de Energía - CENACE Eléctrica de Guayaquil.

CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) . (1995). *Diagnósticos Energéticos*. México.

CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD "CONELEC" . (2001). *CALIDAD DEL SERVICIO ELECTRICO DE DISTRIBUCION*. Quito: Directorio del CONELEC.

COVENIN, C. (1993). *Iluminaciones en tareas y áreas de trabajo*. Caracas: Fondonorma.

- EN50160 . (1994). *Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución*. Estados Unidos : Copyright - © Schneider Electric.
- Fluke. (1995). *Comprobador de puesta a tierra 1625-2 GEO de Fluke*. Estados Unidos: Fluke Corporation.
- IEC 5552 . (2003). *Calidad de energía* . Estados Unidos : IEC.
- IEC 6100024. (1997). *Técnicas de ensayo y medición* . Estados Unidos : IEC.
- IEC 6100032. (2014). *Límites para emisiones de corriente armónica*. Estados Unidos: IEC.
- IEC 61000430. (2015). *Métodos de medición de la calidad de la energía*. Estados Unidos : IEC.
- IEEE 1159. (2009). *Práctica Recomendada de IEEE para Monitorear la Calidad de la Energía Eléctrica*. Estados Unidos : IEEE.
- IEEE 519. (1992). *Recomendaciones Prácticas y Requerimientos para el Control de armónicas en Sistemas Eléctricos de Potencia*. Estados Unidos : IEEE.
- Manual Energía, F. (2005). *Manual de Uso Racional de Energía Argentina*. Argentina.
- Obralux. (s/f). *Luminotecnia*.
- Peña, A., & Pinta , F. (Octubre 16, 2012). *Infoeconomía*. Quito: Dirección de Estadísticas Económicas INEC.
- Plaskolite S.A. (15 de Diciembre de 2016). *Sitio web Plaskolite S.A*. Obtenido de Corte y mecanizado de acrilico: <http://es.plaskolite.com/Fabrication/Acrylic/Cutting-And-Machining>
- Roger C, D., Marck F, M., & Surya , S. (2004). *Electrical Power Systems Quality; Términos y definiciones Capítulo II*. McGraw-Hill.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional del Buen Vivir*. Quito: Senplades.
- Wai Kai, C. (2004). *Calidad de energía eléctrica*. California.
- Wildi, T. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia* (Sexta ed.). México: Pearson Educación.
- Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (12 ed., Vol. 1). México: Pearson Educación.

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL AMPERÍMETRO



Werkskalibrierschein Factory Calibration

Prüfling Device under Test	Clamp Multimeters
Modell Model	PeakTech 1650
Seriennummer Serial - Number	170110131~170110220
Datum der Kalibrierung Calibration date	11.01. 2017
Temperatur Environment Temperature	25.0°C ±2,0°C
Luftfeuchtigkeit Humidity	55% ±20%RH

Verwendete Kalibriergeräte

Calibration Equipment	
Hersteller Manufacturer	FLUKE
Modellbezeichnung Model Number	9100

Kalibriert durch:
Calibrated by:

L7.

PeakTech Prüf- und Messtechnik GmbH - Gerstenstieg 4 - DE-22926 Ahrensburg / Germany

☎ +49-(0) 4102-42343/44 📠 +49-(0) 4102-434 16

✉ info@peaktech.de 🌐 www.peaktech.de



ANEXO 2 Imágenes amperímetro

ANEXO3. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL ANEMOMETRO

Instrumento Combinado 4 en 1

- Luxómetro Mide Nivel de iluminación
- Anemómetro Mide Velocidad del viento
- Termómetro Mide Temperatura
- Higrómetro Mide Humedad relativa



Instrumento combinado marca LUTRON
Modelo: LM-8000

Anemómetro: 0.4 a 30 m/s
Luxómetro: 0 a 20,000 Lux
Termómetro: 100°C a 300°C (Para termocúpula tipo K no incluida)
Higrómetro: 10 a 95%

Retención de lectura, máximos y mínimos.

GARANTÍA: 12 meses
ISO-9001, CE, IEC1010

- 4** 4 en 1
Cuatro funciones en mismo instrumento
- 12** GARANTÍA
12 meses por fallas de fabricación

Accesorios opcionales:
(Consultar precios)

TP-03

Sensor de temperatura
apto hasta 200°C

TP-01

Sensor de temperatura
para líquidos

TP-02

Sensor de temperatura
para sólidos

ESPECIFICACIONES

GENERAL SPECIFICATIONS	
Display	LCD display, 8 mm digit height.
Measurement	Anemometer, Humidity, Temperature, Light
Operating Humidity	Max. 80% RH.
Operating Temperature	0 to 50° C (32 to 122° F)
Over Input Display	Indication of "----"
Power Supply	006P DC 9V battery (Heavy duty type)
Power Consumption	Approx. DC 6.2 mA
Weight	160g (battery included)
Dimension	HWD 156x60x33 mm (6.14x2.36x1.29 inch).
Standard Accessory	Instruction Manual

