

CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y CARGAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**JORGE LERY OTERO QUECHO
JEISSON HERNANDO PEDROZO CELIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2015**

CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y CARGAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**JORGE LERY OTERO QUECHO
JEISSON HERNANDO PEDROZO CELIS**

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Electricista**

**Director
JOHANN FARITH PETIT SUÁREZ
Ingeniero Electricista UIS
Doctor en Ingeniería Eléctrica UC3M**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2015**

DEDICATORIA 1

Quiero dedicar este trabajo de grado en primer lugar al señor todo poderoso, porque fue el quien me permitió comenzar este camino que ya casi culmina, a mi madre que siempre estuvo ahí apoyándome y brindándome ánimos a pesar de las dificultades para salir a delante y culminar este sueño que en parte es de ella. A los docentes, amigos y cada una de las personas con las que tropecé durante todo el proceso y quienes desde su formación me ayudaron a formar parte en la construcción del conocimiento que actualmente tengo y me mostraron que aún tengo un mundo de cosas por conocer, que me regalaron aprobaciones o me indicaban que estaba equivocado, que me felicitaron o me impulsaron a hacer mejor las cosas.

Gracias a todos.

JEISSON HERNANDO PEDROZO CELIS

DEDICATORIA 2

Quiero dedicar este trabajo principalmente al creador, Dios, quien me ha dado tanto la vida como la sabiduría necesaria para recorrerla paso a paso. También quiero dedicarlo a mi familia porque me ha apoyado incondicionalmente, a mi madre Olga Lucía Quecho que ha estado conmigo a través de este camino, siempre animándome para no desfallecer, dándome amor y fortaleza necesaria para tan ardua labor, a mis hermanos porque siempre me acompañaron en las dificultades.

Agradezco a mis amigos, quienes han recorrido junto a mí este largo camino, para todos ustedes que hacen parte de mi segunda familia y con quienes seguiré contando y confiando en este camino llamado vida. A mis amigos y compañeros de la rama estudiantil IEEE UIS de quienes aprendí tanto, quienes me ofrecieron experiencias académicas y organizacionales, pero principalmente con quienes compartí y crecí como persona, espero que continúen realizando esta gran labor y me permitan seguir siendo parte de sus actividades, a Linda Lorena Pérez, quien ha sido más que mi pareja, mi principal apoyo, ayuda y compañía.

A todos los profesores y docentes que me han aportado valiosas experiencias para la vida, algunos generaron en mí, metas y propósitos que me han ayudado a crecer y ser.

Gracias.

JORGE LERY OTERO QUECHO

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos las fuerzas necesarias en los momentos en que más las necesitamos y bendecirnos con posibilidad de culminar nuestros estudios y formarnos como profesionales.

También queremos agradecerle al Dr. Johann Farith Petit Suárez Director del proyecto, al Ing. Germán Alfonso Osma Pinto codirector del proyecto, quienes nos aportaron su tiempo y conocimientos para que este proyecto se llevara a cabo.

A todos los profesores por los conocimientos brindados en el transcurso de la carrera y a la Universidad Industrial de Santander, por habernos abierto las puertas y acogernos en este proceso.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	22
1. DESARROLLO DE ACTIVIDADES	24
1.1. ACTUALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	26
1.1.1. Metodología utilizada	26
1.1.2. Obtención de la información	26
1.1.3. Análisis de los datos obtenidos	32
1.1.4. Estado actual de las instalaciones	33
1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	34
1.2.1. ¿Por qué es importante el mantenimiento?	34
1.2.2. Mantenimiento en edificaciones	34
1.3. FICHA TÉCNICA DE OPERACIÓN	35
2. CARACTERIZACIÓN DE CARGAS	46
2.1. CARACTERIZACIÓN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES	47
2.1.1. Descripción del sistema eléctrico del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones	47
2.1.2. Diagrama unifilar del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones	47
2.1.3. Planeación energética	49

2.1.4. Revisión energética	49
2.1.5. Identificación de consumos de energía significativos	50
2.1.6. Medición de consumos de energía y análisis de datos	51
2.1.7. Identificación y preparación del personal clave	51
2.1.8. Objetivos y metas del sistema propuestos	52
2.2. PLANES DE ACCIÓN Y MEJORA	52
2.2.1. Realizar una extensiva comunicación a todo el personal que haga uso de las instalaciones del Edificio de Ingeniería Eléctrica y reducir el consumo asociado.	
52	
2.2.2. Verificar hábitos de consumo en los empleados del edificio de la E3T	54
2.2.3. Buenas prácticas energéticas	55
2.2.4. Implementación del plan de gestión energética.	56
2.2.5. Seguimiento del plan de acción y mejora continua	57
2.3. CARACTERIZACIÓN DE CARGAS ESPECIALES EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	58
2.3.1. Análisis de tensión	59
2.3.2. Análisis de Armónicos en tensión	66
2.3.3. Análisis de parámetros de corriente	70
2.3.4. Análisis de parámetros de demanda	77
3. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	86
3.1. CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE MOVIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN	86
3.2. REVISIÓN DE TEMPERATURA EN TECHOS VERDES	87

3.3. MODIFICACIÓN Y PUESTA DE MANDOS PARA TELONES ELECTRÓNICOS EN AULAS CON PROYECTORES	88
3.3.1. Configuración de un solo mando para control del aula de telones implementados en el Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander	91
3.3.2. Configuración de 2 mandos para control del aula de telones implementados en el Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander	92
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	94
4.1. RESULTADOS	94
4.2. RECOMENDACIONES	94
4.3. CONCLUSIONES	95
REFERENCIAS	97
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Probador de tomacorriente	27
Figura 2. Luxómetro	28
Figura 3. Especificaciones técnicas, Sistema de Información de la Investigación, HERMES, Universidad Nacional de Colombia.	36
Figura 4. Información General Sistema de Información de la Investigación	37
Figura 5. Hoja de vida de la Tapadora de Línea de Kraft Foods Planta Valencia.	38
Figura 6. Hoja de Vida de Bienes Institucionales.	39
Figura 7. Ficha técnica de operaciones página 1.	41
Figura 8. Ficha técnica de operaciones página 2.	43
Figura 9. Ficha técnica digital.	45
Figura 10. Diagrama unifilar Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.	47
Figura 11. Funciones de ahorro de energía en computadores [15].	56
Figura 12. Analizador de redes Dranetz.	58
Figura 13. Diagrama de tensiones TP1.	59
Figura 14. Diagrama de tensiones TP2.	60
Figura 15. Diagrama de tensiones TP3.	61
Figura 16. Diagrama de tensiones TP4.	62
Figura 17. Diagrama de tensiones TP5N.	63
Figura 18. Diagrama de tensiones TP5R.	64

Figura 19. Diagrama de tensiones A.A.	65
Figura 20. Diagrama de armónicos de tensión TP1.	66
Figura 21. Diagrama de armónicos de tensión TP2.	67
Figura 22. Diagrama de armónicos de tensión TP3.	67
Figura 23. Diagrama de armónicos de tensión TP4.	68
Figura 24. Diagrama de armónicos de tensión TP5N.	68
Figura 25. Diagrama de armónicos de tensión TP5R.	69
Figura 26. Diagrama de armónicos de tensión A.A fase referencia.	69
Figura 27. Diagrama de corrientes TP1.	70
Figura 28. Diagrama de corrientes TP2.	71
Figura 29. Diagrama de corrientes TP3.	72
Figura 30. Diagrama de corrientes TP4.	72
Figura 31. Diagrama de corrientes TP5N.	73
Figura 32. Diagrama de corrientes TP5R.	74
Figura 33. Diagrama de corriente A.A fase referencia.	76
Figura 34. Demanda TP1.	78
Figura 35. Demanda TP2.	79
Figura 36. Demanda TP3.	80
Figura 37. Demanda TP4.	81
Figura 38. Demanda TP5N.	82
Figura 39. Demanda TP5R.	83
Figura 40. Demanda A.A fase referencia.	85
Figura 41. Fococelda.	87

Figura 42. Medida de temperatura de la cubierta.	87
Figura 43. Puesta de mandos telones eléctricos.	90
Figura 44. Esquema conexión 2 telones y 1 mando de control.	91
Figura 45. Esquema de conexión de 3 telones y 2 mandos de control.	92
Figura 46. Esquema de conexión de 5 telones y 2 mandos de control.	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Avance de los objetivos del plan de trabajo en relación a las actividades realizadas.	24
Tabla 2. Disposición- ubicación de equipos de equipos	28
Tabla 3. Tipos de elementos	30
Tabla 4. Circuitos ramales	31
Tabla 5. Puertos TCP/IP	31
Tabla 6. Tabla de severidad de las fallas	42
Tabla 7. Distorsión armónica total (THDv).	70
Tabla 8. Cuadro resumen de corrientes.	77
Tabla 9.Demanda TP1.	78
Tabla 10. Demanda TP2.	79
Tabla 11.Demanda TP3.	80
Tabla 12. Demanda TP4.	81
Tabla 13. Demanda TP5.	83
Tabla 14. Demanda TP5R.	84
Tabla 15. Demanda A.A.	84

LISTAS DE ANEXOS

Anexo A. Medición de temperatura promedio en techo verde.

Anexo B. Pruebas iniciales de telones en cuarto piso.

Anexo C. Medición de corriente de consumo en telones.

Anexo D. Techo verde.

Anexo E. Mediciones en tableros de distribución.

Anexo F. Ubicación de cajas de paso y canalizaciones.

Anexo G. Ubicación de cajas de conexión.

Anexo H. Instalación final de mandos.

Anexo I. Instalación final de cajas de paso.

Anexo J. Guía del usuario ficha técnica.

DEFINICIONES

En este apartado se presentan las definiciones de una serie de términos que son utilizados en el documento [1],[2].

- **ACOMETIDA:** Derivación de la red local del servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble.
- **ACOMETIDA SUBTERRÁNEA:** Conductores subterráneos de la acometida desde la red de la calle, incluidos los tramos desde un poste o cualquier otra estructura o desde los transformadores, hasta el primer punto de conexión con los conductores de entrada de la acometida en el tablero general, tablero de medidores o cualquier otro tablero con espacio adecuado, dentro o fuera del muro de una edificación.
- **ALIMENTADOR:** Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobre-corriente del circuito ramal final.
- **ARMÓNICOS:** Son ondas de tensión y corriente de frecuencias múltiples de la frecuencia fundamental del sistema.
- **BLACKOUT:** Cortina enrollable eléctrica o mecánica usada para espacio de proyección y reducción de los niveles de iluminación.
- **CANALIZACIÓN:** Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras.
- **CAPACIDAD DE CORRIENTE:** Corriente máxima en amperios que puede transportar continuamente un conductor en condiciones de uso, sin superar su temperatura nominal de servicio.
- **CARGA CONTINUA:** Carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más.

- **CIRCUITO RAMAL EN BAJA TENSIÓN:** Conductores de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobre-corriente y la salida o salidas.
- **CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL:** Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos.
- **CONSUMO:** Cantidad de energía utilizada durante un período de tiempo determinado.
- **CORTOCIRCUITO:** Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.
- **DEMANDA:** Medida de la tasa promedio del consumo eléctrico de cualquier instalación en intervalos de tiempo definidos (5, 10 y 15 minutos dependiendo del tipo de carga).
- **EMPALME:** Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.
- **INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.
- **INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** Dispositivo diseñado para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobre-corriente predeterminada.
- **LÍNEA MUERTA:** Término aplicado a una línea sin tensión o des-energizada.
- **NEUTRO:** Conductor activo conectado intencionalmente a una puesta a tierra, bien sólidamente o a través de un impedancia limitadora.
- **PLANO:** Representación a escala en una superficie.

- **SOBRE-CORRIENTE:** Corriente por encima de la corriente nominal de un equipo o de la capacidad de corriente de un conductor. Puede ser el resultado de una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.
- **SOBRECARGA:** Funcionamiento de un equipo por encima de sus parámetros normales a plena carga o de un conductor por encima de su capacidad de corriente nominal que, si persiste durante un tiempo suficiente podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.
- **SOBRETENSIÓN:** Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.
- **SUBESTACIÓN:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia.
- **TABLERO DE DISTRIBUCIÓN:** Conjunto de equipos de protección, barrajes y cableado que recibe las acometidas parciales y del cual se derivan los circuitos ramales.
- **TOMACORRIENTE:** Dispositivo con contactos hembra, diseñado para instalación fija en una estructura o parte de un equipo, cuyo propósito es establecer una conexión eléctrica con una clavija

TÍTULO:

CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y CARGAS DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTORES:

OTERO QUECHO JORGE LERY **

PEDROZO CELIS JEISSON HERNANDO**

PALABRAS CLAVE: Actualización de planos, señales de tensión, parámetros eléctricos, ventana de observación, flagging, calidad de la energía eléctrica.

DESCRIPCIÓN:

El presente documento describe las actividades efectuadas durante la práctica empresarial realizada en el Edificio de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, donde se efectuaron acciones tanto en el sistema eléctrico como el sistema de automatización, involucrando su funcionamiento, operación y mantenimiento. Las actividades conjuntas permitieron el correcto funcionamiento de los sistemas y la aplicación de principios básicos de eficiencia energética y uso racional de la energía. Además, muestra el proceso de actualización de planos eléctricos y la creación de fichas técnicas de operación en formato físico y digital, las cuales son puestas a disposición, uso y reproducción de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

En segundo lugar, muestra la importancia de la caracterización de las cargas del Edificio, para lo cual se desarrolla una metodología de caracterización y diagnóstico de la energía eléctrica mediante un registro histórico del funcionamiento del sistema. Este proceso basado en la monitorización de parámetros eléctricos, ofrece información concisa y selectiva a las directivas de la Escuela, tales como los planes de acción y mejora, que les permitirán tomar decisiones en pro de la mejora del servicio prestado y la eficiencia del Edificio.

Todo lo anterior, en un trabajo posterior, puede tomar mayor relevancia si se extiende y mejora el seguimiento, siendo la base para desarrollar el concepto de un sistema de medición estandarizado, donde se pueden integrar y visualizar indicadores de calidad de energía eléctrica del Edificio e implementar un protocolo para la medición, calibración y mantenimiento del mismo.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico - Mecánica. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Dr. Johann Farith Petit Suárez

Title:

CHARACTERIZATION OF ELECTRICAL INSTALLATION AND ELECTRICAL ENGINEERING
BUILDING OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.*

AUTHORS:

OTERO QUECHO JORGE LERY **

PEDROZO CELIS JEISSON HERNANDO**

KEYWORDS: Update planes, voltage signals, electrical parameter, observation windows, flagging, electric energy quality.

DESCRIPTION:

This document describes the activities carried out during the business practice done in the Building of Electrical, Electronics and telecommunications engineering where actions were carried out both in the electrical system as the automation system involving its operation and functioning. Join activities allowed the right functioning of the system and the application of basic principles of energy efficiency and rational use of energy. It also shows the process of electrical plans and creating of technical specifications of operating of physical and digital format which are put available, use and reproductions of electrical Engineering School.

Secondly, it shows the importance of characterizing the building loads, for which a methodology for characterization and diagnosis of electricity is generated by a historical record of system operation. This process based on monitoring of electrical parameters, provides concise and selective information to the directives of the school such as actions plans and improvement which will allow them to make decisions in favor of improved the service and efficiency of the building.

All this, in a later work, can take more relevant if it extends and improves monitoring being the basis for developing the concepts of standardized measurement system, which can integrate and visualize indicators of electric power quality Building and implements a protocol for measurement, calibration and maintenance thereof.

* Grade work.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, Electrical, Electronics and Telecommunications School.

Dr. Johann Farith Petit Suárez

INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad [4], encaminada a cumplir con su visión para 2018. Esta institución oficial del orden departamental, está encaminada fundamentalmente a la formación del hombre, mediante la generación y difusión del saber en sus diversas ramas. Como institución académica de educación superior enmarca su estructura organizacional en torno a los saberes en cinco facultades, estas a su vez conjugan los campos del conocimiento en actividades que constituyen las funciones misionales centradas en la docencia, la investigación y la extensión [5]. Esta organización brinda un espacio a través de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) para que estudiantes puedan desarrollar proyectos de grado en modalidad de práctica empresarial permitiéndoles adquirir, ampliar y aplicar sus conocimientos en las diferentes especialidades en las que se han preparado, con el objetivo principal de brindarles una etapa de crecimiento y enriquecimiento laboral y profesional.

Los practicantes tiene la oportunidad de participar en las tareas realizadas en la operación del Edificio de Ingeniería Eléctrica en apoyo, acompañamiento y supervisión de las diferentes actividades en la que la especialidad eléctrica tiene participación, afianzando sus conocimientos a través de la atención de actividades que se les encomiendan las cuales se desempeñan conforme a las normas vigentes en el reglamento de instalaciones eléctricas RETIE.

En este trabajo de grado se establece la actualización del banco de planos eléctricos del Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, también la implementación de una bitácora (ficha técnica) de operación para los equipos que constituyen la edificación. Por otro lado, se realiza la caracterización de cargas basada en datos de demanda eléctrica del edificio, la cual consta de equipos tales como: equipos de cómputo, sistema de iluminación, sistema de automatización y sistemas de aires acondicionados, entre otros.

El escenario de caracterización ha sido establecido de manera independiente tomando referencias de la norma NTC 50001; la información requerida proviene de

las medidas obtenidas con equipos utilizados para realizar el diagnóstico del comportamiento dinámico de la carga. Estas mediciones permitieron identificar las posibles causas de ineficiencias energéticas que se puedan presentar en el sistema y generarán planes de acción y mejora encaminados al uso racional y eficiente de la energía.

1. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Al iniciar la práctica empresarial fue necesario establecer con el representante de UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (Siendo el director de la escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y telecomunicaciones el Dr. Johann Farith Petit). Las condiciones internas y los requisitos para la realización de las actividades propuestas.

Por tal razón, se acordó al iniciar la práctica, revisando la contribución a los objetivos presentados ante la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER y se verificó al final de la misma con el codirector del proyecto el Ing. Germán Osma Pinto el cumplimiento de los mismos. Se relaciona en la siguiente tabla los objetivos específicos, la descripción de las actividades del estudiante, la metodología empleada y los resultados obtenidos además se anexarán los documentos que soportan dicha ejecución.

Tabla 1. Avance de los objetivos del plan de trabajo en relación a las actividades realizadas.

OBJETIVO: REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CARGAS Y ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS APLICACIONES PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER				
1. OBJETIVO ESPECÍFICO: Realizar la actualización de los planos de las instalaciones eléctricas del Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander				100%
	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS	%AVANCE
1.1.	Diálogo con el personal encargado de la información técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Reunión con la persona encargada de la parte técnica del edificio de Ingeniería Eléctrica.	Inducción a las actividades a realizar por parte de los practicantes.	100%
1.2.	Solicitud al personal encargado de la información técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Reunión con la persona encargada de la parte técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Obtención de los planos físicos del Edificio de Ingeniería Eléctrica	100%
1.3.	Diagnosticar las instalaciones eléctricas.	Recorrido por el edificio, realizando inspección visual e identificar hallazgos.	Obtención de los bosquejos de las modificaciones de las instalaciones eléctricas.	100%
1.4.	Actualización de los planos eléctricos del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Con la ayuda del software AUTOCAD realizar de forma digital la actualización de los planos.	Obtención de los planos eléctricos actualizados del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	100%

2. OBJETIVO ESPECÍFICO: Elaborar la ficha técnica de operación eléctrica de los componentes instalados en el Edificio de Ingeniería Eléctrica.				100%
ACTIVIDAD		METODOLOGÍA	RESULTADOS	%AVANCE
2.1.	Diálogo con el personal encargado de la información técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Reunión con la persona encargada de la parte técnica del edificio de Ingeniería Eléctrica.	Establecimiento de criterios principales para la elaboración de la ficha técnica de operación.	100%
2.2.	Realización de la ficha técnica de operación de los equipos eléctricos del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Con la ayuda del software EXCEL se implementa el diseño de la ficha de operación eléctrica.	Obtención de la ficha de operación eléctrica.	100%
2.3.	Inspección de los equipos eléctricos.	Realizar la inspección de los equipos eléctricos más significativos.	Formato de hoja de operación de equipos diligenciados.	100%
2.4.	Búsqueda y organización de fallas en los equipos eléctricos.	Realizar revisión de la información consolidada en cada formato de hoja de operación.	Clasificación por severidad las fallas encontradas en los equipos eléctricos.	100%
2.5.	Solución de fallas	Realizar la inspección de equipos que presentan fallas.	Generación de reporte para la solución de la falla en el equipo.	100%
3. OBJETIVO ESPECÍFICO: Caracterizar cargas eléctricas específicas a partir de la monitorización de su comportamiento energético.				100%
ACTIVIDAD		METODOLOGÍA	RESULTADOS	%AVANCE
3.1.	Diálogo con la persona encargada información técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Reunión con la persona encargada de la operación técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Se establecieron las cargas específicas para realizar la caracterización.	100%
3.2.	Conversar con la persona encargada de los equipos de medida de la Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Reunión con la persona encargada de los préstamos de equipos de medida de la Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Se establecieron los días para el préstamo del equipo de medida.	100%
3.3.	Medida a las cargas específicas.	Instalación del equipo de medida en las cargas específicas y la respectiva configuración.	Resultados de las medidas a las cargas específicas.	100%
4. OBJETIVO ESPECÍFICO: Realizar propuesta que fortalezcan la correcta operación del sistema eléctrico de la edificación.				100%
ACTIVIDAD		METODOLOGÍA	RESULTADOS	%AVANCE
4.1.	Dialogar con el personal encargado de la operación técnica del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	Discusión de resultados de la caracterización para la implementación de propuestas para la correcta operación.	Se acogieron propuestas para una mejor operación del Edificio de Ingeniería Eléctrica.	100%

1.1. ACTUALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En este capítulo se describe la metodología usada en el proceso de actualización de las instalaciones eléctricas del Edificio de Ingeniería Eléctrica (E3T) de la Universidad Industrial de Santander que facilitan la comprensión del contenido presentado en esta sección.

