

**CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (CENTIC) APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA
ENERGÍA (SGIE).**

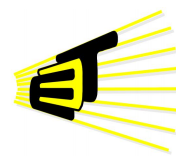
**ANDRÉS FELIPE PUENTES MARÍN
JUAN CAMILO JONES ROJAS**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Ingeniero Electricista, Phd.

Codirector
JAIRO BLANCO SOLANO

Ingeniero Electricista, M.Sc.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2014

CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (CENTIC) APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA
ENERGÍA (SGIE).

ANDRÉS FELIPE PUENTES MARÍN
JUAN CAMILO JONES ROJAS

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Ingeniero Electricista, Phd.

Codirector
JAIRO BLANCO SOLANO
Ingeniero Electricista, M.Sc.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES

BUCARAMANGA

2014

Juan Camilo Jones Rojas

A mi madre

Xiomara por apoyarme incondicionalmente, por quererme y por ser la mejor mamá del mundo

A mi Abuela

María del Carmen por ser parte fundamental en el desarrollo como persona y guiarme desde el Cielo

A mis Hermanos

Cesar y David por compartir buenos momentos

A mi Sobrino

Santiago por ser la persona que siempre me alegra la vida

A mis Tíos

Claudia, Pedro y Ludy

A Andrés Felipe Puentes Marín

Por ser mi compañero de proyecto de grado, amigo y compañero de muchas aventuras durante nuestra carrera

A mis Amigos

Yuly, Saul, Andrea, Dairon, Fabian, a mi gran amiga Marcela y demás compañeros.

A mi Familia, primos y demás familiares

Andrés Felipe Puentes Marín

A mi madre Luz Amelia Marín Carrascal

por brindarme su más sincero amor y por confiar incondicionalmente en mí, por apoyarme y estar conmigo en los momentos difíciles.

A mi padre José del Carmen Puentes Rojas

quien con su cariño y apoyo incondicional durante este largo proceso pude salir adelante, gracias por sus buenos consejos y enseñanzas.

A mi hermano José Mauricio Puentes Marín

por ser mi compañía y apoyo durante todo este tiempo

A mi novia Martha Pinzón Silva

por brindarme su amor y ser tan especial conmigo.

A mis amigos y compañeros de carrera

con los que compartimos tantos momentos y experiencias inolvidables.

A mi compañero de proyecto Juan Camilo Jones Rojas

quien más que un compañero es un gran amigo desde el colegio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarnos, acompañarnos y ayudarnos durante el desarrollo como estudiantes y futuros profesionales.

Al Dr. Hermann Raúl Vargas, director del proyecto por su dirección, asesorías, y acompañamiento a lo largo del proyecto que hicieron posible la realización de este trabajo de grado.

Al Msc. Jairo Blanco Solano codirector, por sus asesorías durante el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Gustavo Adolfo Archila, por su disposición y apoyo en el transcurso del desarrollo del trabajo de grado.

Al Ing. Edwin Ordoñez, por su apoyo, su colaboración y sus asesorías en este trabajo de grado.

Al Msc. Julio Gelvez por sus asesorías y consejos.

A nuestros amigos y compañeros que durante toda la carrera nos acompañaron y nos brindaron su apoyo.

A todas aquellas personas que de diversas maneras participaron en la elaboración y desarrollo de este proyecto.

Índice general

INTRODUCCIÓN	22
1. Planteamiento del problema	23
2. ETAPA 1 DECISIÓN ESTRATÉGICA. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL CENTIC	30
2.1. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN	31
2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CENTIC	31
2.2.1. SUBESTACIÓN PRINCIPAL	34
2.2.2. PLANTA ELÉCTRICA	36
2.3. LISTAS DE CHEQUEO Y ENCUESTA PARA ANALIZAR LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN EL CENTIC	37
2.3.1. LISTAS DE CHEQUEO REALIZADAS	37
2.3.2. RESULTADOS DE LAS LISTAS DE CHEQUEO Y LA ENCUESTA	40
2.4. CENSO DE CARGA	40
3. ETAPA 2 INSTALACIÓN DEL SGIE	48
3.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN	48
3.1.1. DIAGRAMA DE PARETO	48
3.1.2. GRÁFICO DE CONSUMO - PRODUCCIÓN (E vs P)	49
3.1.3. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN	51
3.1.4. GRÁFICO DE CONTROL	53
3.1.5. GRÁFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO (E-P vs T)	54

ÍNDICE GENERAL	10
3.1.6. GRÁFICO DE CONSUMO – PRODUCCIÓN META (E vs P META)	59
3.1.7. DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO-PRODUCCIÓN (IC vs P)	60
3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES POR CENTRO DE COSTO	61
3.3. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MONITORIZACIÓN	62
4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	63
4.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	63
4.1.1. SALAS DE COMPUTO	73
4.1.2. PASILLOS	73
4.1.3. BAÑOS	74
4.1.4. AUDITORIO	74
4.1.5. OFICINAS CON UNA SOLA LUMINARIA	75
4.2. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. ANÁLISIS DE MEDICIONES	80
4.3. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO	102
5. ACTIVIDADES QUE COMPLEMENTAN LA INSTALACIÓN DEL SGIE	108
5.1. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	108
5.1.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	111
5.1.2. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN	114
5.1.3. EQUIPOS DE CÓMPUTO	115
5.1.4. AHORROS ENERGÉTICOS	116
5.1.5. CULTURA ENERGÉTICA	117
5.2. ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL DEL SGIE	123
5.3. PREPARACIÓN DEL PERSONAL	124
5.4. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SGIE	124
6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	125

ÍNDICE GENERAL	11
BIBLIOGRAFÍA	128
A. ENCUESTA DE LA UPME PARA LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	131
B. REGISTRO DEL INGRESO DEL PERSONAL A LAS SALAS DEL CENTIC Y CONSUMO ENERGÉTICO CORRESPONDIENTE AL PERÍODO DE MEDICIÓN.	145
C. FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS	148
D. FORMATO DE REGISTRO DE ACTIVIDADES REALIZADAS	152
E. INFORME GUÍA DE LA NORMA EUROPEA EN 50160	156
E.1. TRANSFORMADOR 1	156
E.2. TRANSFORMADOR 2	163

Índice de figuras

1.1. Modelo de gestión integral de la energía (12)	26
2.1. Vista exterior del CENTIC	32
2.2. Diagrama unifilar del CENTIC	33
2.3. Transformador 1	35
2.4. Transformador 2	35
2.5. Planta eléctrica	36
2.6. Consumo mensual energía activa del CENTIC	46
2.7. Consumo mensual energía reactiva del CENTIC	47
3.1. Diagrama de pareto	49
3.2. Gráfico de consumo-producción (E vs P)	50
3.3. Diagrama de correlación	52
3.4. Gráfico de control	54
3.5. Gráfico E-P vs T	58
3.6. Gráfico de consumo-producción meta (E vs P Meta)	59
3.7. Índice de consumo	61
4.1. Luminarias salas de cómputo, recepción y oficinas	65
4.2. Luminarias pasillos	65
4.3. Luminarias baños	66
4.4. Luminarias auditorio	66
4.5. Luminarias de emergencia	67

4.6. Luminarias exteriores	67
4.7. Luminarias zonas verdes	68
4.8. Luxómetro	68
4.9. Medición de iluminación promedio	69
4.10. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria	71
4.11. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	71
4.12. Niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades	72
4.13. Niveles de iluminancia piso 1	76
4.14. Niveles de iluminancia piso 2	77
4.15. Niveles de iluminancia piso 3	78
4.16. Niveles de iluminancia piso 4	79
4.17. Analizador de redes marca Dranetz	83
4.18. Transformador SIEMENS	83
4.19. Transformador ABB	84
4.20. Tensión del Transformador 1	85
4.21. Tensión del Transformador 2	85
4.22. Corrientes de las fases del Transformador 1	86
4.23. Corriente del neutro del Transformador 1	87
4.24. Corrientes de las fases del Transformador 2	87
4.25. Corriente del neutro del Transformador 2	88
4.26. Factor de potencia Transformador 1	89
4.27. Factor de potencia Transformador 2	89
4.28. Frecuencia del Transformador 1	90
4.29. Frecuencia del Transformador 2	90
4.30. Demanda de potencia aparente Transformador 1	91
4.31. Demanda de potencia aparente Transformador 2	91
4.32. Demanda de potencia activa Transformador 1	92

4.33. Curva de demanda Transformador 1	92
4.34. Demanda de potencia activa Transformador 2	93
4.35. Curva de demanda Transformador 2	93
4.36. Demanda de potencia reactiva Transformador 1	94
4.37. Demanda de potencia reactiva Transformador 2	94
4.38. Señales de tensión del Transformador 1	95
4.39. Armónicos de tensión Transformador 1	96
4.40. Señales de corriente del transformador 1	97
4.41. Armónicos de corriente Transformador 1	97
4.42. Señales de tensión del Transformador 2	98
4.43. Armónicos de tensión Transformador 2	98
4.44. Señales de corriente del transformador 2	99
4.45. Armónicos de corriente Transformador 2	99
4.46. Cámara termográfica	102
4.47. Termografía salas de cómputo	103
4.48. Termografía del Transformador 1	104
4.49. Termografía del Transformador 2	104
4.50. Termografía del banco de condensadores	105
4.51. Termografía del tablero general del Transformador 1	106
4.52. Termografía del tablero general del Transformador 2	107
5.1. Logo campaña ahorro energético	118
5.2. Afiche campaña ahorro energético	119
5.3. Protectores de pantalla ahorro energético	120
5.4. Redes sociales campaña energética	121
5.5. Carteles campaña energética	122
A.1. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética	132
A.2. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética	133
A.3. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética	134

A.4. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	135
A.5. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	136
A.6. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	137
A.7. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	138
A.8. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	139
A.9. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	140
A.10. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	141
A.11. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	142
A.12. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	143
A.13. Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética . . .	144
B.1. Registro del personal y consumo energético	146
B.2. Registro del personal y consumo energético	147
C.1. Ficha técnica luxómetro	149
C.2. Ficha técnica analizador de redes	150
C.3. Ficha técnica cámara termográfica	151
E.1. Informe guía de la norma europea EN 50160	157
E.2. Informe guía de la norma europea EN 50160	158
E.3. Informe guía de la norma europea EN 50160	159
E.4. Informe guía de la norma europea EN 50160	160
E.5. Informe guía de la norma europea EN 50160	161
E.6. Informe guía de la norma europea EN 50160	162
E.7. Informe guía de la norma europea EN 50160	163
E.8. Informe guía de la norma europea EN 50160	164
E.9. Informe guía de la norma europea EN 50160	165
E.10. Informe guía de la norma europea EN 50160	166

Índice de tablas

1.1. Implementación modelo SGIE (5)	28
2.1. Abreviaturas del diagrama unifilar	34
2.2. Parámetros transformador 1	35
2.3. Parámetros del transformador 2	36
2.4. Valores nominales planta eléctrica	36
2.5. Lista de chequeo 1	38
2.6. Lista de chequeo 2	38
2.7. Lista de chequeo 2	39
2.8. Censo de carga piso 1	41
2.9. Censo de carga piso 2	42
2.10. Censo de carga piso 3	43
2.11. Censo de carga piso 4	44
2.12. Censo de carga otros equipos	45
2.13. Consumo energético mensual del CENTIC	46
3.1. Censo de carga de equipos	49
3.2. Datos gráficos de control	53
3.3. Análisis de variables en el proceso de control	53
3.4. Variación relativa de la producción y el consumo en el tiempo	56
3.5. Variación relativa de la producción y el consumo en el tiempo	57
4.1. Eficacia lámparas fluorescentes (20)	64

4.2. Cálculos de nivel de iluminación salas	73
4.3. Cálculos de nivel de iluminación pasillos	74
4.4. Cálculos de nivel de iluminación baños	74
4.5. Cálculos de nivel de iluminación auditorio	75
4.6. Cálculos de nivel de iluminación de oficinas con una sola luminaria	75
4.7. Niveles de iluminancia piso 1	76
4.8. Niveles de iluminancia piso 2	77
4.9. Niveles de iluminancia piso 3	78
4.10. Niveles de luminancia piso 4	79
4.11. Valores de referencia calidad de la energía eléctrica (14),(26) y (27)	82
4.12. Eficiencia Transformador 1	101
4.13. Eficiencia Transformador 2	101
5.1. Medidas a corto, mediano y largo plazo	110
5.2. Sustitución luminarias salas	112
5.3. Cálculos sustitución de luminarias	112
5.4. Sustitución lámparas pasillos	113
5.5. Cálculos sustitución de lámparas	113
5.6. Costo de mantener las luminarias apagadas	114
5.7. Valores de iluminancia al mantener luminarias apagadas	114
5.8. Ahorro mensual manteniendo apagados los sistemas de aire	115
5.9. Consumo de energía producto de cargas parásitas	116
5.11. Ahorro energético mensual con inversión	117
5.10. Ahorro energético mensual sin inversión	117
D.1. Registro ingreso a la subestación para la instalación del analizador de redes	153
D.2. Registro ingreso a la subetación para toma de datos de potencias	154
D.3. Registro campaña energética	155

Glosario

- Armónicos. Las componentes armónicas permiten la representación de señales distorsionadas de tensiones y corrientes sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo integral de la frecuencia fundamental del sistema, la cual, para el caso de nuestro país es 60 hz. (2)
- Caracterización energética. Procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con que una organización administra y usa todos los tipos de energía requeridos en su proceso productivo. (1)
- CENTIC. Centro de Tecnologías de Información y Comunicación.
- Eficacia. Capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo predeterminado. (13)
- Eficiencia energética. Práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. (13)
- Iluminancia. Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad de medida es el Lux. (3)
- RETILAP. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (3)
- SGIE. Sistema de Gestión Integral de la Energía.
- UPME. Unidad de Planeación Minero Energética.
- URE. Uso Racional de la Energía.

Lista de símbolos

<i>A</i>	ampere
<i>V</i>	volt
<i>W</i>	watt
<i>KWh</i>	kilowatt-hora
<i>AC</i>	Corriente Alterna
<i>lx</i>	Lux
°C	Grados celsius
<i>m</i>	metro
<i>KVAr</i>	kilovolt-ampere reactivos
<i>KVA</i>	Kilovolt-ampere
%	Porcentaje
\$	Pesos colombianos
<i>f.p</i>	Factor de potencia
<i>Hz</i>	hertz

Resumen

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DEL CENTRO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (CENTIC) APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)¹

AUTORES: ANDRÉS FELIPE PUENTES MARÍN Y JUAN CAMILO JONES ROJAS ²

PALABRAS CLAVES: Sistema de Gestión Integral de la Energía(SGIE), Energía Eléctrica, Caracterización Energética, Uso Racional y Eficiente de la Energía, Eficiencia, Consumo Energético, Internet Data Center (IDC).

DESCRIPCIÓN: El Sistema de Gestión Integral de la Energía “SGIE” es un sistema de gestión integrado por el conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones, encaminado hacia el uso racional y eficiente de la energía en el sector productivo colombiano, a través de la participación activa de los trabajadores en relación con la tecnología y los procesos, con el fin de generar una cultura energética ambiental que se verifique en el incremento de la productividad o la competitividad de las empresas, sin afectar la calidad y enfocada hacia un desarrollo sostenible. En el presente proyecto se realiza una caracterización energética en el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación “CENTIC”, el cual se encuentra dentro del campus de la Universidad Industrial de Santander “UIS”, es una muestra del creciente uso de sistemas electrónicos, caracterizados por tener un comportamiento no lineal. La instalación está diseñada bajo el concepto de edificio inteligente, enmarcado como un centro de proceso de datos o Internet Data Center (IDC). Cuenta con una red de cómputo, además de una serie de sistemas automatizados como lo son: el control de iluminación, el control de los aires acondicionados, un circuito cerrado de televisión entre otros equipos y cuyo propósito es brindar un servicio a la comunidad universitaria, también tiene como objetivo administrar las plataformas virtuales de la Universidad. Esta caracterización se llevó a cabo siguiendo los procedimientos estipulados por el SGIE, donde se enfocó el estudio hacia los sistemas de mayor consumo energético del edificio, cuya finalidad pretende reducir sustancialmente los costos energéticos y poder alcanzar una cultura energética ambiental en el CENTIC, que se verifique en el incremento del ahorro de energía y la reducción del impacto ambiental en una visión de desarrollo energético sostenible.

¹Proyecto de grado

²Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Hermann Raúl Vargas Torres.

Abstract

TITLE: CHARACTERIZATION OF THE CENTER OF TECHNOLOGY, INFORMATION AND COMMUNICATION (CENTIC), APPLYING THE INTEGRAL MANAGEMENT SYSTEM OF ENERGY METHODOLOGY (SGIE) ¹

AUTHORS:

ANDRÉS FELIPE PUENTES MARÍN

JUAN CAMILO JONES ROJAS²

KEY WORDS: The Integral Management System of Energy (SGIE), Electric Energy, Energetic Characterization, Rational and Efficient Use of Energy, Efficiency, Energetic Consumption.

DESCRIPTION:

The Integral Management System of Energy (SGIE) is a managing system integrated by factors organized by procedures and actions directed to the rational and efficient use of energy in the Colombian productive sector, by means of active participation of the workers using technology and processes with the idea of generating an environmental energetic culture that can be checked in the productivity increase of productivity or captivity of the companies without affecting the quality and focus on the sustainable development.

In the present project an energetic characterization is realized in the center of information technologies and communication CENTIC which is inside the campus of the University Industrial of Santander , is a sign of the increasing use of electronic systems characterized by having a not-linear behavior . The installation is designed under the concept of intelligent building , framed as a processing center or internet data center. It has a computer network , besides of a series of automated systems such as: lighting control, control of air conditioners , a closed circuit of television between other equipments and whose purpose is to offer a service to the university community, also aim to manage the virtual platforms of the university.

This characterization was done following the procedures stated by the SGIE, where it focused on the study of the systems with higher energetic consumption of the building, which main objective is to reduce the energetic expenses and so reach an energetic and environmental culture at Centic. A culture that can be checked by the increase of energy savings and the reduction of the environmental impact in a vision of sustainable development.

¹Degree Proyect

²School of Electrical Engineering. Hermann Raúl Vargas Torres.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Colombia, la Unidad de Planeación Minero Energética “UPME” promueve el adecuado aprovechamiento de los recursos energéticos, su distribución, su utilización y sus efectos por medio del Sistema de Gestión Integral de la Energía “SGIE”(1). Los estudios muestran que en las empresas colombianas la eficiencia energética es baja y esta situación se mantiene a pesar de que existe un marco regulatorio y normativo que ha creado las oportunidades para el desarrollo de proyectos de incremento de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental (24). Por medio de la NTC-ISO 50001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO, se busca facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía (7). Para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren un sistema de gestión energética que adecúe la estructura organizacional y le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos. Los modelos de gestión energética tienen en cuenta los siguientes aspectos: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de energéticos primarios, con el fin de reducir los costos energéticos en forma continua, incrementando así su nivel de productividad y competitividad. Con el fin de generar alternativas de ahorro, se debe empezar por la identificación de los potenciales de ahorro, lo cual se logra realizando la caracterización energética específicamente en las salas de cómputo, aires acondicionados, iluminación y todas aquellas cargas que generen un consumo considerado de energía eléctrica en el interior del CENTIC. Es conveniente indicar que la caracterización energética es el paso previo para implementar un sistema de gestión o administración de energía. A través de la caracterización energética en el CENTIC se podrán plantear medidas futuras que permitan alcanzar el mínimo consumo energético.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

Debido al crecimiento exagerado en el consumo de energía, a los malos manejos de la misma y al uso excesivo de los recursos naturales que vienen deteriorando el planeta, se han venido desarrollando e implementando modelos de eficiencia energética que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos finales obtenidos, esto se ha logrado a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. En el CENTIC se presenta actualmente un gran manejo de equipos eléctricos y electrónicos, los cuales tienen una considerable demanda de energía cuyo promedio mensual es de 79802,2 kW/h¹, a su vez se observa un manejo inadecuado de dichos equipos por parte de los trabajadores, estudiantes, docentes y demás personas que hacen uso de este edificio, como por ejemplo cuando las salas de cómputo se encuentran desocupadas y las luminarias y los equipos de cómputo se encuentran encendidos, por lo que es necesario analizar mediante una caracterización energética, procedimientos de análisis cualitativo y cuantitativo que permita evaluar la eficiencia del edificio y llegar a plantear soluciones concretas, con el fin de contrarrestar el alto consumo energético que presenta el mismo.

Motivación y justificación

Por medio de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y el curso de gestores energéticos realizado (12), se desea implementar una caracterización energética que permita incentivar e impulsar la temática de eficiencia energética en la Universidad Industrial de Santander, con lo cual se podrá conocer y analizar los niveles de eficiencia, pérdidas energéticas, los lugares

¹Datos suministrados por la División de Planta Física de la UIS

donde se producen estas últimas y los potenciales de su reducción, planteando nuevas pautas operativas y estratégicas en materia de política energética.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)”.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el área energética del CENTIC aplicando el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)
2. Identificar y analizar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética.
3. Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones que se realizan en el CENTIC.
4. Plantear con base en la caracterización energética, alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los posibles puntos de ahorro en el CENTIC.

Alcance

Se realizará una caracterización energética al edificio del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (Centic) aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) con el fin de conocer, identificar, analizar y plantear estrategias que permitan valorar energéticamente las operaciones y el funcionamiento que realiza este edificio. Con los datos recopilados y analizados se plantearán sugerencias y alternativas de mejora continua que conlleven a un proceso constante de verificación de dicho sistema para proyectos futuros.

Marco teórico

MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

El ahorro de energía como el fin último de la administración y la auditoria energética clásica ha evolucionado hacia nuevos enfoques de eficiencia en donde el seguimiento y la gestión del consumo energético se realiza en función de la producción, inclusive por unidad de producto; el cual puede disminuir por la eliminación de pérdidas y de energía improductiva o en su defecto aumentar generando mayor producción, como insumo con impacto en los costos de producción de tal forma, que adquiere una nueva dimensión en el ámbito de los procesos productivos, superando la gestión clásica sobre el equipo intensivo en consumo de energía de forma aislada. El concepto se puede resumir en la Ecuación 1.1, donde la eficiencia energética es igual al consumo de energía por unidad de producto en función del servicio o el beneficio neto.

$$E = \frac{\textit{Beneficios netos}}{\textit{Energía de entrada}} \quad (1.1)$$

En este contexto de productividad y competitividad y con los nuevos enfoques de gestión, se desarrolló en Colombia un Sistema de Gestión Integral de Energía – SGIE (12), por iniciativa de expertos y grupos de investigación de universidades, que permite orientar a la organización hacia la integración de todas las áreas productivas y define responsabilidades en todos los niveles de organización, desde el nivel estratégico hasta el operativo. Adicionalmente permite caracterizar el desempeño energético de una empresa mediante indicadores que relacionan la producción con el consumo energético para identificar la energía no asociada a la producción y las acciones para disminuir la tendencia del consumo improductivo. El modelo de Gestión Integral de la Energía está constituido por tres etapas: decisión estratégica, instalación y operación. Las tres etapas propuestas en el modelo se presentan en la Figura 1.1(5).

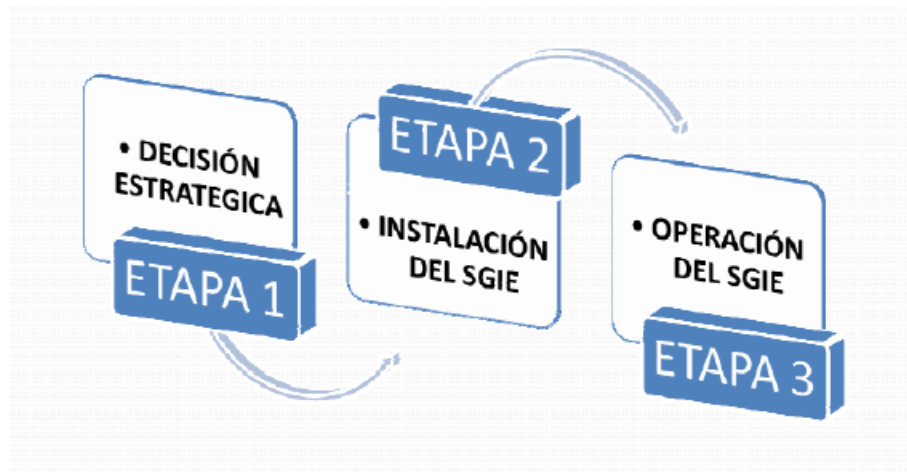


Figura 1.1: Modelo de gestión integral de la energía (12)

DECISIÓN ESTRATÉGICA

Se enfoca en crear condiciones tanto financieras como técnicas y organizacionales, como también la identificación de los impactos en la productividad. En esta etapa se requiere:

- Caracterización energética y organizacional de la empresa.
- Compromiso de la alta dirección
- Alineación de políticas y estrategias
- Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

En la primera etapa: “Decisión estratégica”, se realizan las siguientes actividades:

- Caracterización energética de la empresa
- Compromiso de la alta dirección
- Alineación de estrategias
- Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

INSTALACIÓN DEL SGIE

En esta etapa se crea la estructura organizacional más adecuada para lograr las metas, preparar e involucrar al personal, identificar los programas y planes de acción. En esta etapa se requiere:

- Establecimiento de los indicadores de desempeño del SGIE
- Identificación de variables de control por centro de costo.
- Definición de sistemas de monitorización.
- Realización del diagnóstico energético
- Realizar un plan de medidas para uso racional y eficiente de la energía
- Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE
- Documentación del SGIE
- Realización de auditoria interna al SGIE.

OPERACIÓN DEL SGIE

En esta instancia se ejecutan los programas, se cuantifican los resultados y se plantean las posibles soluciones. En la Tabla 1.1 se presentan las etapas para implementar el SGIE (5).

ETAPAS	ACTIVIDADES		OBJETIVOS
Decisión estratégica	1	Caracterización energética de la empresa	Potencial, rentabilidad del SGIE, asignación de recursos.
	2	Compromiso de la alta dirección	
	3	Alineación de estrategias	
	4	Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional	
Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía	5	Establecimiento de los indicadores del Sistema de Gestión	Crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar al personal, identificar los programas, documentar el SGIE, y verificar la capacidad de la empresa para ejecutar el SGIE.
	6	Identificación de las variables de control por centros de costo	
	7	Definición de los sistemas de monitorización	
	8	Diagnostico energético	
	9	Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	
	10	Plan de medidas de uso eficiente de energía	
	11	Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE	
	12	Preparación del personal	
	13	Elaboración de la documentación del SGIE	
	14	Auditoría interna del SGIE	
Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en la empresa	15	Seguimiento y divulgación de indicadores	Plantear los programas y cuantificar los programas.
	16	Plantear programas y proyectos de mejora	
	17	Sugerir un plan de entrenamiento y evaluación del personal	
	18	Ajustes del sistema de gestión	
	19	Evaluación de resultados	

Tabla 1.1: Implementación modelo SGIE (5)

Organización del documento

El documento está conformado por 5 capítulos y 4 apéndices, en donde cada uno de estos contiene las diferentes etapas para la implementación del SGIE. Estos capítulos están organizados de la siguiente manera:

Capítulo 2, Etapa 1 Decisión estratégica. Caracterización Energética del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (Centic).

Capítulo 3, Etapa 2 Instalación del SGIE.

Capítulo 4, Diagnóstico energético.

Capítulo 5, Actividades que complementan la instalación del SGIE.

Capítulo 6, Conclusiones, observaciones y recomendaciones a trabajos futuros.

Apéndice A, Encuesta de la UPME para la Caracterización Energética.

Apéndice B, Registro del ingreso del personal a las salas del Centic y consumo energético correspondiente al período de medición.

Apéndice C, Ficha técnica de equipos de medición utilizados.

Apéndice D, Formatos de registros de actividades realizadas.

Capítulo 2

ETAPA 1 DECISIÓN ESTRATÉGICA. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL CENTIC

La caracterización energética tiene como propósito identificar las labores que se realizan dentro del edificio en estudio, determinar el estado actual de la organización en Sistemas de Gestión Integral de la Energía y determinar el estado en que se encuentran los equipos y el tipo de funciones producto del consumo energético.

Esta etapa consiste en identificar el estado del CENTIC en cuanto a la administración y al uso eficiente de la energía. En este proceso sistemático de análisis cualitativo y cuantitativo orientado en primera instancia hacia el establecimiento de una línea base, se permitió evaluar la manera como el CENTIC administra y utiliza los recursos energéticos con los que dispone para su proceso productivo, en este caso al ser un edificio al servicio de la comunidad universitaria y no tener una producción, la variable que se analizó fue el de la atención de personas, es decir, el número de personas que ingresan diariamente a las salas de cómputo contra el consumo de energía que presenta el mismo. Esta variable se tuvo en cuenta ya que los datos de las personas que ingresan diariamente a estas salas quedan registrados en una base de datos del edificio, lo cual facilita la realización y posterior análisis de dicha caracterización, además se tomó esta decisión como sugerencia por parte del director del presente trabajo de grado.

Por medio de esta etapa se busca determinar posibles anomalías en el comportamiento de los consumos energéticos a través del tiempo, comparando la cantidad de personas que ingresan a las salas y consumos pasados con los actuales o los más recientes, identificando mejoras o descensos en las decisiones de las políticas energéticas tomadas en el pasado como la incorporación

de los sensores de temperatura instalados en las salas para regular el flujo de aire en ellas, las mejoras en los sistemas de puesta a tierra y los cambios de equipos de cómputo por otros de mayor eficiencia.

Para poder caracterizar energéticamente el CENTIC, se emplean herramientas estadísticas y probabilísticas propuestas en la guía de Gestión disponible en la página de la UPME (5) .

2.1. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN

La metodología utilizada pretende obtener mediante la medición de energía en los contadores ubicados en la frontera del edificio y la cantidad de personas que ingresan diariamente a las salas del CENTIC, los indicadores que permitan realizar una caracterización energética con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica. La medición de energía se llevó a cabo en la subestación eléctrica del edificio, en donde se tuvieron en cuenta equipos tales como transformadores de potencia y medidores de energía ubicados en los tableros de distribución, donde se obtuvieron registros históricos para el posterior análisis. Los parámetros de energía que se analizan en el proyecto son: consumo de potencia activa y reactiva, factor de potencia, nivel de armónicos, desbalance de tensión y corriente, niveles de iluminación en cada área de trabajo del edificio, un análisis termográfico de los tableros de distribución, transformadores y salas de computo. La información obtenida de la medición de energía, así como los datos obtenidos de las personas que ingresan a las salas del CENTIC fueron utilizados para poder implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones que se realizan en el CENTIC. Con los resultados obtenidos se efectúa el respectivo análisis y posteriores conclusiones, teniendo como base los objetivos planteados en este proyecto.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL CENTIC

El área de construcción del CENTIC es de 4845 metros cuadrados distribuidos en cuatro pisos, donde funcionan veintisiete (27) aulas de informática generales, un auditorio, un laboratorio de investigación y desarrollo, salas de capacitaciones, salas auxiliares, salas multimedios, entre

otros; el edificio cuenta con un centro de servidores para sistemas de información de la Universidad, un centro de control de seguridad, automatización y sonido, además incluye equipos de presión constante para el suministro de agua, planta eléctrica de emergencia de 200 kW, subestación eléctrica con una capacidad de 1 MVA, ascensor y un mecanismo de respaldo de energía compuesto por un sistema de UPS. En la Figura 2.1 se aprecia una vista exterior del CENTIC.



Figura 2.1: Vista exterior del CENTIC

El sistema eléctrico del CENTIC está alimentado por la red de media tensión de 13,2 kV que proviene de la subestación biblioteca y que energiza dos (2) transformadores de 500 kVA cada uno, los cuales alimentan las cargas del edificio. A continuación se muestra en la Figura 2.2 el diagrama unifilar del CENTIC y la Tabla 2.1 con las abreviaturas que lo conforman.

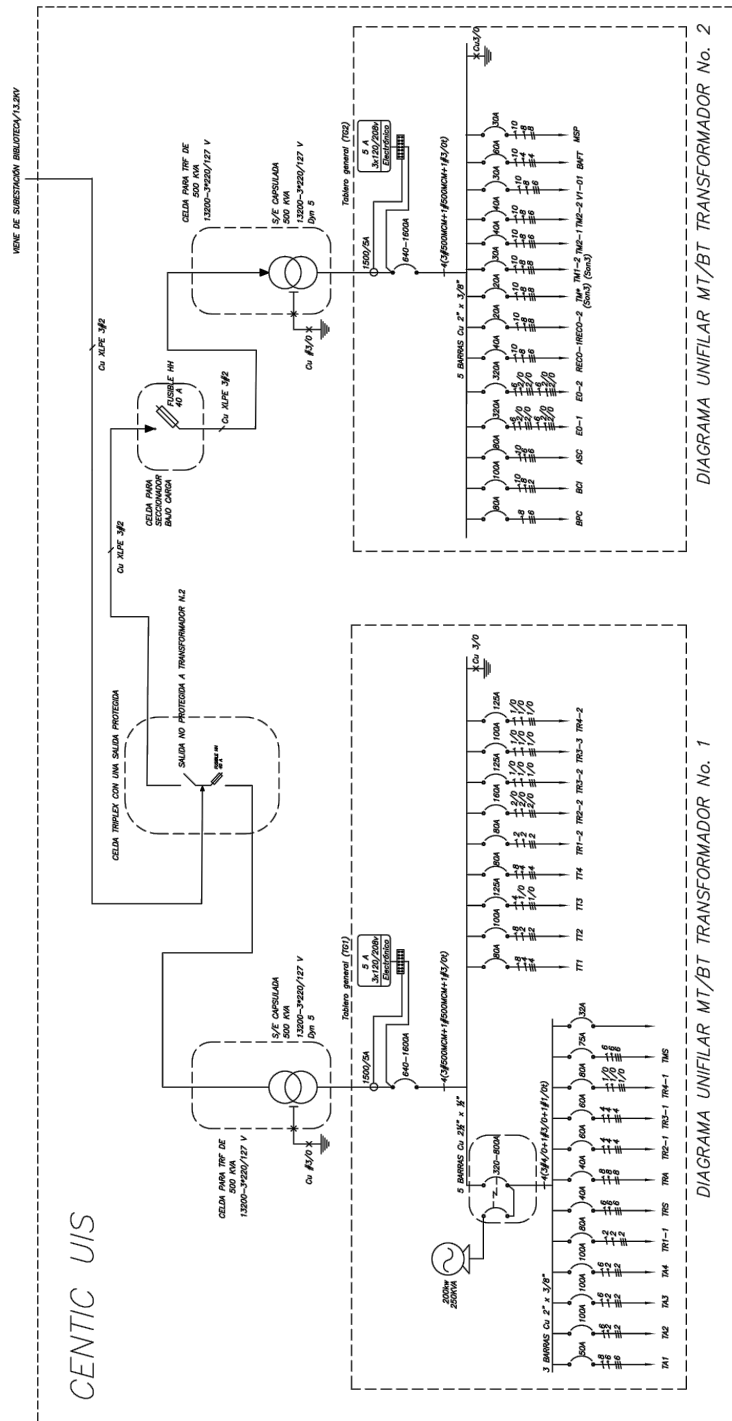


Figura 2.2: Diagrama unifilar del CENTIC

TABLERO	DESCRIPCIÓN
TR1-2	Corresponde a equipos de cómputo del primer piso, tablero 2
TR2-1	Corresponde a equipos de cómputo del segundo piso, tablero 1
TR2-2	Corresponde a equipos de cómputo del segundo piso, tablero 2
TR3-1	Corresponde a equipos de cómputo del tercer piso, tablero 1
TR3-3	Corresponde a equipos de cómputo del tercer piso, tablero 3
TR4-1	Corresponde a equipos de cómputo del cuarto piso, tablero 1
TMS	Corresponde a la manejadora del cuarto de servidores
TM3-1	Corresponde a la manejadora 1 del tercer piso
RC1-1	Corresponde a la recuperadora 1
RC1-2	Corresponde a la recuperadora 2
EO-1	Corresponde a la enfriadora 1
BOMBA	Corresponde a la bomba de agua fría
TA1	Corresponde al tablero de alumbrado del piso 1
TASC	Corresponde al tablero que alimenta el motor del ascensor

Tabla 2.1: Abreviaturas del diagrama unifilar

Como se observa en la Figura 2.2, uno de los transformadores alimenta dos barrajes distintos, cada uno con varios interruptores termomagnéticos que a su vez alimentan las cargas más sensibles del edificio como es el caso de computadores y servidores. En uno de estos gabinetes se encuentra la barra de transferencia automática con la planta, dando prioridad de suministro a las cargas esenciales. Por otra parte el segundo transformador alimenta un sólo gabinete, el cual corresponde a todas las cargas del sistema de aire acondicionado. A continuación se detallan algunas de las características eléctricas que tiene la instalación.