ELECTRICAL SPECIFICATION (23 ± 5°C)			
Measurement	Range	Resolution	
Air velocity	ft/min	80 to 5910 ft/min	1 ft/min
	m/s	0.4 to 30.0 m/s	0.1 m/s
	km/h	1.4 to 108.0 km/h	0.1 km/h
	MPH	0.9 to 67.0 mile/h	0.1 MPH
	knots	0.8 to 58.3 knots	0.1 knots
	Temperature (thermister)	32 to 122 °F	0.1 °F
Humidity	% RH	10 to 95 %RH	0.1 %RH
	Temperature (thermister)	32 to 122 °F	0.1 °F
	Temperature (thermister)	0 to 50 °C	0.1 °C
Light	Lux	0 to 20,000 Lux	1 Lux
	Fc-cd	0 to 2,000 Fc	1 Ft-cd
Temperature (Type K)		-148 to 2372 °F	0.1 °F
		-100 to 1300 °C	0.1 °C

Accredited calibration/NIST traceable calibration certificate for LUTRON LM-800 One-hand Operation Lux Meter might be available on request for an extra charge. Please contact us for more info.



Measurement	Range	Accuracy
Air velocity	80 to 5910 ft/min	≤ 20 m/s : ± 3% F.S. > 20 m/s : ± 4% F.S.
	0.4 to 30.0 m/s	
	1.4 to 108.0 km/h	
	0.9 to 67.0 mile/h	
	0.8 to 58.3 knots	
	32 to 122 °F	± 2.5 °F
Humidity	0 to 50 °C	± 1.2 °C
	10 to 95 %RH	< 70% RH : ± 4 %RH ≥ 70% RH : ± (4%rdg + 1.2 %RH)
	32 to 122 °F	± 2.5 °F
Light	0 to 50 °C	± 1.2 °C
	0 to 20,000 Lux	± 5% rdg ± 8 dgt
Temperature (Type K)	0 to 2,000 Fc	± 1.2 °C
	-148 to 2372 °F	± (1% rdg + 2 °F)
	-100 to 1300 °C	± (1% rdg + 1 °C)

Remark :
ft/min : feet per minute MPH : miles per hour
m/s : meters per second knots : nautical miles per hour
km/h : kilometers per hour Ft-cd : feet candle



ANEXO4. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CÁMARA TERMOGRÁFICA



LABORATORIO NACIONAL DE METROLOGÍA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DIVISIÓN TEMPERATURA, HUMEDAD Y ENERGÍA Laboratorio de Temperatura

Número de certificado: : LNM-T-2016-076
Fecha de Calibración : 2016-04-13 al 20

Adhesivo N°: 9786

Instrumento de Medida : Termómetro Infrarrojo

Marca : FLUKE
Modelo o Tipo : Ti 32
Serie : 13050093
Intervalo de Medida : (-20 a 600) °C
División de escala : 0,1 °C
Emisividad : 0,95

Distancia de calibración : 500 mm

Código de Identificación : *****

Propietario : INSERCRUZ CIA. LTDA.

Dirección : Quito, Av. De los Shyris y Abdón Calderón

Observaciones : Los resultados obtenidos con lente poseen errores muy elevados

El Servicio Ecuatoriano de Normalización, realizó en el Laboratorio del LNM, la calibración del instrumento arriba descrito, utilizando Patrones de referencia trazables a la unidad de temperatura del Sistema Internacional de Unidades, SI, y al patrón nacional, pertenecientes al Laboratorio Nacional de Metrología.

La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la NTE INEN-ISO/IEC 17025:2006.

Los resultados de la calibración y su incertidumbre se exponen en las páginas siguientes y son parte de este documento, además se refieren al momento y condiciones en que se realizó la calibración.

El LNM no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.

Es responsabilidad del cliente establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en éste Certificado, depende tanto de las características del instrumento como de las prácticas de manejo y uso.

El usuario está obligado a tener el instrumento recalibrado en intervalos apropiados.

El presente certificado de calibración certifica los valores obtenidos expresados como los resultados de las calibraciones y no constituye un certificado de aptitud para el uso del patrón, instrumento o equipo.

Este documento no significa certificación de calidad y no debe ser utilizado con fines publicitarios. Prohibida su reproducción parcial, la reproducción total deberá hacerse con la autorización escrita de la Dirección Ejecutiva.