1.1.1. Metodología utilizada

El Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander que había sido objeto de remodelación, con el contrato de licitación pública No. DC 034 de 2011, que contemplaron OBRAS CIVILES, ARQUITECTÓNICAS, ELÉCTRICAS Y DE COMUNICACIONES PARA LA MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES y fue entregado en el mes de Diciembre de 2012, ha tenido cambios en la distribución física de espacio que con llevaron a cambio en la disposición de las instalaciones eléctricas. Por lo tanto fue necesario realizar la actualización de los respectivos planos iniciales que fueron entregados a la Escuela.

Esta actualización es de suma importancia, ya que el manejo del sistema de automatización requiere mantener en constante control cada uno de los elementos y equipos que conforman el mismo, para su correcta monitorización y calibración; El mantenimiento y la renovación de los equipos también requiere planos actualizados que muestren correctamente la disposición y ubicación exacta de los diferentes componentes de este sistema al igual que su descripción y/o etiquetado, para mantener en óptimas condiciones toda la instalación eléctrica bajo los criterios de uso racional y eficiente de la energía.

La actualización se realizó en dos etapas las cuales son obtención de la información y análisis de los datos obtenidos. A continuación se mostrará en detalle cada una de las etapas.

1.1.2. Obtención de la información

En primera instancia se realizó la adquisición de bibliografía con la escuela de la E3T, recopilando información inicial de los planos eléctricos más recientes para la edificación; fueron entregados 7 planos en formato digital del Edificio de Ingeniería Eléctrica (Planos del primer al quinto piso, además de plano de sótano y diagrama unifilar), en los cuales no se llevaba un control en las modificaciones realizadas,

carecían de trazabilidad encontrándose en la versión 4, fueron impresos para mayor facilidad y acceso a los mismos.

Se procedió con una inspección visual de toda la edificación para ubicar la red de alimentación en media tensión, subestación, tableros generales y de distribución, cajas de conexión, tomacorrientes y luminarias entre otros elementos, con el fin de actualizar los planos de puntos eléctricos e iniciar el levantamiento de las redes eléctricas e identificación de circuitos ramales.

La identificación de los diferentes circuitos se realizó con métodos básicos de verificación, utilizando el AMPROBE ST-101B probador de tomacorriente en todos los tomacorrientes (normales y regulados), revisión de iluminación automatizada y manual; Para ambas pruebas fue necesario el uso del tablero de distribución, a través de la energización y des-energización de los respectivos circuitos.

Figura 1. Probador de tomacorriente



Fuente: Amprobe

Se realizaron medidas directas de los niveles de iluminación actuales en cada recinto de la edificación utilizando el luxómetro AMPROBE LM-120 el cual no cuenta con certificado de calibración, verificando el cumplimiento de los niveles adecuados para aulas de clase [3]. Además se realizó el inventario de las lámparas instaladas y se tomaron datos del tipo de luminaria y estado de las mismas en cada área en hojas de operación de equipos para llevar control del funcionamiento de los mismos en la E3T. Debido a los inconvenientes con los horarios de disponibilidad de las

aulas, el orden de revisión de las mismas varió según los horarios de ocupación por clase.

Figura 2. Luxómetro



Fuente: Amprobe

Esta búsqueda generó cinco criterios principales que se utilizaron en la actualización digital de los planos y deben usarse en posteriores revisiones:

1.1.2.1. Ubicación/disposición de los equipos/elementos:

La ubicación de los elementos en el plano digital es de vital importancia para cualquier plano de instalaciones eléctricas ya que permite identificar y hacer revisión de los elementos con mayor facilidad y rapidez en su ubicación física.

Tabla 2. Disposición- ubicación de equipos de equipos

Ubicación o disposición de los equipos y elementos															
		Sótano		Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5		Total	
		Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.		
Luminarias	Fluorescente 1x28W 120 V	0	0	2	0	12	0	10	4	8	0	0	0	32	4
	Fluorescente 2x28W 120 V	9	4	19	0	18	0	18	0	17	0	17	1	98	5

	Fluorescente 4x17W 120 V	0	6	0	2	5	0	3	1	0	4	33	0	11	0	0	0	0
	Fluorescente 4x14W 120 V	37	228	12	12	30	3	30	12	6	17	297	8	198	30	22	17	49
	Bala compacta 1x26 W 120 V	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0
Sensores	Fotocelda on/off	37	0	6	1	19	0	3	1	0	0	58	4	65	5	0	0	1
	Sensor ocupacional infrarrojo	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	Sensor I infrarrojo pared	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sensor CX100-3 con fotocelda	0	54	1	0	2	0	6	2	0	7	17	0	6	3	6	5	7
	Sensor OSC05-M con fotocelda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	1	0	3	0
	Sensor OSC05-M sin fotocelda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sensor OSC10-M con fotocelda	0	50	1	5	1	0	6	5	5	1	76	0	12	8	0	2	10
	Sensor OSC10-M con fotocelda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0
Tomacorrientes	Toma corriente normal	0	18	2	0	2	3	3	0	0	0	24	4	15	2	3	2	0
	Toma corriente GFCI	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0
	Toma corriente regulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toma corriente normal techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toma corriente regulado techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Puertos TCP/IP	Salida de voz y datos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salida de voz y datos techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interruptores	Interruptor sencillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Interruptor doble	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilacion	Extractores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ilumiancion natural	Tubos solares	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gabinetes y armarios	Rack	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	4	3
	Tableros de Distribución	6	6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	11	7

*Mod: Elementos modificados

1.1.2.2. Tipo de elemento:

Los diferentes cambios realizados en los elementos del sistema debido a la remodelación e instalación de nuevos equipos, como los son los extractores en los cuartos de control de cada piso, generan confusiones y dificultades tanto en el sistema de automatización como en el mantenimiento. Es necesario identificar adecuadamente todos los elementos de la instalación y realizar los respectivos cambios en los planos existentes.

Tabla 3. Tipos de elementos

Tipos de elementos														
	Sótano		Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5		Total	
	Total	Nuevos	Total	Nuevos	Total	Nuevos	Total	Nuevos	Total	Nuevos	Total	Nuevos	Total	Nuevos
Extractores	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	5

1.1.2.3. Ductería/canalización:

La ductería y las canalizaciones han sufrido múltiples cambios muchos de ellos en la dirección, nuevas rutas de canalización debido a la utilización del espacio y ciertas restricciones físicas del edificio (especialmente en tercer y cuarto piso), igualmente las canalizaciones, bandejas porta-cables, cajas de paso, entre otros elementos del mismo tipo, es necesaria su correcta ubicación en los planos.

1.1.2.4. Circuito ramal principal:

A pesar de que la mayoría de los elementos están etiquetados físicamente, es necesario corregir la numeración en planos de los mismos para una fácil identificación, además de su concordancia con el tablero distribución (tablero general en cada piso).

Tabla 4. Circuitos ramales

		Circuito ramal													
		Sótano		Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5		Total	
		Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.
Tomacorrientes	Toma corriente normal	24	5	76	0	24	0	17	2	98	15	58	3	297	25
	Toma corriente GFCI	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	8	0
	Toma corriente Regulado	14	0	9	0	13	0	12	2	16	0	35	2	99	4
	Toma corriente normal techo	0	0	6	0	3	0	3	0	1	0	4	0	17	0
	Toma corriente regulado techo	0	0	0	0	6	0	5	0	8	0	0	0	19	0

1.1.2.5. Descripción/ Etiquetado:

Los planos de instalaciones eléctricas requieren una correcta descripción y etiquetado de características especiales que, para el diseñador, son necesarias a la hora de realizar cualquier tipo de interpretación posterior. Algunas de estas descripciones están ubicadas en elementos especiales, puertos TCP/IP, cableados especiales, rotulación de áreas, entre otras. Muchas de estas descripciones han cambiado notablemente y es necesario que se mantengan acordes al diseño actual para permitir el correcto análisis de planos.

Tabla 5. Puertos TCP/IP

		Etiquetado Puertos TCP/IP													
		Sotano		Piso 1		Piso 2		Piso 3		Piso 4		Piso 5		Total	
		Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.	Total	Mod.
Puertos TCP/IP	Salida de voz y datos	15	15	12	12	7	7	6	6	93	93	65	65	198	198
	Salida de voz y datos techo	2	2	8	8	3	3	3	3	9	9	5	5	30	30

1.1.3. Análisis de los datos obtenidos

De las revisiones anteriores se pudo extraer modificaciones comunes para todos los pisos que, en la mayoría de los casos fueron causadas por cambios en la obra civil, cambios en la distribución de elementos y cambios en la numeración programada. Estos serán enunciados a continuación, recopiladas de las tablas anteriores:

- Modificación en la ubicación y disposición de los elementos:
 - ✓ Luminarias: **15 modificaciones**
 - ✓ Tomacorrientes comunes y regulados: **45 modificaciones**
 - ✓ Sensores de presencia y fotoceldas: **15 modificaciones**
 - ✓ Interruptores: **3 modificaciones**
- Modificación en la ubicación de los puertos TCP/IP: **13 modificaciones**
- Modificación en la ubicación de ductería, canalizaciones metálicas, bandejas porta-cables: **valores no cuantificables, aproximados a 25 metros**
- Modificación en la ubicación de tableros de protecciones y racks: **10 modificaciones**
- Modificación de circuitos ramales:
 - ✓ Luminarias: **Ninguna modificación**
 - ✓ Tomacorrientes comunes y regulados: **29 modificaciones**
- Modificación de numeración y etiquetado de puertos TCP/IP: **128 modificaciones**

Existen también modificaciones específicas, que surgen directamente del diseño de la instalación eléctrica:

- Eliminación de elementos tales como luminarias, tomacorrientes comunes y regulados y puertos TCP/IP: **19 eliminaciones**
- Modificación y eliminación de algunas áreas: **1 modificación en tercer piso y 2 modificaciones en quinto piso**
- Modificación de separadores de zonas: **2 modificaciones en quinto piso**
- Modificación en líneas de control de sensores a luminarias: **12 modificaciones**
- Modificación en la descripción de áreas especiales: **5 modificaciones**
- Modificación en la descripción de control de luminarias con interruptores: **5 modificaciones**

Con base en los datos obtenidos, recopilados en plantillas y planos en borrador se procedió a modificar los planos eléctricos al estado actual, utilizando la herramienta computacional **Autodesk AutoCAD®**.

Este es un software líder en el modelado en 2D y 3D, desarrollado para diferentes campos de la ingeniería y el diseño. Ofrece una interfaz fácil de navegar e interactuar, dándole al usuario una completa libertad para usar comandos con facilidad. Sus múltiples herramientas lo hacen un software completo sin llegar al límite de hacerlo complejo, dándole mayor flexibilidad para ejecutar diferentes comandos [8]. Debido que este software exige licencia para su uso y distribución, fue necesario utilizar su versión educativa que está abierta a cualquier usuario.

El conocimiento intermedio de esta herramienta digital es suficiente para realizar las respectivas modificaciones en planos. Los procedimientos de modificación se realizaron utilizando la misma metodología usada por el diseñador, especialmente el trabajo por capas, el cual agrupa los diferentes tipos de elementos en subgrupos para su fácil manejo y ubicación.

Se actualizaron los 7 planos eléctricos del Edificio de la E3T, siendo corregidas cada una de las aulas, zonas de pasillos, zonas comunes, baños, escaleras, cuartos de aseo, cuartos de control, sala de profesores cátedra, centro de estudios, salas de trabajo grupal e individual y área administrativa donde se presentaron cambios, áreas alimentadas en su totalidad por la subestación.

Se revisó dentro de los planos existentes, los datos de distribución de circuitos ramales en los tableros actuales, además de la correcta identificación de las fases, estado de los tableros, su disposición, procedencia de la alimentación y respectiva protección en el tablero general. Finalmente, se obtiene la versión final de los planos de instalaciones eléctricas, que para la fecha ya se han entregado respectivamente a la Escuela de Ingeniería Eléctrica dejando a consideración del Director de Escuela y co-director de proyecto su uso, dominio y reproducción.

1.1.4. Estado actual de las instalaciones

Las instalaciones del Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander se encuentra regidas por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) [1], cumpliendo las medidas mínimas que garanticen la seguridad tanto de la comunidad estudiantil como personal administrativo, pero no se garantiza el cumplimiento total de dicho reglamento. También se busca la preservación del medio ambiente usando sistemas que garanticen el uso eficiente de la energía eléctrica, aplicando el modelo de edificación amigable con el medio ambiente, es decir, edificaciones verdes.

1.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este capítulo se muestra la importancia del mantenimiento en edificaciones inteligentes, utilizando la ficha técnica de operación.

1.2.1. ¿Por qué es importante el mantenimiento?

Es de conocimiento general que, hoy en día, el mantenimiento eléctrico es necesario en diferentes espacios y usos cotidianos, ya sea en talleres, fábricas, oficinas, empresas, entre otros, donde sus equipos necesitan de mantenimiento. Esto lleva a la conclusión de que el mantenimiento eléctrico debe ser continuo.

El mantenimiento eléctrico permite detectar fallas que comienzan a gestarse y que pueden producirse en el futuro a corto y mediano plazo, ya sea una parada de una planta, daño en equipos vitales, apagones totales y/o siniestros que pueden afectar a personas y/o instalaciones. Dicho mantenimiento permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de salidas de servicio imprevistas, no programadas, gracias a su aporte en cuanto a la planificación de las reparaciones y del mantenimiento. Los beneficios de reducción de costos incluyen ahorros de energía, protección de los equipos, velocidad de inspección y diagnóstico, verificación rápida y sencilla de la reparación [6].

1.2.2. Mantenimiento en edificaciones

Se denomina mantenimiento, a las acciones concretas para la preservación de todo elemento funcional o estructural, llámese máquina, equipo, sistema de instalaciones, o inmueble. Esto para que a lo largo del tiempo pueda cumplir adecuadamente sus funciones primigenias y mejorarlas con el paso del tiempo sin alterar (si el diseño y la funcionalidad del edificio lo permiten) las características estéticas del mismo. Estas acciones de mantenimiento pueden ejecutarse antes o después de algún fallo, parada o deterioro funcional.

Se encuentran dos grandes grupos de mantenimiento, el primero se denomina mantenimiento preventivo y el segundo, mantenimiento correctivo. Aunque ambos poseen la misma finalidad –prolongar la vida útil, evitar paradas innecesarias y obtener el máximo desempeño–, el primero posee ventajas considerables en costos si se conoce convenientemente el objeto y su uso se ajusta a la vida útil del mismo y de acuerdo con la experiencia recogida por el operador. Mientras que el segundo se

lleva a cabo con el fin de corregir o reparar una falla en el equipo o sistema pudiendo ser planeado o no [10]. Dentro del grupo de mantenimiento preventivo se encuentra el mantenimiento predictivo, que busca realizar intervenciones prediciendo el momento en el que los equipos quedarán fuera de servicio, a través del seguimiento de su funcionamiento (generando trazabilidad), por lo tanto posibles fechas para efectuar reparaciones. Debido a que no se ha implementado ningún sistema de mantenimiento en el edificio, no se tendrá en cuenta este último tipo de mantenimiento para la realización de este trabajo de grado.

En el caso del Edificio de Ingeniería Eléctrica, una gran cantidad de estas verificaciones se realizan a través de diferentes sensores, de movimiento, de humo, fotosensibles, etc. que envían la información de la variable a controlar al tablero central. Según sea el caso, la persona encargada de monitorear estas señales desde el panel central, generará el reporte de la anomalía en el sistema. Por eso es importante que las personas encargadas del edificio reciban la capacitación en el mantenimiento de instalaciones eléctricas en forma permanente, para ir afrontando los desafíos que presenta el avance tecnológico, para beneficio y eficiencia del mantenimiento y funcionamiento del edificio y de los servicios ofrecidos a la comunidad universitaria.

Se recomienda implementar un programa de mantenimiento, tal como el propuesto en el proyecto de grado “DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LOS SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, SEGURIDAD Y COMPONENTES SOSTENIBLES DEL EDIFICIO E3T DE LA UIS” y su programa “E3TMANT”, tomando como apoyo la ficha técnica de equipos que será explicada a continuación. Es necesario crear una base de datos de las mismas para cada equipo y llevar un control según los resultados de revisión, mejorando así la gestión del mantenimiento. Los mantenimientos correctivos y preventivos, deben realizarse y evaluarse según el programa de mantenimiento implementado en dicho proyecto. Si el mantenimiento correctivo no soluciona los problemas encontrados es necesario plantear viabilidad de cambio de equipos.

1.3. FICHA TÉCNICA DE OPERACIÓN

La ficha técnica es un documento que contiene la descripción de las características técnicas de un producto o servicio, de manera detallada. El contenido y datos especificados varían según el tipo de producto o servicio, según su aplicación y según las normativas que rigen dichos productos. En general, contienen datos como el

nombre, las características físicas, técnicas u operativas, modo de uso, elaboración y propiedades distintivas o específicas. La redacción de la ficha técnica debe ser específica, acorde a su uso y usuario final, evitando su incorrecta utilización y llenado [11].

Se sugiere que en la ficha técnica de operación de equipos propuesta, se consigne toda la información técnica asociada a los equipos y además se realice una recopilación histórica de los trabajos y actividades realizadas a los mismos; Esta acción debe ser realizada por el personal responsable del mantenimiento del edificio, con el objetivo de llevar un control del funcionamiento y mantenimiento, además de poseer información adecuada que permita tomar decisiones de tipo económico y técnico.

Para la creación de esta ficha técnica, fue necesaria la revisión de otras fichas de equipos, formatos de mantenimiento de equipos eléctricos, hojas de vida de equipos y sistemas de información de mantenimiento, algunas se muestran en las figuras 1, 2 y 3:

Figura 3. Especificaciones técnicas, Sistema de Información de la Investigación, HERMES, Universidad Nacional de Colombia.

▼ **Especificaciones Técnicas**

Sistema de Alimentación	<input type="text" value="110 v A.C. 5A 60Hz"/>		
Potencia (W)	<input type="text" value="33"/>	Voltaje	<input type="text" value="110"/>
Largo (cm)	<input type="text" value="10"/>	Ancho (cm)	<input type="text" value="20"/>
Alto (cm)	<input type="text" value="30"/>	Peso (kg)	<input type="text" value="15"/>
Instalaciones y condiciones ambientales	<input type="text"/>		
	1000 caracteres restantes		
Condiciones de almacenamiento	<input type="text"/>		
	1000 caracteres restantes		
Observaciones	<input type="text"/>		
	1000 caracteres restantes		
Frecuencia Mantenimiento	<input type="text" value="No aplica"/>		
Requiere Calibración	<input type="text" value="SI"/>		

Fuente: HERMES, Universidad Nacional de Colombia [12]

Figura 4. Información General Sistema de Información de la Investigación

Equipo: COMPUTADORa, Placa: 2317175

▼ Información General

Laboratorio	prueba HERMES
Sede	Bogotá
Facultad	Centro Agropecuario Marengo Bogota
Departamento	Ninguno
Edificio	571 - HEMEROTECA NACIONAL UNIVERSITARIA
Teléfono	3165000, extensión 20048
Salón	ala oriental
Proceso	<input type="text"/>
Orden de compra	<input type="text"/>
Mecanismo Adquisición	<input type="text" value="Apoyo a Doctorados"/>



	Información Censo Laboratorios	Información Inventario
Equipo	COMPUTADORa	COMPUTADOR
Marca	DELL	DELL
Modelo	VOSTRO 460	VOSTRO 460
Número serial	50XKXR1	50XKXR1
Placa	2317175	2317175
Valor	\$2.317.300,00	\$2.317.300,00
Responsable	CANTOR MONROY GIOVANNI ANTONIO	CANTOR MONROY GIOVANNI ANTONIO
Documento responsable	80664736	80664736
Fecha Recepción	25/01/2012	25/01/2012
Fecha Compra	25/01/2012	25/01/2012

Existen diferencias entre la información de éste censo y la disponible en Inventarios, favor verificar:
-Nombre Equipo

Accesorios	<input type="text" value="pad mouse"/>		
Software	<input type="text" value="windows 7"/>		
Identificación interna	<input type="text" value="pc de Diego"/>		
Año fabricación	<input type="text" value="0"/>	Fecha instalación	<input type="text"/>
Manuales operación	<input type="checkbox"/>	Manuales instalación	<input type="checkbox"/>
Tiempo Garantía (meses)	<input type="text" value="0"/>	Vida útil estimada (años)	<input type="text" value="0"/>

Fuente: HERMES, Universidad Nacional de Colombia [12]

Figura 5. Hoja de vida de la Tapadora de Línea de Kraft Foods Planta Valencia.