2.2.1. SUBESTACIÓN PRINCIPAL

El CENTIC tiene una subestación encapsulada ubicada en el sótano del edificio, la cual está provista por dos transformadores de 500 kVA cada uno, encargados de reducir la tensión de 13,2 kV a 208-120 V. Esta subestación se alimenta de la salida de uno de los seccionadores ubicados en la biblioteca a través de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega a los dos seccionadores bajo carga de los respectivos transformadores. El transformador número 1 de marca SIEMENS está destinado a alimentar las cargas sensibles, como son los equipos de cómputo, servidores, sistema de automatización e iluminación. En la Figura 2.3 se muestra la imagen del transformador y en la Tabla 2.2 se presentan las características principales del mismo.

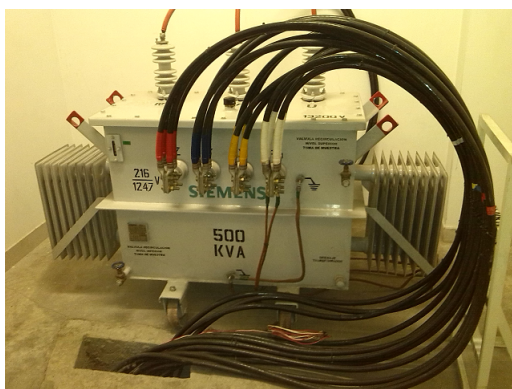


Figura 2.3: Transformador 1

TRANSFORMADOR 1		
codigo SIG: 0110	Clase: Encapsulada	Potencia TRF: 500 kVA
Relación TRF: 13200/(216-124,7) V	Grupo Conexión Dy5	Tensión cc (Uz):3,9%
Fabricante TRF: Siemens		Corriente cc: 34,27 kA
Tipo Seccionador: Seccionador bajo carga para uso interior		13530
Dimensiones TRF: 1,8*1,1*1,3 m		Tap actual 13200
Tipo Fusible: Bayoneta	Tipo Pararrayo: N/A	Taps: 12870
In Fusible: 40 A	Tensión Pararrayo: N/A	12540
Tensión Fusible: 24 kV	Id Pararrayo: N/A	12210

Tabla 2.2: Parámetros transformador 1

El transformador número 2 de marca ABB, está dispuesto para alimentar los motores relacionados con el aire acondicionado, bombas de agua, bomba contra incendio, ascensor, entre otros. En la Figura 2.4 se muestra el transformador y en la Tabla 2.3 sus principales características.

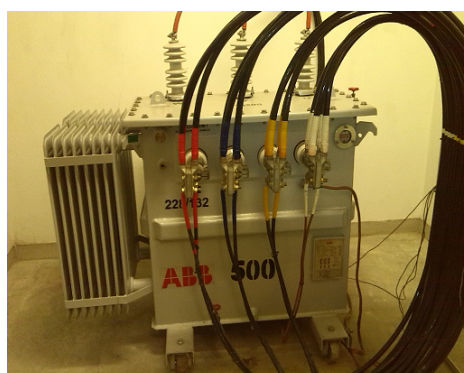


Figura 2.4: Transformador 2

TRANSFORMADOR 2				
codigo SIG: 0109	Clase: Encapsulada	Potencia TRF: 500 kVA		
Relación TRF: 13200/(228-131,5) V	Grupo Conexión Dy5	Tensión cc (Uz):4,5%		
Fabricante TRF: ABB		Corriente cc: 28,14 kA		
Tipo Seccionador: Seccionador bajo carga para uso interior		Taps:	Tap actual	13530
Dimensiones TRF: 1,4*1,2*1,5 m				13200
Tipo Fusible: Bayoneta	Tipo Pararrayo: N/A			12870
In Fusible: 40 A	Tensión Pararrayo: N/A			12540
Tensión Fusible: 24 kV	Id Pararrayo: N/A			12210

Tabla 2.3: Parámetros del transformador 2

2.2.2. PLANTA ELÉCTRICA

La planta de emergencia se usa en ausencia del suministro de energía eléctrica, alimentando el segundo gabinete del tablero general 1. Utiliza combustible ACPM y su potencia nominal es de 200 kW. En la Figura 2.5 se muestra la planta eléctrica que dispone el CENTIC y en la Tabla 2.4 las especificaciones de esta.



Figura 2.5: Planta eléctrica

PLANTA ELÉCTRICA			
Marca: Cummins Power Generation		Generador	Trifásico
Potencia Nominal		250/200 (kVA/kW)	Tensión (Vac)
			208/120
Eficiencia	90%	Factor de potencia	
		0,8	
Combustible	ACPM	Tablero de control digital	
		S1468	
Velocidad	1800 rpm	Enfriamiento	
		Agua	

Tabla 2.4: Valores nominales planta eléctrica

2.3. LISTAS DE CHEQUEO Y ENCUESTA PARA ANALIZAR LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN EL CENTIC

En el documento guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía (1) se hace necesario determinar el estado inicial del CENTIC en Sistemas de Gestión de la Energía. Esto se logra a través de tres (3) listas de chequeo y una (1) encuesta, las cuales fueron realizadas con base en la información suministrada por el Ing. Edwin Ordoñez y por una revisión detallada realizada a las instalaciones del edificio, las cuales suministran información necesaria para establecer una plena identificación de las actividades que se realizan en el CENTIC. Estas listas de chequeo junto con la encuesta, se deben aplicar como primer paso y se deben realizar consultando datos reales en cada una de las áreas de las cuales surja la información requerida.

Con base en lo anteriormente descrito, se elaboraron las listas de chequeo para evaluar el grado de gestión energética que actualmente se tiene en el edificio, así como también la encuesta que hace parte de las herramientas para la caracterización energética desarrollada por la UPME. En el Apéndice A se muestra dicha encuesta.

2.3.1. LISTAS DE CHEQUEO REALIZADAS

Las listas de chequeo realizadas en la edificación tiene en cuenta la mayoría de componentes eléctricos que conforman la edificación, así como las actividades de mantenimiento que se realizan (25). A continuación se muestran en las Tablas 2.5, 2.6 y 2.7 las listas de chequeo realizadas en el edificio:

1	INFORMACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS CON QUE CUENTA EL CENTIC	SI	NO	OBSERVACIONES
	CALDERAS		X	
	COMPRESORES DE AIRE		X	
	CHILLERS	X		
	MOTORES ELECTRICOS	X		
	AIRES ACONDICIONADOS	X		
	LUMINARIAS	X		
	EQUIPOS DE COMPUTO	X		
	OTROS:			Fotocopiadoras, bombas, manejadoras de aire acondicionado, cámaras de seguridad, servidores, routers inalámbricos.

Tabla 2.5: Lista de chequeo 1

2	DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	SI	NO	OBSERVACIONES
	¿EL CENTIC REALIZA ALGUN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIODICO A TODOS LOS EQUIPOS ELECTRICOS?	X		
	¿CON QUE FRECUENCIA SE REALIZA EL MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS ELECTRICOS?			Cada cuatro meses se realiza mantenimiento a los equipos de cómputo.
	CADA : SEMANA _ MES _x AÑO _			

Tabla 2.6: Lista de chequeo 2

3	INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL CENTIC	SI	NO	OBSERVACIONES
	¿Se tiene conocimiento de cuanta energía se consume en total y cuanta en las diferentes áreas del CENTIC?	X		
	¿Se lleva un control mensual de la facturación del consumo de energía?		X	
	¿Existe un programa de ahorro de energía?		X	
	¿Se mantienen informados de las últimas tecnologías y avances en el manejo de energía?		X	
	¿Los aparatos y dispositivos eléctricos que se encuentran son de última tecnología?		X	
	¿Se mantiene luces y otros equipos apagados y desenchufados mientras no están en uso?		X	
	¿Las conexiones de circuitos eléctricos se han realizado correctamente?	x		
	¿Se verifica el consumo de energía de los aparatos eléctricos antes de comprarlos?		X	
	¿Se han reemplazado los equipos viejos por alternativas que sean más eficientes energéticamente?	X		Se reemplazaron las UPS antiguas por unas de mayor capacidad y mejor eficiencia
	¿Se tienen ajustados los niveles de iluminación de acuerdo con el trabajo a realizar en cada área?		X	
	¿Se ha instalado iluminación de bajo consumo de energía (focos ahorradores)?	X		
	¿Se cuenta con una política energética en el CENTIC que tenga como finalidad reducir el consumo energético que presenta dicho edificio?		X	
	¿Se encienden las luces solo cuando la luz natural es insuficiente?		X	
	¿Se tienen sensores de presencia para controlar el encendido de las luces solo cuando se requiera?		X	Solamente en los pasillos, en determinadas horas de la noche, luego de terminar la jornada académica
	¿Se lavan periódicamente las ventanas y láminas translúcidas para aprovechar al máximo la luz natural?	X		Dos veces por año
	¿Se limpian con frecuencia las lámparas y el sistema de iluminación para mejorar la radiación y la capacidad de iluminación?		X	
	¿Se mantienen las puertas y ventanas cerradas cuando el aire acondicionado está en funcionamiento?	X		

Tabla 2.7: Lista de chequeo 2

Elaboró: Estudiantes Juan Camilo Jones Rojas y Andrés Felipe Puentes Marín

2.3.2. RESULTADOS DE LAS LISTAS DE CHEQUEO Y LA ENCUESTA

Actualmente el edificio en estudio presenta una política energética pero no se encuentra encaminada a implementar un modelo de gestión eficiente de la energía, con la que se tenga la finalidad de reducir el consumo de energía. Los mecanismos de verificación no son claros en cuanto a las metas energéticas a nivel general y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales del CENTIC. En el edificio hace falta realizar auditorías energéticas anualmente con el que se busca conocer el estado a nivel de eficiencia energética de sus equipos claves, actualizar sus planes de mantenimiento y de proyectos de mejora de la eficiencia. Es conveniente realizar una medición de los consumos energéticos en las áreas que permita medir los gastos energéticos unitarios de los servicios y de los elementos que impactan fuertemente el consumo del edificio. Es necesario identificar y cuantificar en cada una de las área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional. Se recomienda crear una campaña que motive a los usuarios del edificio a realizar un uso racional y eficiente de la energía.

2.4. CENSO DE CARGA

El análisis del consumo de energía requiere efectuar previamente un inventario de la carga instalada con el que se busca determinar el consumo nominal y en el que se tiene como objetivo la identificación de los potenciales de reducción de los consumos energéticos, así como también el establecimiento de metas energéticas basadas en estos potenciales. El censo de carga se realizó en todas las áreas que componen los cuatro (4) pisos del edificio, teniendo en cuenta los valores nominales de los equipos instalados y el tiempo de trabajo promedio de cada uno de ellos se dedujo de la información suministrada por el personal encargado del edificio.

A continuación en las Tablas 2.8, 2.9, 2.10, 2.12 y 2.11 se muestra el censo de carga realizado en cada piso del edificio.

ÁREA	LUMINARIAS T8 4X17W (79 W)	COMPUTADORES (180 W)	LÁMPARA TIPO BALA (56 W)	LUMINARIAS T8 2x32W (66 W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DÍA (HORAS)	NÚMERO DE DÍAS TRABAJADOS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)	CONSUMO TOTAL ÁREA (KWh)
PISO 1	SALA 1-1	29			9,4	24	1498,44	10040,782
	SALA 1-2	27			9,4	24	1524,15	
	SALA 1-3	27			9,4	24	1524,15	
	SALA 1-4	29			9,5	24	1568,41	
	SALA 1-5	29			9	24	1485,86	
	SALA 1-6	29			9,4	24	1498,44	
	PASILLO			16		5	107,52	
	BAÑOS				4	24	25,34	
	CUARTO ASEO				1	24	1,58	
	CUARTOS AIRE				2	24	3,17	
	OFICINAS	4	4			8	198,91	
	RECEPCIÓN		10			14	604,80	

Tabla 2.8: Censo de carga piso 1

ÁREA	LUMINARIAS T8 4x17W (79 W)	COMPUTADORES (180 W)	LÁMPARA TIPO BALA (56 W)	LUMINARIAS T8 2x32W (66 W)	AIRE ACONDICIONADO (40 W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DÍA (HORAS)	NÚMERO DE DÍAS TRABAJADOS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)	CONSUMO TOTAL ÁREA (KWh)
SALA 2-1	18	29				11,2	24	1785,37	
SALA 2-2	24	28				12,3	24	2047,51	
SALA 2-3	24	27				12,1	24	1961,94	
SALA 2-4	21	28				12,5	24	2009,70	
SALA 2-5	21	28				12,6	24	2025,78	
SALA 2-6	18	28				12,1	24	1876,56	
SALA 2-7	18	27				11,8	24	1779,06	
SALA 2-8	18	29				11,5	24	1833,19	
SALA 2-9	15	25				11,2	24	1528,13	
SALAS MULTIMEDIOS	2	2				5	24	62,16	17470,43
OFINAS PAG. WEB	5	5				10	24	310,80	
CUARTO TÉCNICO				1		1	24	1,58	
PASILLO			28			5	24	188,16	
BAÑOS				4		4	24	25,34	
CUARTO CABLEADO					1	24	30	28,80	
CUARTO CABLEADO				1		1	24	1,58	
CUARTOS AIRE				2		1	24	3,17	
CUARTO ASEO				1		1	24	1,58	

Tabla 2.9: Censo de carga piso 2

ÁREA	LUMINARIAS T8 4X17W (79 W)	COMPUTADORES (180 W)	LÁMPARA TIPO BALA (56 W)	LUMINARIAS T8 2x32W (66 W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DÍA (HORAS)	NÚMERO DE DÍAS TRABAJADOS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)	CONSUMO TOTAL ÁREA (KWh)
SALA 3-1	18	28			12,5	24	1938,60	21681,88
SALA 3-2	24	26			12,6	24	1988,58	
SALA 3-3	24	27			12,7	24	2059,23	
SALA 3-4	21	29			12,8	24	2113,23	
SALA 3-5	21	29			12,7	24	2096,72	
SALA 3-6	18	29			12,6	24	2008,54	
SALA 3-7	18	28			12,2	24	1892,07	
SALA 3-8	18	29			12,5	24	1992,60	
SALA 3-9	15	25			12,6	24	1719,14	
SALA 3-10	18	25			12,3	24	1748,17	
SALA 3-11	18	25			12,5	24	1776,60	
PASILLO			23		5	24	154,56	
BAÑOS				4	4	24	25,34	
CUARTO ASEO				1	1	24	1,58	
CUARTOS AIRE				2	1	24	3,17	
CUARTO TÉCNICO				1	1	24	1,58	
SALAS MULTIMEDIOS	8	9			3	24	162,14	

Tabla 2.10: Censo de carga piso 3

ÁREA	LUMINARIAS T8 4X17W (79 W)	COMPUTADORES (180 W)	LÁMPARA TIPO BALA (56 W)	LUMINARIAS T8 2x32W (66 W)	AIRE ACONDICIONADO (40 W)	BOMBILLO INCANDESCENTE (15W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DÍA (HORAS)	NUMERO DE DIAS TRABAJADOS AL MES	ENERGIA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)	CONSUMO TOTAL ÁREA (KWh)
SALA 4-1	24	17					3,7	24	648,95	4293,11
SALA 4-2	24	28					3,7	24	824,77	
LAB. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	16	8					3,7	24	379,35	
SALA AUXILIAR 1	6						1	24	25,49	
SALA AUXILIAR 2	6						1	24	25,49	
CUARTO SERVIDORES	9				1		24	30	28,80	
CUARTO SERVIDORES	9						2	24	76,46	
SALA DE REUNIONES 3	12	1					2	24	110,59	
SALA DE REUNIONES 2	6						2	24	50,98	
CAPACITACIÓN PROFESORES	18	29					3	24	605,23	
SALA DE CAPACITACIÓN	18	28					3	24	592,27	
CUARTO CONTROL					1		24	30	28,80	
BAÑOS				4			4	24	49,15	
CUARTO CONTROL				1			1	24	3,07	
AUDITORIO				4			2	24	54,82	
JEFATURA	6	3					10	24	384,48	
PASILLO			25				5	24	404,40	

Tabla 2.11: Censo de carga piso 4

MAQUINAS Y EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA (W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO DIA (HORAS)	NUMERO DE DIAS TRABAJADOS AL MES	ENERGIA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)	CONSUMIMO TOTAL (KWh)
AIRE CENTRAL 1	1	18000	13,66	24	5901,12	45785,28
AIRE CENTRAL 2	1	18000	13,66	24	5901,12	
AIRE DATA 4 PISO	1	2980	24	30	2145,6	
AIRE DATACENTER	1	15000	24	30	10800	
AIRE UPS 1 PISO	1	2980	24	30	2145,6	
AIRE UPS 4 PISO	1	2340	24	30	1684,8	
AIRE RACKS	1	7700	24	30	5544	
MANEJADORAS	8	3000	13,66	24	7868,16	
RECUPERADORA AIRE	1	7000	13,66	24	2294,88	
ASCENSOR	1	7000	1	30	210	
REFLECTORES ILUMINACIÓN EXTERIOR	12	400	11	24	1267,2	
LÁMPARAS EXTERIORES ENTRADA	2	75	2	24	7,2	
LÁMPARAS JARDÍN	13	25	2	24	15,6	
OTROS						

Tabla 2.12: Censo de carga otros equipos

Antes de realizar la caracterización energética y como base para realizar este censo de carga se tuvieron en cuenta datos históricos ¹ del consumo del edificio tanto de potencia activa como reactiva, con el fin de tener una idea del comportamiento mensual. Adicional a esto se encuentran los datos suministrados por el censo de carga realizado en las instalaciones del edificio y con el que se evidencia que el consumo promedio mensual representa un 81,7% del consumo nominal, con estos datos se podrán establecer metas energéticas a corto, mediano y largo plazo. En la siguiente Tabla 2.13, se muestran los consumos mensuales del edificio.

Mes de consumo	Consumo [kWh]	Consumo [kVARh]
Mayo de 2013	84480	17820
Junio de 2013	80976	16707
Julio de 2013	80639	16236
Agosto de 2013	85140	16620
Septiembre de 2013	70770	14760
Octubre de 2013	88320	19680
Noviembre de 2013	76470	16860
Diciembre de 2013	68895	14100
Enero de 2014	76802	17825
Febrero de 2014	85530	18750

Tabla 2.13: Consumo energético mensual del CENTIC

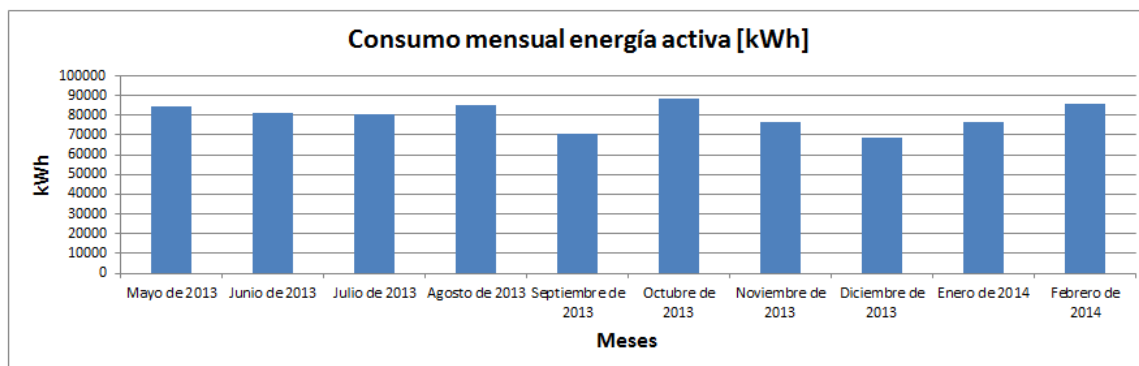


Figura 2.6: Consumo mensual energía activa del CENTIC

¹Datos suministrados por la división de planta física de la Universidad Industrial de Santander

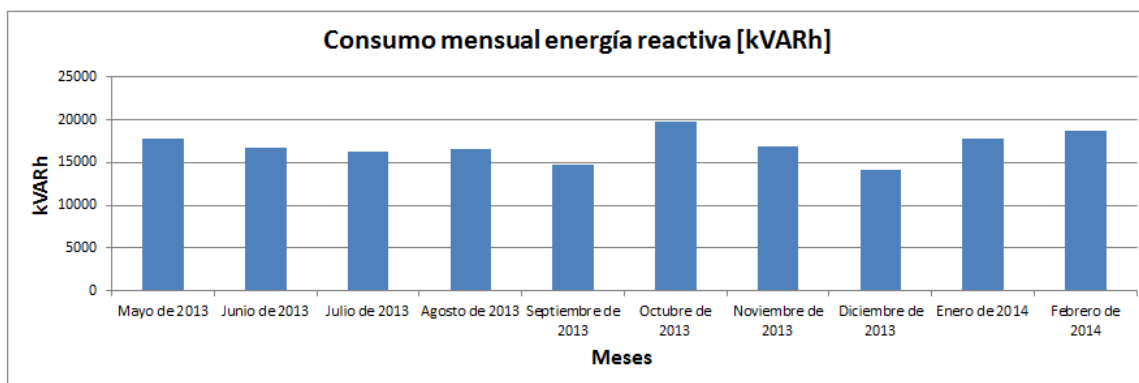


Figura 2.7: Consumo mensual energía reactiva del CENTIC

En la Figura 2.6 y la Tabla 2.13 se evidencia un consumo de energía eléctrica estable, es decir, no varía considerablemente respecto de cada mes, en donde el mayor consumo de energía activa se presentó en el mes de octubre del año 2013 con un valor de 88320 kWh y el menor consumo se obtuvo en el mes de septiembre de 2013 con un valor de 70770 kWh. Las variaciones de mayor y menor consumo de energía son producto de las actividades académicas desarrolladas en el Campus Universitario, aunque se debe tener en cuenta que este edificio presenta un consumo considerable de energía en ausencia del personal que lo utiliza, ya que allí se encuentran los servidores y demás equipos de cómputo que soportan las plataformas virtuales de la universidad, los cuales son necesarios para el cumplimiento de los procesos misionales de esta. Como ejemplo se cita el mes de Diciembre con un consumo mínimo de 68895 kWh, debido a la inactividad académica que se presenta en dicho mes. A su vez, en la Figura 2.7 y la Tabla 2.13, el consumo de energía reactiva presenta una variación similar al de la energía activa descrita anteriormente, esta es producido en parte por la no linealidad de algunas cargas que tienen los equipos y las cargas instaladas en este edificio, como lo son por mencionar algunos, el ascensor, el aire acondicionado de los racks, luminarias, equipos de cómputo, bombas hidrosanitarias.

Capítulo 3

ETAPA 2 INSTALACIÓN DEL SGIE

En la Etapa 1 se conoció el estado actual del Centic en diferentes aspectos anteriormente mencionados. En esta etapa se crea la estructura organizacional más adecuada para lograr las metas, preparar e involucrar al personal, identificar los programas y planes de acción. Para implementar esta etapa se emplean herramientas estadísticas propuestas en la guía de gestión disponible en la página de la UPME (1), para las cuales se tuvieron en cuenta los datos obtenidos durante el periodo comprendido entre el 19 de noviembre del 2013 hasta el 11 de marzo de 2014 con excepción del periodo de vacaciones del personal docente, administrativo y estudiantil comprendido entre el 20 de diciembre de 2013 al 15 de enero de 2014, además de consumos energéticos de meses anteriores. Dichas herramientas estadísticas se analizan a continuación.

3.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Con base en los resultados de la caracterización energética se pueden realizar los siguientes diagramas que llevan a implementar indicadores energéticos y metas alcanzables con el fin de reducir el consumo de energía.

3.1.1. DIAGRAMA DE PARETO

El objetivo principal de la construcción del diagrama de Pareto es identificar los equipos de mayor consumo eléctrico que hay dentro de la edificación. Para el desarrollo de este proyecto fue necesario realizar un censo de carga del edificio, donde se tuvieron en cuenta las áreas de mayor consumo que son: iluminación, aires acondicionados y equipos de cómputo, donde se

registraron los datos en la Tabla 3.1. Para construir el diagrama de la Figura 3.1 se tuvieron en cuenta los datos de placa de consumo nominal de energía que tiene cada uno de los equipos, como también el tiempo promedio de trabajo de cada uno de ellos.

EQUIPOS	ENERGIA CONSUMIDA PROMEDIO MES (KWh)
AIRE ACONDICIONADO	44371,68
COMPUTADORES	38800,08
ILUMINACIÓN	14514,19
TOTAL	97685,95

Tabla 3.1: Censo de carga de equipos

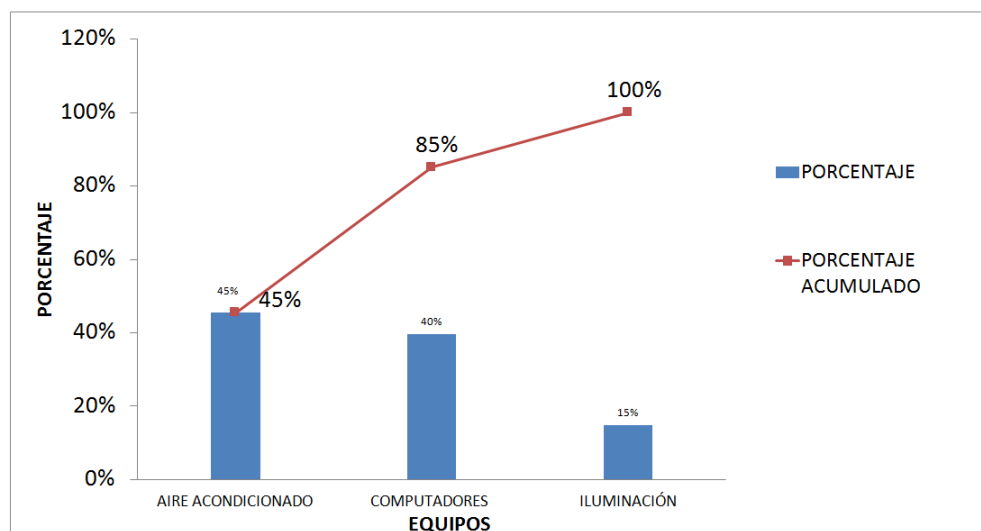


Figura 3.1: Diagrama de Pareto

De la gráfica de la Figura 3.1 se puede observar que el área de mayor consumo son los aires acondicionados que representan el 45 % del consumo energético del Centic, seguido de los equipos de cómputo con un 40 % y por último la iluminación con un 15 %, de tal manera que si se hace énfasis en estas tres áreas en cuanto a eficiencia y uso racional de la energía se observaría una reducción sustancial del consumo energético del edificio.

3.1.2. GRÁFICO DE CONSUMO - PRODUCCIÓN (E vs P)

El diagrama de Consumo – producción (E vs P) revela importante información sobre la eficiencia del proceso. El gráfico se realiza con datos de consumo de energía eléctrica y producción en el

mismo periodo de tiempo en donde la variable a analizar fue el número de personas atendidas el cual hace referencia al número de personas que ingresan a las diferentes aulas de edificio. Por medio de este diagrama se puede determinar en qué medida la variación de los consumos energéticos se debe a variaciones de la producción, determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción e identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto de la producción (5). En la Figura 3.2 se muestra dicho gráfico.

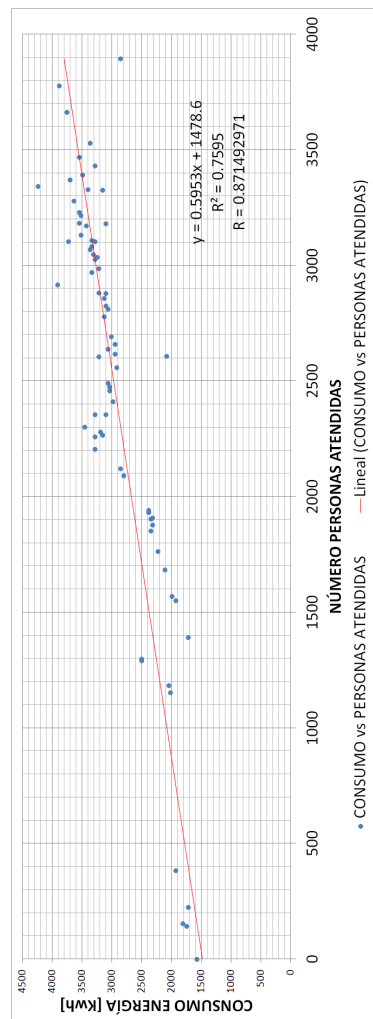


Figura 3.2: Gráfico de consumo-producción (E vs P)

De la Figura 3.2 se obtiene la Ecuación 3.1 de la línea de tendencia la cual relaciona producción (número de personas) y consumos:

$$E = 0,5953P + 1478,6 \quad (3.1)$$

Esta ecuación permite predecir el comportamiento de consumo de energía eléctrica para una producción (número de personas) determinada.

El índice de correlación es 0,87, lo que indica que hay una buena relación entre estos parámetros, por lo tanto se puede tomar en cuenta la ecuación para observar el comportamiento del consumo respecto a la producción. El valor de energía no asociada al ingreso de personal a la edificación es de 1478,6 kWh, este valor se debe a los siguientes factores:

1. La iluminación de las áreas comunes, ya que se requiere que existan zonas iluminadas tanto en presencia como en ausencia del personal que hace uso del edificio. Se cita como ejemplo las luces exteriores de este, así como las luces de pasillos, baños y demás áreas asociadas al funcionamiento del mismo.
2. Los sistemas de aires acondicionados los cuales funcionan con sensores de temperatura más no con sensores de presencia. Además, la distribución del aire acondicionado se hace de forma general por medio de dos manejadoras de aire por piso, que son las encargadas de distribuir el aire por medio de un variador de velocidad, por lo tanto el aire acondicionado se encuentra en constante funcionamiento aun estando las salas vacías.
3. Servidores asociados a la Universidad. En este edificio se encuentran los equipos de cómputo que soportan los procesos misionales y administrativos de la Universidad.
4. Energía consumida en días en los que no hay ingreso de personal al edificio. El día domingo se encuentra cerrado y sin servicio al público el CENTIC, pero algunos equipos continúan consumiendo energía como por ejemplo los aires acondicionados que mantienen a una temperatura ideal los servidores y los sistemas de aire que regulan la temperatura de los racks.
5. Generación de armónicos debido a cargas no lineales.

3.1.3. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y CORRELACIÓN

Es un gráfico que muestra la relación entre 2 tipos de datos. Su objetivo es mostrar la correlación, positiva o negativa existente entre 2 variables en un gráfico (X,Y). El diagrama de dispersión es

útil para definir si las variables del indicador de consumo de energía eléctrica están correlacionados entre sí y por tanto, si el indicador es válido o no (5). Para este caso se analizan los consumos energéticos y personas atendidas en un mismo periodo de tiempo cuyos valores se citan en el Apéndice B. En la Figura 3.3 se muestra el gráfico de correlación.

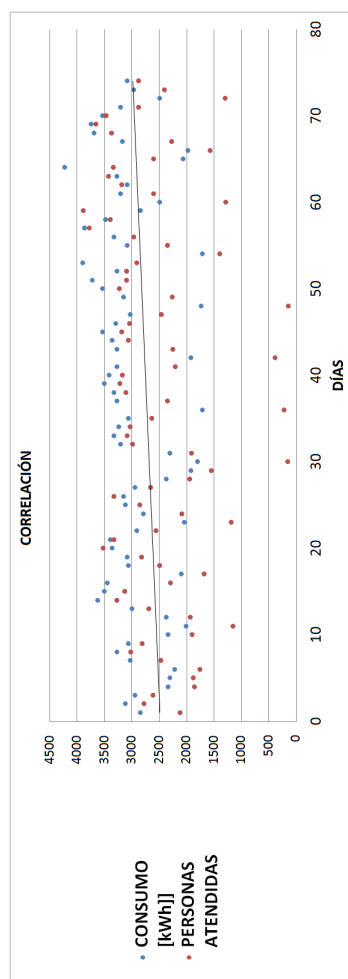


Figura 3.3: Diagrama de correlación

El índice de correlación para las variables del indicador de consumo de energía eléctrica tiene un valor de 0,87, lo cual demuestra que es un valor adecuado de correlación entre variables, teniendo en cuenta que el mínimo índice para obtener una buena correlación es 0,85.

3.1.4. GRÁFICO DE CONTROL

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se emplea como instrumentos de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones (5). A continuación se muestran los datos necesarios para realizar el gráfico de control en las tablas 3.2 , 3.3 y se muestra el gráfico de control correspondiente de la Figura 3.4.