Fecha de emisión: 2016-04-21

Ing. Luis Costa

Director Técnico de Metrología

Autopista "General Rumiñahui, Sector Conocoto, puente peatonal No. 5"
Teléfono: (593-02) 2343358

www.normalizacion.gob.ec

Página 1 de 3

Propietario: **INSERCRUZ CIA. LTDA.**
 Número de Certificado: LNM-T-2016-076
 Fecha de Calibración: 2016-04-13 al 20

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO

TEMPERATURA: (20 ± 5) °C
 PRESION ATM.: (733 a 745) hPa.
 HUMEDAD REL.: (40 ± 10) %

METODO UTILIZADO: Por comparación según procedimiento de calibración LNM-PC-37.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.

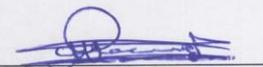
PATRONES UTILIZADOS

Patrón	Modelo	Marca	Serie	Trazable a
Termómetro Precisión Chub	1529	Hart Scientific	A63113	INEN / LABORATORIO
Termómetro Patrón Pt100	5618A	Hart Scientific	741686	
Cuerpo Negro	4181	Fluke Hart Scientific	B26764	Laboratorio Fluke/NVLAP B2622022
Cuerpo Negro	4180	Fluke Hart Scientific	B26437	Laboratorio Fluke/NVLAP B2622025
Cuerpo Negro	SATURN	ISOTECH	32252-13	INEN / LABORATORIO

RESULTADOS SIN LENTE

Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
50,5	50,6	0,1	± 2,0
101,1	100,7	-0,4	± 2,0
150,1	151,1	1,0	± 2,0
200,8	199,8	-1,0	± 2,0
301,3	300,0	-1,3	± 2,0
402,1	396,6	-5,5	± 2,0
600,2	605,1	4,9	± 2,0

Calibrado por:
 Técnico de Lab.:


 Sr. Marco Proaño

Revisado por:
 D.T. Metrología.:


 Ing. Luis Costa

Propietario: **INSERCRUZ CIA. LTDA.**
 Número de Certificado: LNM-T-2016-076
 Fecha de Calibración: 2016-04-13 al 20

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENSAYO

TEMPERATURA: (20 ± 5) °C
 PRESION ATM.: (733 a 745) hPa.
 HUMEDAD REL.: (40 ± 10) %

METODO UTILIZADO: Por comparación según procedimiento de calibración LNM-PC-37.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%; y, se la estimó de acuerdo al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.

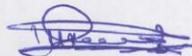
PATRONES UTILIZADOS

Patrón	Modelo	Marca	Serie	Trazable a
Termómetro Precisión Chub	1529	Hart Scientific	A63113	INEN / LABORATORIO
Termómetro Patrón Pt100	5618A	Hart Scientific	741686	
Cuerpo Negro	4181	Fluke Hart Scientific	B26764	Laboratorio Fluke/NVLAP B2622022
Cuerpo Negro	4180	Fluke Hart Scientific	B26437	Laboratorio Fluke/NVLAP B2622025
Cuerpo Negro	SATURN	ISOTECH	32252-13	INEN / LABORATORIO

RESULTADOS CON LENTE

Temperatura Patrón (°C)	Temperatura Calibrando (°C)	Error (°C)	Incertidumbre (°C)
50,5	49,7	-0,8	± 2,0
101,1	92,1	-9,0	± 2,0
150,2	135,7	-14,5	± 2,0
200,7	179,5	-21,2	± 2,0
301,3	256,8	-44,5	± 2,0
402,0	340,6	-61,4	± 2,0
599,7	528,4	-71,3	± 2,0

Calibrado por:
Técnico de Lab.:



Sr. Marco Proaño

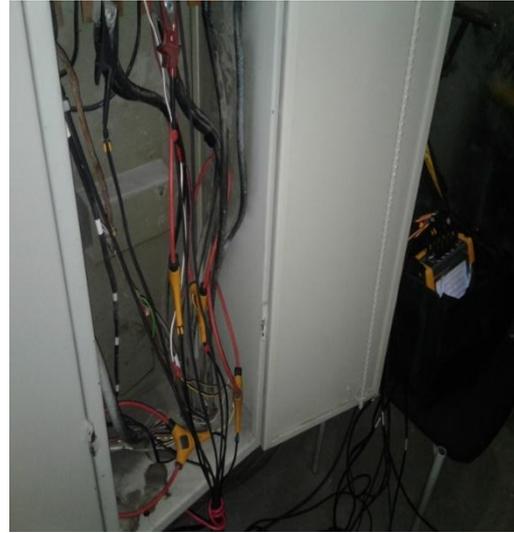
Revisado por:
D.T. Metrología.:



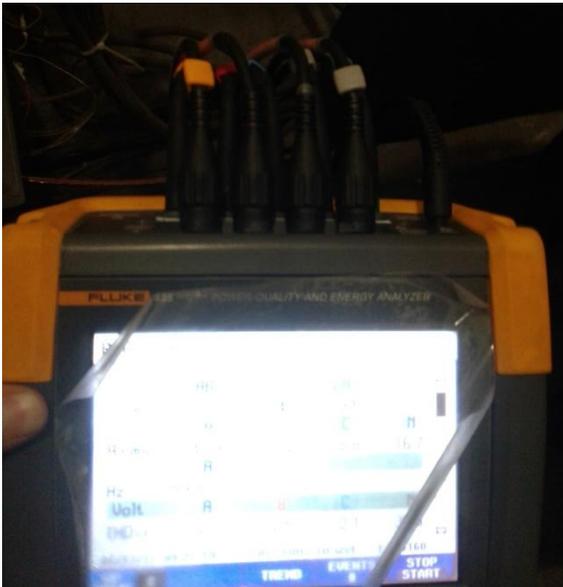
Ing. Luis Costa



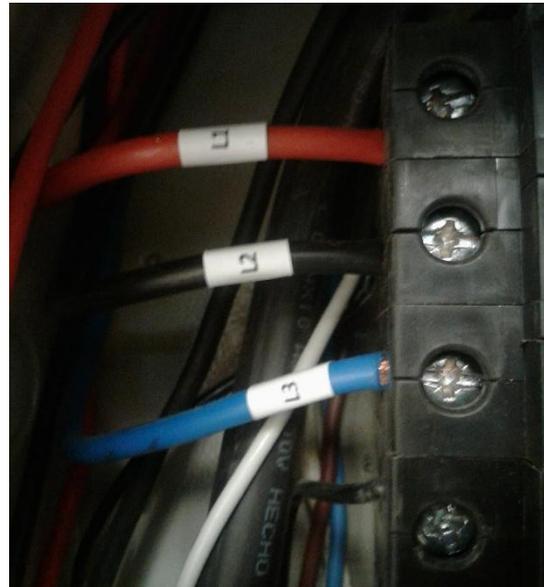
ANEXO 5. TERMOGRAFIA TABLERO PRINCIPAL



ANEXO 6. INSLACIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES



ANEXO 7. INSLACIÓN DEL ANALIZADOR DE REDES



ANEXO8. RECONOCIMIENTO Y ETIQUETADO DE FASES



ANEXO 9. RECONOCIMIENTO Y ETIQUETADO DE CIRCUITOS



ANEXO 10. MEDICIÓN DE TIERRA

ANEXO 14. COTIZACIÓN

MATERIALES PARA EL TABLERO DE TRANSFERENCIA

Cliente:	SR. CELSON CAMPOS	Atención:	
Proforma # :	MS-17-093	Fecha:	03/07/2017
Forma de Pago:	70%-30%	Plazo de entrega:	2-3 SEMANAS
Lugar de entrega:	TCONTROL - QUITO	Validez de la oferta:	
Garantía:	1 AÑO CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION A PARTIR DE LA ENTREGA (APLICA CONDICIONES)		

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P/UNIT.	P/TOT.
1	1	GABINETE METÁLICO TIPO NEMA 12 CONSTRUIDO EN ACERO GALVANIZADO DE 2 MM DE ESPESOR. DIMENSIONES EXTERIORES: 1000X600X300MM ACABADO CON PINTURA EPOXI POLIESTER AL HORNO COLOR RAL 7032, ANCLAJE A PARED		
2	2	CONTACTOR A210-30-11, 210 AMP		
3	1	BLOQUEO MECANICO VM300		
4	2	CONTACTOS AUXILIARES		
5	1	DISYUNTOR RIEL DIN 2PX2AMP		
6	2	DISYUNTOR RIEL DIN 3PX6AMP		
7	1	MODULO DE TRANSFERENCIA ATS-STD POWER SUPPLY: 24VDC		
8	1	LOTE DE RELES AUXILIARES		
9	1	PARO DE EMERGENCIA		
10	1	JUEGO DE BARRAS DE COBRE DE 1/4x1"		
11	1	BARRA DE CU PARA TIERRA 1/4x1"		
12	1	LOTE DE AISLADORES PORTABARRAS		
13	1	LOTE DE CABLES TERMINALES Y ACCESORIOS DE CABLEADO		
14	1	ACRILICO DE PROTECCION		
15	1	DOCUMENTACION		
16	1	JUEGO DE ROTULOS		
17	1	PORTAPLANOS		
18	1	PRUEBAS FAT		
19	1	EMBALAJE CARTON Y PLASTICO		
			SUBTOTAL	
			A:	2.580,00
			DESCUENTO:	258,00
			IVA :	278,64
			TOTAL :	2.600,64