		KRAFT FOODS PLANTA VALENCIA	SEPTIEMBRE 2006
HOJA DE VIDA EQUIPOS DE PRODUCCION: YILITP			
1. DATOS TÉCNICOS			
Descripción	Equipo que se encarga de tapar los frascos		 <p style="text-align: center;">FIG. 1 YILITP</p>
Nº de Serie	7034		
En servicio	SI		
Tipo de equipo	Tapadora		
Departamento	Mantenimiento		
Localización	Viscosos VI		
Sublocalización 1	Magonesa 500cc-1000cc L1		
Sublocalización 2	Tapadora TP		
Sublocalización 3			
Código	YILITP		
Nº de modelo	TC450-8		
Fabricante	PNEUMATIC SCALE	RPM entrada	
Potencia	Capacidad 150 BPM	RPM salida	
Voltaje	440 V	Amperaje	35 A (full load)
Fases	3	Frame	
2. FALLAS COMUNES			
Falla en los motores y reductores. Mala lubricación. Dobladura del eje principal de las estaciones. Desalineación de las mordazas. Desajuste del brazo portatapas. Desajuste de los clamps bottles. Desgaste excesivo de la leva central y de los clamps bottles. Desgaste excesivo del cuadrante de roscado de las varillas Desgaste de las gomas internas de las mordazas.		Problemas en las unidades magnéticas (se pierde el torque). Desprendimiento de las gomas de los clamps. Las varillas que abren-cierran las mordazas se doblan. Piezas duran muy poco tiempo porque la maquina se esta forzando ya que fue diseñada para envases de plástico.	
3. REPUESTOS Y LUBRICANTES			
Recurso	Descripción	Marca y modelo	Ubicación/Cantidad
LUBRICANTES			
	Aceite Mineral Motor-Reductor	SHELL OMALA 220	Motor-Reductor
	Componentes superiores de giro y cremallera	JAX MAGNA PLATE 8	Parte superior
	Grasa Seguidores de Leva	SHELL ALVANIA EP2	Leva
	Grasa de las chumaceras y cadenas	SHELL ALVANIA EP2	Chumaceras y cadenas
	Sistema de lubricación automático	JAX MAGNA PLATE 8	Sistema lubricación
	Sistema Filtro Regulador Lubricador (FRL)	Hidro Fluid 37 o Aceite Mineral	FRL
REPUESTOS			
N06856	INSERT-JAW PAG:7 IT:0003 ("C")	59000AB (BLUE)	
N06880	CLAMP-BOTTLE(FR) 58012A@ PAG:1	58012A@	
N06881	CLAMP-BOTTLE(BK) 58013A@ PAG:1	58013A@	
N06397	BEARING-BALL (RODAMIENTO R 14)	3501-CG	
N06860	BEARING-THRUST PAG:25 IT:0007	35001E	

Fuente: LUNA, David. "ELABORACIÓN DE LAS HOJAS DE VIDA DE LOS EQUIPOS COMO PARTE DEL MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO", Pág. 39, Octubre de 2006. [13]

serie del equipo), datos que facilitarán la búsqueda de los equipos y sus repuestos.

2. **Datos técnicos del equipo:** Esa sección contiene los datos de funcionamiento eléctrico (Voltaje, Potencia, Corriente), su conexión y ubicación, con el fin de facilitar la revisión de los respectivos equipos.
3. **Datos de revisión del equipo:** Esta sección contiene espacios para la revisión de los equipos y la descripción de las distintas fallas que suelen producirse en los mismos, además se dejará espacio para registro fotográfico si es necesario. El objetivo de esta sección es disponer de un registro actualizado que permita realizar el mantenimiento, revisión y cambio de los equipos.

En las figuras 5 y 6 se mostrará en detalle la ficha técnica de operaciones terminada. Los campos de llenado serán descritos en detalle a continuación:

Campo 1: En este campo se identificará el lugar donde se realizará la inspección.

Campo 2: Identificación del equipo a realizar la inspección.

Campo 3: Número de inventario para fácil monitorización (si dispone de número de inventario).


Campo 4: En este campo se identificará el tipo de equipo, si corresponde a sensor, actuador, refrigeración o equipo eléctrico de iluminación.

Campo 5 a Campo 7: Se diligenciarán todos los datos respecto a la información básica del equipo.

Campo 8 a Campo 10: Se completará con los datos nominales o de placa del equipo (tensión, potencia, corriente)

Campo 11: Tipo de configuración del equipo (monofásica, bifásica o trifásica), marcando conexión de neutro y tierra.

Figura 7. Ficha técnica de operaciones página 1.

FICHA TECNICA DE OPERACIÓN DE EQUIPOS					
Fecha: _____					
Edificio: <u>campo 1</u>					
Responsable de la revision: _____					
Descripción del Equipo					
Equipo	campo 2				
Inventario	campo 3		Clase de equipo	campo 4	
Marca		Modelo		Serie	
campo 5		campo 6		campo 7	
Datos técnicos del equipo					
Datos Técnicos					
Voltaje	campo 8	Potencia	campo 9	Corriente	campo 10
Conexión	(1,2,3 φ)	campo 11	Neutro <input type="checkbox"/>	Tierra <input type="checkbox"/>	Otra ()
Ubicación	campo 12				
Datos de revisión del equipo					
Anomalías encontradas		Origen		Consecuencias	
campo 13		campo 14		campo 15	

Campo 12: Referencia de ubicación del equipo, posicionamiento físico(aula, baño, cuarto técnico, entre otros)

Campo 13: En este campo se describirá la falla encontrada, evitar las descripciones genéricas ya que no aportarán información a la hora de revisar la falla.

Campo 14: En este campo se diligenciará de forma concisa y corta todas las posibles causas que generan la falla encontrada.

Campo 15: En este campo evalúa las consecuencias que se conllevarán si la falla persiste. Se indicará un nivel de severidad, mostrado a continuación.

Tabla 6. Tabla de severidad de las fallas

Tabla de severidad		
Severidad de las consecuencias		Valoración
Marginal	La falla no tiene efecto significativo en el sistema	1
Baja	La falla causa pequeños trastornos en el sistema	2-3
Modera- rada	La falla es razonable y se considera significativa en el sistema	4-5-6
Alta	La falla genera riesgos para la operación segura del sistema	7-8
Muy alta	La falla hace inoperable el sistema	9-10

Figura 8. Ficha técnica de operaciones página 2.

Observaciones	
campo 16	

Archivo fotografico	
campo 17	

Firma responsable de la revision: _____

Enterado responsable de mantenimiento	Enterado director de escuela
Firma: _____	Firma: _____

Campo 16: En este campo se darán observaciones de la falla encontrada.

Campo 17: En este campo se incluirá soporte fotográfico mostrando la falla encontrada.

El anterior formato se utilizará para diligenciamiento manualúnicamente.

Por cuestiones de manejo eficaz de la información, se creó una herramienta digital en el software **Office Excel®** la cual permite un ingreso más dinámico y rápido de la información recopilada en las fichas técnicas y se busca que el contenido generado sea concreto para una identificación rápida y específica de los daños, averías y observaciones. Esta herramienta no solo genera reportes individuales sino también reportes grupales asociados a un mismo equipo en diferentes aulas y/o pisos, al igual que la impresión y guardado digital de los mismos.

Las casillas de la herramienta digital se diligenciarán de acuerdo al siguiente código de colores:

Casillas rosadas: Diligenciado automático (ya sea por selección en otra casilla o por defecto).

Casillas azul cian: Diligenciada a través de selección (ingreso a través de lista desplegable).

Casillas amarillas: Diligenciado manual (ingreso a través de teclado).

Los campos de esta herramienta son iguales a los del formato físico, agregándose los siguientes campos:

Campo 1: Cantidad de equipos iguales en la ubicación determinada.

Campo 2: Funcionamiento de equipos (correcto o defectuoso).


Campo 3: Según el campo 2 esta casilla cambiará su color, verde si se encuentra correcto, rojo si se encuentra defectuoso.

Estos campos se agregaron para facilitar y agilizar la revisión del documento en las diferentes ubicaciones e informar acerca del estado de los equipos.

Esta herramienta digital se entrega a la Escuela de Ingeniería Eléctrica dejando a consideración del Director de Escuela y co-director de proyecto su uso, dominio y reproducción.

Se muestra en el anexo, el instructivo de manejo de la herramienta digital.

Figura 9. Ficha técnica digital.

FICHA TÉCNICA DE OPERACIÓN DE EQUIPOS					
Fecha:	30/01/2015				
Edificio:	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones				
Instalacion/equipo:					
Responsable de la revision:					
Descripción del Equipo					
Equipo					
Inventario					
Marca		Ubicación del equipo piso		Clase de equipo	
Uso del equipo					
Datos técnicos del equipo					
Datos Técnicos					
Tensión		Potencia		Corriente	
Conexión	(1,2,3 φ)		Neutro	Tierra	Otra
Ubicación (piso, mesa, portátil)					
Cantidad	CAMPO 1	Funcionamiento	CAMPO 2	Estado	CAMPO 3
Datos de revisión del equipo					
Anomalías encontradas		Origen		Consecuencias	
Observaciones					
Archivo fotografico					
Firma responsable de la revisión: _____					
Enterado responsable de mantenimiento Firma: _____			Enterado Director de Escuela Firma: _____		

Imprimir formato

Agregar encabezado

Agregar equipo

Agregar Resultados

2. CARACTERIZACIÓN DE CARGAS

La caracterización de cargas o caracterización energética es un procedimiento de análisis cualitativo y cuantitativo que permite evaluar la eficiencia con la que cualquier empresa o sistema determinado administra y usa todos los tipos de energía requeridos en su proceso productivo o en entorno.

Para este caso se tomaron algunas referencias de la norma ISO 50001, la cual tiene como objetivo permitir que las organizaciones establezcan cambios en los sistemas y procesos para mejorar el rendimiento energético e implementar dichos cambios al suministro, uso, consumo, mediciones, documentación en informes al igual que en el diseño y prácticas de adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que utilice energía [9].

Además se busca la reducción de costos de la energía y otros impactos ambientales relacionados al consumo, que apoyan al compromiso de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones en sus ideales de reducción del impacto ambiental, calidad de la energía y uso racional de la misma.

La caracterización propuesta en este proyecto permite conocer los datos bases de la edificación en consumo energético para posteriores análisis, conocer los niveles de eficiencia, pérdidas del sistema y los potenciales de reducción de consumo sin implementar nuevas tecnologías.

Al mostrar las debilidades del sistema de administración energética actual, se pueden identificar y establecer metas de reducción de pérdidas, gráficos de control diario o mensual, vistos como herramientas de la administración para evaluar la gestión propia en los cambios de hábitos y mejoras del sistema.

Se espera que a través de esta se generen potenciales globales de ahorro, tendencias de la eficiencia energética y un estado actualizado y mejorado del sistema de gestión energética en el edificio, con miras a la mejora continua.

2.1. CARACTERIZACIÓN EN EL EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

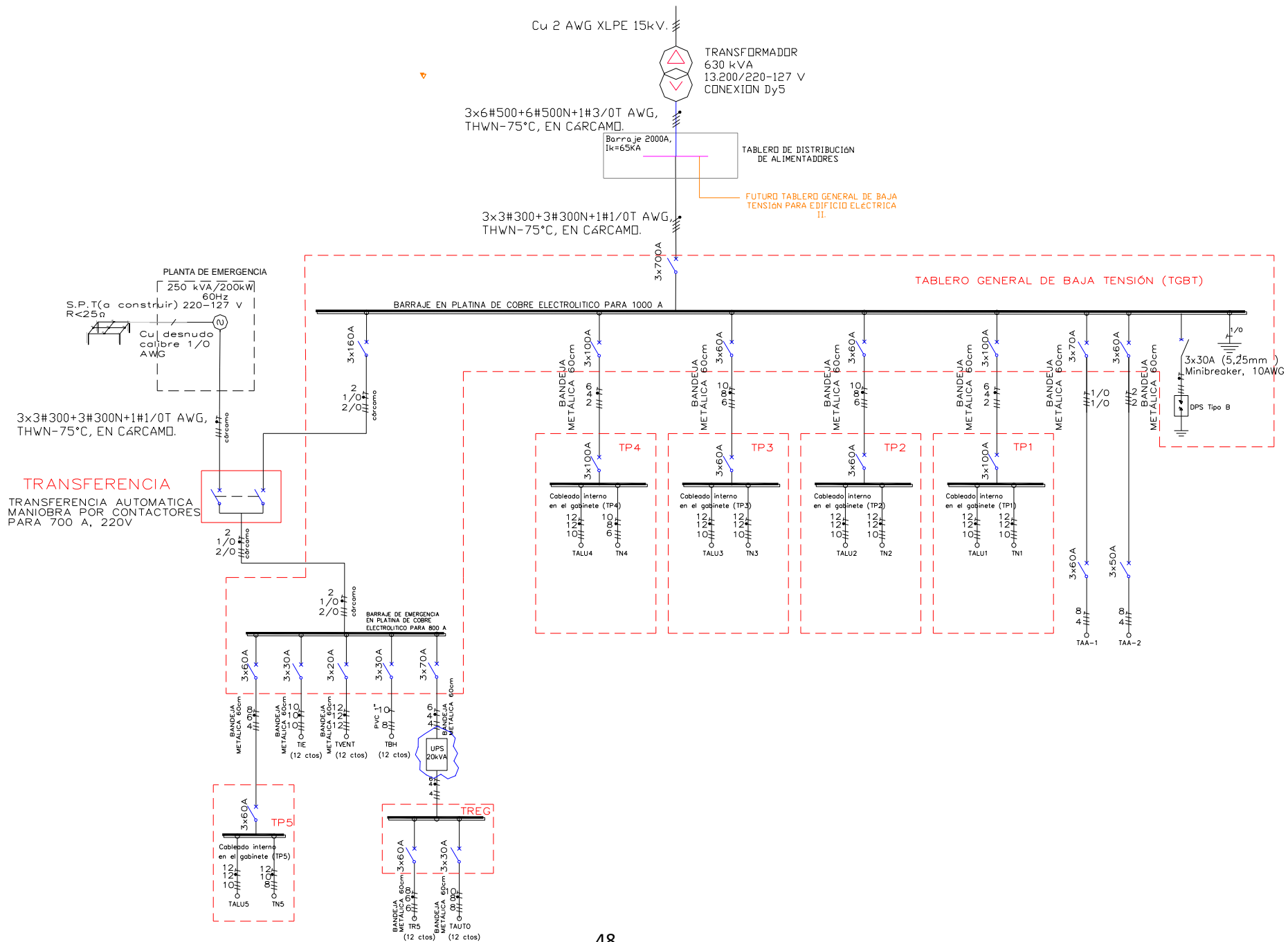
2.1.1. Descripción del sistema eléctrico del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

El edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones se conecta de la acometida proveniente de un barraje 4 vías en el edificio de Eléctrica Antigua (actual edificio de Alta Tensión) del 13,2 [kV] y llega directamente al transformador que alimenta el edificio. Las características de placa del transformador son: **630 [kVA], 13200-220/127 [V], FP 0.8, Dyn5, 60 [Hz]**. Se tiene una planta generadora de emergencia cuyos datos de placa son: **250 [kVA] - 200 [kW], 220/127 [V], 60 [Hz]**. Con un sistema de transferencia automática que conecta la planta al barraje de emergencia, que tiene las siguientes características: **700 [A], Categoría AC3, 220[v]**.

2.1.2. Diagrama unifilar del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

En la Figura 10, se observa el diagrama unifilar y la conexión eléctrica del edificio, donde se puede identificar la acometida al alimentador, el barraje principal y las derivaciones a los diferentes tableros de distribución por piso y tableros de aires acondicionados. También se observa el sistema de transferencia conectado al barraje de emergencia y la planta generadora.

Figura 10. Diagrama unifilar Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.



2.1.3. Planeación energética

La planeación energética sugerida en este proyecto, busca realizar una revisión de los elementos y áreas que generen aportes significativos a la carga total del Edificio de Ingeniería Eléctrica, con el fin de generar diagnósticos, mejoras y planes de acción a través del análisis de los parámetros medidos en la caracterización.

Los planes de acción y mejora, si se ponen en marcha adecuadamente, permitirán disminuir el consumo de energía total, realizar nuevos esquemas para el mantenimiento de equipos e instalaciones, mejorar la automatización de los sistemas asociados y generar una conciencia energética en el personal clave del edificio.

A continuación se muestra una planeación básica, con siete pasos principales que cuentan con pasos alternativos que son necesarios para el buen desarrollo de la planeación [9]:

- Revisión energética.
- Identificación de los consumos significativos de energía.
- Identificación y preparación del personal clave.
- Medición de parámetros y análisis de datos.
- Oportunidades para mejora, propuestas y planes de acción energéticos.
- Objetivos y metas del sistema propuestos.

2.1.4. Revisión energética

Para una correcta revisión energética es necesario identificar las fuentes que generan el incremento de demanda y pérdidas de potencia. Se hizo énfasis en los elementos y equipos de mayor consumo además de los tableros de distribución que tengan un uso continuo y significativo de energía. A continuación se enunciarán las revisiones propuestas:

- Revisión individual de los equipos de mayor consumo.
- Revisión del consumo general en los tableros de alimentación de los diferentes pisos.
- Revisión del balance de cargas en los tableros de alimentación de los diferentes pisos.
- Revisión de la eficiencia del sistema de automatización en los diferentes espacios, asociada al funcionamiento de los equipos de mayor consumo.
- Revisión de las pérdidas de potencia, generadas principalmente por corrientes de retorno por el neutro.

- Revisión de las fuentes de corrientes de retorno por el neutro.
- Revisión del plan de comunicación de las políticas energéticas adoptadas por la escuela.
- Revisión de los parámetros de mantenimiento adoptados por la escuela.
- Revisión de los parámetros de medición adoptados por la escuela.

Teniéndose las fuentes determinadas, se procede a identificar las medidas y planes para controlarlas. Algunas medidas pueden ser:

- Realización diagnósticos energéticos durante periodos de tiempo preestablecidos.
- Identificar incrementos de eficiencia por parámetros operacionales, medidas de mantenimiento o cambios tecnológicos.
- Implementación de sistema de medición en sitios y equipos claves.
- Elaborar líneas base e indicadores para el control del desempeño.
- Identificar las variables de operación que controlan la variabilidad del consumo de energía.
- Estandarizar actividades de revisión y mantenimiento a los equipos de mayor consumo e instalaciones en general.
- Estandarizar actividades de mejora para el sistema de control y automatización.
- Establecer cambios a equipos de mínimo consumo de energía.
- Capacitar al personal clave del consumo energético (Personal administrativo, profesores y estudiantes).
- Planificar un plan de acción de reducción de costos y pérdidas energéticas.

2.1.5. Identificación de consumos de energía significativos

Para una correcta identificación, se clasifican los consumos en tres tipos donde se incluyen los diferentes equipos conectados a los tableros de distribución, estos niveles de clasificación dependen de la potencia o corriente consumida:

- **Consumos primarios:** Se encuentran los consumos de tableros de distribución principal por piso o equipos de alta potencia con corrientes mayores o iguales a 25 [A] ($I_{max} \geq 25 [A]$).
- **Consumos secundarios:** Se encuentran dentro de un rango de consumo de corriente mayor o igual a 10 [A] y no superior a 25 [A] ($10 \leq I_{max} < 25 [A]$).

Dentro de este rango se incluyen los consumos de tableros de distribución principal de los diferentes pisos y cargas especiales.

- **Consumos terciarios:** Se encuentran los consumos menores a 10[A] ($I_{max} < 10 [A]$). Se incluyen dentro de este grupo las cargas de tableros de distribución por piso de bajo consumo.

En la anterior identificación de cargas no se tuvo en cuenta de forma separada el consumo de la nevera asociada al Centro de Estudios CIEE.

2.1.6. Medición de consumos de energía y análisis de datos

En el numeral 3.2. se muestra de forma detallada las mediciones y análisis de datos realizados para esta caracterización.

2.1.7. Identificación y preparación del personal clave

El personal clave es dividido en dos grupos principales, personal administrativo y personal estudiantil y profesorado. Cada grupo debe ser preparado a través del plan de comunicación adoptado por la escuela, haciendo énfasis en los siguientes criterios:

- **Personal administrativo:** Es necesario comunicar los propósitos de mejora de consumo energéticos dentro del personal, haciendo énfasis en el uso correcto de los equipos electrónicos (computadores de oficina, equipos portátiles entre otros) pues son una carga representativa durante el horario de trabajo (8 a 10 horas de trabajo continuo). El personal administrativo debe realizar una revisión concreta del análisis de datos y planes de acción propuestos en este trabajo de grado para mejorar el uso energético, reducir consumos y pérdidas, estandarizar el mantenimiento de equipos y modificaciones necesarias de las instalaciones del edificio.
- **Personal estudiantil y profesorado:** Es necesario comunicar los propósitos de mejora y planes de acción sobre consumos energéticos a los estudiantes y profesores, concientizando sobre el uso racional de energía, uso adecuado de equipos electrónicos y se aplique tanto a aulas de clase como a las áreas comunes de ocupación (pasillos, sala de estudio grupal, sala de estudio individual, Centro de Estudios CIEE, Rama Estudiantil IEEE y sala de profesores cátedra).