MES	CONSUMO [kWh]	CP	DS	LCS	LCI
Mayo de 2013	84480	79802,20	6484,73	99256,38	60348,02
Junio de 2013	80976				
Julio de 2013	80639				
Agosto de 2013	85140				
Septiembre de 2013	70770				
Octubre de 2013	88320				
Noviembre de 2013	76470				
Diciembre de 2013	68895				
Enero de 2014	76802				
Febrero de 2014	85530				

Tabla 3.2: Datos gráficos de control

Consumo Promedio, CP	79802,2
Desviación estándar, DS	6484,73
LCS (Límite de Control Superior)	CP + 3DS
LCI (Límite de Control Inferior)	CP - 3DS

Tabla 3.3: Análisis de variables en el proceso de control

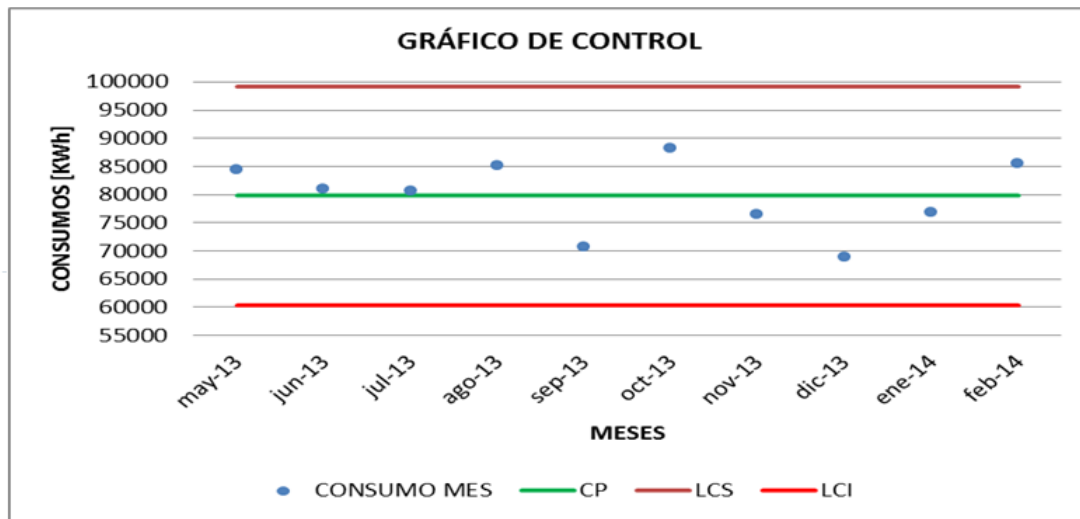


Figura 3.4: Gráfico de control

En la Figura 3.4 se observa que la variable consumo de energía se encuentra dentro de los límites de control, lo que quiere decir que no existen comportamientos anormales, por lo tanto las variaciones proceden de causas aleatorias y su comportamiento es estable. Si alguno de los puntos estuviera fuera de los límites de control, tendría que analizarse para ese mes en particular lo que pudo haber ocurrido para que esta variable se saliera de control, investigando la causa que provocó la anomalía y eliminando esta, se hace estable el proceso.

3.1.5. GRÁFICO DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN EN EL TIEMPO (E-P vs T)

Consiste en un gráfico en donde se visualiza la variación simultánea del consumo de energía eléctrica con la producción(5), en este caso personas que ingresan diariamente al Centic. En el se muestran los períodos en los que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación del número de personas que ingresan diariamente. Además, permite identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos en el edificio. En el Apéndice B se muestran los datos que fueron necesarios para la realización de dicho gráfico, que se muestra en la Figura 3.5.

Este gráfico viene acompañado de las tablas 3.4 y 3.5 donde:

- PERÍODO: Es el tiempo en que se mide el consumo y las personas atendidas, en este caso días.
- CONSUMO: El valor del consumo de energía en kWh
- % VARIACIÓN: El % de variación será negativo si se disminuye el consumo y positivo si se incrementa de un período a otro. El primer período no tiene valor anterior por lo que se ignora el % de variación (5). El cálculo se realiza utilizando la Ecuación 3.2.

$$\frac{\text{valor actual} - \text{valor anterior}}{\text{valor anterior}} * 100 \quad (3.2)$$

- PRODUCCIÓN: Número de personas atendidas
- COMPORTAMIENTO: Se escribe anómalo si los signos del % de variación del consumo y de la producción son diferentes. También se escribe anómalo si los signos son iguales pero los valores de los % son significativamente diferentes a las diferencias medias (5).

PERIODO	CONSUMO (kwh)	% VARIACION DEL CONSUMO	PERSONAS ATENDIDAS	% VARIACION PERSONAS ATENDIDAS	COMPORTAMIENTO	OBSERVACIONES
1	2850		2120			
2	3120	9,47	2778	31,04	NORMAL	NINGUNA
3	2940	-5,77	2616	-5,83	NORMAL	NINGUNA
4	2340	-20,41	1853	-29,17	NORMAL	NINGUNA
5	2310	-1,28	1878	1,35	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
6	1590	-31,17	0	-100	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
7	2220	-3,90	1764	-6,07	NORMAL	NINGUNA
8	3030	36,49	2473	40,19	NORMAL	NINGUNA
9	3270	7,92	3025	22,32	NORMAL	NINGUNA
10	3060	-6,42	2812	-7,04	NORMAL	NINGUNA
11	2340	-23,53	1904	-32,29	NORMAL	NINGUNA
12	2010	-14,10	1153	-39,44	NORMAL	NINGUNA
13	1560	-22,39	0	-100	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
14	2370	17,91	1951	67,48	NORMAL	NINGUNA
15	3000	26,58	2692	39,41	NORMAL	NINGUNA
16	3630	21,00	3278	21,77	NORMAL	NINGUNA
17	3510	-3,31	3132	-4,45	NORMAL	NINGUNA
18	3450	-1,71	2300	-26,56	NORMAL	NINGUNA
19	2100	-39,13	1683	-26,83	NORMAL	NINGUNA
20	1620	-22,86	0	-100	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
21	3060	45,71	2491	48,01	NORMAL	NINGUNA
22	3090	0,98	2824	13,37	NORMAL	NINGUNA
23	3360	8,74	3528	24,93	NORMAL	NINGUNA
24	3390	0,89	3328	-5,67	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
25	2910	-14,16	2559	-23,11	NORMAL	NINGUNA
26	2040	-29,90	1183	-53,77	NORMAL	NINGUNA
27	1560	-23,53	0	-100	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
28	2790	36,76	2090	76,67	NORMAL	NINGUNA
29	3120	11,83	2857	36,70	NORMAL	NINGUNA
30	3150	0,96	3326	16,42	NORMAL	NINGUNA
31	2940	-6,67	2658	-20,08	NORMAL	NINGUNA
32	2370	-19,39	1940	-27,01	NORMAL	NINGUNA
33	1920	-18,99	1549	-20,15	NORMAL	NINGUNA
34	1880	-6,25	154	-90	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
35	1590	-11,67	0	-100,00	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
36	2310	20,31	1907	23,11	NORMAL	NINGUNA
37	3210	38,96	2986	56,58	NORMAL	NINGUNA
38	3330	3,74	3082	3,22	NORMAL	NINGUNA
39	3240	-2,70	3036	-1,49	NORMAL	NINGUNA
40	3060	-5,56	2638	-13,11	NORMAL	NINGUNA
41	1710	-44,12	224	-92	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
42	1620	-5,26	0	-100,00	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
43	3270	6,86	2355	-10,73	NORMAL	AHORRO EFICIENTE

Tabla 3.4: Variación relativa de la producción y el consumo en el tiempo

PERIODO	CONSUMO (kWh)	% VARIACION DEL CONSUMO	PERSONAS ATENDIDAS	% VARIACION PERSONAS ATENDIDAS	COMPORTAMIENTO	OBSERVACIONES
44	3330	1.83	3107	31.93	NORMAL	NINGUNA
45	3510	5.41	3216	3.51	NORMAL	NINGUNA
46	3420	-2.56	3170	-1.43	NORMAL	NINGUNA
47	3270	-4.39	2204	-30.47	NORMAL	NINGUNA
48	1920	-41.28	382	-82.67	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
49	1470	-23.44	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
50	3270	0.00	2258	2.45	NORMAL	NINGUNA
51	3360	2.75	3069	35.92	NORMAL	NINGUNA
52	3540	5.36	3183	3.71	NORMAL	NINGUNA
53	3300	-6.78	3048	-4.24	NORMAL	NINGUNA
54	3030	-8.18	2458	-19.36	NORMAL	NINGUNA
55	1740	-42.57	143	-94.18	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
56	1500	-13.79	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
57	3150	81.03	2265	1483.92	NORMAL	NINGUNA
58	3540	12.38	3230	42.60	NORMAL	NINGUNA
59	3720	5.08	3103	-3.93	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
60	3270	-12.10	3103	0.00	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
61	3900	19.27	2916	-6.03	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
62	1710	-56.15	1392	-52.26	NORMAL	NINGUNA
63	1410	-17.54	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
64	3090	80.70	2355	69.18	NORMAL	NINGUNA
65	3330	7.77	2969	26.07	NORMAL	NINGUNA
66	3870	16.22	3777	27.21	NORMAL	NINGUNA
67	3480	-10.08	3390	-10.25	NORMAL	NINGUNA
68	2850	-18.10	3893	14.84	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
69	2490	-12.63	1290	-66.86	NORMAL	NINGUNA
70	1530	-38.55	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
71	3210	28.92	2606	102.02	NORMAL	NINGUNA
72	3090	-3.74	3181	22.06	ANOMALO	AHORRO EFICIENTE
73	3270	5.83	3431	7.86	NORMAL	NINGUNA
74	4230	29.36	3342	-2.59	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
75	2070	-51.06	2607	-21.99	NORMAL	NINGUNA
76	1980	-4.35	1570	-39.78	NORMAL	NINGUNA
77	1680	-15.15	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
78	3180	60.61	2280	45.22	NORMAL	NINGUNA
79	3690	16.04	3371	47.85	NORMAL	NINGUNA
80	3750	1.63	3662	8.63	NORMAL	NINGUNA
81	3540	-5.60	3467	-5.32	NORMAL	NINGUNA
82	3210	-9.32	2881	-16.90	NORMAL	NINGUNA
83	2490	-22.43	1298	-54.95	NORMAL	NINGUNA
84	1620	-34.94	0	-100	ANOMALO	AHORRO DEFICIENTE
85	2970	19.28	2410	85.67	NORMAL	NINGUNA
86	3090	4.04	2878	19.42	NORMAL	NINGUNA

Tabla 3.5: Variación relativa de la producción y el consumo en el tiempo

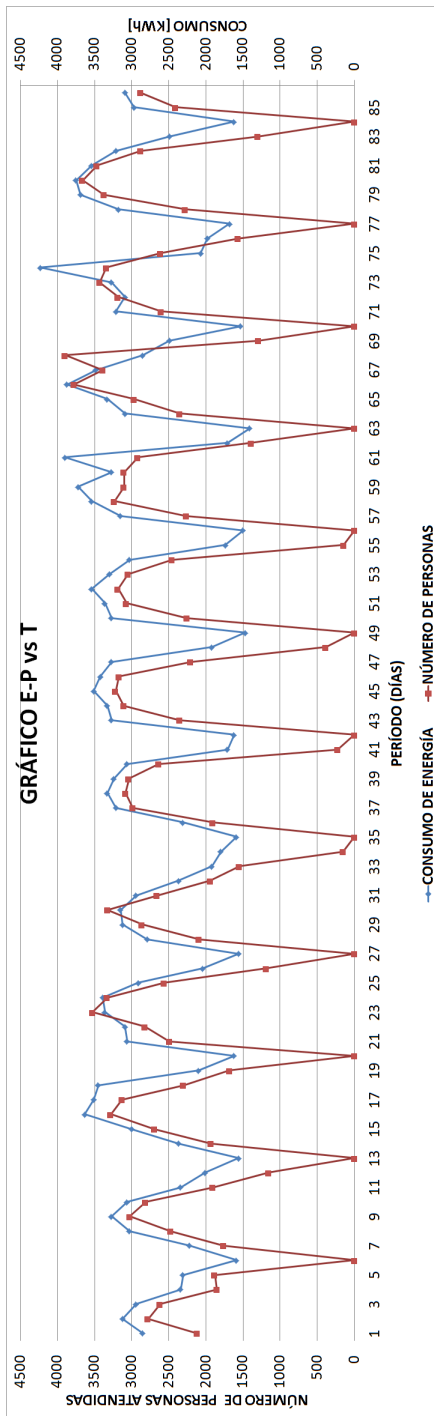


Figura 3.5: Gráfico E-P vs T

Los domingos se presenta un consumo energía eléctrica considerable, debido a que hay equipos que requieren estar encendidos las 24 horas del día durante la semana, con el fin de cumplir con las actividades misionales de la universidad.

3.1.6. GRÁFICO DE CONSUMO – PRODUCCIÓN META (E vs P META)

Es importante contar con una meta alcanzable que estimule el uso final eficiente de energía y un indicador que evalúe cuantitativamente esa meta. Dicha meta se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico Consumo vs. Producción, hallada para los niveles por debajo de la media (5).

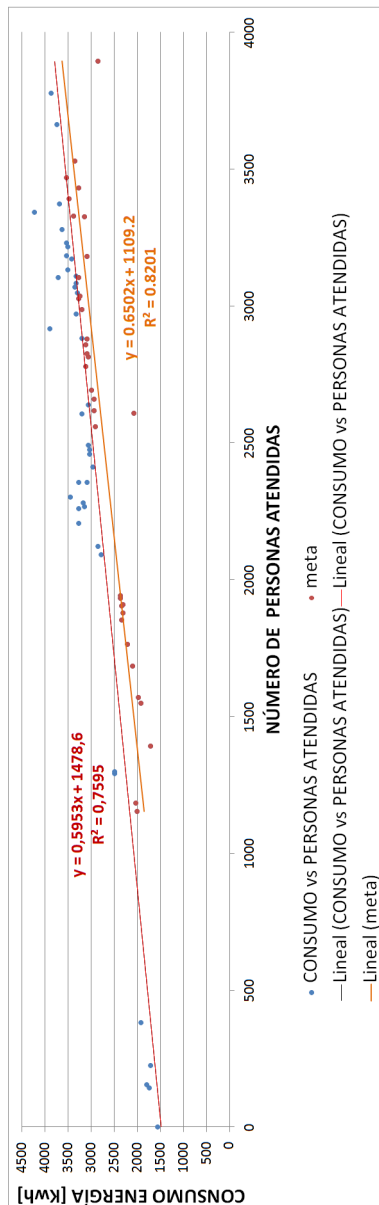


Figura 3.6: Gráfico de consumo-producción meta (E vs P Meta)

La Figura 3.6 muestra la línea de tendencia en la cual se identificaron consumos de energía bajos y altos niveles de ingreso de personal hacia las salas del edificio. Los consumos que están por debajo de la línea de tendencia inicial son los utilizados para establecer el consumo meta.

El objetivo después de obtener una nueva línea de tendencia es establecer medidas que permitan a las variables de consumo y producción, en este caso personas atendidas tener un comportamiento que siga la ecuación de tendencia obtenida, de esta manera se puede obtener un menor consumo de energía para un mayor número de personal que ingresa a dicho edificio y hacer más eficiente esta relación, número de personas que ingresan a las salas del edificio vs. consumo de energía, planteando acciones como por ejemplo, mejorar la cultura de ahorro y la optimización de procesos en el Centic.

Del gráfico meta se puede observar que la nueva correlación es de 0,91, lo cual es indicio de que esta nueva ecuación describe de manera adecuada el comportamiento de las variables analizadas en búsqueda de un ahorro significativo en el edificio. En cuanto a la energía no asociada a la producción, en el gráfico meta se observa una reducción del 25 % de este consumo, reducción que se puede lograr con acciones de baja inversión como las mencionadas anteriormente, como también acciones de alta inversión que requieren un desarrollo tecnológico.

3.1.7. DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO-PRODUCCIÓN (IC vs P)

Este diagrama se realiza luego de haber obtenido la ecuación del diagrama E Vs. P con un nivel de correlación significativo, la cual es de la forma:

$$E = 0,59P + 1478,6 \quad (3.3)$$

El gráfico IC vs P es una línea curva con una asíntota en el eje x, en el valor de la pendiente m de la expresión $E(p)$. La expresión de la curva se obtiene de la siguiente forma:

$$E = mP + E_0 \quad (3.4)$$

$$IC = E/P = m + E_0/P \quad (3.5)$$

$$IC = mE_0/P \quad (3.6)$$

La curva de la Figura 3.7 muestra que el índice de consumo depende del nivel de la producción, en este caso como ya se había mencionado en este proyecto, el nivel de producción viene determinado por el número de personas atendidas. En la medida que la producción disminuye es posible que disminuya el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión $E(p)$, pero el gasto energético por unidad de producto aumenta, es decir el costo en este caso aumenta por el número de personas que entran diariamente al edificio. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción. La Figura 3.7 muestra que a un menor número de personas se presenta un mayor índice de consumo debido a que hay una energía que no está asociada a la producción, además la Figura 3.7 presenta puntos críticos a medida que no se registra ingreso de personas.

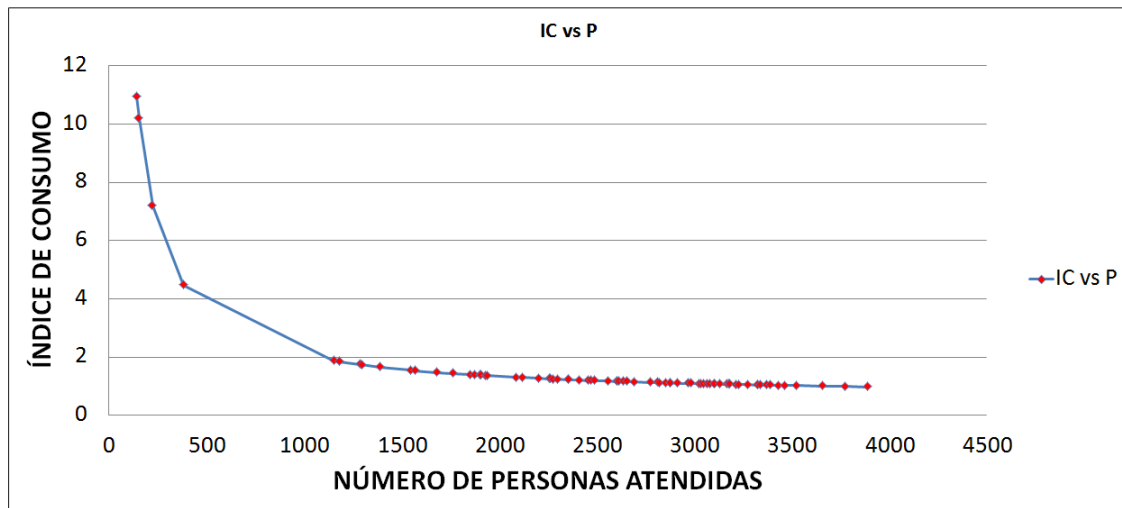


Figura 3.7: Índice de consumo

3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES POR CENTRO DE COSTO

Debido a que un centro de costo es determinado por un proceso que se realiza en una compañía y lo que se está evaluando en este caso es la prestación de un servicio académico vs. su consumo energético, por consiguiente el centro de costo es la Subestación Eléctrica que está comprendida por dos (2) transformadores de 500 kVA cada uno con una relación de transformación de

13,2-0,22/0,127 kV y cuya variable de control es la energía consumida mensualmente por la edificación en estudio, expresada en kilowatts hora (kWh/mes). Debido al limitante de préstamos de equipos y acceso a ciertas áreas importantes de la edificación, como es el caso del data center, se impidió realizar un estudio individual de todas las cargas que componen el edificio, con el que se pudiese realizar un análisis más detallado del comportamiento energético del CENTIC.

3.3. DEFINICIÓN DEL PROCESO DE MONITORIZACIÓN

El proceso de monitorizar consistió en realizar varias medidas en las áreas del edificio tales como:

1. La potencia eléctrica: Se tomaron medidas utilizando el analizador de redes marca Dranetz 440 instalado en los transformadores del edificio por un período de tiempo de quince (15) días para cada uno de ellos y dichas medidas fueron registrada cada diez (10) minutos, adicional a esto se tomaron otro tipo de medidas como frecuencia, corriente, tensión factor de potencia y nivel de armónicos.
2. Niveles de iluminación: Por medio un luxómetro marca Extech Modelo hd450, se registraron mediciones en todas las salas de cómputo, pasillos, baños, oficinas y auditorio, tomando nueve (9) medidas por cada punto de iluminación.
3. Niveles de temperatura: Se realizó una termografía en los tableros de distribución, en los transformadores, en el tablero del banco automático de condensadores y en las salas de cómputo de la edificación con una cámara termográfica marca Fluke modelo Ti32.

Estas mediciones son necesarias para conocer el estado actual de la edificación y poder identificar posibles puntos de ahorro, por lo que se recomienda realizar estudios de monitorización. Dicha monitorización es necesaria realizar a corto, mediano y largo plazo por medio de un comité energético que se sugiere crear a nivel institucional. Este comité definirá las políticas, el tiempo de medición y el proceso de monitorización necesario con el fin de validar la instalación del SGIE.

Capítulo 4

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Continuando con la etapa número dos “Decisión Estratégica” y para poder implementar el SGIE es necesario realizar un diagnóstico energético, en este capítulo se incluirá un análisis de la calidad energética del CENTIC. Por medio de este diagnóstico se quiere saber cuánto, cómo y por qué se consume la energía eléctrica, así como la forma de establecer el grado de eficiencia en su utilización. Para ello se llevo a cabo una inspección de las instalaciones, realizando un análisis energético de los consumos y la forma como se usa la energía. Dicho análisis es importante ya que con el diagnóstico energético realizado se podrán plantear medidas que permitan alcanzar ahorros significativos a corto, mediano y largo plazo.

4.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

En este apartado se realiza un estudio de la iluminación a todas las salas de cómputo del CENTIC, así como también al auditorio Alberto Elias Hernández, los pasillos, los baños, las áreas comunes, oficinas, entre otros, con el fin de verificar el estado actual de iluminación del edificio.

Los sistemas de iluminación se clasifican según su flujo luminoso. El flujo luminoso se describe como la cantidad de radiación visible producida por una fuente cuya unidad es el lumen. El lumen se refiere solo a la potencia consumida por la bombilla que se convierte en luz visible. El nivel de iluminancia se representa por medio de la Ecuación 4.1 y se define como el flujo luminoso recibido por una superficie, su símbolo es E y su unidad el lux (lx)(3).

$$E = \frac{\Phi}{S} (Lux) = \frac{Lumen}{m^2} \quad (4.1)$$

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12

están siendo discontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 por ser estas últimas más eficaces y contener menor cantidad de mercurio, igualmente se tiene muy en cuenta que el conjunto de la fuente con su balasto T-8 presentan una combinación de mayor eficiencia. Estas lámparas fluorescentes de diámetros menores a los T12, generalmente tienen mejores eficiencias, de acuerdo con las políticas URE establecidas. Se recomienda la utilización de tubos fluorescentes con eficacias iguales o superiores a las establecidas en la Tabla 4.1.

Tipo	Potencia (W)	Eficacia Luminosa (lm/W)*
T12 (38 mm de diámetro)	14 a 20	55
	39 a 40	70
	75	75
T8 (26 mm de diámetro)	17	68
	25	72
	32	78
	40	79
	59	86
T5 (16 mm de diámetro)	14	78
	21	83
	24	66
	28	85
	35	87
	39	82
	49	91
	54	86
	80	80

*Temperatura ambiente a 25°C

Tabla 4.1: Eficacia lámparas fluorescentes (20)

Con base en mediciones realizadas y catálogos de fabricantes de luminarias, se registró el consumo energético de cada una de ellas, las cuales se detallan a continuación:

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR DEL CENTIC

En las salas de cómputo, recepción y oficinas se encuentran 680 luminarias cuadradas empotrables de techo como se observa en la Figura 4.1, compuestas por cuatro tubos fluorescentes T8

tipo F17T8-SP41-ECO General Electric (3) de 17 W cada uno y un balasto electrónico, para un total de 79 W por cada luminaria.



Figura 4.1: Luminarias salas de cómputo, recepción y oficinas

En los pasillos hay 92 lámparas incrustadas tipo bala como se muestra en la Figura 4.2, conformada por dos bombillas fluorescentes LINX-DE P20669 CN248 Sylvania (11) de 26 W cada una y un balasto electrónico, para un total de 56 W por cada lámpara.



Figura 4.2: Luminarias pasillos

Los baños tienen 16 luminarias rectangulares empotrables de techo compuestas por dos tubos fluorescentes T8 tipo F32T8-SP41-ECO General Electric (3) de 32 W cada uno, como se muestra en la Figura 4.3 y un balasto electrónico, para un total de 66 W por cada luminaria.



Figura 4.3: Luminarias baños

En el auditorio Alberto Elias Hernández se encuentran 42 lámparas incrustadas tipo bala adecuadas para bombillas incandescentes de 15 W cada una, como se muestra en la Figura 4.4.



Figura 4.4: Luminarias auditorio

En los pasillos y escaleras exteriores están ubicadas 12 luminarias de emergencia como se muestra en la Figura 4.5, conformadas con led como fuente luminosa de referencia 61522 Legrand (19) de 6 W cada una.



Figura 4.5: Luminarias de emergencia

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR DEL CENTIC

En la azotea del edificio se tienen 12 reflectores de iluminación de 400 W cada uno como se muestra en la Figura 4.6, ubicados alrededor del edificio con el fin de iluminar las zonas exteriores del mismo.



Figura 4.6: Luminarias exteriores

En las zonas verdes aledañas al edificio se encuentran 13 lámparas de jardín de 25 W cada una como se muestra en la Figura 4.7.



Figura 4.7: Luminarias zonas verdes

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

El luxómetro es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados con la correspondiente escala de luxes.

EQUIPO UTILIZADO

Las medidas de iluminación fueron realizadas con un luxómetro marca EXTECH modelo hd450 mostrado en la Figura 4.8 y sus especificaciones técnicas se muestran en el Apéndice C.



Figura 4.8: Luxómetro

MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL EN UN ESPACIO CERRADO

- PROCEDIMIENTO

Las mediciones de los niveles de iluminación se realizaron en todas las áreas del edificio, donde se presenta actividad por parte del personal. Dichas mediciones se tomaron teniendo en cuenta la fuente luminosa, la ubicación de los puestos de trabajo y el grado de precisión visual necesario para ejecutar adecuadamente una labor; posteriormente se comparan dichas mediciones con los valores de iluminación permitidos por el RETILAP. A continuación se tomó como referencia la sección 490 del RETILAP (3) sobre procedimientos para las mediciones fotométricas en iluminación interior.

Para mediciones de precisión, el espacio debe ser dividido en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas y alturas de cálculo empleadas. La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo. El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética; en este caso se realizó el estudio con una cuadrícula de 0,6 metros.

- Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. Ver Figura 4.9

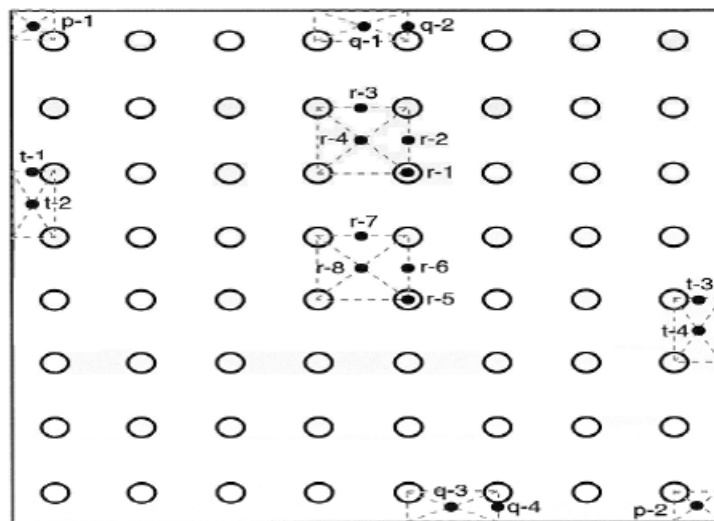


Figura 4.9: Medición de iluminación promedio

Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. En la Ecuación 4.2 se define el calculo de la iluminación promedio.

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \quad (4.2)$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila

M = Número de Filas

1. Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r-5, r-6, r-7 y r-8 para una cuadrícula típica central, se promedian las 8 lecturas. Este es el valor R de la Ecuación de la iluminancia promedio.
2. Se toman lecturas en los puntos q-1, q-2, q-3, y q-4, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la Ecuación de la iluminancia promedio.
3. Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la Ecuación de la iluminancia promedio.
4. Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio.
5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la Ecuación de E_{prom} .

- Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica. Ver Figura 4.10

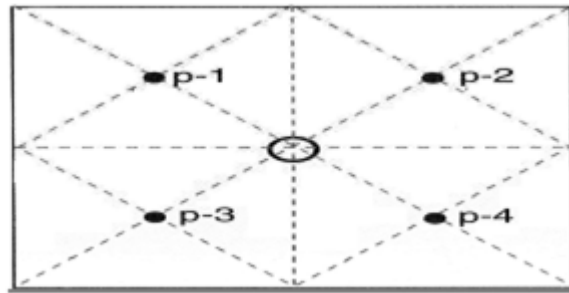


Figura 4.10: Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria

Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, p-3, y p-4, en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio del área en la Figura 4.11

- Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. Ver Figura 4.11

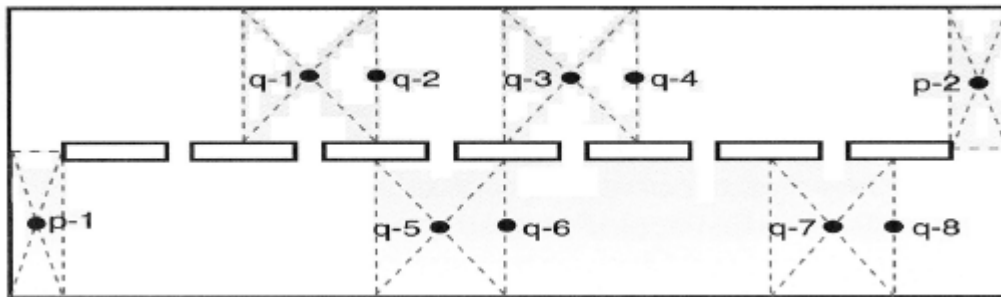


Figura 4.11: Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \tag{4.3}$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila

1. Se toman lecturas en los puntos q-1, hasta q-8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la Ecuación de la iluminancia promedio.

2. Se toman lecturas en los puntos p-1, y p-2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio.

3. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la Ecuación de E_{prom}

■ CRITERIOS DE VALORACIÓN

Los niveles de iluminación recomendados para un lugar o área específica, dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. Por lo general se puede distinguir entre tareas con requerimientos de iluminación mínimos, normales o exigentes. Para la valoración se tomó como base los niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades según el RETILAP:

Niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades según el RETILAP ver Figura (3) 4.12.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones			
Áreas de circulación, corredores	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	100	150	200
Vestidores, baños	100	150	200
Almacenes, bodegas	100	150	200
Oficinas			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750

Figura 4.12: Niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades

■ UNIFORMIDAD

Con el fin de evitar las molestias debidas a los cambios bruscos de luminancia, las actividades realizadas por los usuarios dentro de las instalaciones del edificio deben ser iluminadas de la forma más uniforme posible (3). En la Ecuación 4.4 se define la uniformidad, donde la relación entre el valor mínimo del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde se realiza la tarea y el alumbrado general debe ser mayor o igual a 0,5.

$$Uniformidad = \frac{E_{min}}{E_{prom}} \geq 0,5 \quad (4.4)$$

A continuación se muestra un estudio detallado de la iluminancia en las diferentes áreas de trabajo del CENTIC, citando un ejemplo de cada área con sus valores correspondientes.

4.1.1. SALAS DE COMPUTO

Se realizó el cálculo para la Sala 1.6, siguiendo el procedimiento de medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas mostrado en la Figura 4.9, donde la altura del plano de trabajo con respecto al suelo es de 0,75 m y la altura del plano de trabajo a la luminaria es de 1,95 m. La sala cuenta con 18 luminarias distribuidas en 3 filas y 6 columnas. A continuación en la Tabla 4.2 se muestran los cálculos del nivel de iluminación para una de las salas

$$N = 6$$

$$M = 3$$

r-1	402	q-1	373	t-1	474	p-1	425
r-2	597			t-2	475		
r-3	375	q-2	496	t-3	425	p-2	425
r-4	553			t-4	460		
r-5	606	q-3	620	T	458,5	P	425
r-6	586						
r-7	632	q-4	600	T	458,5	P	425
r-8	585						
R	542	Q	522,25	T	458,5	P	425

E _{prom} [lx]	520,736
Uniformidad	0,716

Tabla 4.2: Cálculos de nivel de iluminación salas

4.1.2. PASILLOS

Se realizó el estudio de iluminación al pasillo del primer piso, siguiendo el procedimiento de áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. Ver Figura 4.10 , donde la altura de la luminaria con respecto al suelo es de 2,7 m. El pasillo cuenta con 9 luminarias tipo bala distribuidas en una sola fila. En la Tabla 4.3 se muestra los cálculos realizados.

$$N = 9$$

q-1	115	p-1	110
q-2	145		
q-3	165		
q-4	223		
q-5	115	p-2	115
q-6	167		
q-7	135		
q-8	140		
Q	150,625	P	112,5

Eprom [lx]	146,39
Uniformidad	0,751

Tabla 4.3: Cálculos de nivel de iluminación pasillos

4.1.3. BAÑOS

En los baños se hizo el mismo estudio correspondiente a los pasillos, ya que se encuentran dos luminarias en una sola fila. En la Tabla 4.4 se muestran los cálculos realizados.

$$N = 2$$

q-1	296	p-1	133
q-2	266		
q-3	262		
q-4	275		
q-5	310	p-2	150
q-6	190		
q-7	262		
q-8	262		
Q	265,375	P	141,5

Eprom [lx]	203,437
Uniformidad	0,654

Tabla 4.4: Cálculos de nivel de iluminación baños

4.1.4. AUDITORIO

Se realizó el cálculo para el auditorio siguiendo el procedimiento de medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas mostrado en la Figura 4.9 donde la altura del plano de trabajo con respecto al suelo es de 0,7 m y la

altura del plano de trabajo a la luminaria es de 1,60 m. El auditorio cuenta con 42 luminarias tipo bala distribuidas en 6 filas y 7 columnas. En la Tabla 4.5 se muestran los cálculos realizados.

$$N = 2 \quad M = 6$$

r-1	490	q-1	212	t-1	450	p-1	255
r-2	546						
r-3	290	q-2	252	t-2	440		
r-4	400						
r-5	520	q-3	580	t-3	570	p-2	410
r-6	452						
r-7	322	q-4	490	t-4	495		
r-8	417						
R	429,625	Q	383,5	T	488,75	P	332,5

Eprom [lx]	427,762
Uniformidad	0,496

Tabla 4.5: Cálculos de nivel de iluminación auditorio

4.1.5. OFICINAS CON UNA SOLA LUMINARIA

Se realizó el estudio a la oficina de coordinación de salas ubicada en el primer piso, la cual está compuesta por una sola luminaria, donde la altura del plano de trabajo con respecto al suelo es de 0,75 m y la altura del plano de trabajo a la luminaria es de 1,95 m. En la Tabla 4.6 se muestran los cálculos realizados.

$$N = 1$$

p-1	474
p-2	555
p-3	480
p-4	552
P	515,25

Eprom [lx]	515,75
Uniformidad	0,919

Tabla 4.6: Cálculos de nivel de iluminación de oficinas con una sola luminaria

A continuación se muestran las Tablas 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 y las Figuras 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 donde se especifica en detalle la iluminación de cada área del edificio con sus respectivas gráficas.