2.1.8. Objetivos y metas del sistema propuestos

Basado en los planes de acción mostrados en el numeral anterior, se recomiendan y proponen las siguientes metas y objetivos, a comprobarse en próximas caracterizaciones:

- Reducción de la demanda general de todos los tableros de distribución.
- Reducción de la demanda aportada por los equipos de alto consumo, especialmente los aires acondicionados.
- Extensión de las políticas energéticas a través de la comunicación y concientización del personal clave.
- Estandarización de mediciones, mantenimientos y controles a equipos y áreas de mayor consumo.
- Mejora en el sistema general de automatización del edificio en general.
- Mejora en el sistema de gestión energética en general.

2.2. PLANES DE ACCIÓN Y MEJORA

En este numeral se proponen planes de acción y mejora para el correcto funcionamiento de equipos e instalaciones eléctricas del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

Con las siguientes pautas se busca cumplir con uno de los objetivos principales de la caracterización y además de uno de los objetivos específicos de este trabajo de grado que es realizar propuestas que permitan asegurar la correcta operación del sistema eléctrico de la edificación.

Los planes de acción y mejora mostrados a continuación, se ponen a consideración de la dirección de la escuela E3T.

2.2.1. Realizar una extensiva comunicación a todo el personal que haga uso de las instalaciones del Edificio de Ingeniería Eléctrica y reducir el consumo asociado.

Dado que se busca el ahorro energético en el centro de trabajo y que gran parte de ello depende del uso que los usuarios del edificio de la E3T hagan de las distintas instalaciones y equipos, resulta esencial involucrar activamente a todo el personal administrativo desde el principio, así como contar con el apoyo de la dirección de la

escuela de la E3T, ya que podrá resultar necesario introducir cambios en el esquema de funcionamiento de la organización para alcanzar los objetivos de mejora que se determinen[15].

- Formalizar esta responsabilidad compartida a través de un compromiso general para el ahorro energético entre la dirección de la E3T y los empleados, el cual deberá ser consensuado entre todo el personal y debe ser mostrado a la comunidad en general.
- Responsabilidad en la asignación de recursos materiales, económicos y humanos para la implantación del Plan de Mejora.
- Selección de una persona responsable del Plan de Mejora de la Gestión Energética de la Oficina y, si es necesario, un equipo de trabajo.
- Realizar difusión de campañas de ahorro energético a todo el personal que se encuentra en el edificio E3T, fomentando la toma de conciencia sobre el crecimiento de la demanda (consumo energético). Hacer énfasis en que el ahorro energético permite un importante ahorro económico y reduce el impacto ambiental.
- Mostrar informe a la comunidad en general, sobre la implementación de medidas de reducción a través del uso de nuevas tecnologías y energías renovables, que permitan la recuperación de la inversión a corto o mediano plazo. Este debe contener información de consumo energético contrastada con el ahorro económico asociado.
- Participación activa de todo el personal en el compromiso del ahorro energético, incluyendo una autoevaluación de los procesos de información. Hasta las acciones más pequeñas y sencillas para ahorrar energía pueden tener un gran impacto positivo si todos las ponen en práctica.

2.2.2. Verificar hábitos de consumo en los empleados del edificio de la E3T

Es fundamental conocer los hábitos de consumo energético de los trabajadores, así que se propone elaborar una encuesta que permita identificar aquellas malas prácticas que deben ser modificadas ya que conllevan a un desperdicio de energía, a continuación se presenta una propuesta de preguntas para la encuesta[15].

1. ¿Cuál es su horario de trabajo?
2. ¿Suele dejar las luces encendidas cuando sale de su área de trabajo y esta queda vacía?
3. ¿Utiliza la configuración de ahorro de energía en sus equipos de oficina?
4. ¿Mantiene el computador encendido durante largos periodos de tiempo sin utilizarlo? ¿Cuánto?
5. ¿A qué temperatura suele programar el termostato del aire acondicionado?
6. ¿Suele dejar abiertas las puertas y ventanas cuando está operando el aire acondicionado?
7. ¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los utiliza, y al terminar la jornada laboral?
8. ¿Separa los residuos para poder reciclar?
9. ¿Ves positivo que su empresa decidiera utilizar energías renovables para suministrar energía a su oficina?
10. ¿Le parece bien que su empresa ponga en marcha un plan en la oficina y campañas informativas entre los empleados para reducir el consumo energético?

11. ¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en su lugar de trabajo?

2.2.3. Buenas prácticas energéticas

Conjuntamente se deben dar a conocer las siguientes recomendaciones para el ahorro diario al personal de la E3T[16].

- Apagar los equipos de ofimática (computadores, impresoras, fotocopiadoras, escáner, etc.) en horarios no laborales.
- Desconectar elementos como cargadores de celulares, cafeteras, radios, aunque no estén en uso, consumen cantidades notables de energía.
- Apagar la iluminación cuando no se haga uso de determinada área.
- Respetar el ciclo de carga y descarga de equipos que utilizan baterías recargables para su operación como lo son computadores portátiles y celulares.
- Aprovechar la iluminación natural siempre que sea posible en las áreas comunes como pasillos, salas de espera y escaleras.
- Apagar el sistema de aire acondicionado 1 hora antes de terminar el horario laboral.
- Cerrar las puertas para no permitir la salida del aire acondicionado.
- A la hora de imprimir es conveniente acumular documentos, debido a que las impresoras realizan mayor consumo durante el encendido y pagado.
- Configurar el modo de ahorro de energía de los computadores, para ello es necesario dar a conocer a los funcionarios las pautas de uso

eficiente de sus computadores para optimizar su consumo. Por tal razón se propone la distribución de carteles en sitios de trabajo con información de buenas prácticas de ahorro energético.

Figura 11. Funciones de ahorro de energía en computadores [15].

TABLA RESUMEN FUNCIONES AHORRO DE ENERGÍA EN ORDENADORES			
	CARACTERÍSTICAS	ESTADO AL VOLVER A UTILIZAR EL ORDENADOR	¿CUÁNDO UTILIZARLO?
SUSPENDER	Interrumpe el suministro de energía en todos los elementos, salvo en la memoria RAM. Permite seguir descargando información y ejecutando los programas activos.	El sistema vuelve al mismo estado antes de suspenderse, en pocos segundos. Si hay un corte de luz se pueden perder los datos y trabajos activos que no se hubieran guardado.	<ul style="list-style-type: none"> En periodos cortos que no se use el equipo (10-30 min). Ahorrar energía de las baterías en los portátiles.
HIBERNAR	Guarda una imagen del escritorio con todos los archivos y documentos abiertos y desconecta la alimentación del equipo.	Los archivos y documentos se abren en la misma ubicación y estado en que se encontraban previamente, sin perder los trabajos ante cortes de luz.	<ul style="list-style-type: none"> Durante periodos largos de inactividad. Evita tener que cerrar todos los archivos, apagar, reiniciar y volver a abrir los archivos.
APAGAR	Apaga por completo el sistema.	El sistema se reinicia por completo.	<ul style="list-style-type: none"> Para pausas largas de más de 1 hora. Al finalizar la jornada.

2.2.4. Implementación del plan de gestión energética.

La disposición de la dirección de la escuela E3T de mejorar la gestión energética del edificio y las medidas adoptadas para conseguir los objetivos propuestos, deben quedar materializados en un Plan de Acción, en el que deberán recogerse las acciones concretas, plazos, responsables implicados y los presupuestos disponibles para garantizar su puesta en marcha. El éxito del Plan de Acción vendrá determinado por la implicación activa de todo el personal del edificio en la consecución de los objetivos propuestos.

- Objetivo global de reducción
- Acciones previstas
- Personal responsable
- Costo económico
- Ahorros estimados (económico y energético)
- Plazos de implantación
- % de contribución al objetivo global de reducción

2.2.5. Seguimiento del plan de acción y mejora continúa

Para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos y detectar las posibles desviaciones, se debe realizar un seguimiento periódico de los indicadores y las medidas implantadas.

Para implementar con éxito las medidas aprobadas en el centro de trabajo, es necesario realizar un seguimiento, control y valoración adecuados de las mismas y de su proceso de implantación, así como de los resultados obtenidos. De esta manera el responsable del plan de mejora de la gestión energética podrá evaluar periódicamente el grado de consecución de los objetivos de reducción, los obstáculos que hayan podido surgir en el transcurso e identificar las posibles alternativas para solventar dichos obstáculos. Para ello deberá quedar bien definido en el Plan de Acción:

- La periodicidad con que se llevará a cabo el seguimiento. El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la oficina tendrá que realizar un control periódico de los consumos energéticos de la oficina.
- Los indicadores de seguimiento que se utilizarán para determinar el grado de implantación de las medidas hacia el objetivo en la evaluación de los resultados. Las principales herramientas de seguimiento con los que cuenta la organización serán, por un lado, el propio inventario de consumos de la oficina, y por otro el conjunto de indicadores (previamente definidos en el Plan de Acción) generales y específicos para cada una de las medidas propuestas.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE CARGAS ESPECIALES EDIFICIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

La obtención de información se logra a partir del equipo analizador de redes Dranetz mostrado en la Figura 11, instalado en puntos que consideramos como cargas eléctricas para este trabajo de grado que fueron los tableros de distribución de cada piso, siendo los circuitos críticos de la red que permitieron evaluar los parámetros eléctricos de tensiones y corrientes para realizar un diagnóstico del sistema eléctrico y realizar la respectiva gestión de información. Para realizar el diagnóstico de la calidad de la energía y la caracterización de la carga eléctrica se hace uso del software **DRANVIEW®**, software profesional que permite visualizar y analizar los datos de monitoreo de energía de una manera simple y rápida.

Figura 12. Analizador de redes Dranetz.



Se requiere que el equipo analizador proporcione información de los parámetros trifásicos de la carga, es decir, 3 tensiones de fase y neutro (A, B, C, D respectivamente) y las corrientes de línea asociadas. En algunos casos y dependiendo de la carga, solo se medirán los parámetros de sistema bifásico que consta de dos tensiones de fase (una tensión de línea) y dos corrientes de línea. Es necesario establecer los límites de medición en el analizador de redes ya que la información manejada es considerable para no almacenar datos redundantes.

Las mediciones realizadas y su respectivo análisis serán mostradas a continuación.

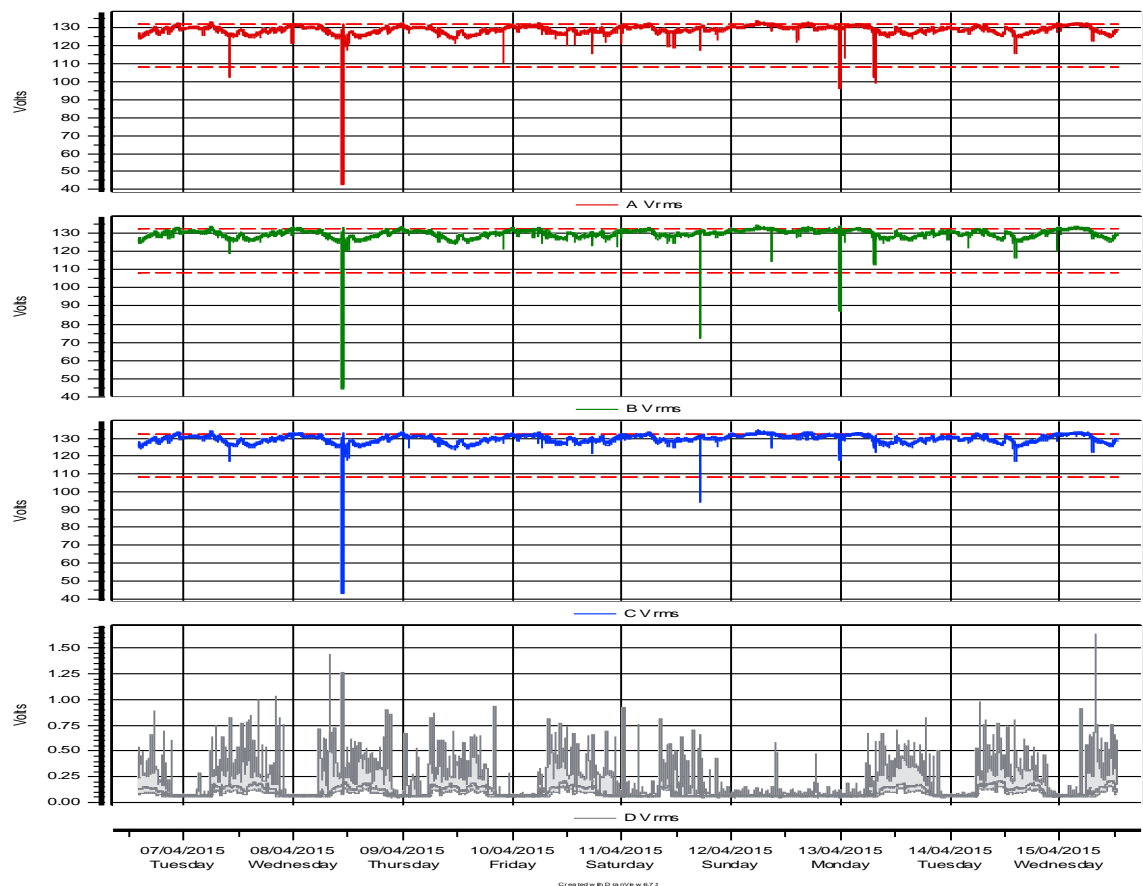
2.3.1. Análisis de tensión

Se realizó la instalación del equipo analizador en los tablero de distribución total para verificar el comportamiento y eficiencia de la cargas, asimismo identificar posibles desbalance que se presentan en este sistema. La conexión del equipo es trifásica tetrafililar en estrella, con referencia a tierra. El intervalo de medición es de 8 días.

2.3.1.1. Parámetros de tensión TP1

La Figura 12 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

Figura 13. Diagrama de tensiones TP1.



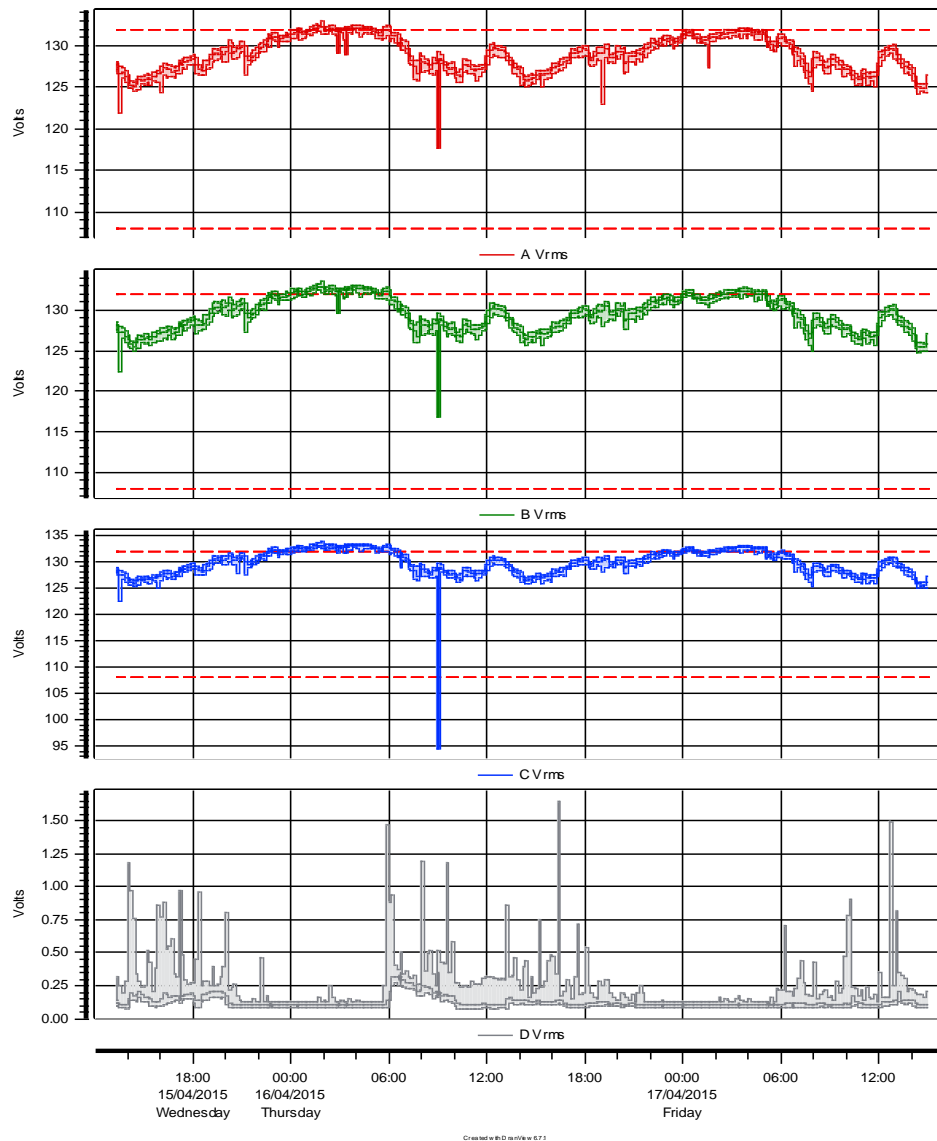
Fuente: Dran View 6

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 1,63 [V].

2.3.1.2. Análisis de parámetros de tensión TP2

La Figura 13 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

Figura 14. Diagrama de tensiones TP2.



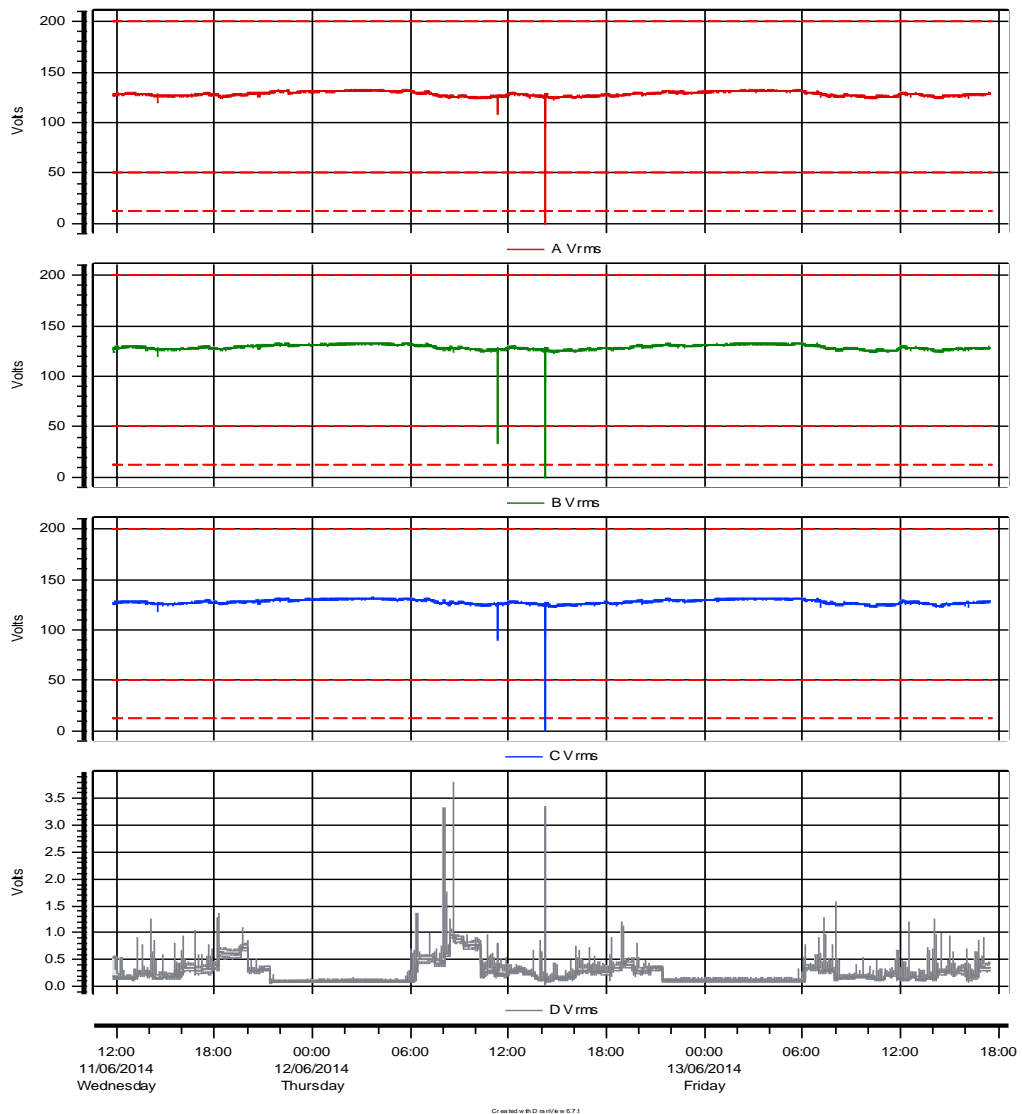
Fuente: Dran View 6

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 1,65[V].

2.3.1.3. Análisis de parámetros de tensión TP3

La Figura 14 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

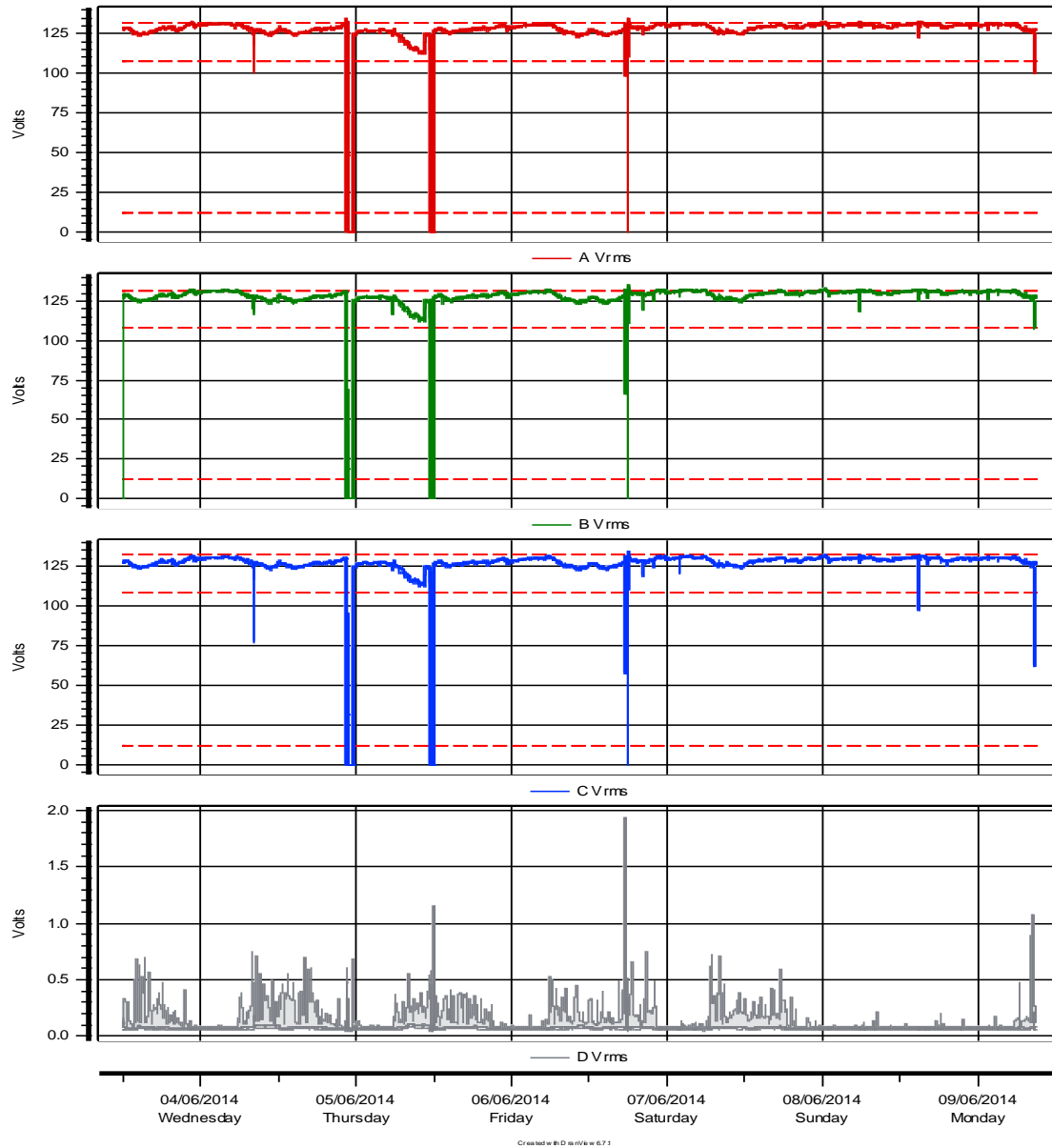
Figura 15. Diagrama de tensiones TP3.



Fuente: Dran View 6

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 3,82 [V].

Figura 16. Diagrama de tensiones TP4.



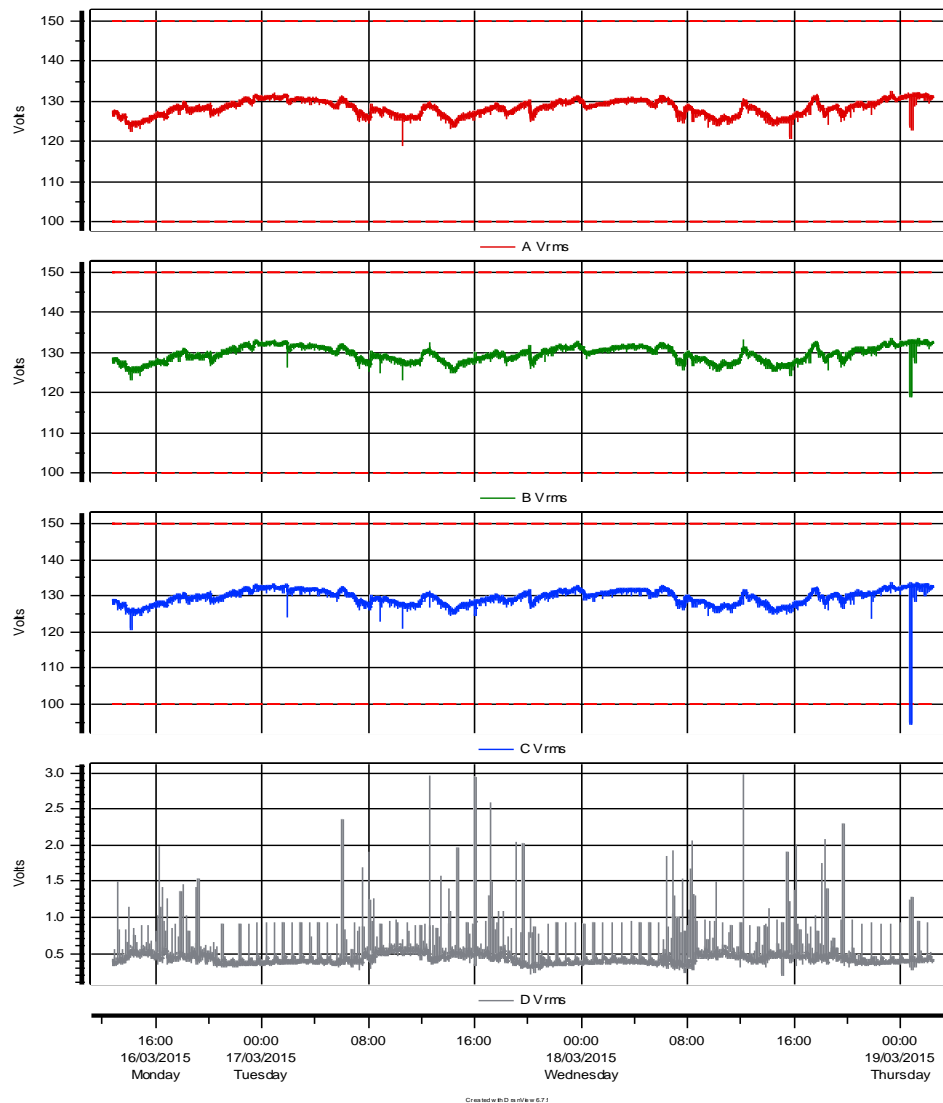
Fuente: Dran View 6

2.3.1.4. Análisis de parámetros de tensión TP4

La Figura 15 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 1,93 [V].

Figura 17. Diagrama de tensiones TP5N.



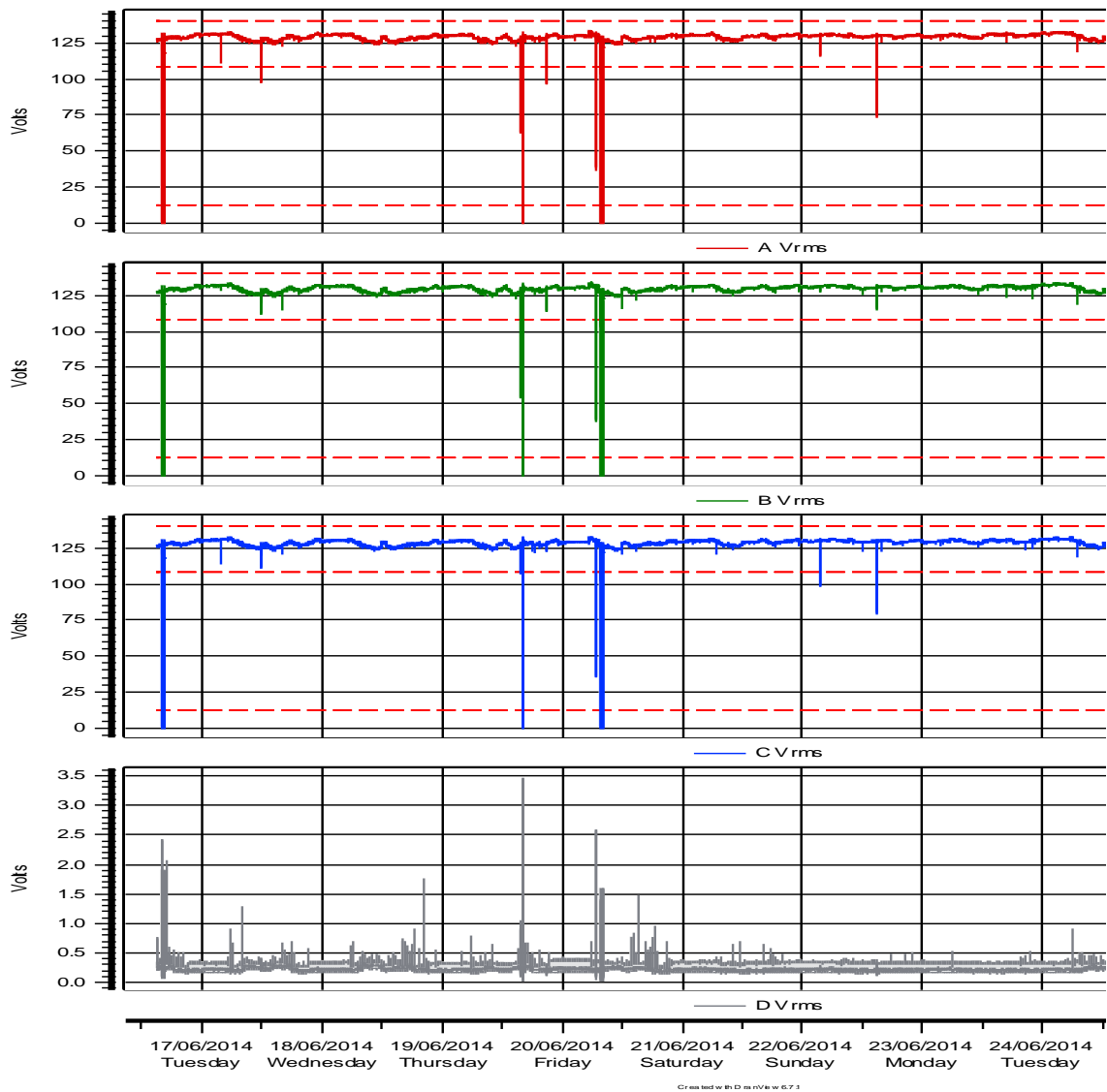
Fuente: Dran View 6

2.3.1.5. Análisis de parámetros de tensión TP5N

La Figura 16 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 3,02 [V].

Figura 18. Diagrama de tensiones TP5R.



Fuente: Dran View 6

2.3.1.6. Análisis de parámetros de tensión TP5R

La Figura 17 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

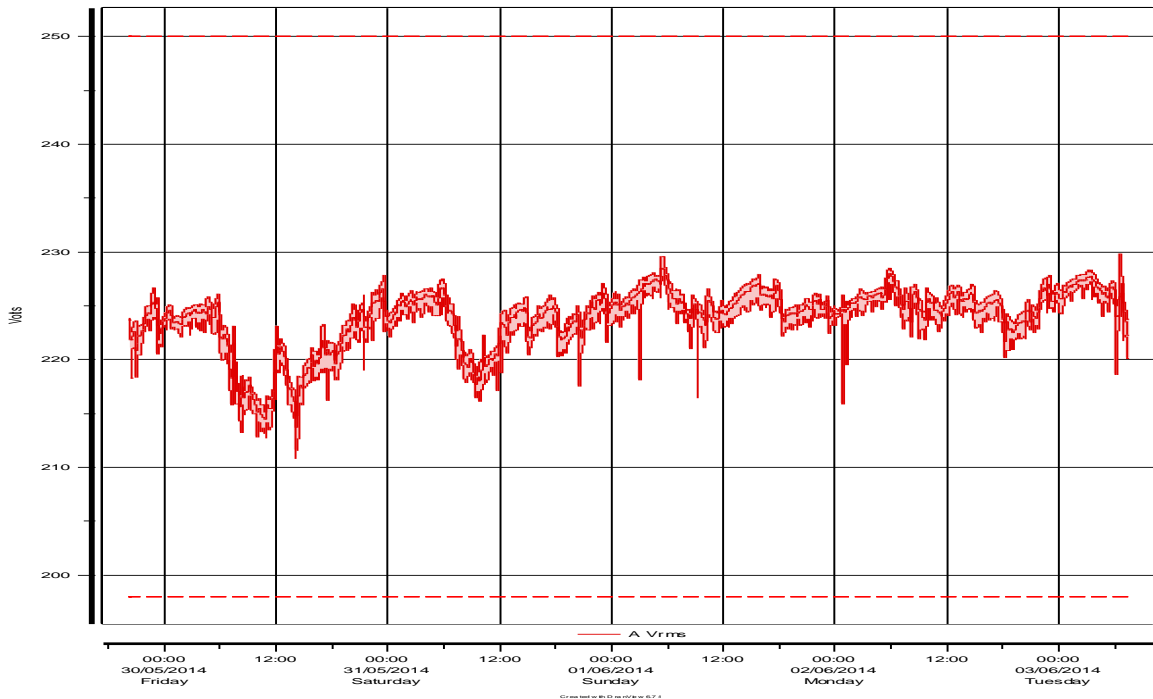
Las tensiones que llegan a este tablero provienen de la UPS principal ubicada en el quinto piso.

La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 127 [V] tiene una variación no mayor a ± 12 [V]. Los valores de tensión entre neutro y tierra no sobrepasan los 3,47 [V].

2.3.1.7. Análisis de parámetros de tensión A.A.

La Figura 18 muestra el comportamiento de la tensión durante el intervalo de medición y los respectivos límites de funcionamiento especificados.

Figura 19. Diagrama de tensiones A.A.



Fuente: Dran View 6

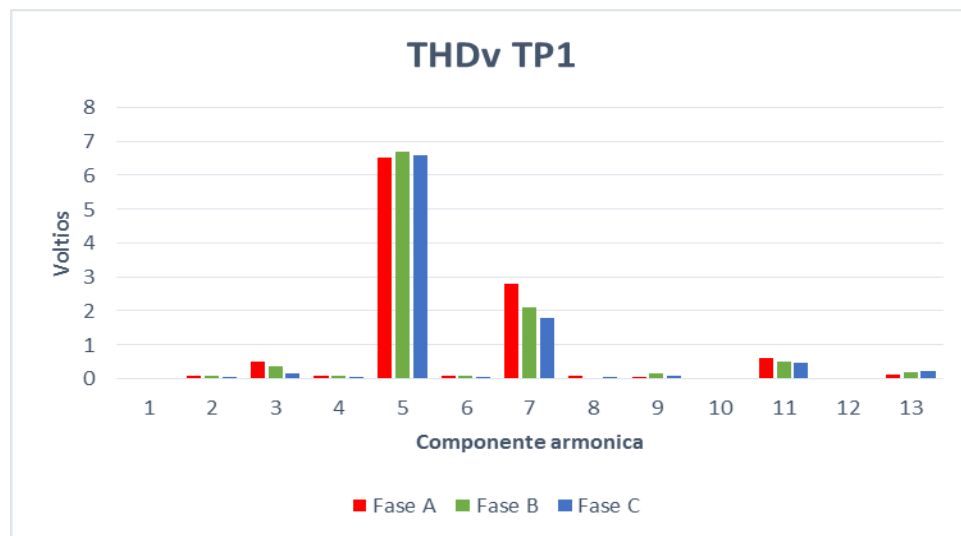
La tensión en la carga del tablero de distribución se mantiene dentro de los límites de regulación exigidos por el RETIE ($\pm 10\%$) para su correcto funcionamiento, en este caso, la tensión de fase de 220 [V] tiene una variación no mayor a ± 22 [V].

2.3.2. Análisis de Armónicos en tensión

La Figura 19 muestra los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del primer piso, con la respectiva medición del índice de THD.

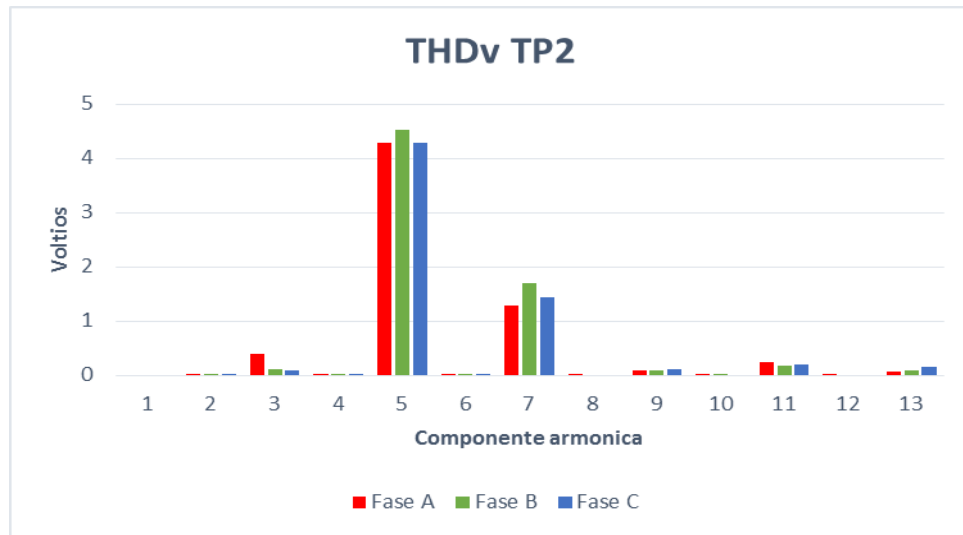
El índice THD o índice de distorsión armónica total se utiliza como una medida de armónicos de frecuencias diferentes a la fundamental.

Figura 20. Diagrama de armónicos de tensión TP1.



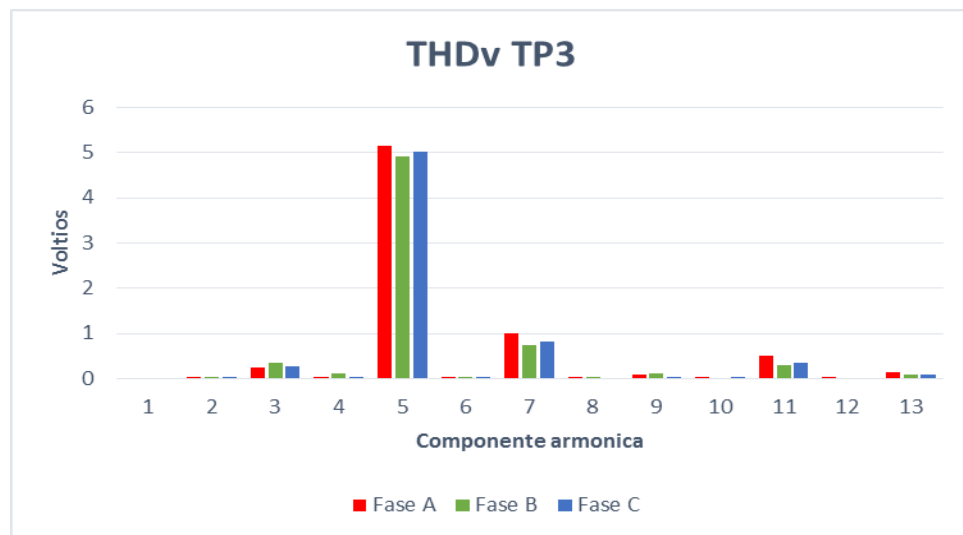
La Figura 20 muestra los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del segundo piso, con la respectiva medición del índice de THD.

Figura 21. Diagrama de armónicos de tensión TP2.