PISO 1	ÁREA	Eprom Medido [Lx]	Eprom RETILAP [Lx]	Emin [Lx]	Emax [Lx]	Coficiente Uniformidad Emin/Eprom	(%) Cumplimiento	OBSERVACIONES
	SALA 1-1	518.458	500	380	637	0.733	103.692	
	SALA 1-2	712.448	500	415	885	0.582	142.490	iluminación excesiva
	SALA 1-3	728.420	500	420	915	0.577	145.684	iluminación excesiva
	SALA 1-4	557.357	500	412	630	0.739	111.471	
	SALA 1-5	519.381	500	140	645	0.270	103.876	5 luminarias dañadas
	SALA 1-6	520.736	500	373	620	0.716	104.147	
	PASILLO	146.390	100	115	223	0.786	146.390	iluminación excesiva
	OF. COORDINACIÓN SALAS	515.750	500	474	555	0.919	103.150	
BAÑOS	203.437	150	133	310	0.654	135.625	iluminación excesiva	

Tabla 4.7: Niveles de iluminancia piso 1

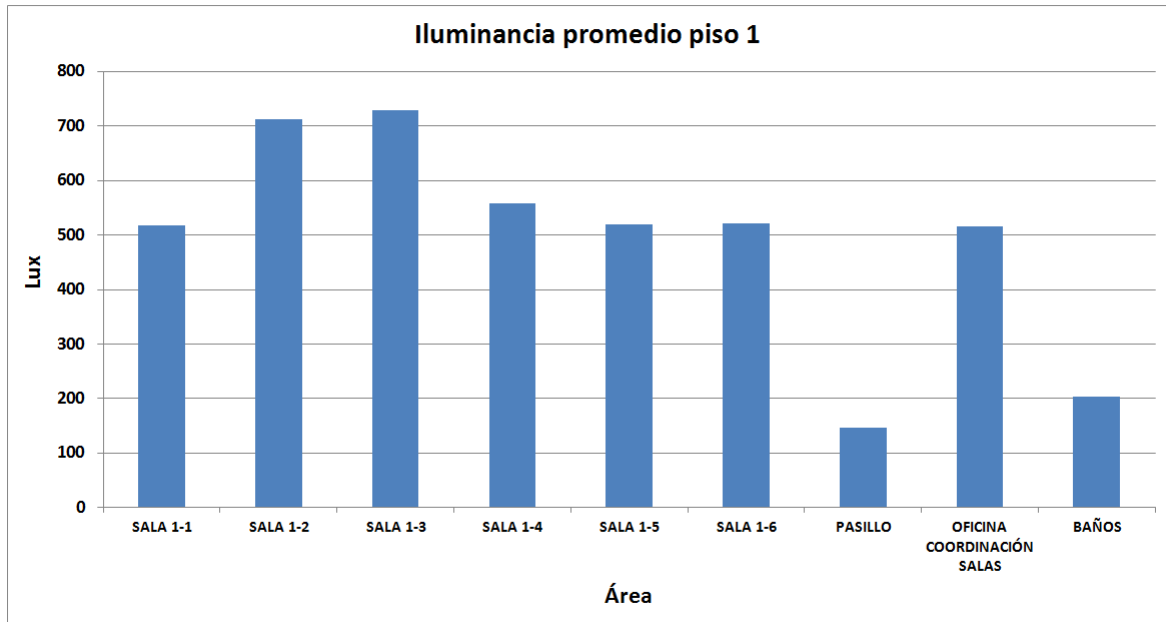


Figura 4.13: Niveles de iluminancia piso 1

PISO 2	ÁREA	Eprom Medido [Lx]	Eprom RETILAP [Lx]	Emin [Lx]	Emax [Lx]	Coficiente Uniformidad Emin/Eprom	(%) Cumplimiento	OBSERVACIONES
	SALA 2-1	517.014	500	390	630	0.754	103.403	
	SALA 2-2	712.266	500	445	875	0.625	142.453	iluminación excesiva
	SALA 2-3	723.359	500	440	860	0.608	144.672	iluminación excesiva
	SALA 2-4	556.905	500	405	615	0.727	111.381	
	SALA 2-5	536.143	500	435	630	0.811	107.229	
	SALA 2-6	518.208	500	366	640	0.706	103.642	
	SALA 2-7	517.639	500	370	634	0.715	103.528	
	SALA 2-8	518.903	500	395	640	0.761	103.781	
	SALA 2-9	507.681	500	405	615	0.798	101.536	
	OFICINAS PAGINA WEB	524.236	500	414	635	0.790	104.847	
	SALAS MULTIMEDIOS	516.542	500	420	635	0.813	103.308	
	PASILLO	145.722	100	117	215	0.803	145.722	iluminación excesiva
BAÑOS	205.313	150	140	315	0.682	136.875	iluminación excesiva	

Tabla 4.8: Niveles de iluminancia piso 2

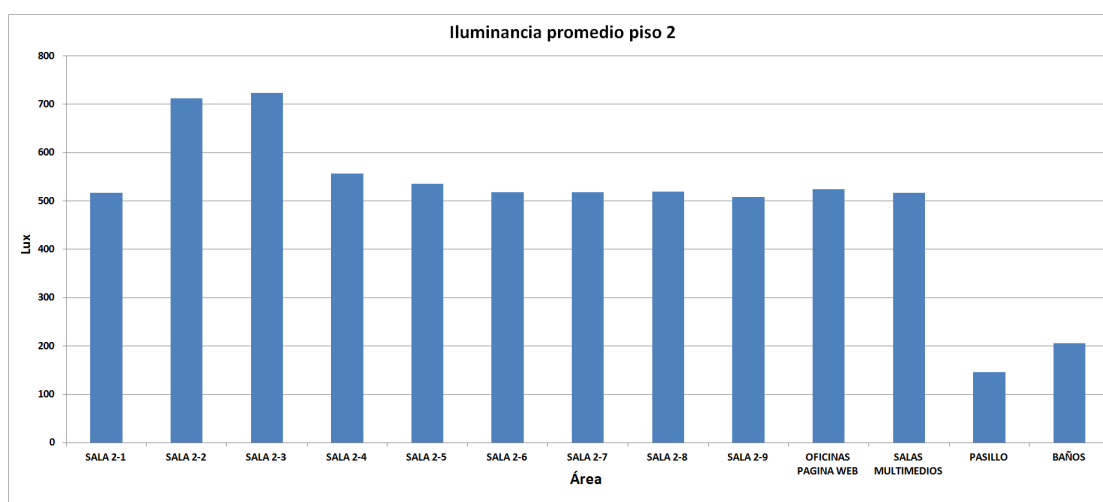


Figura 4.14: Niveles de iluminancia piso 2

PISO 3	ÁREA	Eprom Medido [Lx]	Eprom RETILAP [Lx]	Emin [Lx]	Emax [Lx]	Coefficiente Uniformidad Emin/Eprom	(%) Cumplimiento	OBSERVACIONES
	SALA 3-1	515.194	500	405	615	0.786	103.039	
	SALA 3-2	706.542	500	475	875	0.672	141.308	iluminación excesiva
	SALA 3-3	718.979	500	445	855	0.619	143.796	iluminación excesiva
	SALA 3-4	561.619	500	455	625	0.810	112.324	
	SALA 3-5	542.905	500	437	654	0.805	108.581	
	SALA 3-6	524.944	500	402	625	0.766	104.989	
	SALA 3-7	520.972	500	402	630	0.772	104.194	
	SALA 3-8	520.417	500	405	635	0.778	104.083	
	SALA 3-9	516.403	500	415	615	0.804	103.281	
	SALA 3-10	525.097	500	420	625	0.800	105.019	
	SALA 3-11	528.375	500	435	615	0.823	105.675	
	SALAS MULTIMEDIOS	527.111	500	425	640	0.806	105.422	
PASILLO	149.833	100	122	205	0.814	149.833	iluminación excesiva	
BAÑOS	202.813	150	130	310	0.641	135.208	iluminación excesiva	

Tabla 4.9: Niveles de iluminancia piso 3

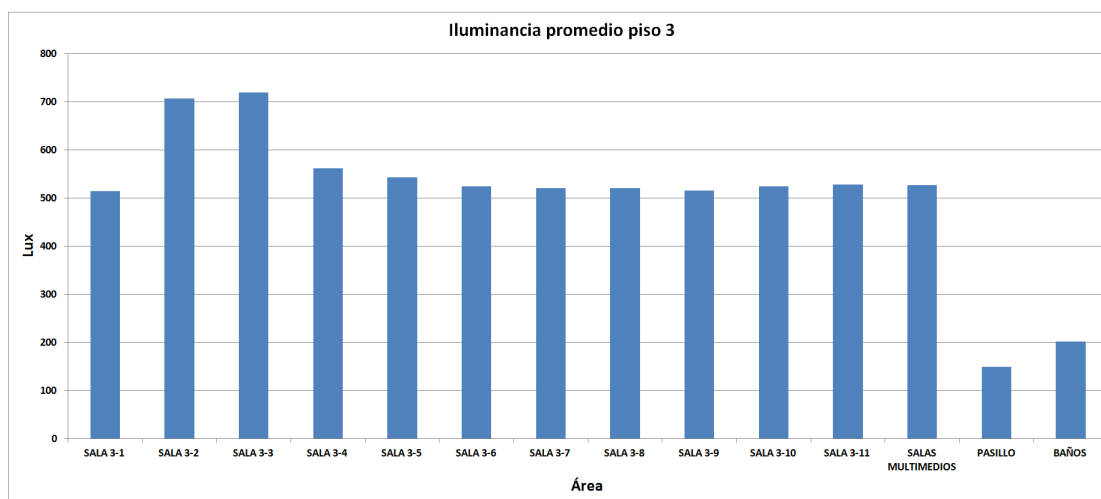


Figura 4.15: Niveles de iluminancia piso 3

PISO 4	ÁREA	Eprom Medido [Lx]	Eprom RETILAP [Lx]	Emin [Lx]	Emax [Lx]	Coficiente Uniformidad Emin/Eprom	(%) Cumplimiento	OBSERVACIONES
	SALA 4-1	688.177	500	485	825	0.705	137.635	iluminación excesiva
	SALA 4-2	700.703	500	485	855	0.692	140.141	iluminación excesiva
	AUDITORIO	427.762	500	212	580	0.496	85.552	iluminación escasa
	BAÑOS	203.313	150	135	305	0.664	135.542	iluminación excesiva
	PASILLO	151.500	100	360	550	2.376	151.500	iluminación excesiva
	SALA AUXILIAR 1	469.292	500	357	545	0.761	93.858	
	SALA AUXILIAR 2	471.222	500	360	550	0.764	94.244	
	LAB. INVESTIGACIÓN	474.153	500	373	545	0.787	94.831	
	SALA DE REUNIONES	481.708	500	375	550	0.778	96.342	
SALA DE CAPACITACIÓN	497.153	500	395	565	0.795	99.431		

Tabla 4.10: Niveles de luminancia piso 4

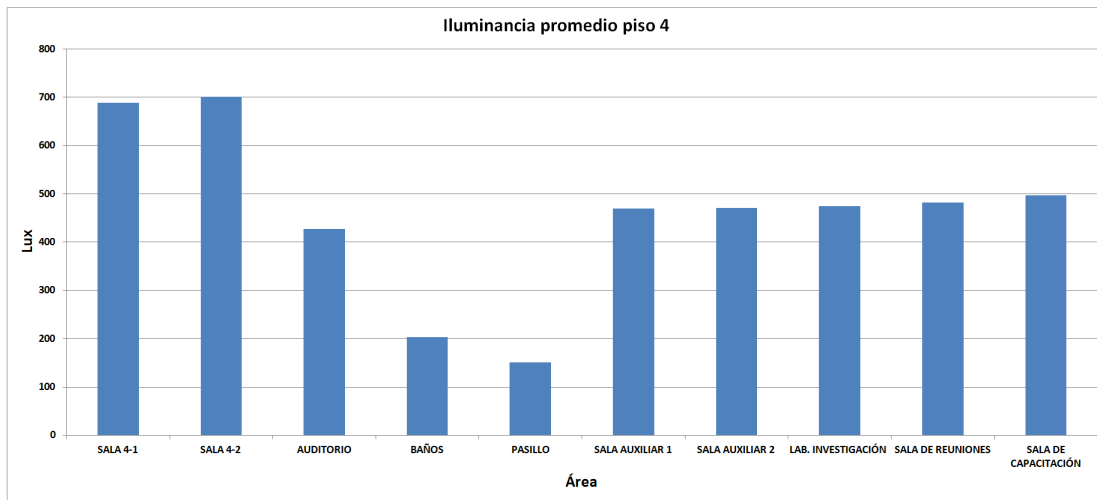


Figura 4.16: Niveles de iluminancia piso 4

Según los resultados obtenidos, se observa que en las salas dobles 1-2,1-3;2-2,2-3;3-2,3-3 se presenta una iluminación que excede los valores establecidos por la norma(3), ya que las distancias entre luminarias son muy cortas. Además la iluminación de los baños y pasillos se encuentra por encima de la iluminancia promedio, lo cual representa un gasto energético adicional. En la Sala 1-5 se presenta una mala iluminación en cierta parte debido a que hay 5 luminarias dañadas, ocasionando una baja uniformidad. Por otro lado en el auditorio se presenta un valor de iluminancia por debajo de los valores establecidos por la norma (3), debido al tipo de luminaria utilizada. Los demás lugares o áreas de trabajo se encuentran dentro de los valores normales de iluminación estipulados por la Tabla 4.2 del RETILAP.

4.2. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA. ANÁLISIS DE MEDICIONES

La calidad de la energía eléctrica puede definirse como una ausencia de interrupciones, sobretensiones y deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado por el usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Así mismo se ha determinado que uno de los problemas más comunes que ocasiona el desperdicio de energía eléctrica en las empresas es la calidad de esta, pues influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan.

Actualmente, la calidad de la energía es el resultado de una atención continua; en años recientes esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, las cuales por sí solas resultan ser una causa de la degradación en la calidad de la energía eléctrica.

El estudio de la calidad de la energía eléctrica ha adquirido mucha importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Para aumentar la competitividad las empresas requieren optimizar su proceso productivo de la siguiente manera:

- Usando equipos de alta eficiencia como motores eléctricos, bombas, etc.

- Automatizando sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación (micro-controladores, computadores, PLC, etc.).
- Reduciendo los costos vinculados con la continuidad del servicio y la calidad de la energía.
- Reduciendo las pérdidas de energía.
- Evitando los costos por sobredimensionamiento y tarifas.
- Evitando el envejecimiento prematuro de los equipos.

La proliferación de equipos de control y automatización han aumentado los problemas de confiabilidad en la producción, pues los equipos electrónicos son una fuente de perturbaciones para la calidad de la energía eléctrica ya que distorsionan las ondas de tensión y corriente. Por otro lado los equipos de control y automatización son muy sensibles a distorsión o magnitud de la onda de tensión, por lo que una variación en la calidad de la energía eléctrica puede ocasionar fallas que paralicen la producción ocasionando tiempo perdido y costos de producción inesperados.

Entonces hay que convivir con el problema y encontrarle soluciones cada vez mas óptimas, para lo cual el estudio de los fenómenos de la calidad de la energía es indispensable (2).

Para este diagnóstico energético se tubo en cuenta como base las norma IEEE 519 (14), NTC 5000 (26) y NTC 5001 (27), donde se especifican los valores de referencia para la calidad de la energía eléctrica. Algunos parámetros se resumen en la siguiente Tabla 4.11, adicional a esto se incluyo un informe suministrado por los datos del analizador de redes siguiendo la guía Application guide to the European Standard EN 50160 on "voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems" (1). Dicho informe de encuentra en el Apéndice E

VALORES DE REFERENCIA – CALIDAD DE ENERGIA		
PARAMETRO	VALOR NOMINAL	VALOR ACEPTADO
Tensión en Corriente Alterna.	>220V kV (EAT). 200 kV ≤ (AT) ≥ 57,5 kV 57,5 kV < (MT) > 1000 V 1000 V ≤ (BT) ≥ 25 V	Rango + 10% y - 10% Para baja y media tensión según CREG 024.(modificación CREG 070-98)
Frecuencia	60 Hz	59,8 y 60,2 Hz.
Armónicos de tensión (THDv)	120 V < Vn ≤ 69 kV 69 kV < Vn ≤ 161 kV Vn > 161 kV	5,00% 2,50% 1,50%
Distorsión de Corriente (desde 120 V hasta 69 kV)	Relacion Icc/IL < 20 Relación Icc/IL 20 - 50 Relación Icc/IL 50 – 100 Relación Icc/IL 100 – 1000 Relación Icc/IL > 1000	5,0 TDD (Distorsión Total de Demanda) 8,0 TDD 12,0 TDD 15,0 TDD 20,0 TDD
Desbalance de Tensión	Tensión > 62 kV Tensión < 62 kV	≤ 1,5% ≤ 2,0%
Desbalance en Corriente	Tensión > 62 kV Tensión < 62 kV	≤ 5% ≤ 20%
Factor de Potencia	Inductivo Capacitivo	0,9 ≤ fp ≤ 1 0,9 ≤ fp ≤ 1
Flicker	Tensión > 69 kV Tensión < 69 kV	0,8 p.u Plt 1,0 p.u Plt

Tabla 4.11: Valores de referencia calidad de la energía eléctrica (14),(26) y (27)

SELECCIÓN DE PUNTOS A MEDIR EN LAS INSTALACIONES DEL CENTIC

Debido a que en las instalaciones del CENTIC se cuenta con una gran actividad de cargas lineales como equipos de aire acondicionado y otras cargas de características no lineales como computadores, servidores y alumbrado fluorescente, se buscó centrar el equipo en las salidas de los transformadores con el fin de conocer el consumo energético global del edificio, además se tomo esta decisión debido a la disponibilidad del equipo de medida. Se sugiere realizar una medición en cada uno de los equipos y áreas del edificio con el fin de obtener una medida más

precisa para dicho análisis

EQUIPO UTILIZADO

Para el siguiente estudio se utilizó el analizador de redes marca Dranetz Power Visa 440 mostrado en la siguiente Figura 4.17 y sus especificaciones técnicas se muestran en el Apéndice C.



Figura 4.17: Analizador de redes marca Dranetz

Este equipo fue utilizado de la siguiente manera para poder medir la calidad de energía eléctrica del CENTIC. El equipo fué instalado quince días en cada uno de los transformadores, en el Transformador número 1 marca SIEMENS se instaló del día 15 de febrero de 2014 hasta el día 3 de marzo del presente año y luego se instaló en el Transformador número 2 marca ABB del día 3 de Marzo hasta el 15 de marzo del año 2014, a continuación se muestran las Figuras 4.18 y 4.19 que corresponden a los transformadores con el equipo instalado.



Figura 4.18: Transformador SIEMENS



Figura 4.19: Transformador ABB

1. PERFILES DE TENSIÓN

A continuación en la Figuras 4.20 y 4.21 se muestran los comportamientos de tensión durante el periodo en el cual el equipo estuvo conectado para cada uno de los transformadores.

Para el caso del Transformador 1 no se presentan valores altos en las tensiones de fase y no exceden en lo estipulado en la Tabla 4.11, pero se destaca un hueco de tensión, y las señales de tensión se pueden considerar equilibrados debido a que la diferencia entre la fase más alta y baja fue de 5 V, durante el periodo de motorización.

Para el caso del Transformador 2 es muy similar al Transformador 1 ya que las tensiones no exceden lo estipulado en la Tabla ya mencionada. En ninguno de los dos casos se presentan sobretensiones.

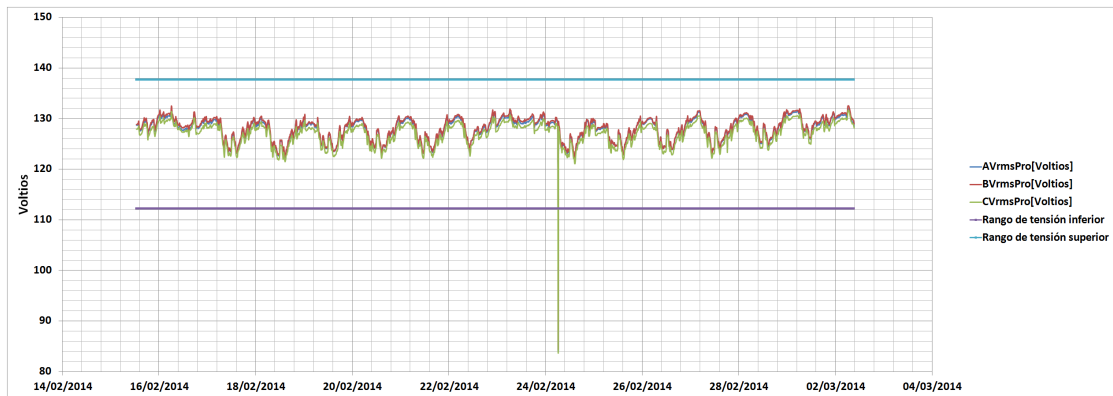


Figura 4.20: Tensión del Transformador 1

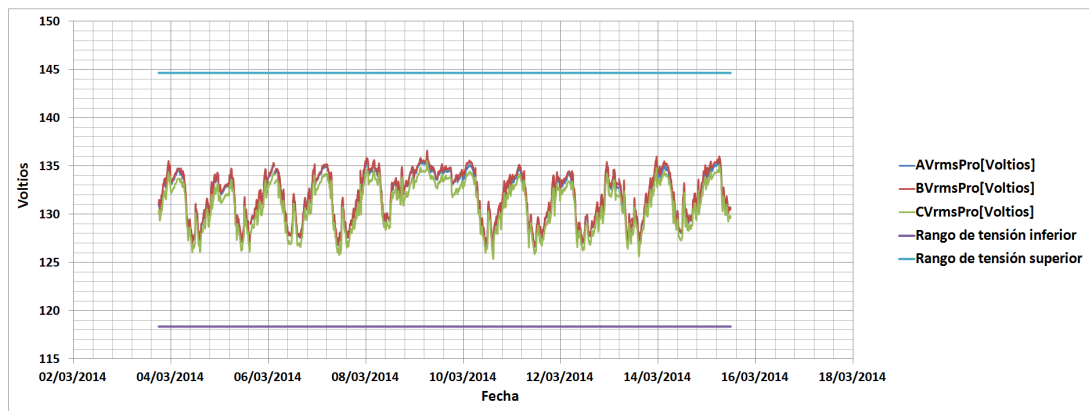


Figura 4.21: Tensión del Transformador 2

Con base en los datos suministrados por el equipo de medición se muestra que no se cuenta con una calidad del servicio de energía en el edificio ya que no se registra una continuidad del mismo, el equipo con el que se monitorizo presenta huecos de tensión en cada uno de los transformadores, lo cual impacta directamente la vida útil de los equipos. Por supuesto los huecos de tensión no son tan dañinos para la industria como las interrupciones (largas o cortas) pero como existe una mayor cantidad de huecos que de interrupciones, el daño total puede ser mayor.

2. PERFILES DE CORRIENTE

A continuación se muestran en las Figuras 4.22 y 4.24 los perfiles de corriente de las fases obtenidos en el período en el que estuvieron los transformadores conectados al equipo de medición. En las Figuras 4.23 y 4.25 se muestran las corrientes por el neutro en cada uno de los casos presentados, cada transformador cuenta con cuatro conductores por fase de calibre THW #500 MCM al igual que el neutro del transformador, estos conductores poseen una capacidad de corriente de 380 A cada uno, lo cual suman una capacidad total de 1520 A. Para el caso del Transformador 1 la Figura 4.22 muestra que la corriente está por debajo de los valores nominales que tiene el transformador, además se observan picos de corriente elevados que influyen en la vida útil de los equipos conectados al mismo, así como el aislamiento de los conductores ya que así estas interrupciones sean cortas deterioran la vida útil de los conductores y la vida útil de los equipos. También se muestra una gráfica de la corriente del neutro que tiene valores considerables.

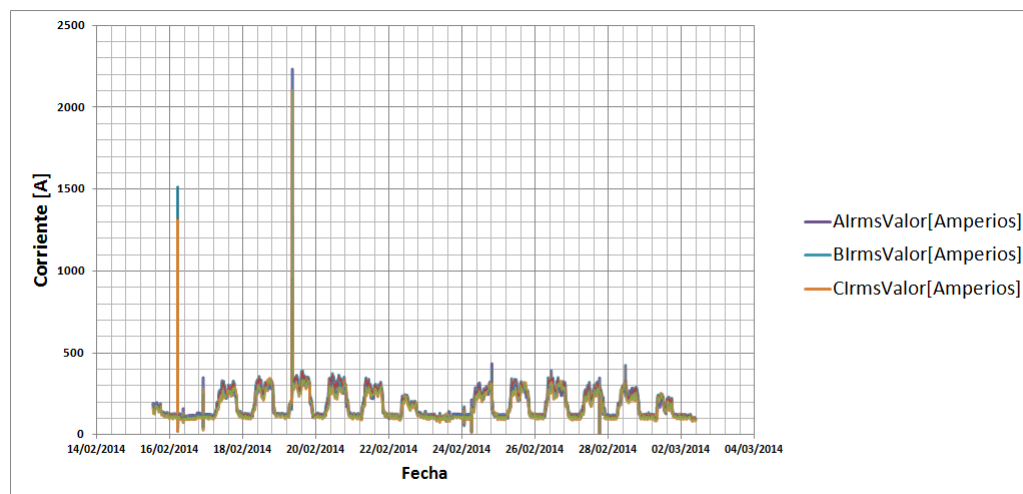


Figura 4.22: Corrientes de las fases del Transformador 1

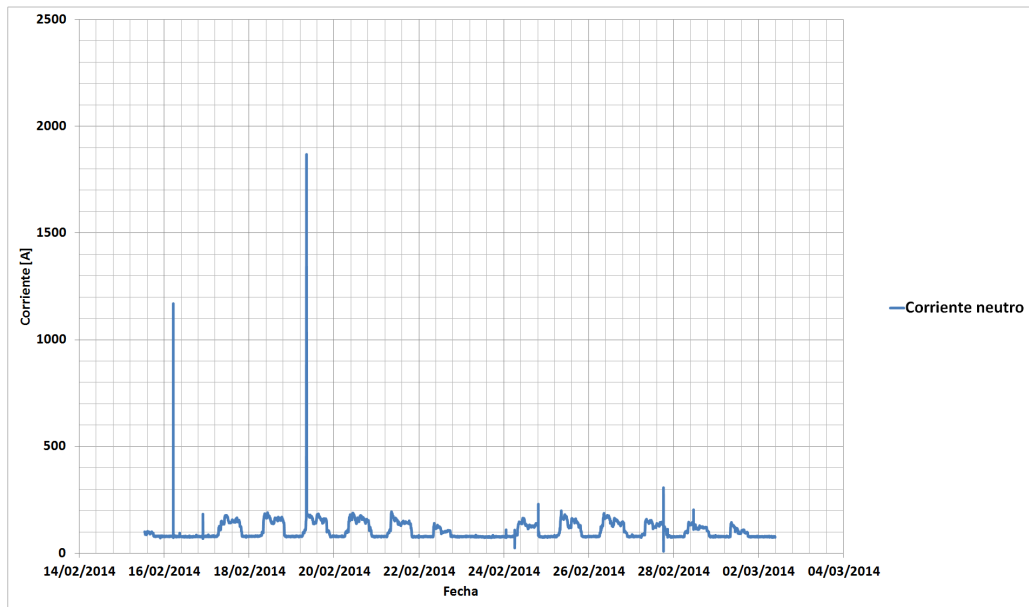


Figura 4.23: Corriente del neutro del Transformador 1

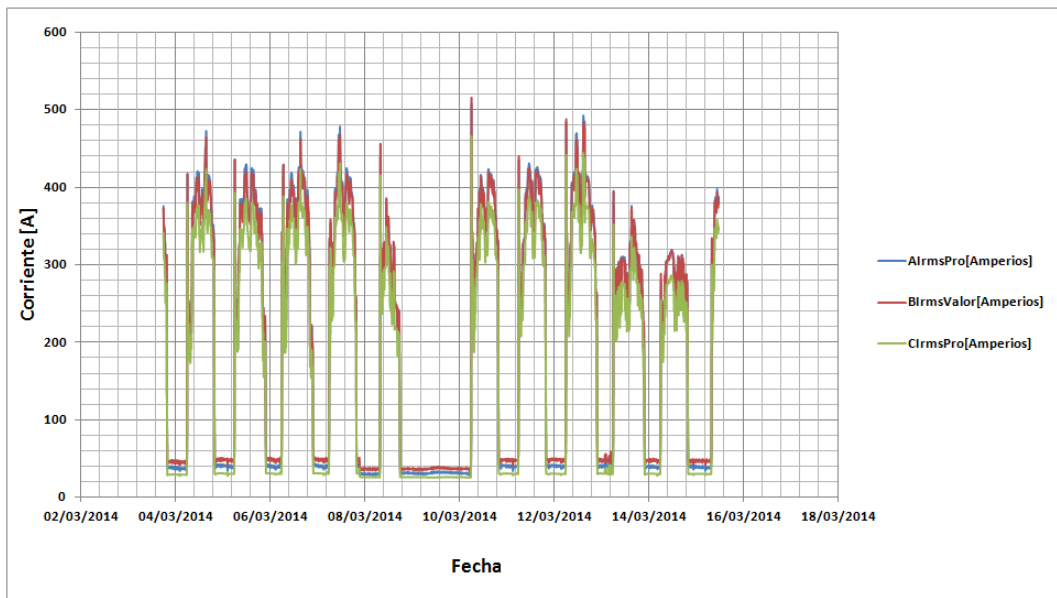


Figura 4.24: Corrientes de las fases del Transformador 2

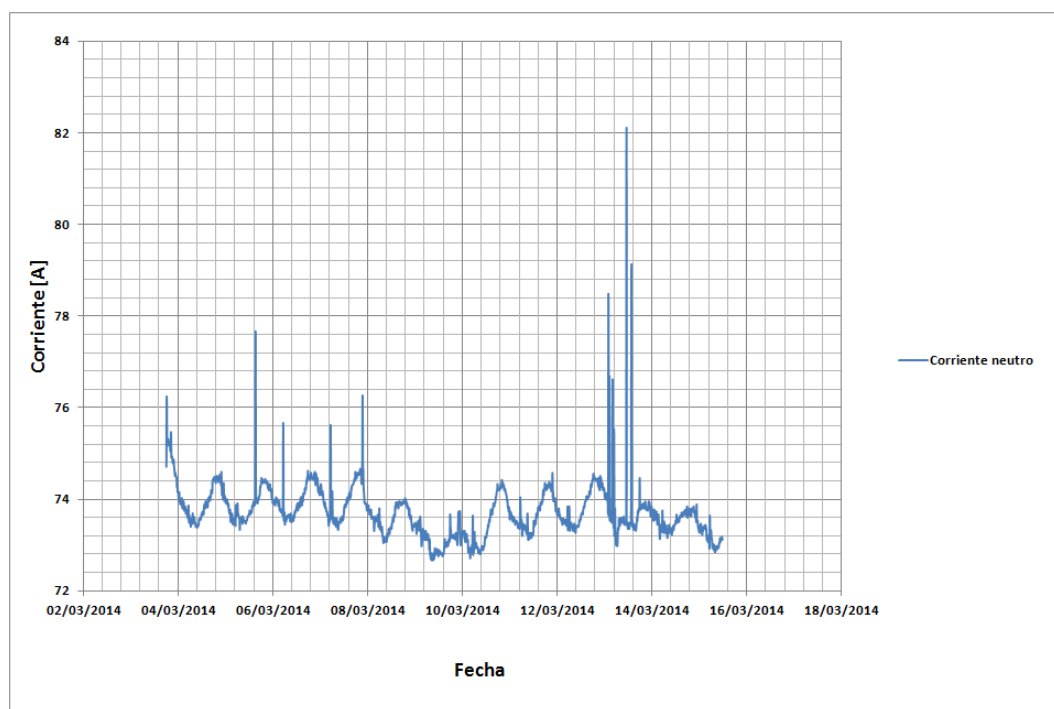


Figura 4.25: Corriente del neutro del Transformador 2

3. FACTOR DE POTENCIA

Con base en los registros obtenidos en las mediciones realizadas a cada uno de los transformadores y con un periodo de medición de 10 minutos para cada lectura se determinó que el transformador número 1 el factor de potencia es superior al establecido en la Tabla 4.11, por lo que no se necesitaría ningún tipo de compensación de potencia reactiva. Para el caso del transformador número 2 el factor de potencia está por debajo de los valores establecidos y el consumo de potencia reactiva es excesivo, teniendo en cuenta que este edificio presenta un alto consumo de energía eléctrica, el precio que se pagaría por esto es considerable, se encontró que el banco de condensadores así como el cosenofímetro no está funcionando correctamente ya que según las mediciones tomadas con el analizador de redes el factor de potencia no corresponde al medido por el equipo instalado y para este estudio realizado es inminente que se deben plantear medidas, las cuales se plantearán más adelante en el Capítulo 5, para mitigar el consumo de potencia reactiva, lo que viene generando

pérdidas de energía y eficiencia energética. En la Figura 4.26 se muestra el factor de potencia del Transformador 1 y en la Figura 4.27 se muestra el factor de potencia del Transformador 2.

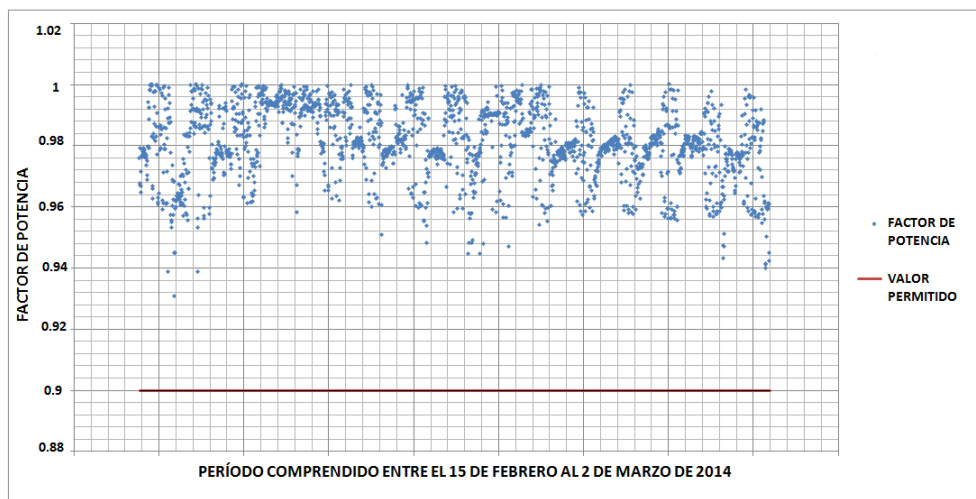


Figura 4.26: Factor de potencia Transformador 1



Figura 4.27: Factor de potencia Transformador 2

4. FRECUENCIA

La frecuencia es otro aspecto importante que se analizó ya que ella puede provocar una mala operación de los equipos de uso final y afectar tanto la economía como el bienestar de los usuarios, según la Tabla 4.11 los valores aceptados de frecuencia

deben estar entre 59,8 y 60,2 Hz y tanto para los dos transformadores los valores de la frecuencia tomada en intervalos de 10 minutos se encuentran en los rangos deseados, por lo que no es necesario plantear alguna recomendación. Las Figuras 4.28 y 4.29 muestran los valores calculados de la frecuencia en el intervalo de tiempo.