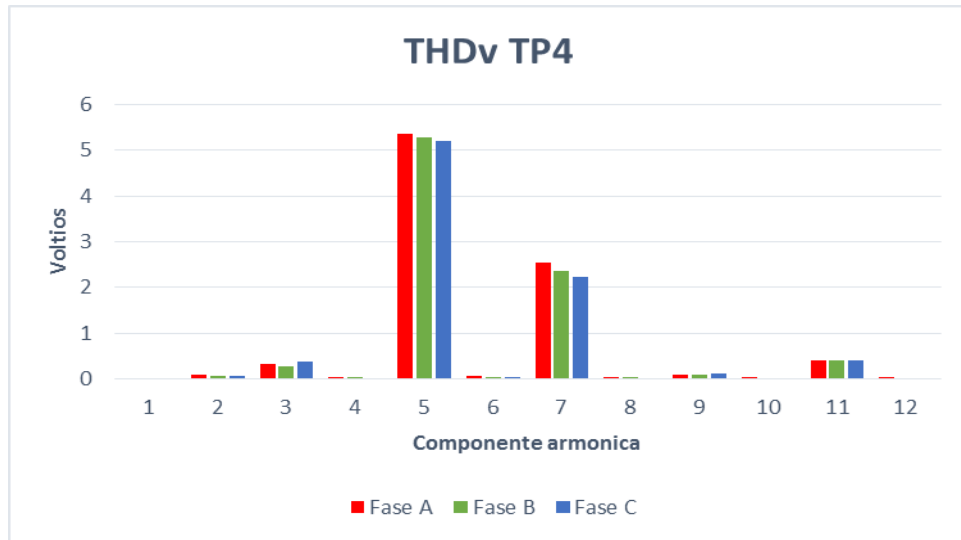
La Figura 21 muestra los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del tercer piso, con la respectiva medición del índice de THD.

Figura 22. Diagrama de armónicos de tensión TP3.



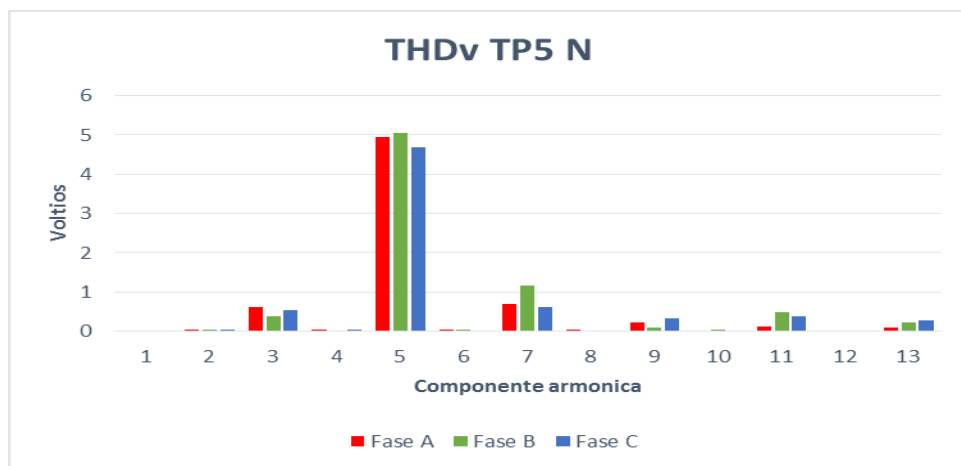
La Figura 22 muestra los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del cuarto piso, con la respectiva medición del índice de THD.

Figura 23. Diagrama de armónicos de tensión TP4.



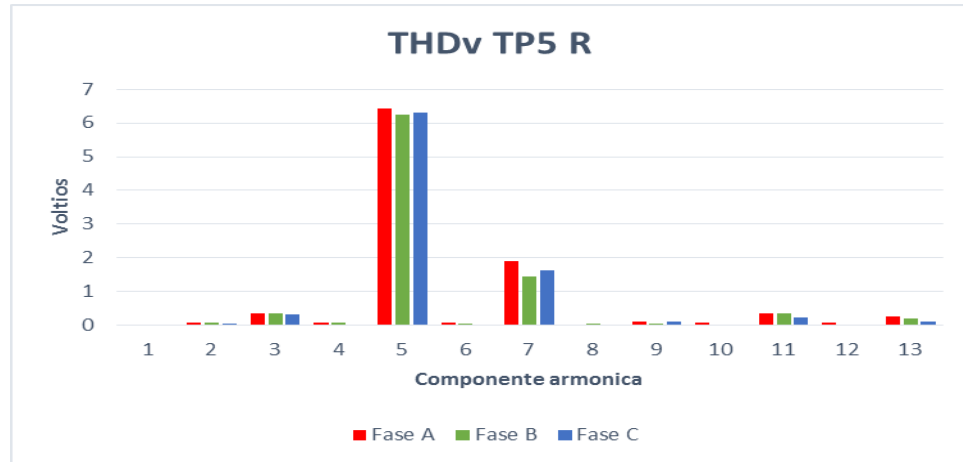
La Figura 23 muestran los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del quinto piso, con la respectiva medición del índice de THD.

Figura 24. Diagrama de armónicos de tensión TP5N.



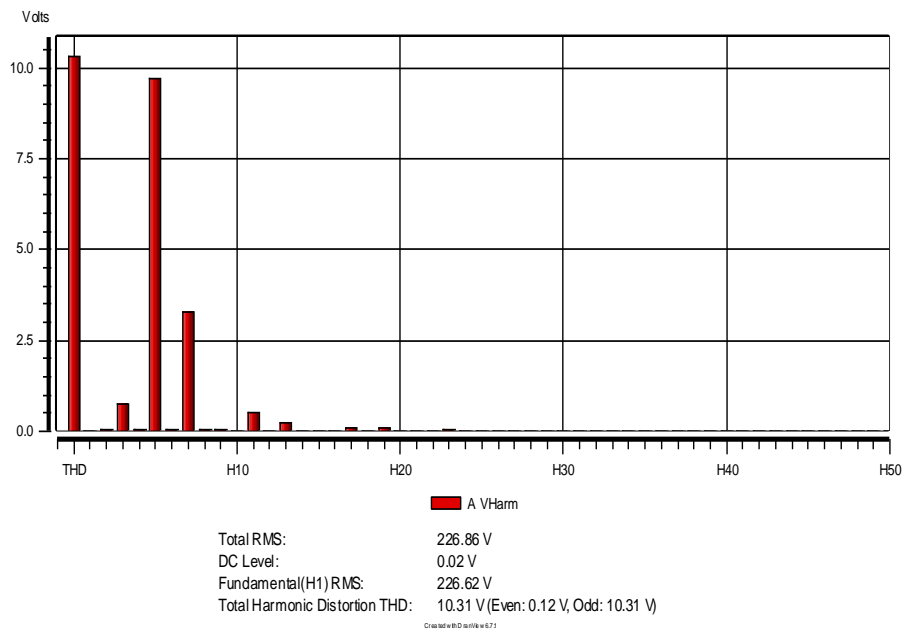
La Figura 24 muestran los diagramas de armónicos de las tensiones en las fases A, B y C del tablero de distribución del quinto piso, con la respectiva medición del índice de THD.

Figura 25. Diagrama de armónicos de tensión TP5R.



La Figura 25 muestra el diagrama de armónicos de la fase de referencia utilizada en la medición de los aires acondicionados, con el índice de THD.

Figura 26. Diagrama de armónicos de tensión A.A fase referencia.



En la Tabla 7 se muestra el índice de distorsión armónica por fase de cada tablero. Basados en el Estándar IEEE 519 -1992, en los niveles de tensión 1, 2 y 3, el valor de distorsión armónica total no debe exceder el 5%, en este caso los tableros de los pisos 1, 3 y 5 no cumplen con el porcentaje admitido.

Tabla 7. Distorsión armónica total (THDv).

DISTORSION ARMONICA DE VOLTAJE THD						
TABLERO	Fase A		Fase B		Fase C	
	V	%	V	%	V	%
Piso 1	6,86	5,36	7,03	5,49	6,96	5,48
Piso 2	4,57	3,69	4,89	3,88	4,67	3,67
Piso 3	5,24	9,90	5,05	10,05	5,08	9,69
Piso 4	5,96	4,77	5,79	4,60	5,64	4,61
Piso 5 N.	5,03	6,34	5,22	4,81	4,9	6,18
Piso 5 R.	6,79	4,09	6,59	4,43	6,55	4,62
Piso A.A.	10,31	4,60	-	-	-	-

2.3.3. Análisis de parámetros de corriente

La Figura 26 muestra el comportamiento de la corriente de TP1 durante el intervalo de medición, los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo (fines de semana) el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 2,08 [A].

La Figura 27 muestra el comportamiento de la corriente de TP2 durante el intervalo de medición, los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 1,93 [A].

Figura 27. Diagrama de corrientes TP1.

Timeplot

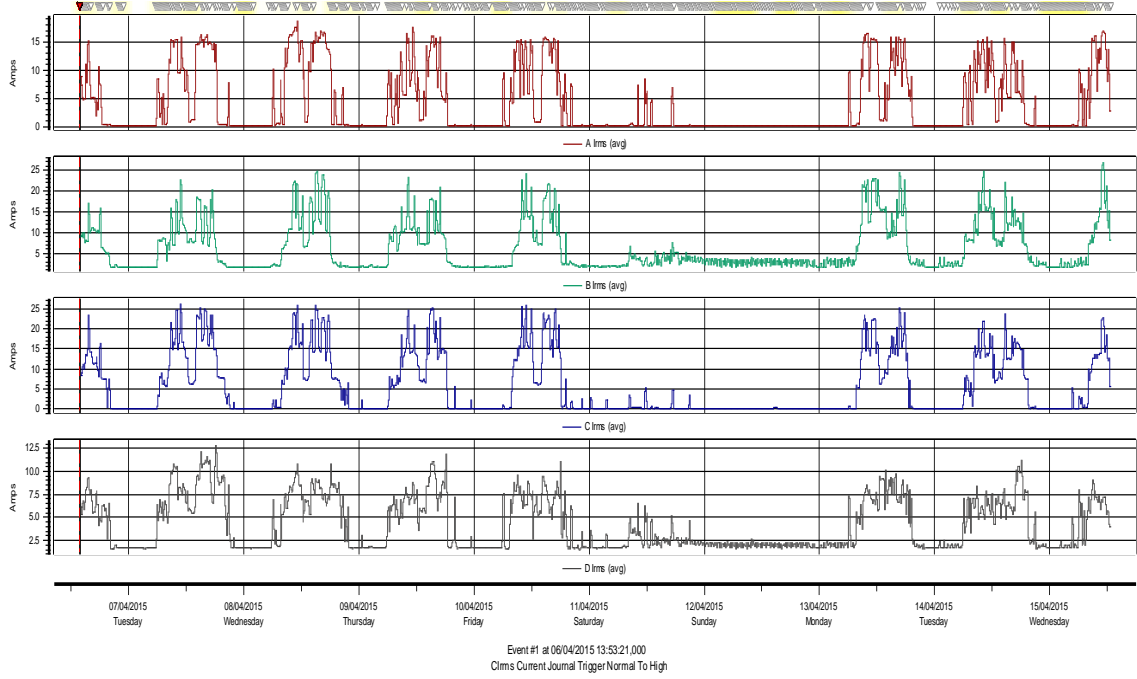
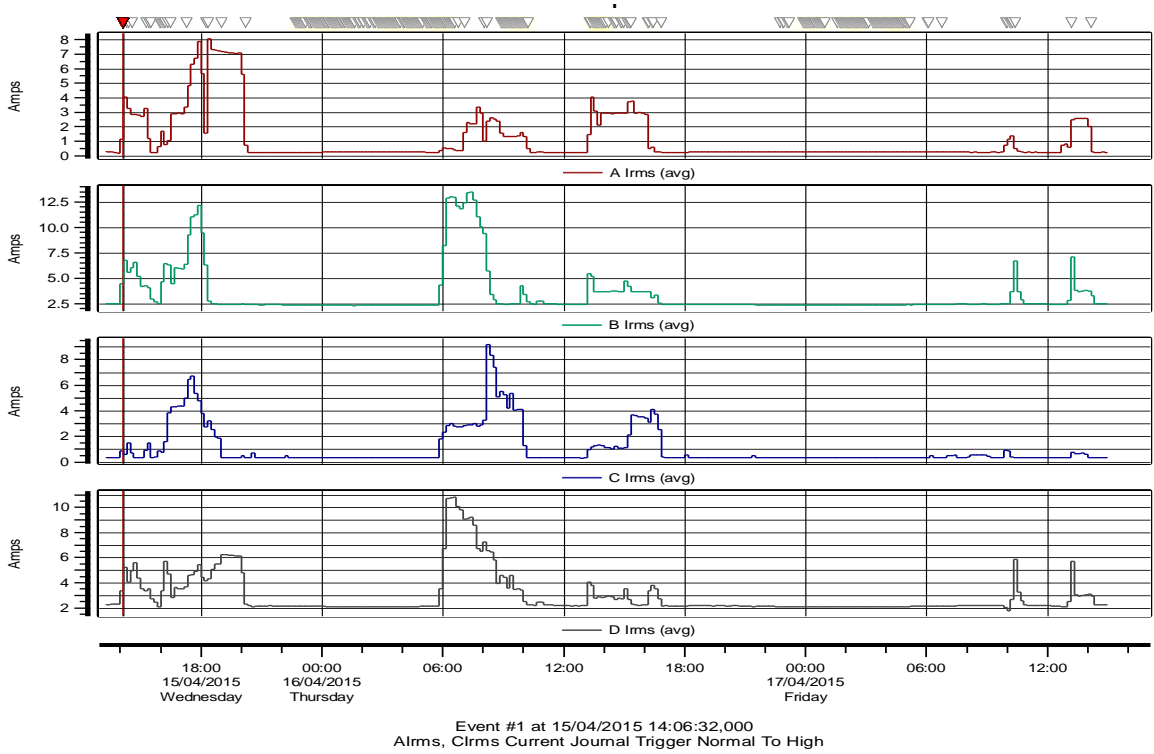


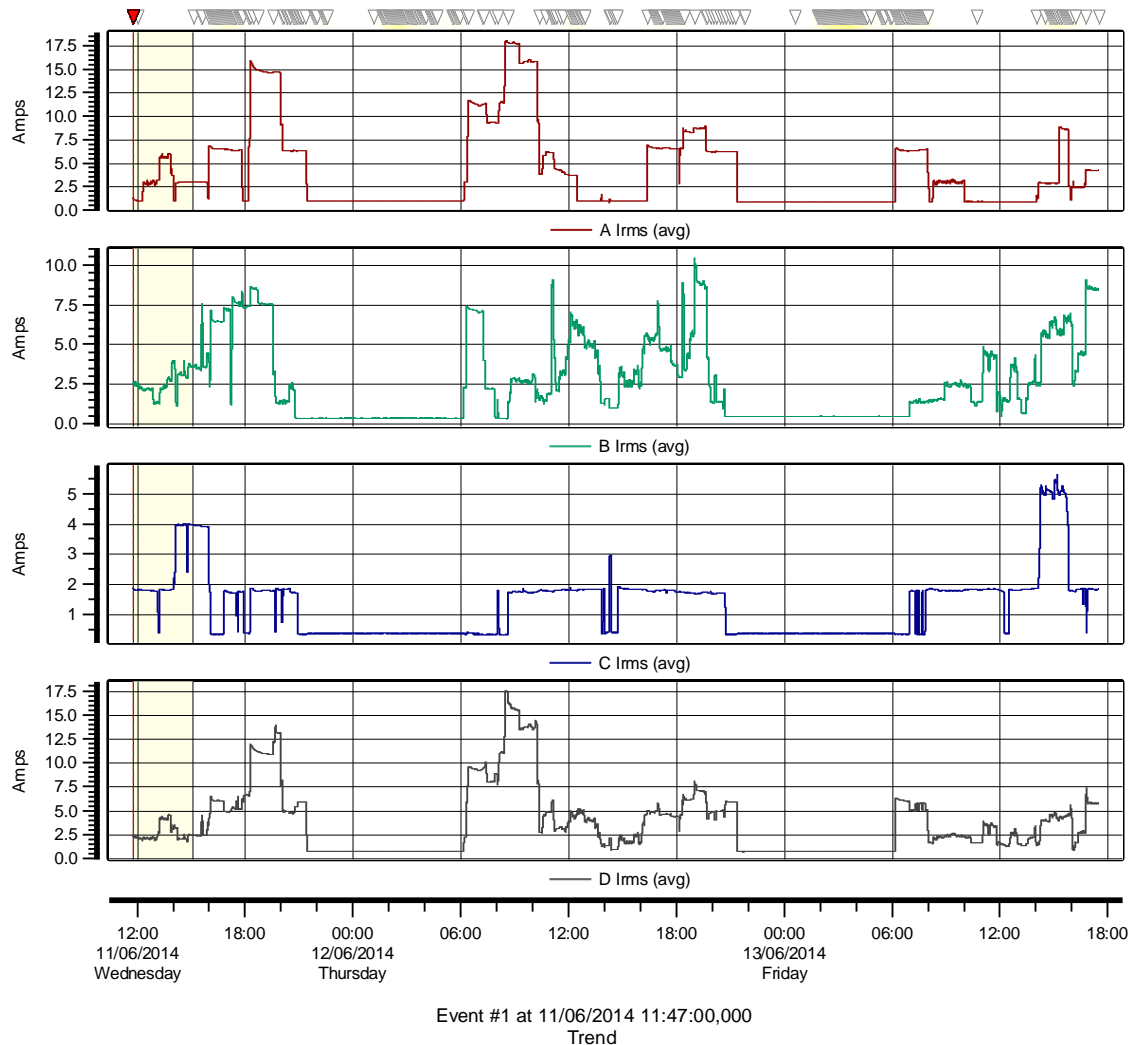
Figura 28. Diagrama de corrientes TP2.



Fuente: Dran View 6

La Figura 28 muestra el comportamiento de la corriente de TP3 durante el intervalo de medición, los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 2,33 [A].

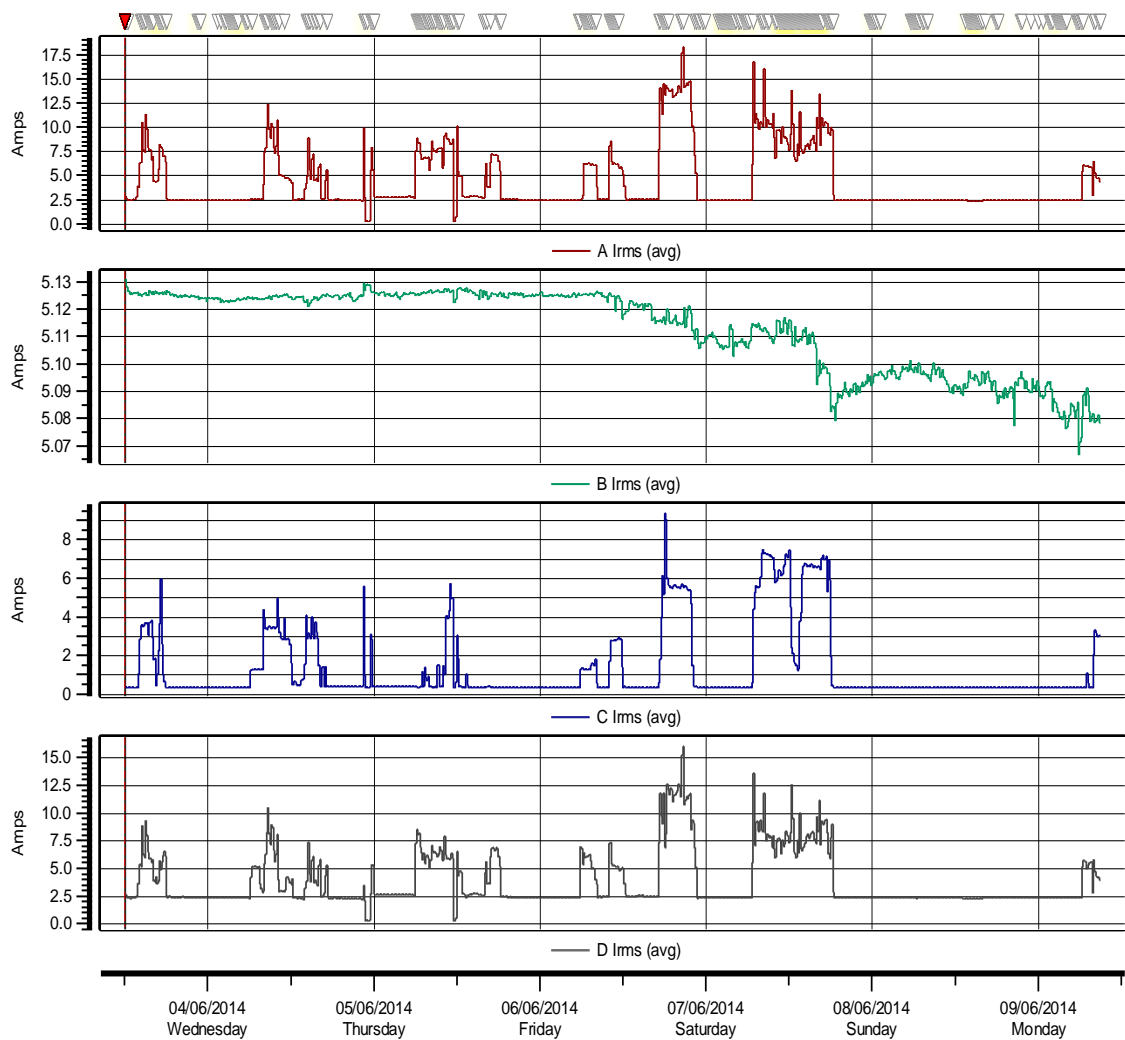
Figura 29. Diagrama de corrientes TP3.



Fuente: Dran View 6

La Figura 29 muestra el comportamiento de la corriente de TP4 durante el intervalo de medición.

Figura 30. Diagrama de corrientes TP4.



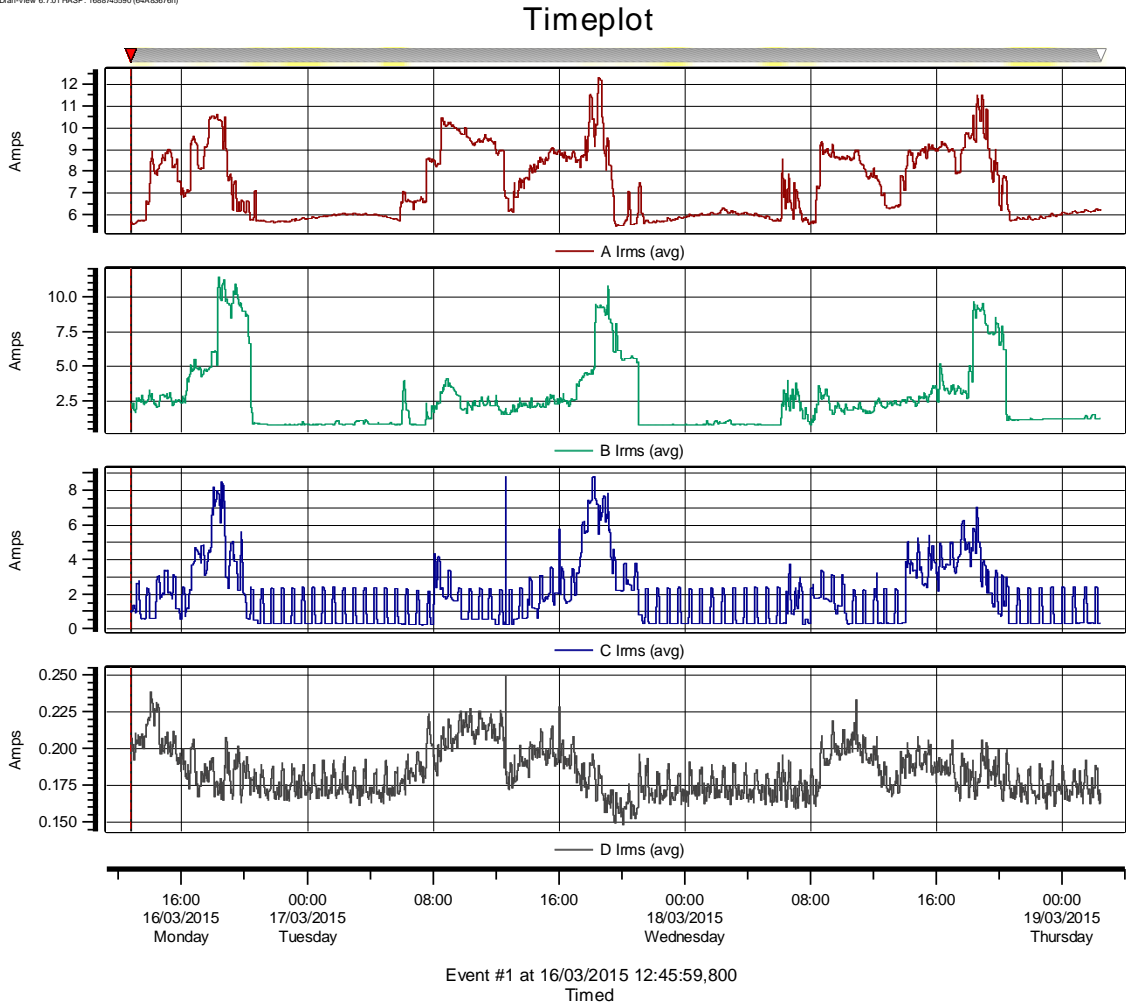
Event #1 at 03/06/2014 11:58:54,000
 BVrms, BVrms Voltage Journal Trigger Normal To Very Low

Fuente: Dran View 6

Los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo (fines de semana) el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 1.57 [A].

La Figura 30 muestra el comportamiento de la corriente de TP5N durante el intervalo de medición.

Figura 31. Diagrama de corrientes TP5N.

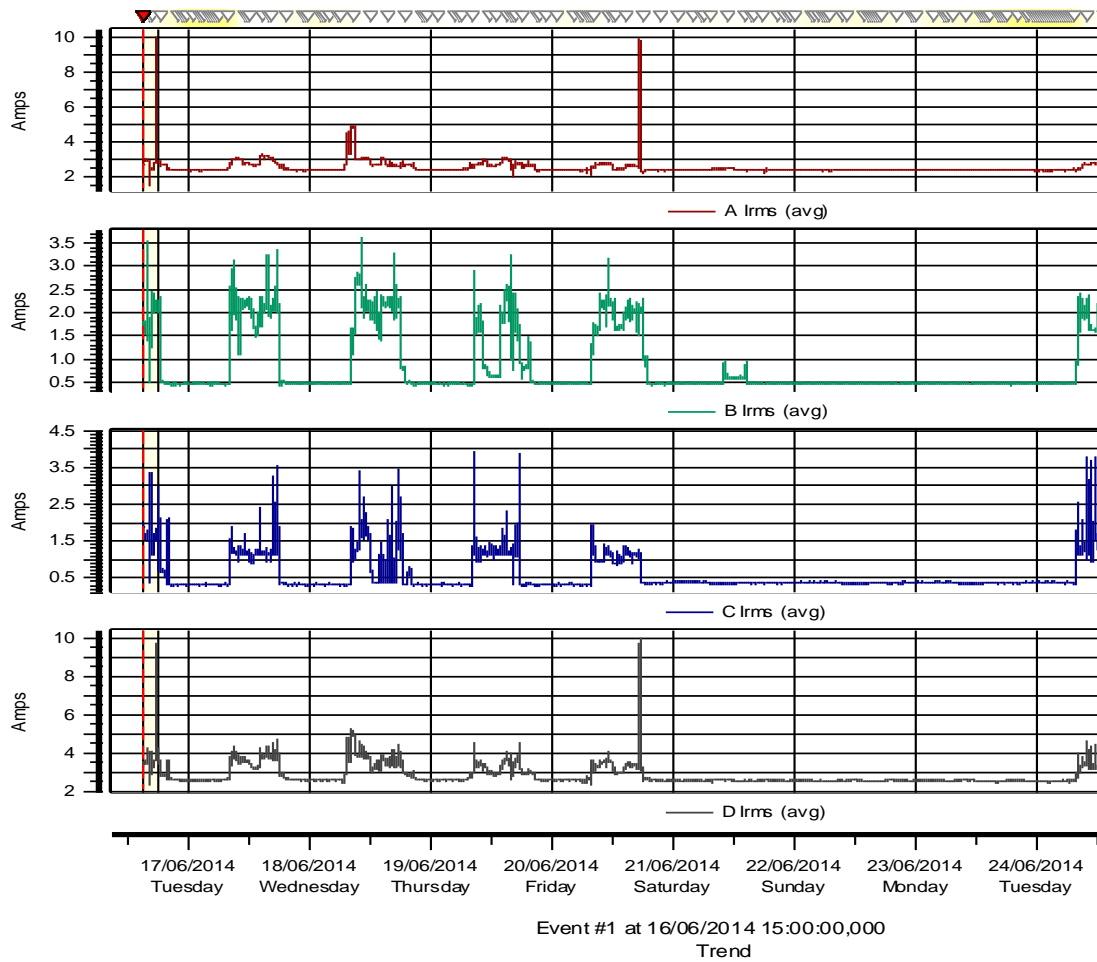


Fuente: Dran View 6

Los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 1.89 [A].

La Figura 31 muestra el comportamiento de la corriente de TP5R durante el intervalo de medición.

Figura 32. Diagrama de corrientes TP5R.

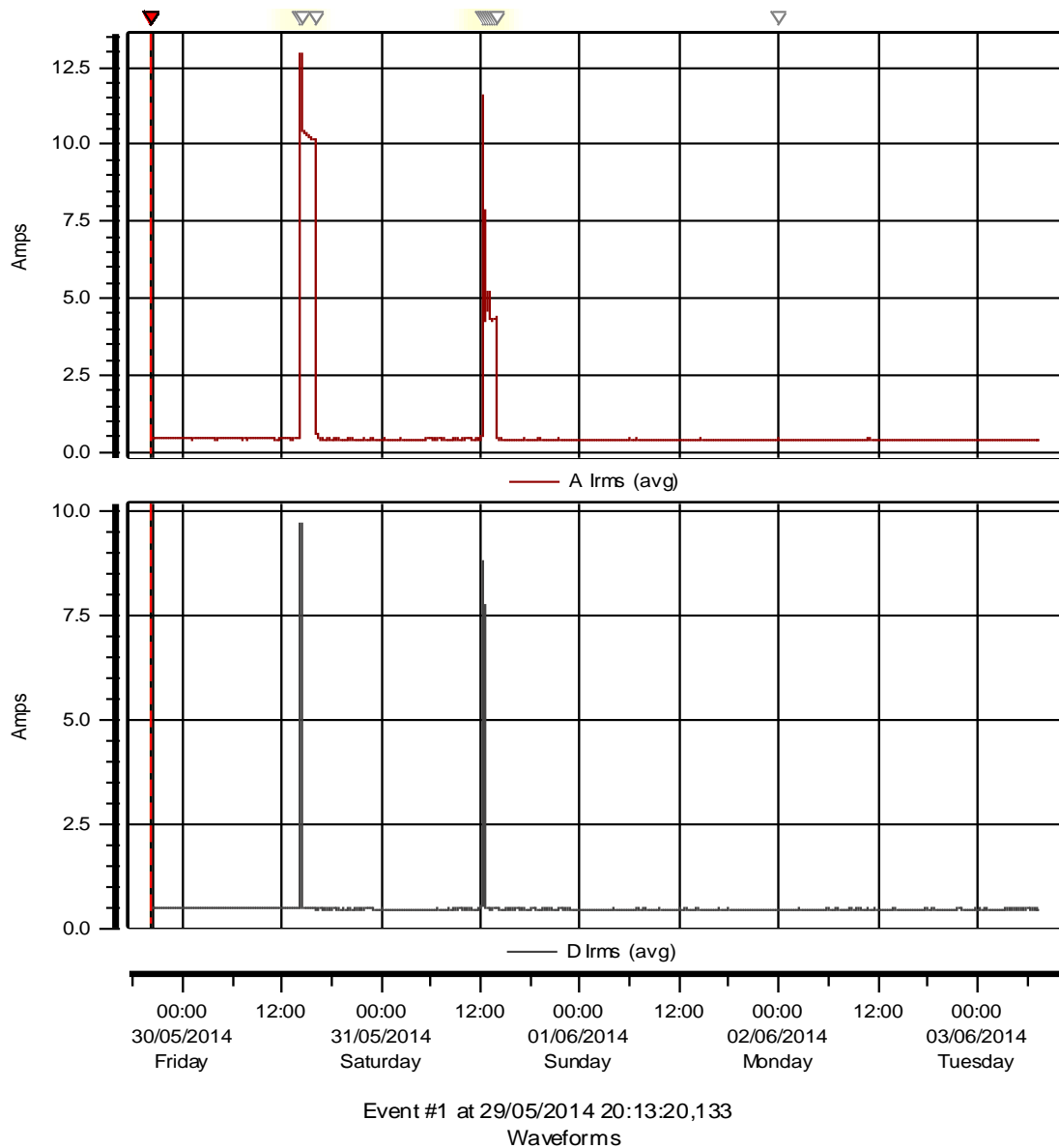


Fuente: Dran View 6

Los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 4. La curva de funcionamiento es proporcional a la ocupación de las aulas; En los otros espacios de tiempo (fines de semana) el consumo se reduce a la carga no útil que tiene un consumo promedio de 1.89 [A].

La Figura 32 muestra el comportamiento de la corriente de A.A. durante el intervalo de medición.

Figura 33. Diagrama de corriente A.A fase referencia.



Fuente: Dran View 6

Los datos obtenidos de las corrientes mínimas, máximas y promedio del intervalo de medición se muestran en la Tabla 8. La curva de funcionamiento es proporcional al funcionamiento del aire y ocupación de las aulas.

Se observa desbalances fuertes en el segundo, tercero y quinto piso. Las corrientes por el neutro se mantienen en un rango de 3,10 [A] y 3,93 [A].

Tabla 8. Cuadro resumen de corrientes.

PARÁMETROS DE CORRIENTE												
TABLERO	Fase A			Fase B			Fase C			Neutro		
	Min [A]	Max [A]	Prom [A]	Min [A]	Max [A]	Prom [A]	Min [A]	Max [A]	Prom [A]	Min [A]	Max [A]	Prom [A]
Piso 1	0,17	18,62	3,98	1,77	26,76	6,17	0,17	26,11	5,65	1,46	12,78	4,21
Piso 2	0,20	8,03	1,01	2,31	13,50	3,34	0,31	9,19	1,03	1,78	10,84	2,93
Piso 3	0,85	18,05	4,01	0,33	10,49	2,59	0,33	5,66	1,33	0,76	17,60	3,68
Piso 4	0,24	18,34	4,26	5,06	5,13	5,11	0,31	9,38	1,31	0,28	16,03	3,83
Piso 5 N.	5,50	12,34	7,28	0,79	11,45	2,60	0,23	8,84	1,85	0,14	0,24	0,18
Piso 5 R.	1,56	9,98	2,55	0,43	3,60	0,86	0,29	4,29	0,60	2,29	9,95	2,81
Piso A.A.	0,40	12,93	0,70	-	-	-	-	-	-	0,44	9,69	0,55

2.3.4. Análisis de parámetros de demanda

Se realizó la instalación del equipo analizador en los tableros de distribución principales por piso para verificar el comportamiento y eficiencia de la carga, asimismo identificar desbalances que se presentan en este sistema. La conexión del equipo es trifásica tetrafilar en estrella, con referencia a tierra.

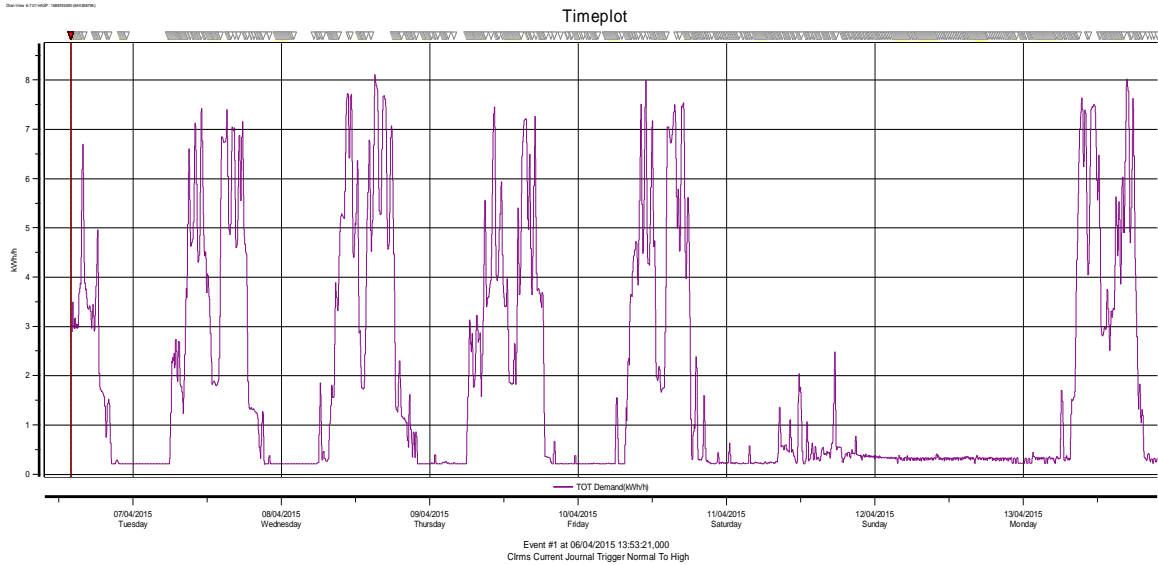
2.3.4.1. Análisis de parámetros de demanda TP1

En la Figura 33 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del primer piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 9. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Figura 34. Demanda TP1.



Fuente: Dran View 6

Tabla 9. Demanda TP1.

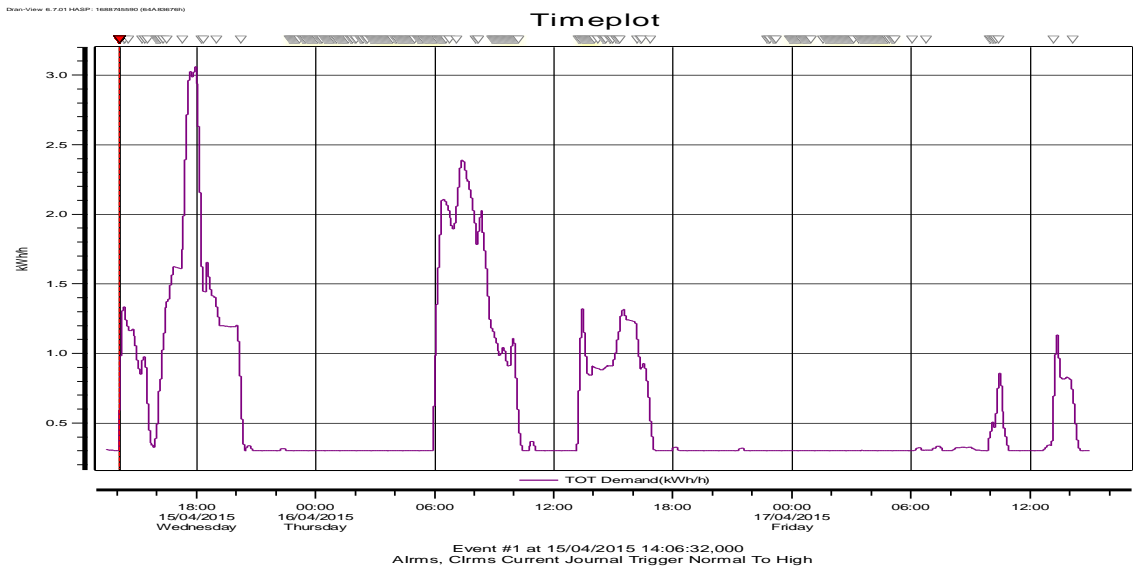
Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kWh/h)
Mínima	0,20
Máxima	8,11
Promedio	1,85

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kWh/h)
Máxima	1,70
Promedio	0,33

2.3.4.2. Análisis de parámetros de demanda TP2

En la Figura 34 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del segundo piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Figura 35. Demanda TP2.



Fuente: Dran View 6

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 10. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Tabla 10. Demanda TP2.

Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,30
Máxima	3,06
Promedio	1,42

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Máxima	0,32
Promedio	0,30

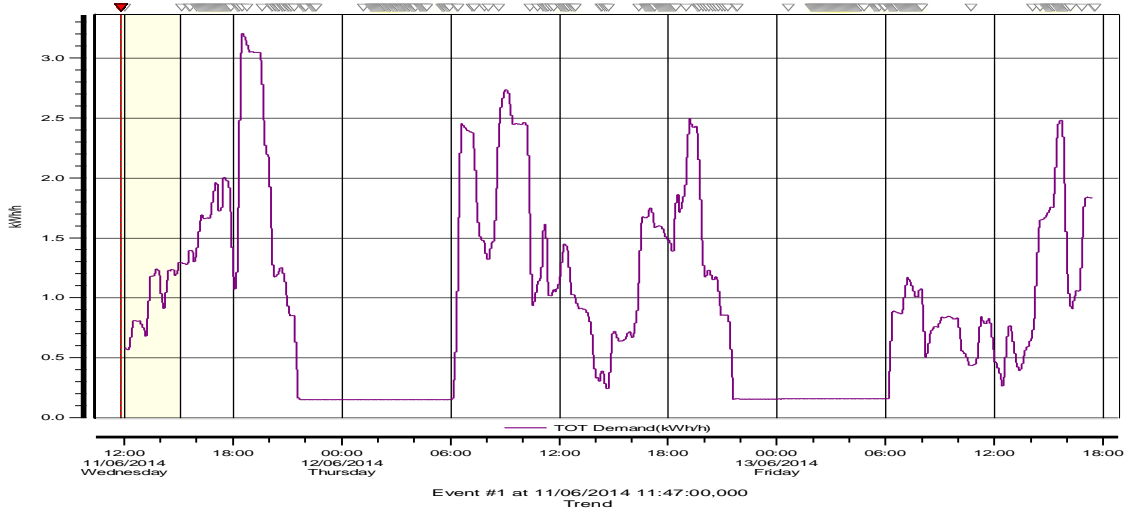
2.3.4.3. Análisis de parámetros de demanda TP3

En la Figura 35 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del tercer piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 11. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Figura 36. Demanda TP3.