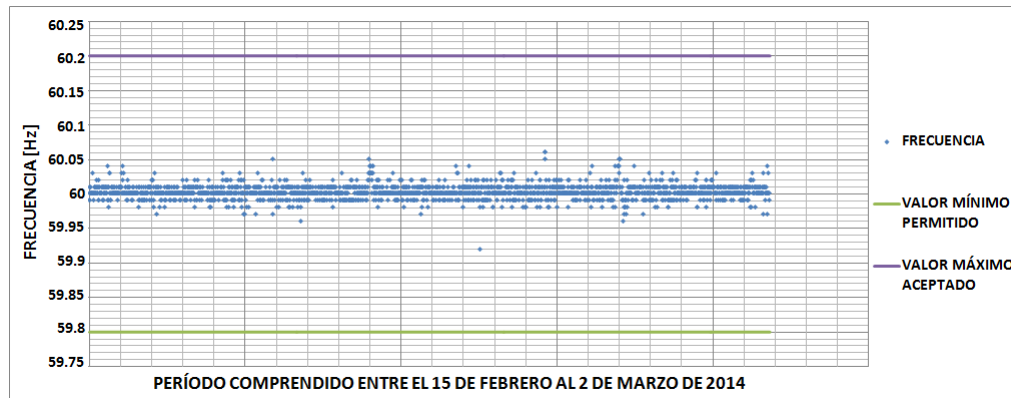


Figura 4.28: Frecuencia del Transformador 1



Figura 4.29: Frecuencia del Transformador 2

5. POTENCIA APARENTE

Según los registros obtenidos para cada uno de los transformadores, la demanda máxima de potencia para el caso del Transformador 1 alcanza un valor de 83,95 kVA, lo cual demuestra que el transformador está trabajando al 16,79%. Con este porcentaje de demanda el transformador genera pérdidas en el consumo de energía. En la Figura 4.30 se muestra la demanda del transformador en el periodo que estuvo conectado el equipo.

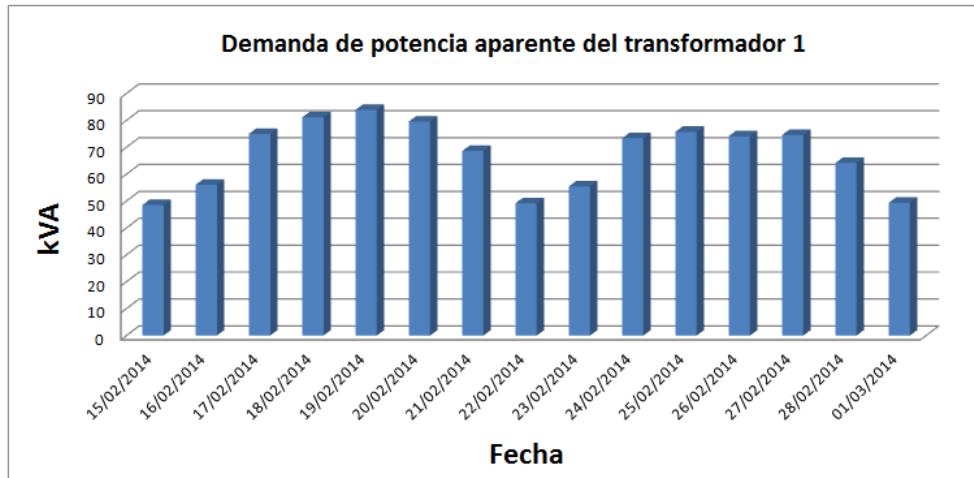


Figura 4.30: Demanda de potencia aparente Transformador 1

Para el caso del Transformador 2 alcanza una potencia máxima de 165,55 kVA, lo que nos demuestra que el transformador está trabajando al 33,11 %, con este porcentaje de demanda el transformador genera pérdidas en el consumo de energía menores que el Transformador 1, pero se recomienda que esté trabajando con una mayor demanda ya que generaría menores perdidas de energía. En la Figura 4.31 se muestra la demanda del transformador en el periodo que estuvo conectado el analizador.

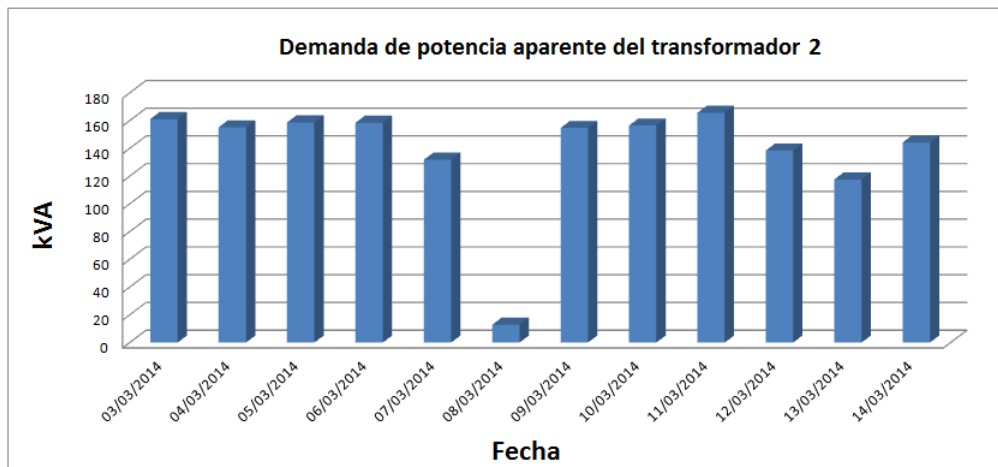


Figura 4.31: Demanda de potencia aparente Transformador 2

6. POTENCIA ACTIVA

En la Figura 4.32 se muestra la demanda de potencia activa del Transformador 1 y en la Figura 4.33 se observa su respectiva curva de demanda durante el período de medición.

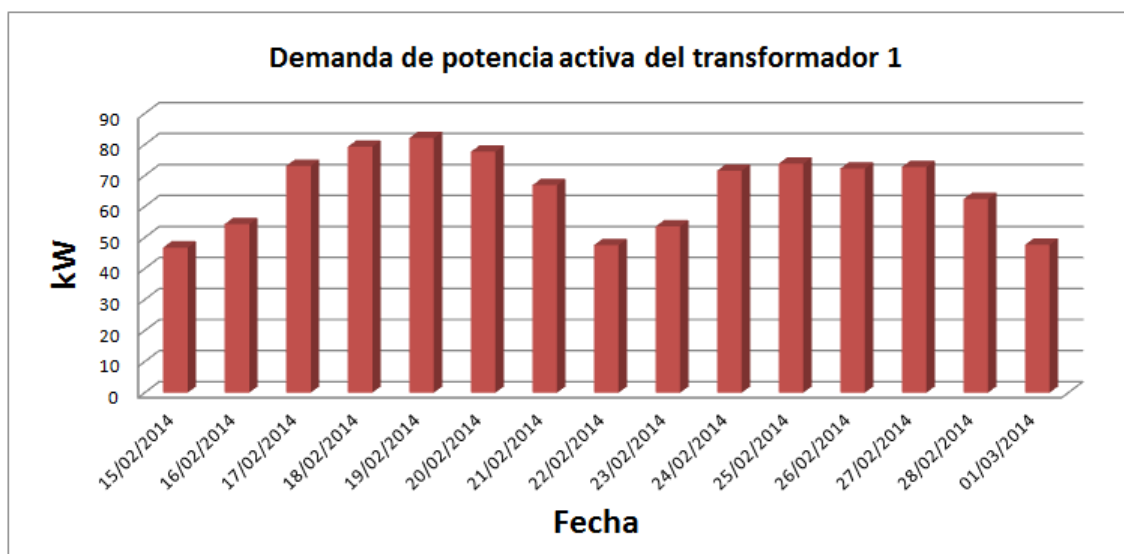


Figura 4.32: Demanda de potencia activa Transformador 1

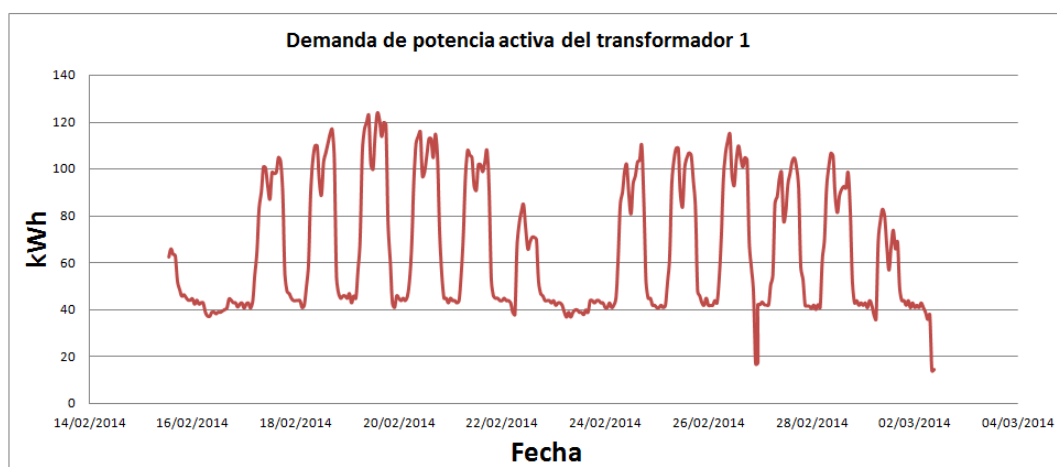


Figura 4.33: Curva de demanda Transformador 1

En la Figura 4.34 se muestra la demanda de potencia activa del Transformador 2 y en la Figura 4.35 se observa su respectiva curva de demanda durante el período de medición.

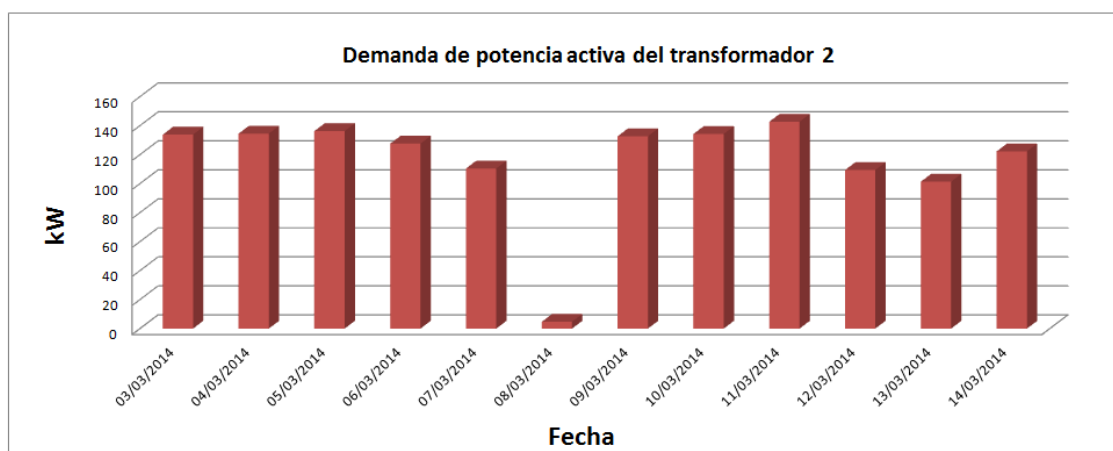


Figura 4.34: Demanda de potencia activa Transformador 2

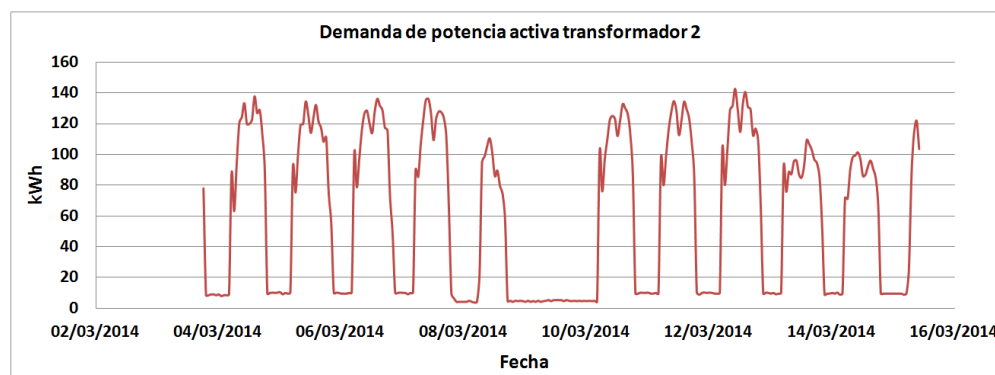


Figura 4.35: Curva de demanda Transformador 2

7. POTENCIA REACTIVA

Para el caso de la potencia reactiva la demanda máxima que genera el Transformador 1 es menor y las pérdidas de potencia son reducidas con respecto al Transformador 2, por lo tanto su factor de potencia se encuentra dentro de los valores establecidos. En la Figura 4.36 se muestra de potencia reactiva del Transformador 1.

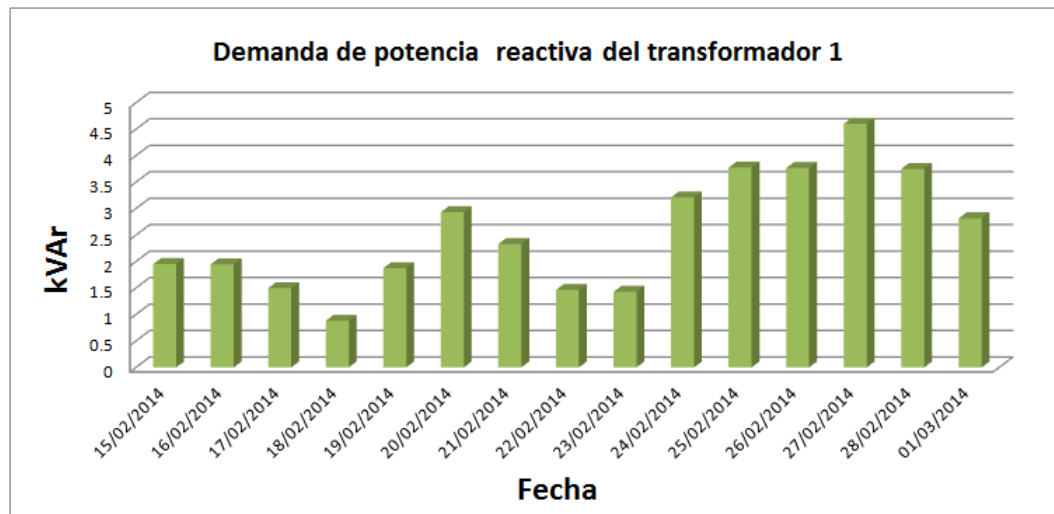


Figura 4.36: Demanda de potencia reactiva Transformador 1

Para el caso de la potencia reactiva del Transformador 2 el consumo es alto, ya que la demanda máxima supera los 75 kVAR produciendo pérdidas e ineficiencia, debido a que esta energía está siendo disipada sin ser utilizada para producir algún tipo de trabajo, además ocasiona que el factor de potencia se encuentra por debajo de los valores admitidos en la Tabla 4.11. En la Figura 4.37 se muestra de potencia reactiva del Transformador 2.

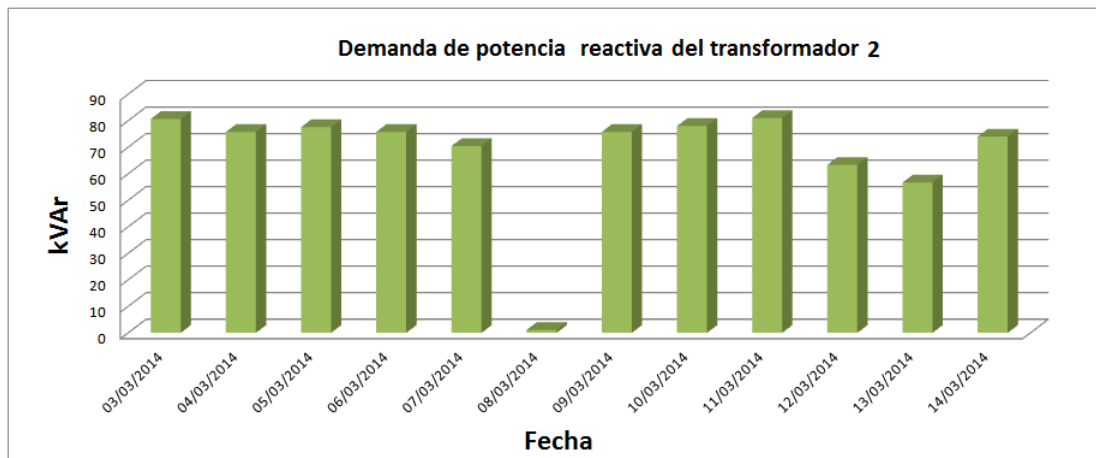


Figura 4.37: Demanda de potencia reactiva Transformador 2

8. ARMÓNICOS

Las componentes armónicas permiten la representación de señales distorsionadas de tensiones y corrientes sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo integral de la frecuencia fundamental del sistema, la cual, para el caso de nuestro país es 60 hz. Las formas de onda periódicas son representadas de acuerdo con la serie de Fourier, en la suma de una componente fundamental más las componentes armónicas. La distorsión armónica se origina fundamentalmente por la característica no lineal de las cargas en los sistemas de potencia. El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual. Es común, además, utilizar un criterio denominado distorsión total armónica (THD) como una medida de la distorsión de la señal. (2).

■ TRANSFORMADOR 1

ARMÓNICOS DE TENSIÓN

En la Figura 4.38 se pueden observar las tensiones de fase del Transformador 1, con valores similares en amplitud, también se puede ver que la forma de onda de estas señales indican un comportamiento sinusoidal casi puro, situación que se evidencia en la Figura 4.39 en la que se presenta el espectro armónico de las tensiones de fase, donde la magnitud de la componente armónica más alta es el quinto, con un valor cercano al 3% de la fundamental.

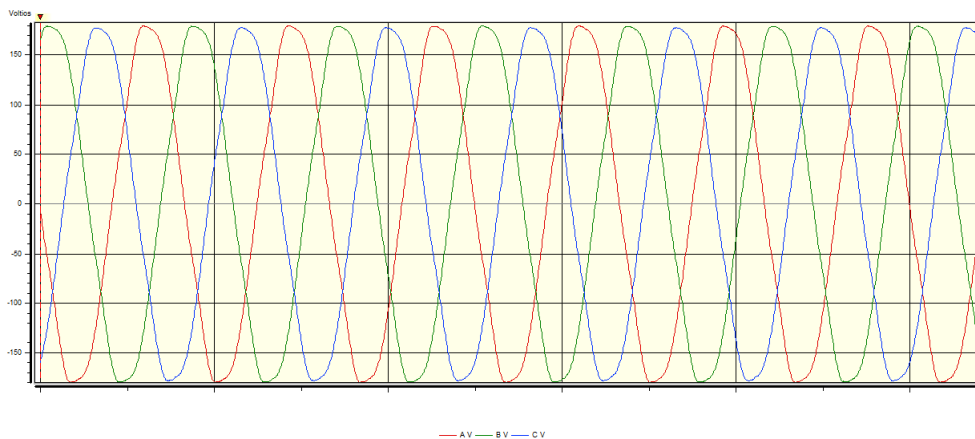


Figura 4.38: Señales de tensión del Transformador 1

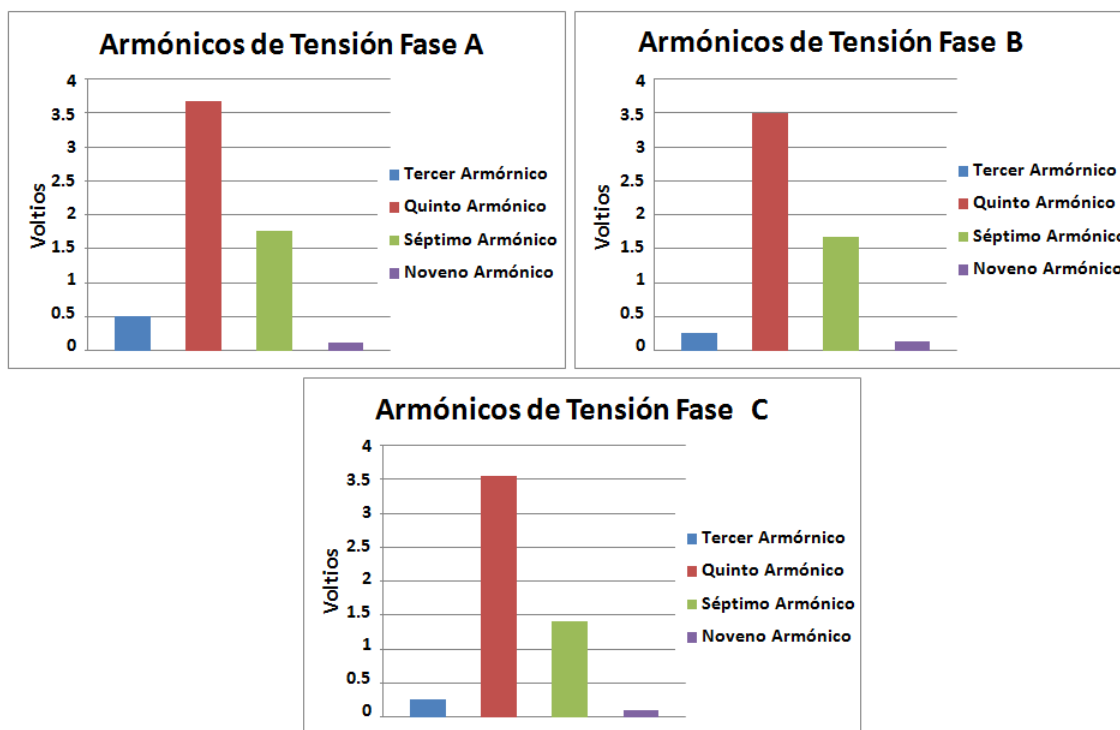


Figura 4.39: Armónicos de tensión Transformador 1

ARMÓNICOS DE CORRIENTE

A diferencia de las tensiones de fase, las corrientes no se asemejan a una onda sinusoidal pura como se puede observar en la Figura 4.40, donde la forma de onda de las corrientes de fase presentan una distorsión importante, lo cual significa que las señales de corriente contienen componentes armónicas. En la Figura 4.41 se indica el espectro armónico de las corrientes por cada fase y en el neutro, donde el tercer armónico muestra un porcentaje de hasta el 8 % del promedio de la corriente fundamental por fase la cual es de 178,65 A, así mismo el quinto y séptimo armónico presentan valores respectivamente del 5 % y 6 % de la corriente fundamental.

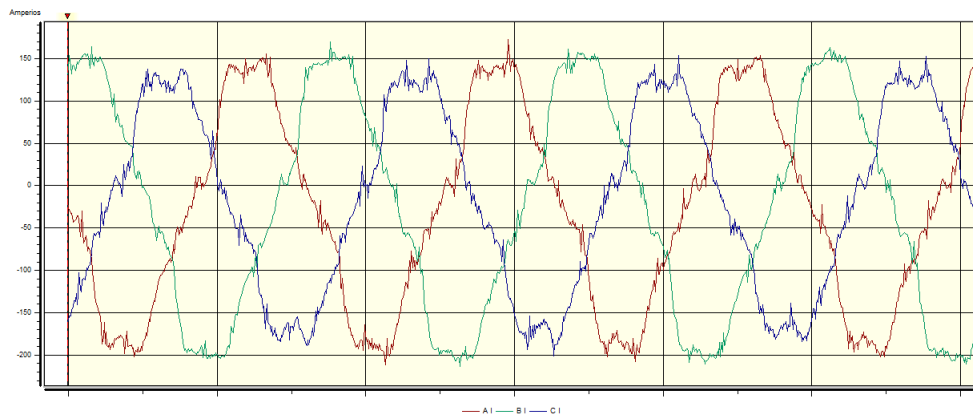


Figura 4.40: Señales de corriente del transformador 1

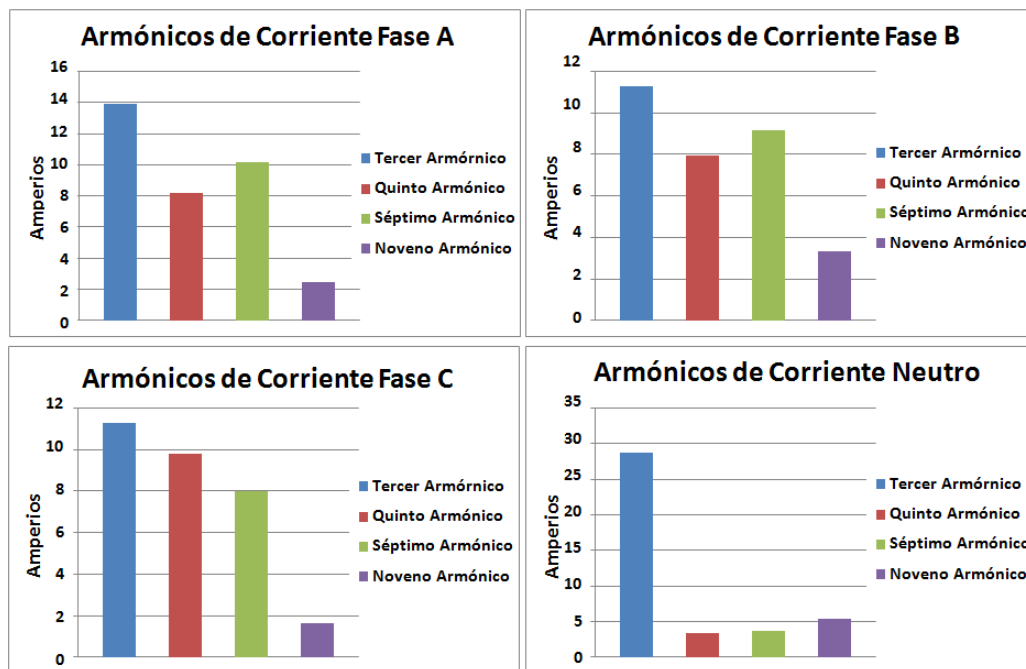


Figura 4.41: Armónicos de corriente Transformador 1

■ TRANSFORMADOR 2

ARMÓNICOS DE TENSIÓN

Las señales de tensión por fase de este transformador presentan un comportamiento sinusoidal casi puro como se puede observar en la Figura 4.42. Al igual que el tras-

formador 1 el armónico en tensión más representativo es el quinto como se muestra en la Figura 4.43.

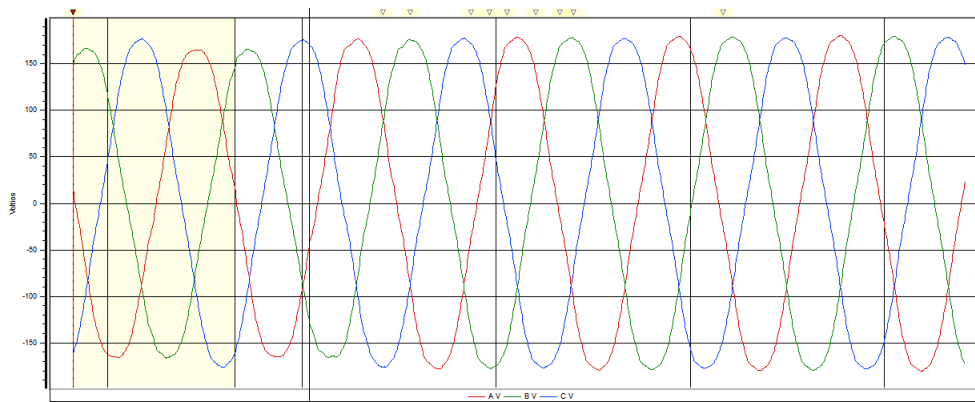


Figura 4.42: Señales de tensión del Transformador 2

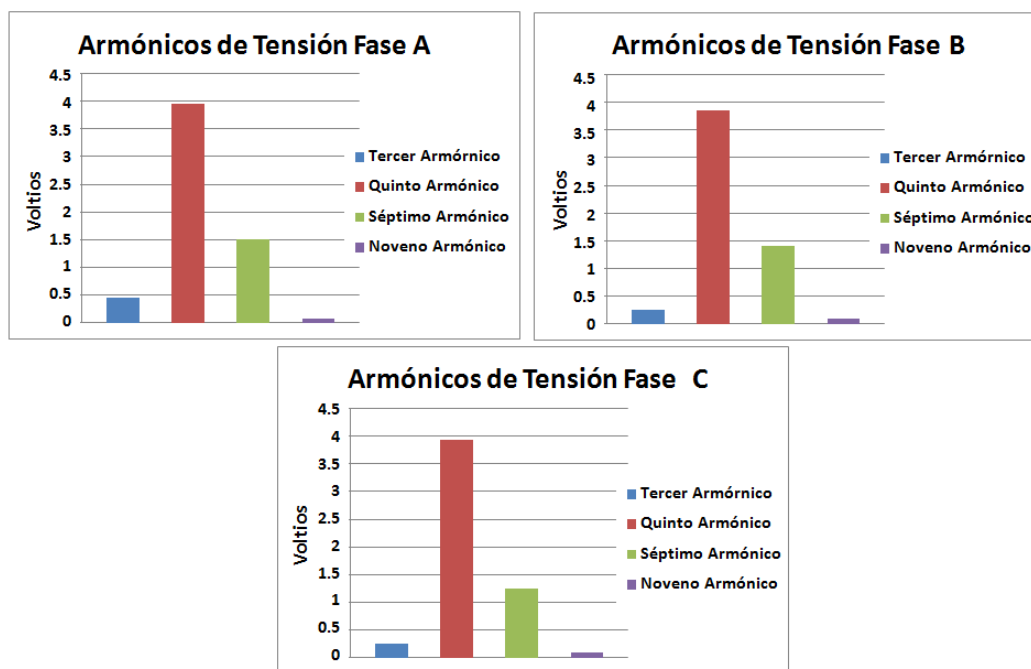


Figura 4.43: Armónicos de tensión Transformador 2

ARMÓNICOS DE CORRIENTE

En la Figura 4.44 se presentan las señales de corriente registradas en la medición del Transformador 2. Como se puede apreciar el desbalance de las corrientes de fases

no es considerable, igualmente la forma de onda de la carga no se encuentra tan distorsionada. En la Figura 4.45 se puede observar que la mayor contribución es a causa del quinto y séptimo armónico con un valor de 6% y 4% respectivamente con referencia al promedio de la corriente fundamental por fase, cuyo valor es 188,17 A.

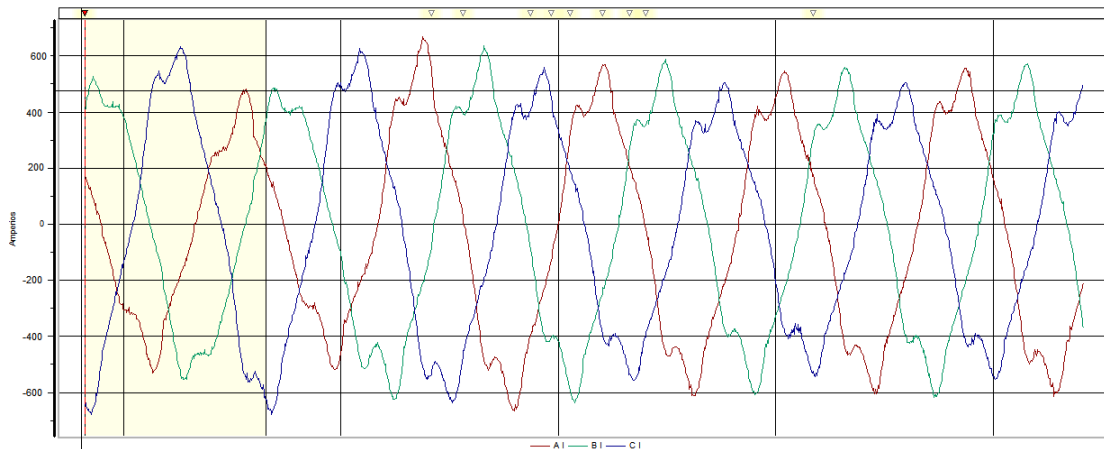


Figura 4.44: Señales de corriente del transformador 2

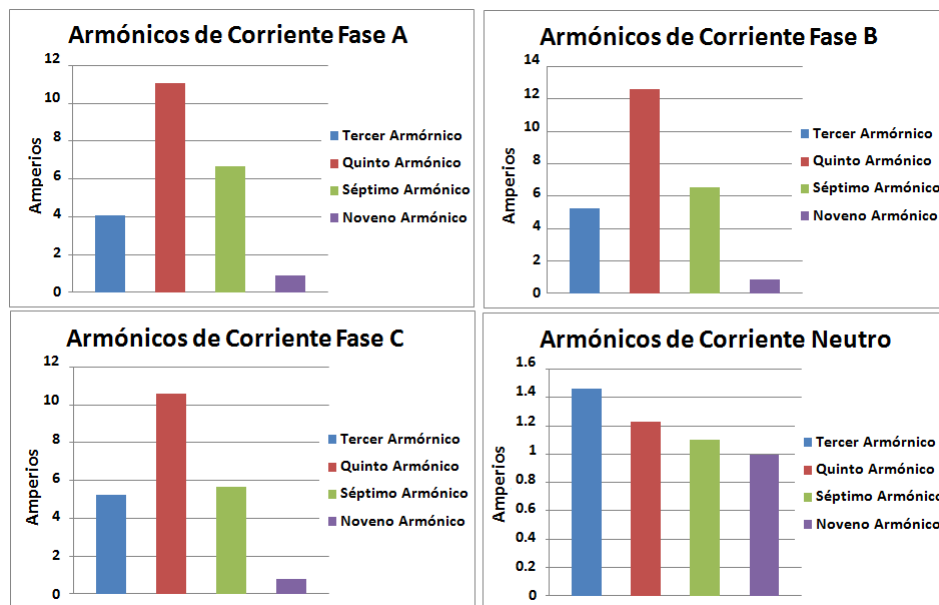


Figura 4.45: Armónicos de corriente Transformador 2

9. EFICIENCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Para hallar la eficiencia de los transformadores bajo carga se tuvieron en cuenta las mediciones realizadas por el analizador de redes, en este caso el período a medir fue cada hora, además se consideraron las pérdidas que presentan estos equipos, que se estipulan en los catálogos del fabricante de los mismos y los que se muestran en la Norma Técnica Colombiana NTC 5552 (9), las cuales muestran las pérdidas totales admitidas por estos transformadores. Los siguientes cálculos fueron tenidos en cuenta para calcular su eficiencia:

- Primero se calcula la corriente promedio de las tres fases del transformador, ya que en ellas se presentan desbalances y los valores son diferentes en todas las fases. A continuación, en la Ecuación 4.5 se muestra el cálculo de la corriente promedio:

$$I_C = \sqrt{\frac{I_1^2 * t_1 + I_2^2 * t_2 + I_3^2 * t_3 + \dots + I_n^2 * t_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}} \quad (4.5)$$

Donde:

$I_n^2 * t_n =$ Corriente en el intervalo de tiempo

Luego se calcula el índice de carga medio, el cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_M = \frac{I_C}{I_N} \quad (4.6)$$

Donde:

$I_C =$ Corriente Promedio

$I_N =$ Corriente Nominal en el secundario

Para calcular el rendimiento se emplea la siguiente Ecuación matemática 4.7:

$$n = \frac{\sqrt{3} * V_2 * C_M * I_N * \cos \theta_2}{\sqrt{3} * V_2 * C_M * I_N * \cos \theta_2 + P_T} \quad (4.7)$$

Donde:

$V_2 =$ Tensión en el secundario. (V)

$C_M =$ Índice medio de carga.

I_N = Corriente nominal del secundario. (A)

$\cos\theta_2$ = Factor de potencia en el secundario.

P_T = Pérdidas totales potencia en el secundario (W).

A continuación se describe en la Tablas 4.12 y 4.13 los valores obtenidos para el cálculo de la eficiencia de los transformadores.

EFICIENCIA DEL TRANSFORMADOR 1	
Corriente Nominal del Transformador [A]	1336,46
Corriente Calculada en los Intervalos de Tiempo [A]	192,87
Indice de carga	0,14
Factor de Potencia Promedio	0,98
Perdidas del Transformador (W)	6870,00
Voltaje Nominal (V)	124,70
EFICIENCIA	85,63

Tabla 4.12: Eficiencia Transformador 1

EFICIENCIA DEL TRANSFORMADOR 2	
Corriente Nominal del Transformador [A]	1266,12
Corriente Calculada en los Intervalos de Tiempo [A]	241,72
Indice de carga	0,19
Factor de Potencia Promedio	0,79
Perdidas del Transformador (W)	6870,00
Voltaje Nominal (V)	131,50
EFICIENCIA	86,39

Tabla 4.13: Eficiencia Transformador 2

4.3. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

En esta subsección se realiza un estudio termográfico, por medio del cual se pueda tener un mayor conocimiento de las instalaciones del CENTIC en cuanto a su estado térmico, con el fin de alertar de las posibles pérdidas energéticas que se pueden producir por un mal aislamiento, alguna rotura, fusibles quemados, sobrecalentamientos en bornes o malas conexiones.

EQUIPO UTILIZADO

Las medidas de temperatura fueron realizadas con la cámara termográfica FLUKE modelo Ti32, la que se muestra en la Figura 4.46 y sus especificaciones técnicas se muestran en el Apéndice C.



Figura 4.46: Cámara termográfica

REGISTRO TERMOGRÁFICO

■ SALAS DE CÓMPUTO

En las salas de computo se observó que cuando estas se encuentran vacías la temperatura y la sensación térmica se encuentra por debajo de los 21°C, valores que

no serían admisibles si las salas se encuentran sin personal dentro de ellas, lo que demuestran grandes pérdidas energéticas en cuanto a los sistemas de aire acondicionado, debido a que estos sistemas están encendidos alrededor de 14 horas diarias. En la Figura 4.47 se muestra la termografía realizada en las salas de cómputo.

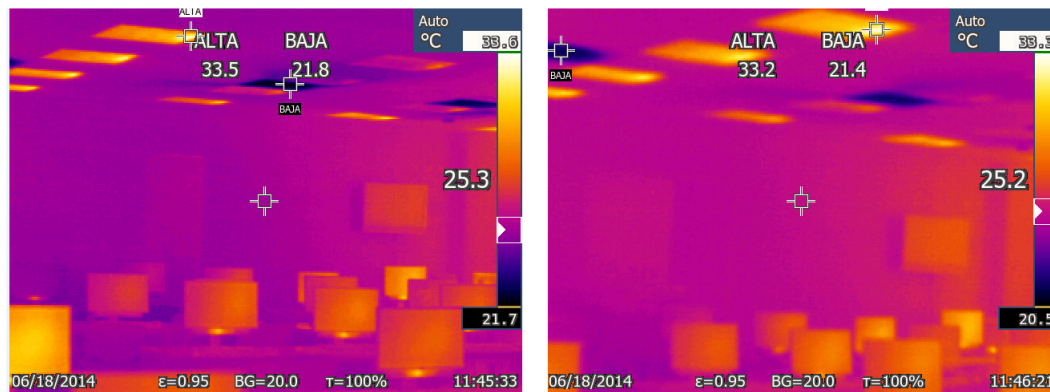


Figura 4.47: Termografía salas de cómputo

■ TRANSFORMADORES

Utilizando la cámara termográfica se realizaron mediciones de temperatura de operación en los diferentes elementos y equipos que se encuentran ubicados en la subestación eléctrica del edificio, con el fin de poder detectar posibles fallas o anomalías relacionadas con sobrecalentamiento en los conductores o interruptores, además de verificar si los transformadores existentes presentan algún tipo de sobrecalentamiento en sus partes que puedan afectar su funcionamiento y su vida útil.

En la Figura 4.48 se muestra el registro termográfico del Transformador 1 marca SIEMENS, observando que las partes más calientes son la carcasa y las aletas de ventilación del transformador, en donde se aprecia una temperatura de 49,4 °C en la parte frontal de la carcasa y una temperatura de 52°C en las aletas. Al revisar las especificaciones del transformador (22), esta temperatura registrada no representa un riesgo para el buen funcionamiento del mismo.

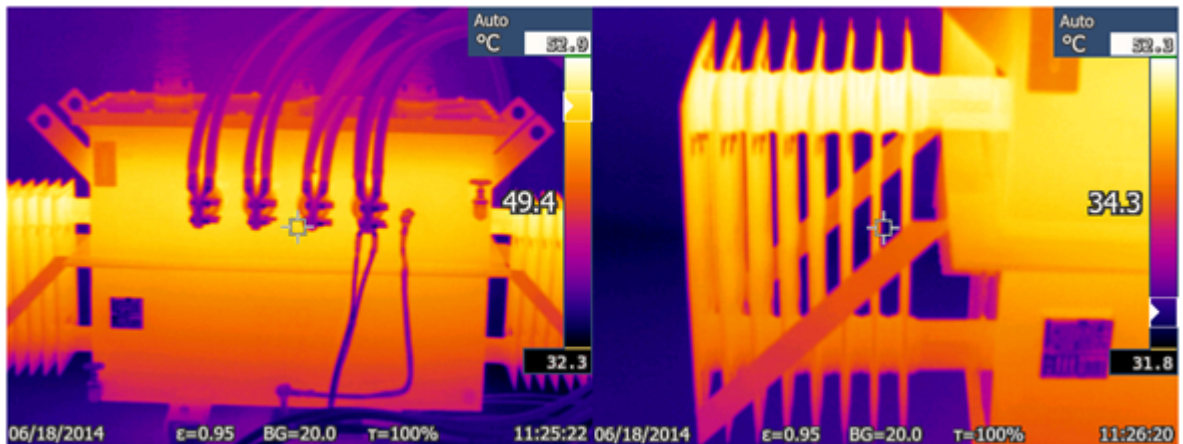


Figura 4.48: Termografía del Transformador 1

El registro termográfico del Transformador 2 marca ABB se muestra en la Figura 4.49, donde se observa que el comportamiento de la temperatura es similar a la del Transformador 1, donde las partes con mayor temperatura son la carcasa con un valor de 43 °C y las aletas de ventilación con un valor de 48°C, así mismo se verificó que la temperatura máxima de operación especificada por el fabricante no es excedida (22).

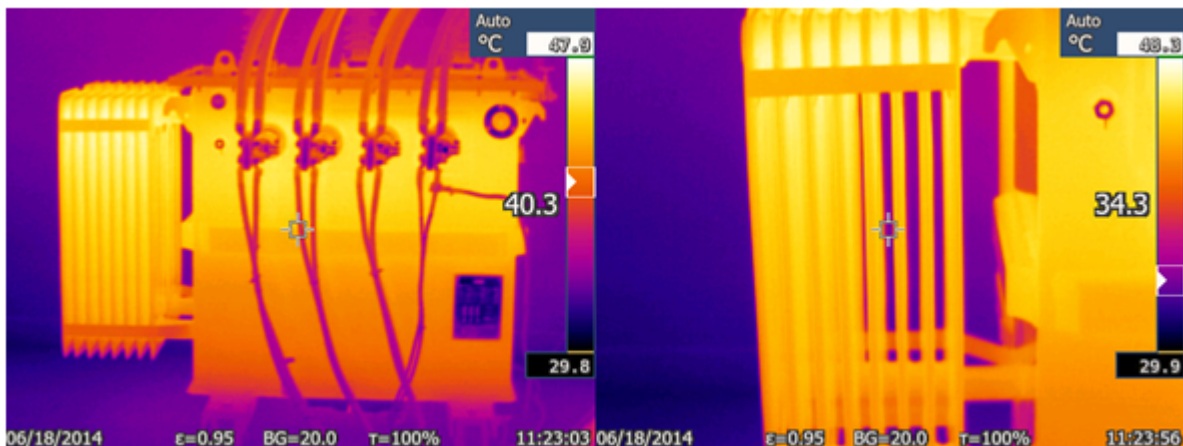


Figura 4.49: Termografía del Transformador 2

■ TABLERO BANCO AUTOMÁTICO DE CONDENSADORES

Se realizó el estudio termográfico en el gabinete en el que se encuentra el banco de condensadores, en el que se detectó que solo un condensador está funcionando, alcanzando una temperatura de 68 °C. Debido al solo funcionamiento de este condensador, se está generando un factor de potencia por debajo de los valores establecidos. Realizando un análisis detallado se encontró que el controlador se encuentra dañado y no está enviando la señal correcta al contactor que permite el cierre o la apertura de los condensadores. En la Figura 4.50 se muestra la termografía realizada a dicho tablero.

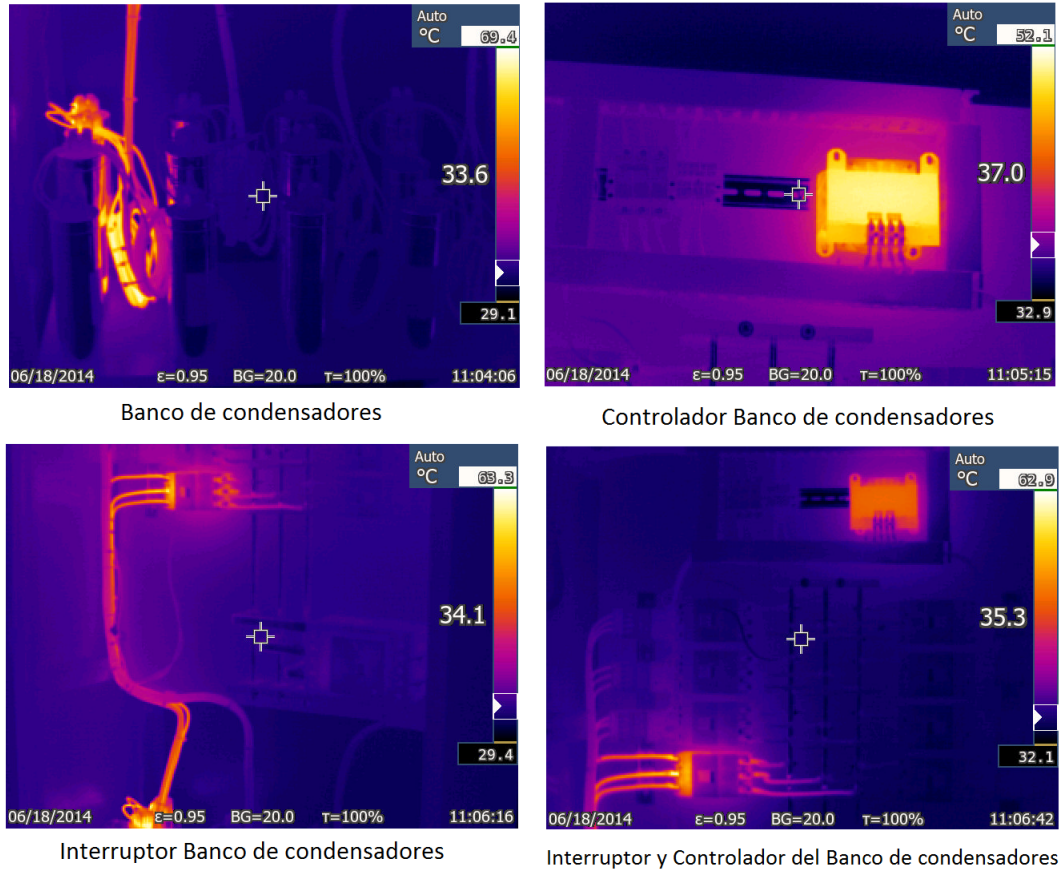


Figura 4.50: Termografía del banco de condensadores

■ TABLERO GENERAL TRANSFORMADOR 1

En cuanto a los tableros generales del Transformador 1, se destaca el calentamiento en conductores, en los interruptores de los computadores y sistemas de iluminación alrededor de 40°C, esto se debe a la carga que se presenta a esa hora del día, a su vez se registran diferentes temperaturas en los calibres de los conductores donde su salida es del mismo interruptor. En la Figura 4.51 se muestra la termografía realizada al tablero general.

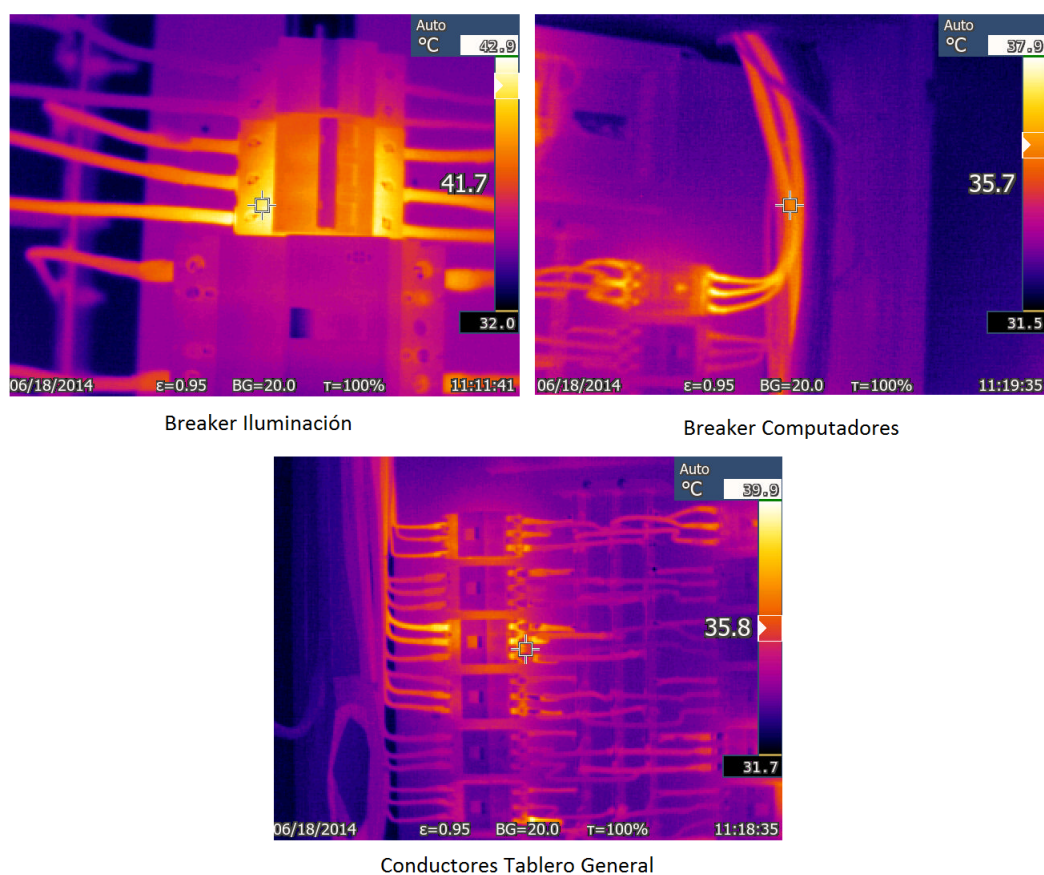


Figura 4.51: Termografía del tablero general del Transformador 1

■ TABLERO GENERAL TRANSFORMADOR 2

En el tablero general 2 se observan temperaturas elevadas en los conductores de los tres interruptores de las enfriadoras de los aires acondicionados, en el que la temperatura se encuentra alrededor de los 55°C para la enfriadora 1 y de los 40°C para la enfriadora 2, estas temperaturas están por debajo del valor que soportan los contactos y los conductores (23), también se muestra que las temperaturas de las dos enfriadoras son diferentes debido al sistema de control que tienen éstas. En la Figura 4.52 se presenta la respectiva termografía.

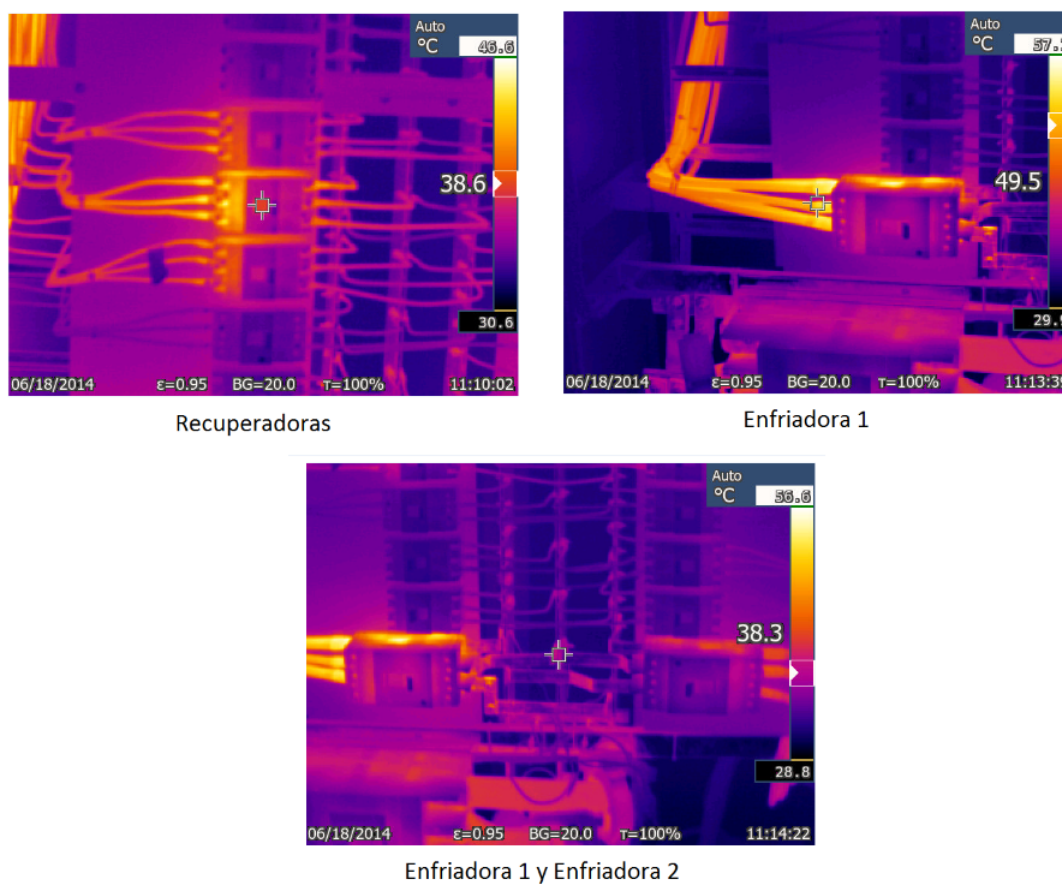


Figura 4.52: Termografía del tablero general del Transformador 2

Capítulo 5

ACTIVIDADES QUE COMPLEMENTAN LA INSTALACIÓN DEL SGIE

En este capítulo se termina de instalar el SGIE en el CENTIC, esto se lleva a cabo a través de cuatro (4) etapas que buscan concluir de una manera adecuada la instalación de este sistema. A continuación se mencionan las actividades realizadas.

5.1. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

En esta actividad se realizó la valoración de las medidas que pueden ayudar a mejorar la eficiencia de la edificación y mejorar la relación que se obtiene en cuanto a consumo energético vs. personal atendido. Las medidas realizadas se clasifican según la guía para la implementación del SGIE (1) de la siguiente forma:

1. No requieren cambios tecnológicos.
2. Requieren cambios tecnológicos.
3. Por el tiempo de recuperación de la inversión.
4. Por el costo de la inversión inicial.
5. Por el tiempo de ejecución.

En el desarrollo del presente proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos que impactan de manera significativa el consumo energético de la edificación:

1. Sistemas de iluminación.
2. Sistemas de aires acondicionados (climatización).
3. Equipos de cómputo.
4. Cultura energética.

A continuación se muestran en la Tabla 5.1 las medidas planteadas a corto, mediano y largo plazo, con el fin de reducir los costos energéticos del CENTIC, con las que se pretende construir una cultura energético ambiental que permita a la vez el incremento de la competitividad, el ahorro energético y la reducción del impacto ambiental.

ÁREA	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
<p>SISTEMA DE ILUMINACIÓN</p>	<p>Realizar una limpieza continua a las ventanas de las salas con el fin de aprovechar al máximo la iluminación natural del exterior.</p>	<p>Intercalar las luminarias de las salas dobles.</p>	<p>Automatizar el control de los niveles de iluminación de las salas de cómputo.</p>
	<p>Mantener apagadas las luminarias de las salas cuando estas no son necesarias.</p> <p>Realizar mantenimiento a las luminarias, en el que incluya limpieza de los tubos fluorescentes y la sustitución de las luminarias dañadas.</p>	<p>En las salas dobles se sugiere deshabilitar una fila central de luminarias por cada sala, es decir 4 luminarias por sala.</p>	<p>Implementar iluminación sectorizada automatizada, que asegure el control automático de iluminación de acuerdo a la presencia y niveles de iluminación de las salas.</p> <p>Sustitución de luminarias existentes por otras de mayor eficiencia.</p>
<p>SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN</p>	<p>Implementar un programa de mantenimiento predictivo centrado en la eficiencia energética.</p>	<p>Instalar aislamiento térmico en la totalidad de las tuberías del sistema de refrigeración.</p>	<p>Rediseño de la iluminación del centric por luminarias tipo led.</p> <p>Se recomienda la instalación de un controlador lógico que permita la independización del flujo del aire acondicionado que llega a todas las salas del edificio.</p>
	<p>Establecer rutinas y actividades de mantenimiento que aseguren la operación del equipo a la máxima eficiencia posible.</p>	<p>Incorporar al sistemas lógico de aire acondicionado sensores de presencia.</p> <p>Incrementar en 1°C la temperatura de los sensores que se encuentran en las salas.</p> <p>Apagar una hora antes de finalizar la jornada académica las unidades centrales de aire.</p>	<p>Cambio de unidades del sistema de refrigeración por otros de mayor eficiencia.</p>
<p>EQUIPOS DE CÓMPUTO</p>	<p>Crear una cultura energética, que permita a los usuarios realizar un uso adecuado de los sistemas de cómputo.</p>	<p>Cambiar unidades de cómputo deterioradas por unidades de mayor tecnología.</p>	<p>Implementar un sistema de automatización, que permita desenergizar los computadores cuando el edificio no se encuentra en servicio.</p>

Tabla 5.1: Medidas a corto, mediano y largo plazo

5.1.1. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

A continuación se muestra el estudio realizado sobre la alternativa de cambiar las luminarias existentes en el edificio por otras de mayor eficiencia, donde se detallan los cálculos realizados al cambiar lámparas fluorescentes T8 por T5, así como también las lámparas de los pasillos por led, del cual se concluye que la mejor opción a largo plazo es contratar un estudio en el que se plantee la instalación de iluminación led, ya que este tipo(28) o de luminarias son más eficientes debido a que el 98 % de la energía consumida se transforma en luz y no en calor y no requieren mantenimiento por 5 años (28). Además se realiza el análisis al mantener apagadas algunas filas de luminarias de las salas dobles, ya que la distancia entre puntos de iluminación es muy corta produciendo una iluminancia excesiva.

ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL CEN- TIC

A partir del inventario de luminarias, se realizó un análisis basado en el tipo de sustitución recomendable teniendo en cuenta factores como la altura del área de trabajo, vida útil de las lámparas, requerimientos de iluminación, horas de operación del sistema de iluminación, rendimiento luminoso (Lm/W) y consumo de energía eléctrica. Se plantean algunas alternativas para sustituir lámparas convencionales por lámparas de alta eficiencia energética, sin perjudicar el confort luminoso en las áreas que por norma lo requiera. Para realizar el estudio de factibilidad de sustitución, se tienen en cuenta los datos técnicos de luminarias de alta eficiencia, además se consideró un costo de la energía de \$263/kWh con base en los datos históricos suministrados por la División de Planta Física. Se analizó la sustitución de luminarias fluorescentes T8 y lámparas fluorescente tipo bala, con el fin de obtener un uso eficiente de la energía eléctrica en el sistema de iluminación. A continuación se presentan las mejores alternativas de sustitución de luminarias con su respectivo ahorro energético, teniendo en cuenta las características de las lámparas existentes por otras de mayor eficiencia, en el tiempo de trabajo estimado en las tablas correspondientes al censo de carga del edificio.

- Sustitución de luminarias cuadradas empotrables de techo, compuestas por lámparas fluorescentes T8 tipo F17T8-SP41-ECO General Electric, por lámparas fluorescentes T5 tipo P31621-3 FHE 14WT5 84 Sylvania.

En la Tabla 5.2 se presenta el consumo energético de las dos luminarias en estudio.

	LUMINARIA	
	T8 F17T8-SP41-ECO General Electric	T5 P31621-3 FHE 14WT5 84 Sylvania
Potencia x Luminaria (W)	79	60
Número de Luminarias	680	680
kWh/mes	12435,674	9444,816
kWh/año	149228,093	113337,792

Tabla 5.2: Sustitución luminarias salas

A continuación, en la Tabla 5.3 se muestran los cálculos de sustitución de lámparas fluorescentes T8 tipo F17T8-SP41-ECO General Electric por T5 tipo P31621-3 FHE 14WT5 84 Sylvania.

Costo de operación T8 F17T8-SP41-ECO General Electric (\$/año)	3270582
Costo de operación T5 P31621-3 FHE 14WT5 84 Sylvania (\$/año)	2483987
Inversión x cada luminaria	150000
Inversión total de luminarias	102000000
Ahorro de energía (kWh/año)	35890,3
Ahorro (\$/año)	9439149
Tiempo de recuperación de la inversión (años)	10,8

Tabla 5.3: Cálculos sustitución de luminarias

El ahorro anual al realizar dicha sustitución sería de 35,8 MWh que equivalen a \$9,4 millones como se observa en la Tabla 5.3, con un tiempo de retorno de la inversión de 10,8 años.

- Sustitución de lámparas incrustadas tipo bala fluorescentes LINX-DE P20669 CN248 Sylvania por balas led.

A continuación se presenta el consumo energético de las lámparas en la Tabla 5.4.

	LÁMPARAS	
	Bala Fluorescente	Bala Led
Potencia x Lámpara (W)	56	15
Número de Luminarias	92	92
kWh/mes	618,240	165,6
kWh/año	7418,880	1987,2

Tabla 5.4: Sustitución lámparas pasillos

En la Tabla 5.5 se muestran los cálculos de sustitución de las lámparas en estudio.

Costo de operación Lámpara Fluorescente (\$/año)	162597
Costo de operación Lámpara Led (\$/año)	43553
Inversión x cada lámpara	105000
Inversión total de lámparas	9660000
Ahorro de energía (kWh/año)	5431,68
Ahorro (\$/año)	1428532
Tiempo de recuperación de la inversión (años)	6,8

Tabla 5.5: Cálculos sustitución de lámparas

El ahorro anual al realizar esta sustitución de lámparas sería de 5,4 MWh que equivalen a \$1,4 millones, con un tiempo de retorno de la inversión de 6,8 años.

En los baños y auditorio no es viable realizar un cambio de luminarias, debido a que el uso de la iluminación en estos lugares es mínimo, lo cual no representaría un ahorro significativo y el costo de la sustitución sería elevado.

Como medida a mediano plazo se planteó mantener apagadas las filas centrales de las salas dobles, que constan de cuatro (4) luminarias cada una, ya que la iluminación es excesiva produciendo un costo adicional. A continuación se muestra el ahorro que se logra al apagar 4 luminarias por sala, sin perjudicar el nivel de iluminación promedio estipulado por el RETILAP (3). En la Tabla 5.6 se muestra dicho costo y en la Tabla 5.7 los valores de iluminación al mantener estas luminarias apagadas.

	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (kWh)	COSTO ENERGÍA MES (\$)
SALAS CON 24 LUMINARIAS	12161,58	3198495
SALAS CON 18 LUMINARIAS	11298,14	2971411
	AHORRO (\$)	227084

Tabla 5.6: Costo de mantener las luminarias apagadas

r-1	513	q-1	507	t-1	520	p-1	465
r-2	522						
r-3	498	q-2	518	t-2	517	p-2	430
r-4	505						
r-5	515	q-3	514	t-3	506	p-2	430
r-6	500						
r-7	508	q-4	510	t-4	495	p-2	430
r-8	495						
R	507	Q	512,25	T	509,5	P	447,5

Eprom [lx]	505,93
Uniformidad	0,85

Tabla 5.7: Valores de iluminancia al mantener luminarias apagadas

5.1.2. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO, CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN

A continuación se plantean algunas recomendaciones, con el fin de minimizar el consumo energético y mejorar la eficacia de estos sistemas:

- Debido a que las unidades condensadoras del sistema de refrigeración de los aires acondicionados se encuentran ubicadas en la terraza del edificio, estas presentan una alta incidencia solar por lo cual se recomienda adecuarles un techo para mejorarle la calidad de operación, con el fin de disminuir la transferencia de calor por radiación y por lo tanto, reducir la diferencia de temperatura entre el ambiente y el espacio acondicionado, disminuyendo de esta manera el consumo energético de los equipos.
- Como una medida de ahorro energético se recomienda apagar una hora antes de finalizar la jornada académica las unidades centrales del aire acondicionado, al igual que las manejadoras y la recuperadora, que son las encargadas de suministrar el aire a todas las salas del edificio. En la Tabla 5.8 se muestra el ahorro mensual que se lograría al apagar estos sistemas una hora al día.

EQUIPO	CANTIDAD	ENERGÍA CONSUMIDA MES (Kwh)	ENERGÍA CONSUMIDA MES REDUCIENDO 1 HORA DE OPERACIÓN DIARIA (kwh)
AIRE CENTRAL 1	1	5901,12	5469,12
AIRE CENTRAL 2	1	5901,12	5469,12
MANEJADORAS	8	7868,16	7292,16
RECUPERADORA AIRE	1	2294,88	2126,88
COSTO TOTAL MES (\$)		5776869	5353965
AHORRO MENSUAL (\$)		422904	

Tabla 5.8: Ahorro mensual manteniendo apagados los sistemas de aire

- Se recomienda instalar aislamiento térmico en la totalidad de las tuberías del sistema de refrigeración para evitar disipación de la temperatura.
- Se recomienda implementar un programa de mantenimiento predictivo centrado en la eficiencia energética con el que se busque inspeccionar fugas en el sistema de distribución, inspeccionar las líneas, uniones, accesorios, válvulas, mangueras, lubricadores, filtros y conexiones de manómetros.
- Se sugiere establecer rutinas y actividades de mantenimiento que aseguren la operación del equipo a la máxima eficiencia posible.
- Se recomienda incrementar en un grado °C la temperatura de los sensores que se encuentran en las salas, ya que estos están ajustados para mantener una temperatura de 23°C y al ingresar a las salas se evidencia por medio de la cámara termográfica que el nivel térmico es inferior a los valores ajustados por los sensores de las salas. Con esto se busca una reducción de los costos operacionales que son alrededor del 7% de los sistemas de refrigeración según el manual de mantenimiento centrado en la eficiencia energética para sistemas industriales (18), lo cual representaría un ahorro de \$404.380 al mes.

5.1.3. EQUIPOS DE CÓMPUTO

Para los equipos de cómputo se plantearon las siguientes medidas:

- Por medio de medidas realizadas a los equipos de cómputo y datos estadísticos de consumo para estos equipos, suministrado por el informe de cargas parásitas (29) se encontró que en promedio cada computador está consumiendo una carga parásita de 2,3 Watts cuando estos se encuentran apagados y conectados a la red, por lo cual se recomienda

implementar un sistema de automatización que permitan abrir los contactores que alimentan los computadores cuando el edificio no se encuentra en servicio. En la Tabla 5.9 se muestra el consumo de energía debido a estas cargas parásitas cuando estos aparatos se encuentran conectados a la red.

CONSUMO PROMEDIO CARGA PARASITA POR COMPUTADOR (Kw)	CONSUMO PROMEDIO CARGA PARASITA COMPUTADORES AL MES	COSTO TOTAL MES (\$)
0,0023	397,348	104503

Tabla 5.9: Consumo de energía producto de cargas parásitas

- Se evidencia que los usuarios de los equipos de cómputo no tienen una cultura de ahorro, ya que por citar algunos ejemplos, los usuarios no apagan los monitores cuando no utilizan los equipos y no apagan dichos equipos cuando finalizan sus actividades en las salas, por lo tanto se recomienda crear capacitaciones encaminadas a realizar un uso adecuado de estos equipos.

5.1.4. AHORROS ENERGÉTICOS

- SIN INVERSIÓN

En la Tabla 5.10 se muestran los ahorros energéticos que se logran implementando algunas de las medidas establecidas para el ahorro energético sin realizar inversiones económicas, tales como:

- Reducir una fila de luminarias en las salas dobles donde la iluminación es excesiva.
- Ajustar la temperatura de los sensores de las salas de cómputo, aumentando en 1°C.
- Apagar los sistemas de refrigeración de las salas una hora antes de finalizar la jornada académica.
- Cuando el edificio no se encuentre en servicio, desconectar los contactores de los tableros de distribución que alimentan a los computadores de todas las salas, con el fin de eliminar las cargas parásitas que se presentan cuando estos aparatos se encuentran conectados a la red.

	AHORRO MENSUAL ENERGÍA (\$)
SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS FLUORESCENTES T8 POR LÁMPARAS T5	786596
SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS TIPO BALA FLUORESCENTES POR BALAS LED	119044
TOTAL AHORRO MENSUAL (\$/MES)	905640

Tabla 5.11: Ahorro energético mensual con inversión

	AHORRO MENSUAL ENERGÍA (\$)
SISTEMA DE ILUMINACIÓN	227084
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO, CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN	827285
EQUIPOS DE CÓMPUTO	104503
TOTAL AHORRO MENSUAL (\$/MES)	1158872

Tabla 5.10: Ahorro energético mensual sin inversión

- CON INVERSIÓN

Se requiere realizar sustitución de luminarias por otras de mayor eficiencia energética con el fin de reducir los costos de energía mensuales. En la Tabla 5.11 se muestran los ahorros que se logran al realizar estos cambios.

5.1.5. CULTURA ENERGÉTICA

Con el fin de crear una cultura energética en las personas que utilizan las instalaciones del CENTIC, se propone diseñar una campaña cívica de ahorro energético, la cual se muestra en la Figura 5.1, donde se incentiva a los usuarios a tomar conciencia con respecto al uso racional y eficiente de la energía, cuyo propósito sea promover buenos hábitos y comportamientos que permitan reducir al máximo los costos energéticos del edificio. Se plantea el diseño de afiches alusivos a las buenas prácticas energéticas, que motiven a los usuarios a reflexionar acerca del buen uso que se le debe dar a la energía, dicho afiche se muestra en la Figura 5.2. Debido a que el CENTIC es un centro de cómputo y que por ende existe un gran número de computadores, se plantea modificar los fondos de pantalla de los mismos, donde se dé a conocer dicha campaña con mensajes alusivos al uso racional y eficiente de la energía. En la Figura 5.3 se muestran los protectores de pantalla a utilizar. Para finalizar y debido al fuerte impacto que tienen las redes

sociales, se plantea crear un grupo en una de ellas como se muestra en la Figura 5.4, en donde se involucre a toda la comunidad universitaria dando a conocer dicha campaña.



Figura 5.1: Logo campaña ahorro energético



Figura 5.2: Afiche campaña ahorro energético



Figura 5.3: Protectores de pantalla ahorro energético



Figura 5.4: Redes sociales campaña energética

Se realizó una charla con el Ingeniero Edwin Ordoñez, encargado del funcionamiento del CEN-TIC, donde se dio a conocer esta campaña energética que busca reducir el consumo de energía eléctrica del edificio por medio de buenas prácticas. Con el fin de extender el mensaje a todas las personas, se ubicaron los respectivos carteles en puntos visibles por los usuarios del edificio, con el fin de incentivar el uso racional y eficiente de la energía, además se sugiere crear un comité energético encargado de promover y validar todo tipo de acciones que conlleven al buen uso de la energía. En la Figura 5.5. se muestran algunos de estos carteles de la campaña energética ubicados en las instalaciones del edificio.



Puertas de acceso a las salas de cada piso



Cartelera ubicada en el piso 1 y piso 4

Figura 5.5: Carteles campaña energética

5.2. ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL DEL SGIE

Con esta actividad se busca la organización del SGIE y realizar la validación de este sistema dentro de la Gestión de la Organización, por medio de esta se quiere establecer responsabilidades y funciones de quienes serán encargados de manejar el SGIE dentro del edificio en estudio. Se propone definir políticas energéticas, metas de consumo y pérdidas energéticas, se ejecutan los diferentes programas encaminados hacia el mejoramiento de la eficiencia energética que abarca la parte de mantenimiento, buenas prácticas operacionales, innovación y gestión tecnológica de medida a corto, mediano y largo plazo.

RESPONSABILIDADES DEL SGIE

Para el normal desarrollo de las actividades que se contemplan en el SGIE se requiere establecer la responsabilidad de la ejecución de las actividades programadas a un mantenimiento centrado en la eficiencia con el que se busca reducir el consumo energético de manera que no se afecte el confort ni el bienestar de las personas que utilizan el edificio, es importante tener en cuenta que estas actividades sean programadas por la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, así como por el área encargada del funcionamiento del CENTIC, por lo tanto es importante que estas dos partes vayan de la mano para poder desarrollar mecanismos que ayuden a mejorar la confiabilidad en cuanto a calidad de la energía eléctrica. Establecer un puente de comunicación entre estos entes y las directivas de la universidad, donde exista un compromiso claro por parte de las directivas en las que se puedan obtener equipos y nuevas tecnologías para que se pueda implementar este modelo.

NUEVAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las nuevas actividades que se plantean son las siguientes:

1. Mejorar la información de los equipos y ponerla a disposición de los técnicos de manera ordenada y de fácil interpretación.
2. Mejorar los procedimientos ante la solicitud de repuestos para realización del mantenimiento de los equipos.

3. Actualización de los planos tanto de los equipos como de la instalación, ya que estos ayudan a identificar las posibles fallas que tiene los mismos.

5.3. PREPARACIÓN DEL PERSONAL

Para el desarrollo de esta actividad se identificaron las personas encargadas del mantenimiento del edificio y se realizó una reunión con el área administrativa del edificio, encabezada por el Ing. Edwin Ordoñez, en donde se plantearon medidas que ayudarían a mejorar el consumo energético del CENTIC, tales como la creación de una campaña energética y un comité energético encargado de validar la implementación de este modelo y divulgar el mensaje a todos los usuarios que ingresan al edificio. Se dio a conocer el Sistema de Gestión Integral de la Energía, así como las variables y análisis que contempla dicho sistema, además de algunas recomendaciones para un ahorro diario de energía con el fin de que se pueda implementar sin la necesidad de gastar dinero en medidas tecnológicas.

5.4. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SGIE

En esta etapa se debe definir el sistema de documentación SGIE. En este trabajo de grado se resumen algunas medidas tanto a corto, mediano y largo plazo, con el fin de que se pueda ejecutar y reducir el consumo energético del edificio.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- Se estudió y aplicó el modelo del Sistema de Gestión Integral de la Energía para el desarrollo de la caracterización energética en el CENTIC, llevando a cabo actividades como toma y análisis de datos para la identificación de áreas de interés y definir porcentajes de posibles ahorros a nivel energético.
- Se identificaron y analizaron los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética del edificio.
- Se realizó un análisis de las herramientas estadísticas y probabilísticas, por medio del cual se conoció con certeza el comportamiento energético del edificio y las áreas de mayor consumo, con el que se establecieron metas en cuanto a ahorro energético.
- Se evidencia un alto consumo de energía en ausencia de personas dentro del edificio, debido a equipos que soportan los procesos misionales y administrativos de la Universidad, además de cargas parásitas producidas por la gran cantidad de equipos eléctricos conectado a la red en el CENTIC.
- Se realizó un estudio de iluminación del edificio, en el cual se encontró que en algunas áreas del CENTIC se presenta una iluminación por fuera de los límites establecidos por el RETILAP (3).
- Se realizó un diagnóstico energético en la frontera del edificio, donde se evidenció fallas en la calidad de la energía del mismo.
- Se logra obtener un ahorro energético mensual de \$ 1158872 sin realizar ningún tipo de inversión y sin afectar el confort de los usuarios del edificio. 5.10.

- Se obtiene un ahorro energético mensual de \$ 905640 al sustituir luminarias existentes por otras de mayor eficiencia, cuya inversión se recupera en 10,8 años, por lo cual esta medida no es viable. Este ahorro se muestra en la Tabla 5.11.
- El diagnóstico energético estuvo limitado por el préstamo de equipos y el acceso a ciertas partes de las instalaciones del CENTIC, por lo cual fue necesario tomar medidas en la frontera eléctrica del edificio, por lo tanto se recomienda realizar un análisis más detallado en el que se tenga en cuenta cada medición independiente que se pudiese realizar en cada uno de los componentes eléctricos de la edificación.
- Se planteó una campaña energética en el CENTIC que busca crear conciencia en los usuarios hacia el uso racional y eficiente de la energía, con el fin de reducir el impacto energético que presenta el edificio y a su vez disminuir los consumos de energía.
- Los análisis realizados y los resultados obtenidos por medio de la caracterización energética desarrollada en el CENTIC son de gran valor, ya que son un elemento clave para que las directivas de la universidad realicen actividades encaminadas a la gestión y uso racional de la energía eléctrica.
- Debido al fuerte impacto energético que presenta el CENTIC, se debe realizar un proceso de mejora, en el que se incluya un control y un monitoreo continuo de las variables que afectan el consumo energético del edificio, por lo que se recomienda la instalación de contadores asociados a cada equipo, con el fin de conocer de manera más detallada los consumos de las áreas que impactan energéticamente el edificio.
- Si todos los usuarios del CENTIC tomaran conciencia del fuerte impacto ambiental que representa este edificio con respecto al consumo total de la Universidad, se podrían reducir los costos operativos por medio de acciones sencillas que no impliquen inversiones económicas.
- Durante la realización del proyecto se evidenció que hay una falta de comunicación entre el personal encargado del funcionamiento del CENTIC, la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad y la División de Planta Física, debido a que cada uno de ellos tiene diferentes responsabilidades en cuanto a la administración y manejo de los equipos instalados en el edificio, así como el funcionamiento del mismo, por lo que se

debe fortalecer dicha relación, ya que estos entes deben ir de la mano para mejorar los procesos operativos de este.

TRABAJOS FUTUROS

- Se debe realizar un monitoreo continuo en todas las áreas que impactan energéticamente la edificación, definido por un comité energético establecido, por medio de instrumentos de medición necesarios y suficientes que permitan llevar un seguimiento a todas las variables energéticas del CENTIC.
- Implementar todas las operaciones del Sistema de Gestión Integral de la Energía en el CENTIC, en el que su objetivo principal sea asegurar la mejora continua de la gestión energética y evaluar el desarrollo de la cultura por la eficiencia energética.
- Se requiere que a futuro se puedan implementar como proyectos complementarios las recomendaciones dadas con base en los estudios realizados, en busca de mejorar la calidad de la energía y la eficiencia energética del edificio.
- Con base en este trabajo de grado realizado en el CENTIC, se busca que en un futuro este modelo pudiese ser implementado como primera medida en todos los edificios del campus universitario con el fin de que la UIS se certifique en la norma NTC ISO 50001.

Bibliografía



- [1] Application guide to the European Standard EN 50160 on "voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems". Disponible en Internet: <http://admin.copperalliance.eu/docs/librariesprovider5/power-quality-and-utilisation-guide/542-standard-en-50160-voltage-characteristics-in.pdf?sfvrsn=4&sfvrsn=4>
- [2] Calidad de la energía eléctrica. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>.
- [3] Catalogo Lámparas Fluorescentes. General Electric. Disponible en Internet: http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/south/images-/Lamparas_Fluorescentes_linealestcm403-48185.pdf
- [4] Catalogo Lámparas Fluorescentes. Sylvania. Disponible en Internet: <http://www.sylvaniacolombia.com/tubos-fluorescentes>
- [5] Catalogo Luminarias de Emergencia. Legrand. Disponible en Internet: <http://www.legrand.es/documentos/-Catalogo-Luminarias-LED-Legrand.pdf>
- [6] Cargas Parásitas. Disponible en Internet: <http://es.scribd.com/doc/116694844/-Cargas-Parasitas>
- [7] Eficacia lámparas fluorescentes. Disponible en Internet: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteForos/4205.pdf>
- [8] "Eficiencia energética con sistemas de automatización de edificios I". Energy University by Schneider Electric. Disponible en Internet: <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/formacion/energy-university/energy-university.page>

- [9] “Eficiencia energética con sistemas de automatización de edificios II”. Energy University by Schneider Electric. Disponible en Internet: <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/formacion/energy-university/energy-university.page>
- [10] Especificaciones Técnicas transformadores ABB. Disponible en Internet: <http://www05.abb.com/global/scot>
- [11] Especificaciones Técnicas transformadores SIEMENS. Disponible en Internet: <http://www.energy.siemens.com/co/es>
- [12] Guía para la Implementación de Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guia/Guia.pdf>.
- [13] Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>.
- [14] IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995). Institute of Electrical and Electronics Engineers. ISBN 1- 55937-549-3. Estados Unidos, 1995.
- [15] Iluminación sostenible LED 1 Ahorre Energía. Ledia group. Disponible en Internet: <http://lediagroup.com/iluminacion-eficiente/lamparas-led-por-que-duran-tanto-y-consumen-tan-poco/>
- [16] Javier Alberto Gomez Vergez y Alvaro Jose Gutierrez Moreno. Diagnóstico Energético de Segundo Grado en la Universidad Autónoma de Occidente Edificio Principal Ala Norte. Tesis de grado Universidad Autónoma de Occidente, 2007.
- [17] Manual Grupo de Gestión Eficiente de Energía, Kai. Universidad del Atlántico Barranquilla, 2009. Mantenimiento Centrado en la Eficiencia Energética Para Sistemas Industriales.
- [18] “Mejoras prácticas de mantenimiento para instalaciones eficientes en materia energética”. Energy University by Schneider Electric.
- [19] Ministerio de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética: www.upme.gov.co/.

- [20] Ministerio de minas y energía. Reglamento técnico de iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Bogotá. 2009.
- [21] Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requerimientos con orientación para su uso. Icontec 2011-11-30.
- [22] Norma Técnica Colombiana NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano. Icontec 1998-11-25
- [23] Norma Técnica Colombiana NTC 5000. Calidad de la Potencia Eléctrica -CPE-. Definiciones y Términos Fundamentales. Icontec 2013-02-20
- [24] Norma Técnica Colombiana NTC 5001. Calidad de la Potencia Eléctrica. Límites y Metodología de Evaluación en Punto de conexión Común. Icontec 2008-05-28
- [25] Oportunidades e Impactos de la Gestión Energética en la Industria Colombiana. Grupo de Investigación del Sector Energético Colombiano – GRISEC.
- [26] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, Colombia. Agosto 2013.
- [27] Norma Técnica Colombiana NTC 5552. Electrotecnia. Transformadores de distribución monofásicos y trifásicos tipo inmerso en aceite, con transformadores de corriente instalados al interior. Icontec 92-11-18.
- [28] Plataforma curso Gestores Energéticos: tic.uis.edu.co/ava/
- [29] PEN-SGIE “Programa estratégico para la innovación en la gestión empresarial, mediante la asimilación, difusión y generación de nuevos conocimientos en gestión energética y nuevas tecnologías e implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía en empresas de cinco regiones del país”. Metodología de Desarrollo de la Decisión Estratégica SGIE –GM05-01. Programa financiado por Colciencias, UPME, ESSA, Codensa y Emgesa.
- [30] Sistema de Gestión Integral de la Energía. Grupo de Investigación del Sector Energético Colombiano – GRISEC. <http://www.grisec.unal.edu.co/cartilla%20SGIE.pdf>

Apéndice A



ENCUESTA DE LA UPME PARA LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 001	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	
				HOJA N°:

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA																									
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA				CENTIC				NIT		890.201.213-4															
DIRECCIÓN		CARRERA 27 CALLE 9			TELÉFONO		6344000		FAX																
REGIÓN		SANTANDER			CIUDAD		BUCARAMANGA																		
BARRIO		LA UNIVERSIDAD			CÓDIGO POSTAL																				
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO				C.C				CARGO																	
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA				C.C				CARGO																	
ACTIVIDAD INDUSTRIAL		SERVICIOS EDUCATIVOS			EMAIL																				
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA																									
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES		25		HORARIO LABORAL		DE		6:00		A.M		A		8:00		A.M									
										P.M						P.M									
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO				PRODUCCIÓN MENSUAL				PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO																	
TURNOS		Nº DE TRABAJADORES		HORARIO				Nº PARADAS POR VACACIONES (P.P.V)																	
1				DE		A.M		A		A.M		MES		1		2		3		4		5		6	
						P.M				P.M		P.P.V		7		8		9		10		11		12	
2				DE		A.M		A		A.M		Nº DE DÍAS P.P.V													
						P.M				P.M															
3				DE		A.M		A		A.M		Nº PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M)													
						P.M				P.M															
4				DE		A.M		A		A.M		MES P.P.M		1		2		3		4		5		6	
						P.M				P.M		P.P.M		7		8		9		10		11		12	
Nº DE DÍAS P.P.M		Nº DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)		MES P.P.B.P		1		2		3		4		5		6		Nº DE DÍAS P.P.B.P							
						7		8		9		10		11		12									
Nº DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)		Nº DÍAS DE P.O.M		MES P.O.M		1		2		3		4		5		6		Nº DE DÍAS PARADAS AL AÑO							
						7		8		9		10		11		12									
ESPECIFIQUE P.O.M																									



Figura A.1: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS				
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
CÓDIGO: 002		FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 1 DE 10	
				HOJA N°:	

**FORMATO PARA EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO INICIAL Y AMBIENTAL
 ASOCIADO AL CONSUMO ENERGÉTICO**



1. FICHA DE INSCRIPCIÓN					
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO					
EMPRESA OBJETIVO			ÁREA OBJETIVO		
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO					
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO			DD	MM	AAAA
DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN LA LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA SU EMPRESA Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS. (LAS DOS CASILLAS NO SON EXCLUYENTES). ADICIONALMENTE, COLOQUE EL TIPO DE EQUIPO, SU MARCA Y SU CAPACIDAD O POTENCIA DE ACUERDO CON EL EQUIPO.					
EQUIPOS	1	2	TIPO	MARCA	CAPACIDAD O POTENCIA
CALDERAS					
CHILLERS	X		REFRIGERANTE:		
COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN					
COMPRESORES DE AIRE					
TORRES DE ENFRIAMIENTO					
MOTORES ELECTRICOS	X				
BOMBAS	X				
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA					
ACONDICIONADORES DE AIRE		X			
OTROS					
EQUIPOS DE CÓMPUTO		X			
ILUMINACIÓN		X			
2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS					
CONSUMO DE GAS, m ³ /mes			VALOR FATURA GAS MENSUAL, \$		
CONSUMO DE DIESEL, m ³ /mes			VALOR FACTURA DIESEL MENSUAL, \$		
CONSUMO ELECTRICIDAD, Kw/mes	79802,2		VALOR FACTURA ELECTRICIDAD, \$		20'987.979

Figura A.4: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 2 DE 10	
				HOJA N°:	



TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELECTRICIDAD	OFICIAL		
3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA			
¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?			SI NO
¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?	SI	NO SI EXISTE ESCRIBALO	
¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?			
¿QUÉ PROYECTOS (EN EJECUCIÓN O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?			
¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?	SI	NO	¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?
			SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?			
EL INGENIERO EDWIN ORDOÑEZ ES EL ENCARGADO DE VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS EQUIPOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL EDIFICIO, ADEMÁS DE PROGRAMAR MANTENIMIENTOS EN LAS DIFERENTES AREAS DONDE SE REQUIERA Y TAMBIÉN LA SUSTITUCIÓN DE MAQUINARIA			
¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?			SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON SUS INTEGRANTES Y CUÁLES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?			
INTEGRANTES	FUNCIONES		

Figura A.5: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
CÓDIGO: 002		FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 3 DE 10
				HOJA N º:



¿EXISTE UNA META TÁCTICA O ESTRATÉGICA DE ENERGÍA POR OBJETIVOS O A NIVEL DE EMPRESA?		SI	NO
SI EXISTE, EXPRESE CUÁL ES ESTA META			
¿EXISTEN METAS DE REDUCCIÓN DE LOS COSTOS ENERGÉTICOS?		SI	NO
SI EXISTE, EXPRESE CUÁLES SON			
INDIQUE CÓMO FUERON DETERMINADAS			
¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL DE INDICADORES ENERGÉTICOS QUE CONLLEVE AL ALCANCE DE LA META PLANTEADA?		SI	NO
SI EXISTE, EXPLIQUE CÓMO SE REALIZA ESTE SISTEMA			
¿EXISTE UN SISTEMA DE REGISTRO Y PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE CONTROL DESCRITO ANTERIORMENTE?		SI	NO
¿EXISTE UNA PLANIFICACIÓN Y UN PRESUPUESTO DE ENERGÍA PARA LA EMPRESA BASADO EN EL SISTEMA DE CONTROL ESTABLECIDO?		SI	NO
ESTE PRESUPUESTO ES		ANUAL	SEMESTRAL
			MENSUAL
¿ESTA PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO TAMBIÉN EXISTE PARA LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS DE LA EMPRESA?		SI	NO

Figura A.6: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 4 DE 10
				HOJA N°:



¿LA EMPRESA TIENE IDENTIFICADAS EL 20% DE LAS ÁREAS O EQUIPOS QUE CONSUMEN CERCA DEL 80% DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA O TÉRMICA?		SI	NO	
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS QUE CONSTITUYEN EL 80% DEL CONSUMO POR PORTADOR ENERGÉTICO:				
PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE 80% DE CONSUMO			
GAS				
DIESEL				
ELECTRICIDAD				
¿LA EMPRESA CUENTA CON MEDICIÓN DE LA ENERGÍA EN LAS ÁREAS MAYORES CONSUMIDORAS?		SI	NO	
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, SEÑALE CUALES SON LAS ÁREAS TIENEN MEDICIÓN DE ENERGÍA POR PORTADOR ENERGÉTICO:				
PORTADOR ENERGÉTICO	ÁREAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA			
GAS				
DIESEL				
ELECTRICIDAD	DOS CONTADORES DE ENERGÍA ACTIVA Y REACTIVA EN LOS TABLEROS DISTRIBUCIÓN			
¿LA EMPRESA HA ESTRUCTURADO LOS CENTROS DE CONTROL DE LA ENERGÍA?		SI	NO	
SI HAN SIDO ESTRUCTURADOS, INDIQUE CUÁLES SON				
¿EN SU EMPRESA O ÁREA SE ENCUENTRAN IDENTIFICADAS LAS VARIABLES QUE IMPACTAN EL USO DE LA ENERGÍA?		SI	NO	
DE LA SIGUIENTE LISTA, DETERMINE EL GRADO DE IMPORTANCIA EN CUANTO A IMPACTO EN EL USO DE LA ENERGÍA Y DESCRIBA CADA UNA DE ELLAS.				
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	GRADO DE IMPORTANCIA		
		BAJO	MEDIO	ALTO
DE PROCESO				
DE OPERACIÓN				
DE MANTENIMIENTO				
AMBIENTALES				
OTRAS				

Figura A.7: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 5 DE 10	
				HOJA N°:	

DEFINA CUALES SON LOS CENTROS DE COSTO DEL ÁREA CONTABLE DE LA EMPRESA						
PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA:						
DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO	COSTO EN PESOS			PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES		
COSTOS FIJOS						
MATERIA PRIMA						
MANO DE OBRA.						
MANTENIMIENTO						
OTROS						
COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS	₡ 263 / kWh					
TOTAL				100%		
¿LA EMPRESA HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA?	SI	NO	SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE:	TIPO DE AUDITORÍA	EXTERNA	INTERNA
FECHA APROXIMADA DE LA ULTIMA AUDITORIA			DD	MM	AAAA	
ENTIDAD QUE REALIZÓ LA AUDITORÍA						
¿LA GERENCIA DE LA EMPRESA SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO?	SI	NO	DEFINALO	PESOS COLOMBIANOS (\$) / kWh		
¿SE LLEVA UN GRÁFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN LA EMPRESA?	SI	NO				
¿SE HAN LEVANTADO BALANCES ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA?	SI	NO				
¿EXISTE EN LA EMPRESA UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS?	SI	NO				
¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DE LA EMPRESA?	SI	NO				
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUÁLES ÁREAS						
COMPUTADORES						
UPS						

Figura A.8: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 6 DE 10	
			HOJA N°:		

¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN ENERGÉTICOS EN SU EMPRESA? (EJ. INVERSIÓN, PERÍODO DE RECUPERACIÓN MÁXIMOS Y TIR)

¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO EN SU EMPRESA?



SI

NO

DEL SIGUIENTE LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO PREDICTIVO, SEÑALE CUAL O CUALES REALIZA SU EMPRESA Y CON QUE FRECUENCIA:



ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS ELÉCTRICOS	X		1
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CÁMARAS FRÍAS)		X	
TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS		X	
TERMOGRAFÍA A MOTORES		X	
ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES		X	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS		X	
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO		X	
ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR		X	
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		X	
AJUSTES DE COMBUSTIÓN		X	
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS		X	
MEGUEO DE MOTORES		X	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES		X	
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES		X	
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR	X		1
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS)		X	
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES		X	
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERIAS Y EQUIPOS		X	
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS		X	
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	
CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	

Figura A.9: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 7 DE 10	
			HOJA N º:	



ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCRUSTACIONES EN INTERCAMBIADORES DE CALOR		X	
EVALUACIÓN DE LA ILUMINACIÓN		X	
LIMPIEZA DE CALDERAS		X	
LIMPIEZA DE TORRES DE ENFRIAMIENTO		X	
LIMPIEZA DE CONDENSADORES		X	
MANTENIMIENTO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	X		1
REVISIÓN DE REGISTROS DE OPERACIÓN		X	
¿EN SU EMPRESA EXISTE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO ESTRUCTURADO?			SI
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE CUÁL PREDOMINA			
CORRECTIVO		PREVENTIVO	X
		PREDICTIVO	
		TPM	
		ALTERNO	
¿ACTUALMENTE EN LA EMPRESA SE CUBRE PARTE DE LA DEMANDA ENERGÉTICA CON ENERGÍAS RENOVABLES?			SI
			NO
SI SU RESPUESTA ES NEGATIVA, ¿PIENSA LA EMPRESA EN EMPLEAR ENERGÍAS RENOVABLES EN EL FUTURO?			SI
			NO
SOBRE LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SEÑALE:			
		COGENERACIÓN	TRIGENERACIÓN
EXISTE			
NO EXISTE PERO, SERÍA CONVENIENTE			
SE HAN REALIZADO VARIOS PROYECTOS PERO NO SE HAN EJECUTADO			
NO SE HA EJECUTADO POR FALTA DE FINANCIAMIENTO			
INDIQUE LAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA QUE CON MÁS ÉXITO SE HAN EJECUTADO EN SU EMPRESA			
¿SE CUENTA CON EL APOYO DE LA GERENCIA PARA EFECTUAR PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA, SIEMPRE QUE SEAN RENTABLES?			SI
			NO
¿EN QUÉ MEDIDA SE PREOCUPA EL GERENTE DE LA EMPRESA POR LOS COSTOS ENERGÉTICOS?			
MUCHO		NORMAL	X
		POCO	
		NUNCA	

Figura A.10: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 8 DE 10
				HOJA N°:



¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE EXISTEN EN SU EMPRESA PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?							
FALTA DE PRESUPUESTO Y DE INTERES POR EL TEMA							
¿CUÁL ES EL NIVEL DE APROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE SERVICIOS O PROYECTOS EXTERNOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SU EMPRESA?							
MUCHO		NORMAL		POCO	x	NUNCA	
DEL SIGUIENTE LISTADO DE PROCEDIMIENTOS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE APLICAN EN SU EMPRESA O ÁREA.							
PROCEDIMIENTO						EXISTE	SE APLICA
PROCEDIMIENTO DE DIVULGACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ALCANZADOS.							
PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRA DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE REGISTROS DE DATOS DE INDICADORES ENERGÉTICOS.							
PROCEDIMIENTO PARA LA AUDITORIA PERIÓDICA AL SGE							
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS O PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
DEL SIGUIENTE LISTADO DE REGISTROS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE ENCUENTRAN ACCESIBLES EN SU EMPRESA O ÁREA.							
REGISTRO						EXISTE	ACCESIBLE
RESULTADOS DE LAS REVISIONES DE LA GERENCIA A LOS INDICADORES ENERGÉTICOS Y DE EFICIENCIA							
ANÁLISIS Y DECISIONES TOMADAS POR LA GERENCIA SOBRE MODIFICACIONES, EXPANSIONES O COMPRA DE EQUIPOS, SISTEMAS O PROCESOS QUE IMPACTAN SIGNIFICATIVAMENTE EL USO DE LA ENERGÍA.						x	

Figura A.11: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS				
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
CÓDIGO: 002		FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 9 DE 10	
				HOJA N°:	

REGISTRO	EXISTE	ACCESIBLE
EVALUACIÓN DE OFERTAS DE PROVEEDORES DE ENERGÉTICOS		
EVALUACIÓN DE LOS CONTRATOS DEFINITIVOS DE COMPRA DE ENERGÍA.		
CAMBIOS DE PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS.		
JUSTIFICACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS.		
JUSTIFICACIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS.		
RESULTADOS DE LAS AUDITORIAS ENERGÉTICAS		
NECESIDADES DE ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGÍA.		
ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO AL PERSONAL VINCULADO CON LA ENERGÍA.		
EN CUANTO A LA CULTURA ENERGÉTICA DE LA EMPRESA, SEÑALE:		
	SI	NO
¿ESTA IDENTIFICADO EL PERSONAL CLAVE PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA?		X
¿ESTÁN IDENTIFICADAS LAS COMPETENCIAS REQUERIDAS POR ESE PERSONAL CLAVE?		
¿SE EVALÚAN LAS COMPETENCIAS DEL PERSONAL CLAVE? FECHA DE LA ÚLTIMA EVALUACIÓN: DD ____ MM ____ AAAA ____		
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD (ISO 9000)?	SI	NO
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD?	SI	NO
¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE?		
¿LA EMPRESA TIENE IMPLEMENTADO UN SISTEMA DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?	SI	NO
SI LA RESPUESTA ES AFIRMATIVA INDIQUE CUÁL SISTEMA		
¿EXISTE UN RESPONSABLE O REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL?	SI	NO
¿SI EXISTE, CUÁL ES SU NOMBRE?		
¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADO ALGÚN SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO?	SI	NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN QUÉ SISTEMAS.		
ILUMINACIÓN		CALEFACCIÓN
FRÍO INDUSTRIAL		COMPRESORES
		AIRE ACONDICIONADO
		MOTORES

Figura A.12: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 10 DE 10	
				HOJA N°:	

¿LA EMPRESA TIENE IMPLANTADAS OPCIONES DE MANEJO, TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS?					SI	NO
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE PARA LOS SIGUIENTES TIPOS DE RESIDUOS QUÉ TIPO DE TRATAMIENTO SE REALIZA.						
RESIDUOS	MINIMIZACIÓN	VALORIZACIÓN (REUSO O RECICLAJE)	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN	NO DISPONE	NO ES NECESARIO	
LÍQUIDOS						
SÓLIDOS						
EMISIONES ATMOSFÉRICAS						
RUIDOS Y OLORES						
OTROS						
INDIQUE LOS MOTIVOS POR LOS CUALES SE REALIZAN ESTOS TRATAMIENTOS						
CUMPLIR NORMATIVA SANITARIA			CUMPLIR NORMATIVA AMBIENTAL			
AHORRO RECURSOS			QUEJAS VECINOS			
CUMPLIR REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL						
SINTETICE LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN AMBIENTAL ACTUALES (ASPECTOS POSITIVOS) Y LAS DEFICIENCIAS (ASPECTOS NEGATIVOS) Y, SI ES NECESARIO, LAS PROPUESTAS DE MEJORA QUE ASUME LA EMPRESA.						
PERSONAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL FORMATO						
NOMBRE			CARGO			
FIRMA RESPONSABLE						

Figura A.13: Encuesta de la UPME para la realización de la caracterización energética

Apéndice B

REGISTRO DEL INGRESO DEL PERSONAL A LAS SALAS DEL CENTIC Y CONSUMO ENERGÉTICO CORRESPONDIENTE AL PERÍODO DE MEDICIÓN.

DÍA	FECHA	NÚMERO DE PERSONAS QUE INGRESARON AL EDIFICIO	POTENCIA ACTIVA TG1-TG2 Kwh
1	19-nov-13	2120	2850
2	20-nov-13	2778	3120
3	21-nov-13	2616	2940
4	22-nov-13	1853	2340
5	23-nov-13	1878	2310
6	24-nov-13	0	1590
7	25-nov-13	1764	2220
8	26-nov-13	2473	3030
9	27-nov-13	3025	3270
10	28-nov-13	2812	3060
11	29-nov-13	1904	2340
12	30-nov-13	1153	2010
13	01-dic-13	0	1560
14	02-dic-13	1931	2370
15	03-dic-13	2692	3000
16	04-dic-13	3278	3630
17	05-dic-13	3132	3510
18	06-dic-13	2300	3450
19	07-dic-13	1683	2100
20	08-dic-13	0	1620
21	09-dic-13	2491	3060
22	10-dic-13	2824	3090
23	11-dic-13	3528	3360
24	12-dic-13	3328	3390
25	13-dic-13	2559	2910
26	14-dic-13	1183	2040
27	15-dic-13	0	1560
28	16-dic-13	2090	2790
29	17-dic-13	2857	3120
30	18-dic-13	3326	3150
31	19-dic-13	2658	2940
32	16-ene-14	1940	2370
33	17-ene-14	1549	1920
34	18-ene-14	154	1800
35	19-ene-14	0	1590
36	20-ene-14	1907	2310
37	21-ene-14	2986	3210
38	22-ene-14	3082	3330
39	23-ene-14	3036	3240
40	24-ene-14	2638	3060
41	25-ene-14	224	1710
42	26-ene-14	0	1620

Figura B.1: Registro del personal y consumo energético

DÍA	FECHA	NÚMERO DE PERSONAS QUE INGRESARON AL EDIFICIO	POTENCIA ACTIVA TG1-TG2 Kwh
43	27-ene-14	2355	3270
44	28-ene-14	3107	3330
45	29-ene-14	3216	3510
46	30-ene-14	3170	3420
47	31-ene-14	2204	3270
48	01-feb-14	382	1920
49	02-feb-14	0	1470
50	03-feb-14	2258	3270
51	04-feb-14	3069	3360
52	05-feb-14	3183	3540
53	06-feb-14	3048	3300
54	07-feb-14	2458	3030
55	08-feb-14	143	1740
56	09-feb-14	0	1500
57	10-feb-14	2265	3150
58	11-feb-14	3230	3540
59	12-feb-14	3103	3720
60	13-feb-14	3103	3270
61	14-feb-14	2916	3900
62	15-feb-14	1392	1710
63	16-feb-14	0	1410
64	17-feb-14	2355	3090
65	18-feb-14	2969	3330
66	19-feb-14	3777	3870
67	20-feb-14	3390	3480
68	21-feb-14	3893	2850
69	22-feb-14	1290	2490
70	23-feb-14	0	1530
71	24-feb-14	2606	3210
72	25-feb-14	3181	3090
73	26-feb-14	3431	3270
74	27-feb-14	3342	4230
75	28-feb-14	2607	2070
76	01-mar-14	1570	1980
77	02-mar-14	0	1680
78	03-mar-14	2280	3180
79	04-mar-14	3371	3690
80	05-mar-14	3662	3750
81	06-mar-14	3467	3540
82	07-mar-14	2881	3210
83	08-mar-14	1298	2490
84	09-mar-14	0	1620
85	10-mar-14	2410	2970
86	11-mar-14	2878	3090

Figura B.2: Registro del personal y consumo energético

Apéndice C

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS

Especificaciones

Especificaciones de escala

Unidades	Escala	Resolución	Precisión
Lux	400.0	0.1	± (5% lectura + 10 dígitos)
	4000	1	
	40.00 k	0.01 k	± (10% lectura + 10 dígitos)
	400.0k	0.1k	
Bujías pie	40.00	0.01	± (5% lectura + 10 dígitos)
	400.0	0.1	
	4000	1	± (10% lectura + 10 dígitos)
	40.00 k	0.01 k	
Notas: 1. Sensor calibrado con lámpara incandescente estándar (temperatura de color: 2856 K) 2. 1Fc = 10.76 Lux			

Especificaciones generales

Pantalla	Pantalla LCD de 4000 cuentas con gráfica de barras de 40 segmentos
Escalas	Cuatro escalas, selección manual
Indicación de sobre escala	LCD indica 'OL'
Respuesta al espectro	CIE fotópica (CIE curva de respuesta del ojo humano)
Precisión del espectro	V_{λ} función (f_1 , $\leq 6\%$)
Respuesta del coseno	$f_2 \leq 2\%$; Coseno corregido para incidencia angular de luz
Repetibilidad de la medida	$\pm 3\%$
Tasa del indicador	aproximadamente 750 mseg para pantalla digital y de gráfica de barras
Foto detector	Foto diodo de silicio con filtro de respuesta del espectro
Condiciones de operación	Temperatura: 0 a 40°C (32 a 104 °F); Humedad: < 80 %RH
Condiciones de almacenamiento	Temperatura: 10 a 50°C (-14 a 140°F); Humedad: < 80 %RH
Dimensiones del medidor	170 X 80 X 40 mm (6.7 X 3.2 X 1.6")
Dimensiones del foto detector	115 x 60 x 20 mm (4.5 x 2.4 x 0.8")
Peso	Aprox. 390 g (13.8 oz.) con batería
Longitud cable del sensor	1 m (3.2')
Indicación de batería débil	El símbolo batería aparece en la LCD
Fuente de energía	Batería 9V
Vida de la batería	100 (Retroiluminación apagada)

Figura C.1: Ficha técnica luxómetro

POWERVISA

Power Quality Analyzer



Equipped with 8 independent channels, the 3-phase PowerVisa® is the only advanced power monitoring instrument to incorporate a color touch screen into its lightweight design. Automated setups provide instant detection of circuits and configurations, ensuring that the instrument is ready to successfully collect data. Users can select the length and mode of data collection, including troubleshooting, data logging, power quality surveys, energy and load balancing. The PowerVisa collects data at 256 samples/cycle/channel, offers remote communications using RS-232, ethernet or USB options, and meets IEEE 1159 and the newest European standards.

Measured Parameters

(4) differential inputs, 1-600 Vrms, AC / DC, 0.1% rdg + 0.05% FS, 256 samples/cycle, 16 bit ADC
 (4) inputs with CTs 1-6000 Arms, CT -dependent, AC/DC, 256 samples/cycle, 0.1% rdg + CTs, 16 bit ADC
 Frequency range, 10 mHz resolution, 45-65 Hz
 Phase lock loop – standard PQ mode

Monitoring/Compliance

IEEE 1159
 IEC 61000-4-30 Class A
 EN50160 Quality of Supply

Power Quality Triggers

Cycle-by-cycle analysis; 256 samples/cycle; 1/2 RMS stpes
 L-L, L-N, N-G RMS variations: sags/swells/interruptions
 RMS recordings and Waveshape recordings (30 pre-fault, 100 post -fault cycles)
 Low and medium frequency transients – V&I
 Harmonics summary parameters
 Cross trigger V&I channels
 RMS event characterization (IEEE or IEC)

Distortion/Power/Energy

W, VA, VAR, TPF, DPF, Demand, Energy, etc.; Harmonics & interharmonics per IEC 61000-4-7
 THD/Harmonic Spectrum, TID/Interharmonic Spectrum (V, I, W) to 63rd
 Crest factor, K factor, transformer derating factor, telephone interference factor

General Specifications

Size (HxWxD): 12" x 2.5" x 8"; Weight: 3.8 lbs
 Operating temperature: 0 to 50 degrees C; Storage temperature: -20 to 55 degrees C
 Humidity: 10 – 90% non-condensing
 Memory options (must have one): Up to 128M removable compact flashcard

ventas@siesamx.com soporte@siesamx.com

Figura C.2: Ficha técnica analizador de redes



Detailed specifications

	Ti32	Ti29	Ti27
Temperature			
Temperature measurement range (not calibrated below -10 °C)	-20 °C to +600 °C (-4 °F to +1112 °F)		
Temperature measurement accuracy	± 2 °C or 2 % (at 25 °C nominal, whichever is greater)		
On-screen emissivity correction	Yes		
On-screen reflected background temperature compensation	Yes		
On-screen transmission correction	Yes		
Imaging performance			
Image capture frequency	9 Hz refresh rate or 60 Hz refresh rate depending upon model variation		
Detector type	Focal Plane Array, uncooled microbolometer, 320 x 240 pixels	Focal Plane Array, uncooled microbolometer, 280 x 210 pixels	Focal Plane Array, uncooled microbolometer, 240 x 180 pixels
Thermal sensitivity (NETD)	≤ 0,045 °C at 30 °C target temp. (45 mK)	≤ 0,05 °C at 30 °C target temp (50 mK)	
Total pixels	76,800	58,800	43,200
Infrared spectral band	7.5 µm to 14 µm (long wave)		
Visual (visible light) camera	Industrial performance 2.0 megapixel		
Minimum focus distance	45 cm (approx. 18 in)		
Standard infrared lens type			
Field of view	23 ° x 17 °		
Spatial resolution (IFOV)	1,25 mRad	1,43 mRad	1,67 mRad
Minimum focus distance	15 cm (approx. 6 in)		
Optional telephoto infrared lens type			
Field of view	11.5 ° x 8.7 °		
Spatial resolution (IFOV)	0,63 mRad	0,72 mRad	0,84 mRad
Minimum focus distance	45 cm (approx. 18 in)		
Optional wide-angle infrared lens type			
Field of view	46 ° x 34 °		
Spatial resolution (IFOV)	2,50 mRad	2,86 mRad	3,34 mRad
Minimum focus distance	7.5 cm (approx. 3 in)		
Focus mechanism	Manual, one-handed Smart Focus capability		
Image presentation			
Palettes			
Standard	Ironbow, Blue-Red, High Contrast, Amber, Amber Inverted, Hot Metal, Grayscale, Grayscale Inverted		
Ultra Contrast™	Ironbow Ultra, Blue-Red Ultra, High Contrast Ultra, Amber Ultra, Amber Inverted Ultra, Hot Metal Ultra, Grayscale Ultra, Grayscale Inverted Ultra		
Level and span	Smooth auto-scaling and manual scaling of level and span		
Fast auto toggle between manual and auto modes	Yes		
Fast auto-rescale in manual mode	Yes		
Minimum span (in manual mode)	2.5 °C (4.5 °F)		
Minimum span (in auto mode)	5 °C (9 °F)		
IR-Fusion® information			
Automatically aligned (parallax corrected) visual and IR blending	Yes		
Picture-In-Picture (PIP)	Three levels of on-screen IR blending displayed in center of LCD		
Full screen infrared	Three levels of on-screen IR blending displayed on LCD		
Color alarms (temperature alarms)	High-temperature alarm (user-selectable)		
Voice annotation	60 seconds maximum recording time per image; reviewable playback on imager		
Image capture and data storage			
	The Ti32, Ti29 and Ti27 allow users to adjust palette, blending, level, span, IR-Fusion® mode, emissivity, and reflected background temperature compensation, and transmission correction on a captured image before it is stored		
Image capture, review, save mechanism	One-handed image capture, review, and save capability		
Storage medium	SD Memory Card (2 GB memory card will store at least 1200 fully radiometric (.is2) IR and linked visual images each with 60 seconds voice annotations, or 3000 basic bitmap (.bmp) images, or 3000 jpeg (.jpeg) images; transferrable to PC via included multi-format USB card reader		
File formats	Non-radiometric (.bmp) or (.jpeg) or fully-radiometric (.is2)		
	No analysis software required for non-radiometric (.bmp and .jpeg) files		
Export file formats w/SmartView® software	BMP, DIB, GIF, JPE, JPF, JPEG, JPG, PNG, TIF, and TIFF		
Memory review	Thumbnail view navigation and review selection		

2 Fluke Corporation Ti32, Ti29 and Ti27 Industrial Thermal Imagers

Figura C.3: Ficha técnica cámara termográfica

Apéndice D

FORMATO DE REGISTRO DE ACTIVIDADES REALIZADAS

REGISTRO DE INGRESO A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTIC PARA INSTALAR EL ANALIZADOR DE REDES AL TRANSFORMADOR 1 Y TRANSFORMADOR 2			
INFORMACIÓN GENERAL			
Se realiza el ingreso a la subestación eléctrica del CENTIC bajo la supervisión del Ingeniero Electricista Gustavo Archila del Departamento de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de instalar el analizador de redes Dranetz Power Visa a los transformadores.			
Fecha	HORA	ACTIVIDAD	Firma Ingeniero supervisor
15-feb-14	08:40 a.m.	Se conecta el analizador de redes a los terminales de salida del transformador 1 marca SIEMENS	GUSTAVO ARCHILA R.
03-mar-14	08:40 a.m.	Se desconecta el analizador de redes del transformador 1 y se procede a instalarlo en los terminales de salida del transformador 2 marca ABB	GUSTAVO ARCHILA R.
15-mar-14	09:15 a.m.	Se desconecta el analizador de redes del transformador 2	GUSTAVO ARCHILA R.

Tabla D.1: Registro ingreso a la subestación para la instalación del analizador de redes

REGISTRO DE INGRESO A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DEL CENTIC PARA TOMA DE DATOS DE POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA DEL TABLERO GENERAL 1 (TG1) Y TABLERO GENERAL 2 (TG2)						
INFORMACIÓN GENERAL						
Se realiza el ingreso a la subestación eléctrica del CENTIC bajo la supervisión del Ingeniero Electricista Gustavo Archila del Departamento de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de tomar datos de la potencia activa y reactiva de los tableros generales TG1 y TG2.						
Fecha	Hora	TABLERO GENERAL 1		TABLERO GENERAL 2		Firma Ingeniero supervisor
		Kwh	KVArh	Kwh	KVArh	
30-ene-14	08:38 a.m.	13044,4	2335,4	8491,6	4386,5	GUSTAVO ARCHILA
31-ene-14	08:25 a.m.	13050,7	2335,5	8496,7	4389,1	GUSTAVO ARCHILA
01-feb-14	08:35 a.m.	13057,2	2335,6	8501,1	4391,4	GUSTAVO ARCHILA R.
02-feb-14	09:15 a.m.	13061,2	2335,6	8503,5	4392,1	GUSTAVO ARCHILA R.
03-feb-14	08:35 a.m.	13064,2	2335,6	8505,4	4393,5	GUSTAVO ARCHILA
04-feb-14	08:34 a.m.	13070,2	2335,7	8510,3	4396,1	GUSTAVO ARCHILA R.
05-feb-14	08:34 p.m.	13076,5	2335,8	8515,2	4398,7	GUSTAVO ARCHILA R.
06-feb-14	08:40 p.m.	13083,3	2336	8520,2	4401,4	GUSTAVO ARCHILA
07-feb-14	08:15 a.m.	13089,7	2336	8524,8	4403,8	GUSTAVO ARCHILA R.
08-feb-14	08:15 a.m.	13095,3	2336	8529,3	4405,2	GUSTAVO ARCHILA R.
09-feb-14	09:20 a.m.	13099,1	2336	8531,3	4405,8	GUSTAVO ARCHILA
10-feb-14	08:38 a.m.	13102,2	2336	8533,2	4407,5	GUSTAVO ARCHILA R.
11-feb-14	08:15 a.m.	13108,6	2336,1	8537,3	4409,8	GUSTAVO ARCHILA R.
12-feb-14	08:20 a.m.	13115,5	2336,1	8542,2	4412,2	GUSTAVO ARCHILA R.
13-feb-14	08:15 a.m.	13122,3	2336,2	8547,8	4415	GUSTAVO ARCHILA R.
14-feb-14	08:10 a.m.	13128,4	2336,3	8552,6	4417,4	GUSTAVO ARCHILA R.
15-feb-14	08:40 a.m.	13135,5	2336,3	8558,5	4420,3	GUSTAVO ARCHILA R.
16-feb-14	09:35 a.m.	13139,3	2336,3	8560,4	4421,1	GUSTAVO ARCHILA R.
17-feb-14	08:10 a.m.	13142,4	2336,3	8562	4421,8	GUSTAVO ARCHILA R.
18-feb-14	08:40 a.m.	13148	2336,3	8566,7	4424,3	GUSTAVO ARCHILA
19-feb-14	08:25a.m	13153,9	2336,3	8571,9	4426,9	GUSTAVO ARCHILA
20-feb-14	08:18 a.m.	13160,2	2336,3	8578,5	4428,3	GUSTAVO ARCHILA R.
21-feb-14	08:25 a.m.	13166,7	2336,3	8583,6	4432,9	GUSTAVO ARCHILA R.
22-feb-14	08:20 a.m.	13171,8	2336,3	8588	4435,8	GUSTAVO ARCHILA R.
23-feb-14	09:30 a.m.	13176,8	2336,3	8591,3	4436,8	GUSTAVO ARCHILA R.
24-feb-14	08:20 a.m.	13180,1	2336,3	8593,1	4437,6	GUSTAVO ARCHILA R.
25-feb-14	08:21 a.m.	13186,6	2336,3	8597,3	4439,6	GUSTAVO ARCHILA
26-feb-14	08:25 a.m.	13191,3	2336,3	8602,9	4442,4	GUSTAVO ARCHILA
27-feb-14	08:20 a.m.	13197,2	2336,3	8607,9	4445,1	GUSTAVO ARCHILA R.
28-feb-14	08:20 a.m.	13204,2	2336,3	8615	4448,6	GUSTAVO ARCHILA
01-mar-14	08:40 a.m.	13209,1	2336,3	8617	4449,8	GUSTAVO ARCHILA R.
02-mar-14	09:35 a.m.	13212,5	2336,3	8620,2	4451,3	GUSTAVO ARCHILA R.
03-mar-14	8:40 a.m.	13216,1	2336,3	8622,2	4452,3	GUSTAVO ARCHILA R.

Tabla D.2: Registro ingreso a la subetación para toma de datos de potencias


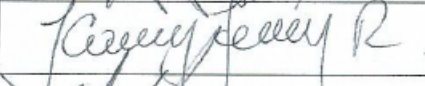

REGISTRO DE CHARLA REFERENTE A LA CAMPAÑA AHORRO ENERGÉTICO EN EL CENTIC						
1	INFORMACIÓN GENERAL					
	FECHA	DIA	MES	AÑO	LUGAR	CENTIC
		14.	07.	2014	HORA	9:00 a.m.
	ACTIVIDAD	Reunión con el Ing. Edwin Ordoñez, encargado de la División de Servicios de Información para dar a conocer la campaña energética en el CENTIC, con el fin de crear una cultura de ahorro en los usuarios del edificio.				
2	PARTICIPANTES					
	NOMBRE			FIRMA		
	Andrés Felipe Puentes Marín					
	Juan Camilo Jones Rojas					
Edwin Ordoñez						
3	DÉSARROLLO DE LA ACTIVIDAD					
	1	Se realiza una charla acerca de la situación energética actual del CENTIC, dando a conocer la campaña energética, por medio de la cual se busca incentivar a los usuarios del edificio a tomar conciencia acerca de uso racional y eficiente de la energía con la cual pueden reducir costos energéticos.				
	2	Se procede a pegar carteles en algunos sitios estratégicos al interior del edificio para dar a conocer la campaña energética y de igual manera incentivar a las personas a realizar un uso racional y eficiente de la energía.				

Tabla D.3: Registro campaña energética

Apéndice E

INFORME GUÍA DE LA NORMA EUROPEA EN 50160

E.1. TRANSFORMADOR 1

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO DEL 15/02/2014 HASTA 22/02/2014

Sitio: PowerVisa Site, Semana #1 (15/02/2014 12:59:59,0 Hasta 22/02/2014 12:59:59,0)
Tensión Nominal (Un) = 125 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

Rango	Umbral	Cumplimiento	
60 Hz +1%/-1%	99.5%	100.0%	PASA
60 Hz +4%/-6%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
125 V +10%/-10%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA
125 V +10%/-15%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
<1	95.0%	98.7%	100.0%	100.0%	PASA

Desequilibrio de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento	
0-2%	95.0%	100.0%	PASA

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

	Limite (% de Un)	A	B	C	Estado
THD	<8.00%	4.20%	3.98%	4.06%	PASA
H02	<2.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H03	<5.00%	0.49%	0.61%	0.48%	PASA
H04	<1.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H05	<6.00%	3.98%	3.75%	3.92%	PASA
H06	<0.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H07	<5.00%	1.35%	1.30%	1.10%	PASA
H08	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H09	<1.50%	0.15%	0.20%	0.14%	PASA
H10	<0.50%	0.03%	0.01%	0.03%	PASA
H11	<3.50%	0.29%	0.25%	0.25%	PASA
H12	<0.50%	0.02%	0.02%	0.03%	PASA
H13	<3.00%	0.20%	0.22%	0.16%	PASA
H14	<0.50%	0.03%	0.03%	0.04%	PASA
H15	<0.50%	0.11%	0.09%	0.07%	PASA
H16	<0.50%	0.03%	0.03%	0.02%	PASA
H17	<2.00%	0.16%	0.16%	0.16%	PASA
H18	<0.50%	0.03%	0.04%	0.03%	PASA
H19	<1.50%	0.07%	0.08%	0.07%	PASA
H20	<0.50%	0.05%	0.05%	0.06%	PASA
H21	<0.50%	0.14%	0.12%	0.08%	PASA
H22	<0.50%	0.05%	0.06%	0.03%	PASA
H23	<1.50%	0.27%	0.28%	0.28%	PASA
H24	<0.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H25	<1.50%	0.22%	0.18%	0.18%	PASA

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 3060Hz	PASA
3060Hz - 100khz no disponibles para este instrumento	

Figura E.1: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: PowerVisa Site, Semana #1 (15/02/2014 12:59:59,0 Hasta 22/02/2014 12:59:59,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	10-100 mseg	0.1-0.5 Seg.	0.5-1 Seg.	1-3 Seg.	3-20 Seg.	20-60 Seg.	1-3 Min	>3 Min
Huecos:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	-	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	-	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	2	1	-	-	-	-	-	-
Interrupciones:								
99% - 100%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretensiones:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	Cuentas
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	80
200% -	-

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

	A	B	C
TID	0.18%	0.12%	0.12%
IH00	0.05%	0.06%	0.06%
IH01	0.06%	0.06%	0.06%
IH02	0.03%	0.02%	0.02%
IH03	0.04%	0.03%	0.03%
IH04	0.04%	0.03%	0.03%
IH05	0.04%	0.04%	0.04%
IH06	0.04%	0.03%	0.03%
IH07	0.04%	0.04%	0.04%
IH08	0.02%	0.01%	0.01%
IH09	0.02%	0.01%	0.01%
IH10	0.02%	0.01%	0.01%
IH11	0.02%	0.02%	0.01%
IH12	0.02%	0.02%	0.03%
IH13	0.02%	0.01%	0.02%
IH14	0.02%	0.00%	0.00%
IH15	0.03%	0.01%	0.01%
IH16	0.03%	0.02%	0.01%
IH17	0.03%	0.05%	0.03%
IH18	0.02%	0.01%	0.01%
IH19	0.03%	0.03%	0.04%
IH20	0.02%	0.00%	0.01%
IH21	0.03%	0.01%	0.02%
IH22	0.02%	0.01%	0.02%
IH23	0.03%	0.02%	0.02%
IH24	0.03%	0.02%	0.02%
IH25	0.02%	0.01%	0.01%

Figura E.2: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: PowerVisa Site, Semana #2 (22/02/2014 12:59:59,0 Hasta 26/02/2014 23:20:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Tensión Nominal (Un) = 125 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

Rango	Umbral	Cumplimiento	
60 Hz +1%/-1%	99.5%	100.0%	PASA
60 Hz +4%/-6%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
125 V +10%/-10%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA
125 V +10%/-15%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
<1	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Desequilibrio de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento	
0-2%	95.0%	100.0%	PASA

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

	Limite (% de Un)	A	B	C	Estado
THD	<8.00%	4.49%	4.40%	4.39%	PASA
H02	<2.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H03	<5.00%	0.47%	0.58%	0.46%	PASA
H04	<1.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H05	<6.00%	4.21%	4.16%	4.18%	PASA
H06	<0.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H07	<5.00%	1.62%	1.51%	1.31%	PASA
H08	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H09	<1.50%	0.11%	0.17%	0.10%	PASA
H10	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H11	<3.50%	0.32%	0.29%	0.28%	PASA
H12	<0.50%	0.02%	0.01%	0.03%	PASA
H13	<3.00%	0.19%	0.20%	0.15%	PASA
H14	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H15	<0.50%	0.10%	0.08%	0.07%	PASA
H16	<0.50%	0.02%	0.01%	0.02%	PASA
H17	<2.00%	0.15%	0.15%	0.14%	PASA
H18	<0.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H19	<1.50%	0.06%	0.07%	0.08%	PASA
H20	<0.50%	0.05%	0.03%	0.04%	PASA
H21	<0.50%	0.11%	0.10%	0.08%	PASA
H22	<0.50%	0.05%	0.04%	0.03%	PASA
H23	<1.50%	0.26%	0.25%	0.27%	PASA
H24	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H25	<1.50%	0.21%	0.16%	0.17%	PASA

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 3060Hz PASA

3060Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

Figura E.3: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: PowerVisa Site, Semana #2 (22/02/2014 12:59:59,0 Hasta 26/02/2014 23:20:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA**Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones**

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	10-100 mseg	0.1-0.5 Seq.	0.5-1 Seq.	1-3 Seq.	3-20 Seq.	20-60 Seq.	1-3 Min	>3 Min
Huecos:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	1	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	-	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	7	-	-	-	-	-	-	-
Interrupciones:								
99% - 100%	-	-	-	-	-	-	-	1
Sobretensiones:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	Cuentas
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	102
200% -	-

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

	A	B	C
TID	0.18%	0.11%	0.12%
IH00	0.05%	0.05%	0.05%
IH01	0.06%	0.06%	0.06%
IH02	0.02%	0.02%	0.02%
IH03	0.04%	0.03%	0.03%
IH04	0.04%	0.03%	0.03%
IH05	0.04%	0.04%	0.04%
IH06	0.03%	0.03%	0.03%
IH07	0.04%	0.04%	0.04%
IH08	0.02%	0.01%	0.01%
IH09	0.02%	0.01%	0.01%
IH10	0.02%	0.01%	0.01%
IH11	0.02%	0.02%	0.01%
IH12	0.03%	0.03%	0.03%
IH13	0.02%	0.01%	0.02%
IH14	0.02%	0.00%	0.00%
IH15	0.02%	0.01%	0.01%
IH16	0.03%	0.03%	0.02%
IH17	0.03%	0.05%	0.03%
IH18	0.03%	0.02%	0.02%
IH19	0.03%	0.03%	0.04%
IH20	0.02%	0.00%	0.00%
IH21	0.03%	0.01%	0.02%
IH22	0.02%	0.01%	0.01%
IH23	0.03%	0.02%	0.02%
IH24	0.03%	0.02%	0.02%
IH25	0.02%	0.01%	0.01%

Figura E.4: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO DEL 26/02/14 HASTA EL 02/03/2014 DEL TRANSFORMADOR 1

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sitio: PowerVisa Site, Semana #1 (26/02/2014 23:29:59,0 Hasta 02/03/2014 09:20:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Tensión Nominal (Un) = 125 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

Rango	Umbral	Cumplimiento	
60 Hz +1%/-1%	99.5%	100.0%	PASA
60 Hz +4%/-6%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
125 V +10%/-10%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA
125 V +10%/-15%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
<1	95.0%	100.0%	96.7%	100.0%	PASA

Desequilibrio de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento	
0-2%	95.0%	100.0%	PASA

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

	Limite (% de Un)	A	B	C	Estado
THD	<8.00%	3.89%	3.78%	3.73%	PASA
H02	<2.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H03	<5.00%	0.44%	0.50%	0.41%	PASA
H04	<1.00%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H05	<6.00%	3.61%	3.52%	3.53%	PASA
H06	<0.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA
H07	<5.00%	1.36%	1.29%	1.10%	PASA
H08	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H09	<1.50%	0.10%	0.15%	0.10%	PASA
H10	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H11	<3.50%	0.25%	0.20%	0.20%	PASA
H12	<0.50%	0.02%	0.01%	0.03%	PASA
H13	<3.00%	0.15%	0.17%	0.12%	PASA
H14	<0.50%	0.02%	0.02%	0.03%	PASA
H15	<0.50%	0.10%	0.08%	0.08%	PASA
H16	<0.50%	0.03%	0.01%	0.02%	PASA
H17	<2.00%	0.13%	0.12%	0.14%	PASA
H18	<0.50%	0.02%	0.02%	0.03%	PASA
H19	<1.50%	0.06%	0.08%	0.07%	PASA
H20	<0.50%	0.05%	0.03%	0.04%	PASA
H21	<0.50%	0.10%	0.09%	0.08%	PASA
H22	<0.50%	0.04%	0.04%	0.03%	PASA
H23	<1.50%	0.25%	0.24%	0.26%	PASA
H24	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H25	<1.50%	0.20%	0.16%	0.17%	PASA

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 3060Hz	PASA
3060Hz - 100khz no disponibles para este instrumento	

Figura E.5: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sito: PowerVisa Site, Semana #1 (26/02/2014 23:29:59,0 Hasta 02/03/2014 09:20:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA**Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones**

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	10-100 mseg	0.1-0.5 Seg.	0.5-1 Seg.	1-3 Seg.	3-20 Seg.	20-60 Seg.	1-3 Min	>3 Min
Huecos:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	1	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	-	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	2	-	-	-	-	-	-	-
Interrupciones:								
99% - 100%	-	-	-	-	1	-	-	-
Sobretensiones:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	Cuentas
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	68
200% -	-

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

	A	B	C
TID	0.18%	0.11%	0.11%
IH00	0.05%	0.05%	0.05%
IH01	0.05%	0.05%	0.05%
IH02	0.03%	0.02%	0.02%
IH03	0.04%	0.03%	0.03%
IH04	0.04%	0.03%	0.03%
IH05	0.04%	0.03%	0.03%
IH06	0.03%	0.03%	0.03%
IH07	0.03%	0.03%	0.03%
IH08	0.02%	0.01%	0.01%
IH09	0.02%	0.01%	0.01%
IH10	0.02%	0.01%	0.01%
IH11	0.02%	0.02%	0.01%
IH12	0.03%	0.02%	0.03%
IH13	0.03%	0.01%	0.02%
IH14	0.03%	0.00%	0.00%
IH15	0.03%	0.00%	0.01%
IH16	0.03%	0.03%	0.02%
IH17	0.03%	0.05%	0.04%
IH18	0.03%	0.02%	0.03%
IH19	0.03%	0.03%	0.04%
IH20	0.02%	0.00%	0.00%
IH21	0.03%	0.01%	0.02%
IH22	0.02%	0.01%	0.01%
IH23	0.03%	0.02%	0.02%
IH24	0.03%	0.02%	0.02%
IH25	0.02%	0.01%	0.01%

Figura E.6: Informe guía de la norma europea EN 50160

E.2. TRANSFORMADOR 2

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO TRANSFORMADOR 2

Sitio: PowerVisa Site, Semana #1 (03/03/2014 18:00:00,0 Hasta 10/03/2014 18:00:00,0)

Tensión Nominal (Un) = 131 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

Rango	Umbral	Cumplimiento	
60 Hz +1%/-1%	99.5%	100.0%	PASA
60 Hz +4%/-6%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
131 V +10%/-10%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA
131 V +10%/-15%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
<1	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Desequilibrio de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento	
0-2%	95.0%	100.0%	PASA

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

	Limite (% de Un)	A	B	C	Estado
THD	<8.00%	4.44%	4.29%	4.32%	PASA
H02	<2.00%	0.02%	0.02%	0.02%	PASA
H03	<5.00%	0.43%	0.20%	0.36%	PASA
H04	<1.00%	0.03%	0.02%	0.02%	PASA
H05	<6.00%	4.09%	3.96%	4.00%	PASA
H06	<0.50%	0.02%	0.02%	0.03%	PASA
H07	<5.00%	1.63%	1.56%	1.46%	PASA
H08	<0.50%	0.02%	0.01%	0.01%	PASA
H09	<1.50%	0.06%	0.07%	0.07%	PASA
H10	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H11	<3.50%	0.22%	0.22%	0.27%	PASA
H12	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H13	<3.00%	0.31%	0.29%	0.23%	PASA
H14	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H15	<0.50%	0.06%	0.04%	0.05%	PASA
H16	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H17	<2.00%	0.25%	0.35%	0.37%	PASA
H18	<0.50%	0.02%	0.00%	0.01%	PASA
H19	<1.50%	0.22%	0.18%	0.18%	PASA
H20	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H21	<0.50%	0.05%	0.05%	0.04%	PASA
H22	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H23	<1.50%	0.08%	0.09%	0.14%	PASA
H24	<0.50%	0.02%	0.00%	0.00%	PASA
H25	<1.50%	0.03%	0.03%	0.03%	PASA

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 3060Hz PASA

3060Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

Figura E.7: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: PowerVisa Site, Semana #1 (03/03/2014 18:00:00,0 Hasta 10/03/2014 18:00:00,0)

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	10-100 mseq	0.1-0.5 Seq.	0.5-1 Seq.	1-3 Seq.	3-20 Seq.	20-60 Seq.	1-3 Min	>3 Min
Huecos:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	-	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	1	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	1	1	-	-	-	-	-	-
Interrupciones:								
99% - 100%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretensiones:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	Cuentas
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	60
200% -	-

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

	A	B	C
TID	0.19%	0.10%	0.11%
IH00	0.07%	0.07%	0.06%
IH01	0.08%	0.07%	0.06%
IH02	0.04%	0.02%	0.02%
IH03	0.05%	0.04%	0.04%
IH04	0.07%	0.03%	0.04%
IH05	0.05%	0.03%	0.04%
IH06	0.05%	0.03%	0.03%
IH07	0.05%	0.03%	0.04%
IH08	0.04%	0.01%	0.01%
IH09	0.03%	0.01%	0.01%
IH10	0.03%	0.01%	0.02%
IH11	0.03%	0.01%	0.01%
IH12	0.05%	0.04%	0.04%
IH13	0.04%	0.01%	0.01%
IH14	0.03%	0.00%	0.00%
IH15	0.03%	0.00%	0.00%
IH16	0.05%	0.04%	0.04%
IH17	0.03%	0.02%	0.02%
IH18	0.06%	0.04%	0.04%
IH19	0.04%	0.02%	0.03%
IH20	0.03%	0.01%	0.01%
IH21	0.03%	0.00%	0.01%
IH22	0.04%	0.01%	0.02%
IH23	0.04%	0.00%	0.01%
IH24	0.04%	0.01%	0.01%
IH25	0.03%	0.00%	0.01%

Figura E.8: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO

Sito: PowerVisa Site, Semana #2 (10/03/2014 18:00:00,0 Hasta 15/03/2014 11:45:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Tensión Nominal (Un) = 131 V

Frecuencia de la Tensión de alimentación

Rango	Umbral	Cumplimiento	
60 Hz +1%/-1%	99.5%	100.0%	PASA
60 Hz +4%/-6%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
131 V +10%/-10%	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA
131 V +10%/-15%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Variaciones rápidas de tensión

No disponible

Flicker

Rango	Umbral	Cumplimiento:			
		CHA	CHB	CHC	
<1	95.0%	100.0%	100.0%	100.0%	PASA

Desequilibrio de la tensión suministrada

Rango	Umbral	Cumplimiento	
0-2%	95.0%	100.0%	PASA

Armónicos

Todos los valores mostrados son del 95%

	Limite (% de Un)	A	B	C	Estado
THD	<8.00%	3.27%	3.15%	3.26%	PASA
H02	<2.00%	0.03%	0.03%	0.02%	PASA
H03	<5.00%	0.37%	0.21%	0.29%	PASA
H04	<1.00%	0.03%	0.03%	0.02%	PASA
H05	<6.00%	3.09%	3.01%	3.15%	PASA
H06	<0.50%	0.03%	0.02%	0.03%	PASA
H07	<5.00%	1.18%	1.07%	1.01%	PASA
H08	<0.50%	0.02%	0.01%	0.01%	PASA
H09	<1.50%	0.05%	0.06%	0.06%	PASA
H10	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H11	<3.50%	0.20%	0.21%	0.23%	PASA
H12	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H13	<3.00%	0.32%	0.29%	0.22%	PASA
H14	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H15	<0.50%	0.07%	0.04%	0.06%	PASA
H16	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H17	<2.00%	0.26%	0.33%	0.36%	PASA
H18	<0.50%	0.02%	0.00%	0.01%	PASA
H19	<1.50%	0.24%	0.19%	0.17%	PASA
H20	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H21	<0.50%	0.05%	0.05%	0.04%	PASA
H22	<0.50%	0.01%	0.00%	0.00%	PASA
H23	<1.50%	0.08%	0.08%	0.14%	PASA
H24	<0.50%	0.02%	0.00%	0.00%	PASA
H25	<1.50%	0.03%	0.03%	0.04%	PASA

Alimentación de Voltaje Señales Principales

90Hz - 3060Hz PASA

3060Hz - 100khz no disponibles para este instrumento

Figura E.9: Informe guía de la norma europea EN 50160

EN50160 INFORME DE CUMPLIMIENTO - INFORMACIÓN ADICIONAL

Sitio: PowerVisa Site, Semana #2 (10/03/2014 18:00:00,0 Hasta 15/03/2014 11:45:00,0)

PELIGRO: ESTE PERIODO ES MENOR DE UNA SEMANA

Huecos de tensión, interrupciones y sobretensiones

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	10-100 mseg	0.1-0.5 Seg.	0.5-1 Seg.	1-3 Seg.	3-20 Seg.	20-60 Seg.	1-3 Min	>3 Min
Huecos:								
0% - 10%	-	-	-	-	-	-	-	-
10% - 15%	-	-	-	-	-	-	-	-
15% - 30%	-	-	-	-	-	-	-	-
30% - 60%	-	-	-	-	-	-	-	-
60% - 99%	-	7	1	-	-	-	-	-
Interrupciones:								
99% - 100%	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobretensiones:								
0% - 110%	-	-	-	-	-	-	-	-
110% - 120%	-	-	-	-	-	-	-	-
120% - 140%	-	-	-	-	-	-	-	-
140% - 160%	-	-	-	-	-	-	-	-
160% - 200%	-	-	-	-	-	-	-	-
200% -	-	-	-	-	-	-	-	-

Sobretensiones transitorias

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, estos son valores informativos)

Magnitud	Cuentas
0% - 110%	-
110% - 120%	-
120% - 140%	-
140% - 160%	-
160% - 200%	182
200% -	-

Interarmónico de tensión

(EN50160 no especifica límites en esta categoría, todas las cifras mostradas son valores del 95%)

	A	B	C
TID	0.20%	0.11%	0.11%
IH00	0.08%	0.07%	0.07%
IH01	0.09%	0.07%	0.07%
IH02	0.05%	0.04%	0.04%
IH03	0.04%	0.03%	0.03%
IH04	0.05%	0.04%	0.04%
IH05	0.04%	0.03%	0.03%
IH06	0.04%	0.03%	0.03%
IH07	0.04%	0.03%	0.03%
IH08	0.03%	0.01%	0.01%
IH09	0.03%	0.01%	0.01%
IH10	0.03%	0.01%	0.01%
IH11	0.03%	0.00%	0.00%
IH12	0.04%	0.03%	0.04%
IH13	0.03%	0.01%	0.01%
IH14	0.03%	0.01%	0.01%
IH15	0.03%	0.00%	0.00%
IH16	0.05%	0.04%	0.04%
IH17	0.03%	0.01%	0.01%
IH18	0.05%	0.03%	0.04%
IH19	0.04%	0.02%	0.02%
IH20	0.03%	0.01%	0.01%
IH21	0.03%	0.00%	0.01%
IH22	0.03%	0.01%	0.01%
IH23	0.03%	0.00%	0.01%
IH24	0.03%	0.01%	0.01%
IH25	0.03%	0.00%	0.00%

Figura E.10: Informe guía de la norma europea EN 50160