Fuente: Dran View 6

Tabla 11. Demanda TP3.

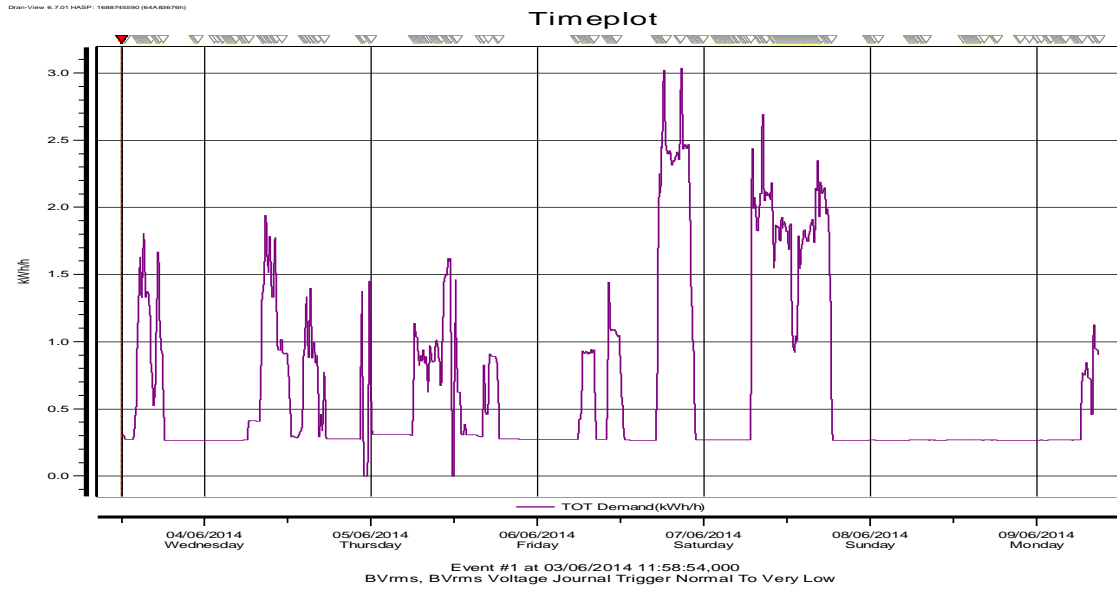
Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,14
Máxima	3,20
Promedio	0,93

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Máxima	0,80
Promedio	0,17

2.3.4.4. Análisis de parámetros de demanda TP4

En la Figura 36 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del cuarto piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Figura 37. Demanda TP4.



Fuente: Dran View 6

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 12. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Tabla 12. Demanda TP4.

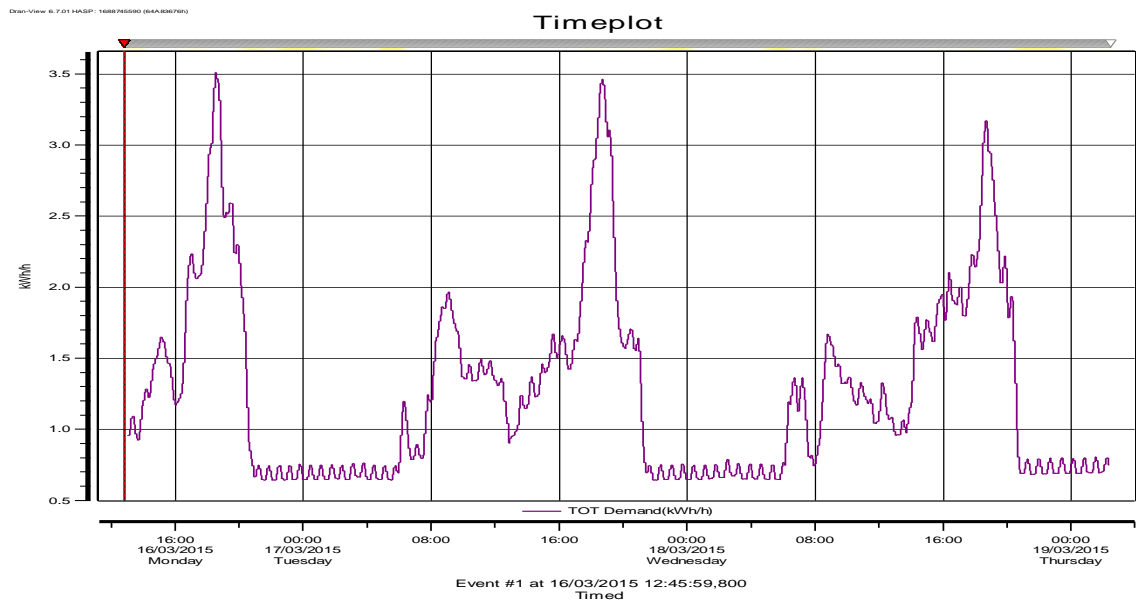
Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,00
Máxima	3,03
Promedio	0,62

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Máxima	1,98
Promedio	0,30

2.3.4.5. Análisis de parámetros de demanda TP5N

En la Figura 37 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del quinto piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Figura 38. Demanda TP5N.



Fuente: Dran View 6

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 13. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Tabla 13. Demanda TP5.

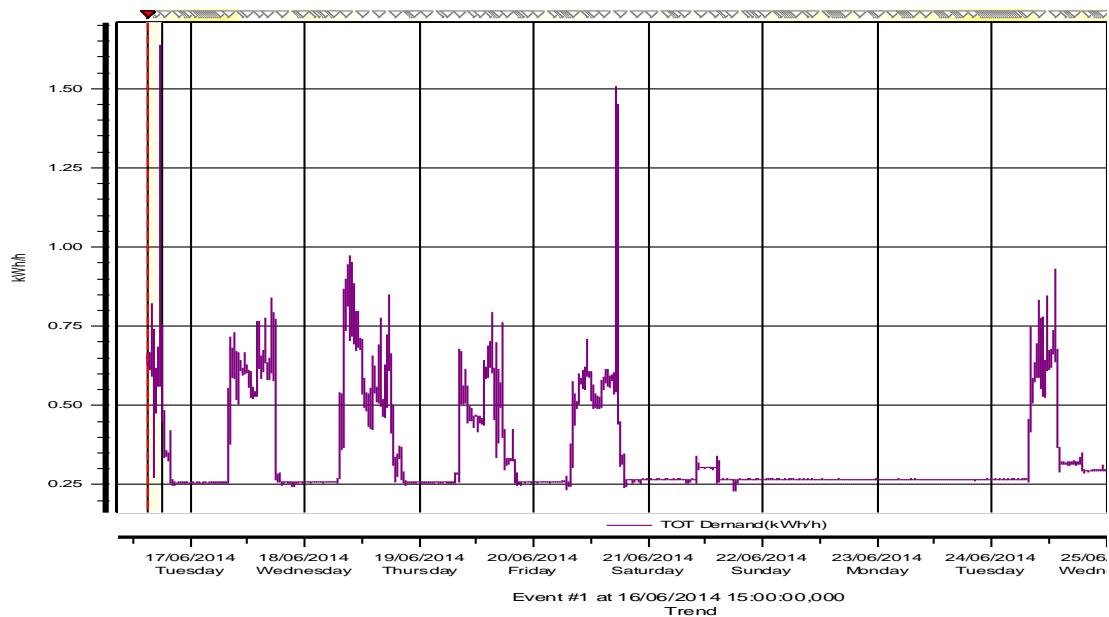
Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,64
Máxima	3,51
Promedio	1,27

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Máxima	1,124
Promedio	0,69

2.3.4.6. Análisis de parámetros de demanda TP5R

En la Figura 38 se observa el comportamiento de la demanda del tablero de distribución del quinto piso del edificio, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Figura 39. Demanda TP5R.



Fuente: Dran View 6

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 14. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

El consumo en las horas no útiles o pérdidas continuas se calcula tomando las horas nocturnas (8:00 p.m.-6:00 a.m.) y los espacios inactivos del fin de semana.

Tabla 14. Demanda TP5R.

Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,23
Máxima	1,63
Promedio	0,36

Demanda no útil	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Máxima	0,74
Promedio	0,27

2.3.4.7. Análisis de parámetros de demanda A.A.:

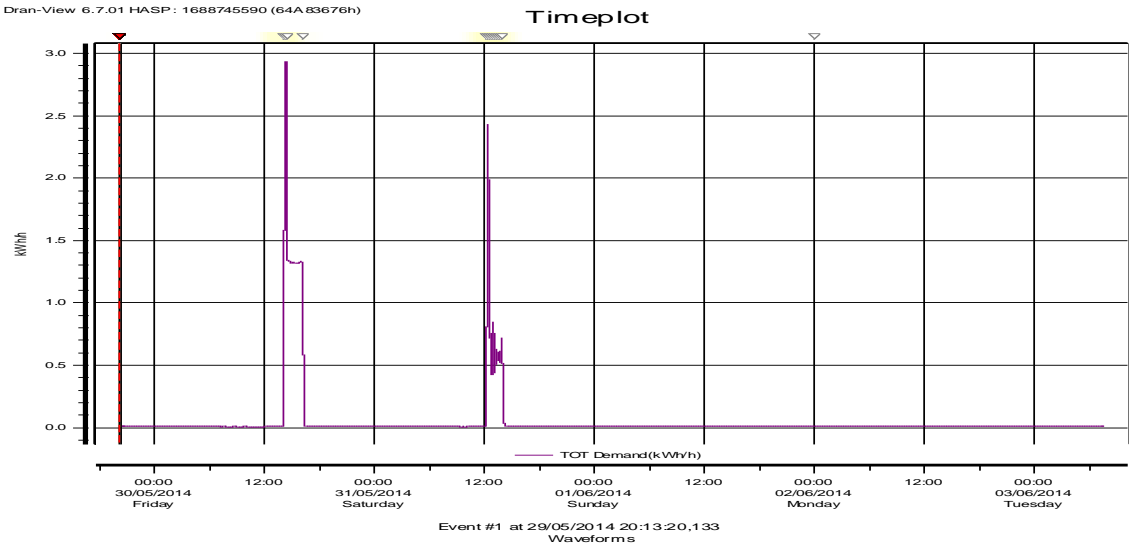
En la Figura 39 se observa el comportamiento de la demanda del aire acondicionado respectivo, que mantiene su correlación directa a la gráfica de corriente consumida.

Los datos de demanda mínima, máxima y promedio además de demanda no útil se muestran en la Tabla 15. Cabe resaltar que estos datos son calculados según el intervalo de medición.

Tabla 15. Demanda A.A.

Demanda general	
Tipo de demanda	Valor (kW/h)
Mínima	0,0
Máxima	2,93
Promedio	0,05

Figura 40. Demanda A.A fase referencia.



Fuente: Dran View 6

3. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Dentro del margen de cumplimiento del proyecto de grado en modalidad de práctica empresarial, se realizaron actividades complementarias y aportes importantes al edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones que se mostrarán a continuación.

3.1. CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES DE MOVIMIENTO PARA EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN

Se realizó la inspección semanal de todo el sistema de sensores, donde se incluyen sensores de movimiento, foto sensores, sensores acústicos, ubicados en los diferentes espacios del Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander.

Las inspecciones se realizaron a través de pruebas de control o pruebas rutinarias a cada uno de los equipos, realizando las siguientes acciones:

- Tiempo de apagado del sensor.
- Sensibilidad del equipo a las diferentes magnitudes a detectar.
- Correcto funcionamiento.

La calibración de los sensores tuvo en cuenta los valores iniciales de diseño para el apagado y encendido de los sensores, al igual que los niveles de sensibilidad (sensibilidad lumínica, movimiento, acústica) que varían dependiendo de las necesidades del aula y espacio de movimiento.

Al finalizar la labor asignada se entregaba un informe verbal de los resultados obtenidos se realizaban observaciones, algunas recomendaciones y por ultimo solicitud de medidas correctivas de ser necesario.

Para mejorar el funcionamiento del sistema de sensores en el área administrativa, se implementó dentro de los sensores un sistema básico de máscaras. Esta solución se generó debido a la activación innecesaria de luminarias en horas de la noche por el paso del personal a través del pasillo principal.

El sistema consta de láminas circulares plásticas de color negro (las cuales venían incluidas al sensor) con cortes estratégicos, que evitan la detección de movimiento en el área no recortada.

El uso de las máscaras redujo el encendido de las luminarias considerablemente tanto en horas del día como de la noche.

Figura 41. Fococelda.



3.2. REVISIÓN DE TEMPERATURA EN TECHOS VERDES

En el marco de edificación sostenible, el edificio consta de una cubierta verde, o cubierta vegetal, que convierte el espacio que ocupa el edificio en una superficie naturalizada y mejora el comportamiento energético del edificio reduciendo el consumo por parte de equipos de climatización caso específico sistema de aire acondicionado, en el proceso de práctica empresarial se realizó como proceso de control un monitoreo a la temperatura de la terraza, y se documentó los resultados obtenidos, que se mostrarán en el anexo C.

Figura 42. Medida de temperatura de la cubierta.



3.3. MODIFICACIÓN Y PUESTA DE MANDOS PARA TELONES ELECTRÓNICOS EN AULAS CON PROYECTORES

Se realizó el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de las salidas eléctricas de los telones para las aulas con proyectores, debido a que no se había contemplado salida de punto eléctrico para los mismos.

Inicialmente las aulas que contaban con proyectores carecían de características adecuadas para la proyección (*blackout* y baja iluminación en el espacio a proyectar), por lo que se instalaron los respectivos telones eléctricos como solución a este problema de iluminación. La instalación de los mismos generó un nuevo problema, no se tuvo en cuenta su conexión al sistema eléctrico y el control de los mismos.

Se debía proveer una solución inmediata con el menor costo posible y de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el Director de Escuela, por lo cual se utilizaron los recursos disponibles de canalización externa (canaleta de superficie DEXSON 20x12 mm y 10X10 mm) y cableado (Cable CENTELSA AWG #12).

Estas modificaciones entran dentro del término “Ampliación de Instalación” denominado por el RETIE y deben cumplir con su reglamentación en cuanto a número de conductores por canalización, porcentaje de corriente máxima por conductor, calibre de conductor mínimo, entre otros.

Según lo anterior, se propusieron varios diseños de conexión y control de los telones para cada aula que contaba con el equipo de proyección y se discutió la opción más viable para realizarla con el menor impacto visual para mantener un aula estéticamente agradable. Los parámetros para estos diseños fueron:

- Ubicación de los telones
- Punto de conexión más cercano
- Rutas de cableado más cortas y de menor impacto visual
- Ubicación de mandos de control (en la mayoría de los casos) tomando como referencia el escritorio del docente
- Altura de ubicación de mandos de control
- Forma y espacio del aula
- Parámetros técnicos de instalaciones eléctricas

Se programaron los trabajos de acuerdo a las disponibilidades en las aulas y se ejecutaron los diseños planteados avanzando progresivamente, ya que los espacios de trabajo eran de 2 a 4 horas e impedían la finalización inmediata de los diseños.

En promedio se invirtieron 8 horas de trabajo por cada aula que incluyen:

- Ubicación de canalización:
Para el proceso de canalización se utilizaron los diseños previamente seleccionados, siguiendo las formas y espacios del aula de clase. La canalización usada cumple con los parámetros de conductores por canalización recomendada por la NTC 2050 [2].
- Ubicación de cajas de paso y conexión:
Siguiendo las recomendaciones técnicas fue necesario utilizar cajas de paso para cada punto de conexión y/o empalme. Las cajas de paso se ubicaron estratégicamente para minimizar el impacto visual.
- Cableado:
Para el cableado se utilizaron los calibres mínimos recomendados por la NTC 2050 [2]; además del uso adecuado de métodos de empalme y cubiertas para puntos de empalme.
- Ubicación de mandos:

Los mandos se ubicaron estratégicamente según el aula, con una altura a nivel del piso predeterminada.

- Puesta en funcionamiento de cada telón.

Adicional a la práctica anterior fue necesario reducir los niveles de iluminación en las aulas para una correcta proyección. El sistema de iluminación inicial de las aulas constaba de un 50% control autónomo y un 50% control manual, proporcionando un nivel de iluminación óptimo según la norma para aulas de clase de 500 lx (Luxes)[3], pero no adecuada para espacios de proyección.

Se modificó el sistema autónomo reduciendo el nivel de iluminación en la zona de proyección (blackout) garantizando niveles óptimos tanto para las aulas de clase como para el uso del proyector. Se implementó el sistema de iluminación en un 30% control autónomo y 70% control manual.

Las modificaciones anteriores fueron de gran impacto ya que aumentaron el uso de los proyectores y mejoraron las condiciones de proyección, satisfaciendo las necesidades de docentes y estudiantes y aumentando la calidad del aula de clase.

Se observará un registro fotográfico de los trabajos realizados en las diferentes aulas en la sección de anexos.

Figura 43. Puesta de mandos telones eléctricos.

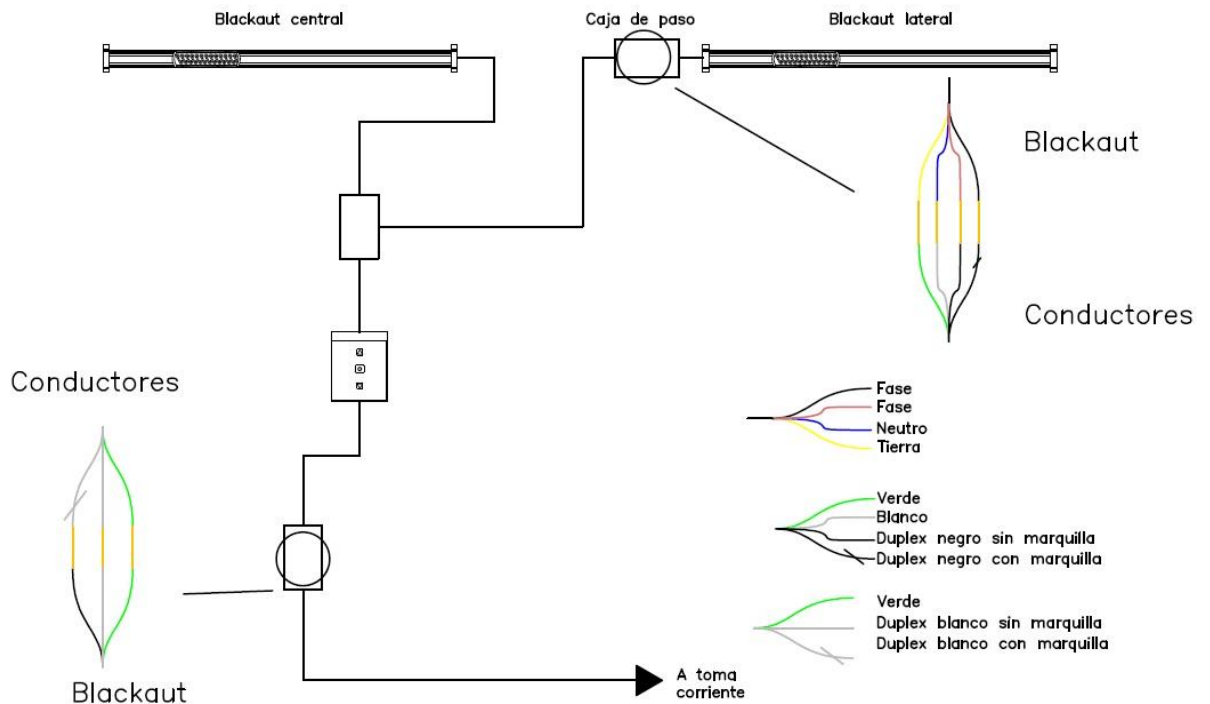


En la sección de anexos se muestra un registro fotográfico de los trabajos realizados en la práctica. (Ver anexo 3 a 10)

3.3.1. Configuración de un solo mando para control del aula de telones implementados en el Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander

En esta configuración que se realizó en las aulas más pequeñas que cuentan con 2 telones, lo que se implementó fue un solo mando que gobernara el control de ambos telones. Para ellos se llevó a cabo la unión de los conductores de en un mismo punto (caja de paso) y después de llevaron hasta el mando control que gobierna el control de los blackout.

Figura 44. Esquema conexión 2 telones y 1 mando de control.



3.3.2. Configuración de 2 mandos para control del aula de telones implementados en el Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander

En esta configuración que se realizó en las aulas más grandes que cuentan con 3 o 5 telones, se implementó un único mando que gobernará el telón central y los dos laterales en algunos solo el central y un lateral y el segundo mando gobernara los dos laterales siguientes o en algunos casos un solo lateral siguiente. Para ellos se llevó a cabo la unión de los conductores de los dos lateral y el central en un mismo punto (caja de paso) y después de llevaron hasta el mando 1 control que gobierna el control de los blackout, los dos laterales siguientes se unieron en la caja de paso y se llevaron a hasta el mando 2 que gobernara los dos laterales siguientes.

Figura 45. Esquema de conexión de 3 telones y 2 mandos de control.

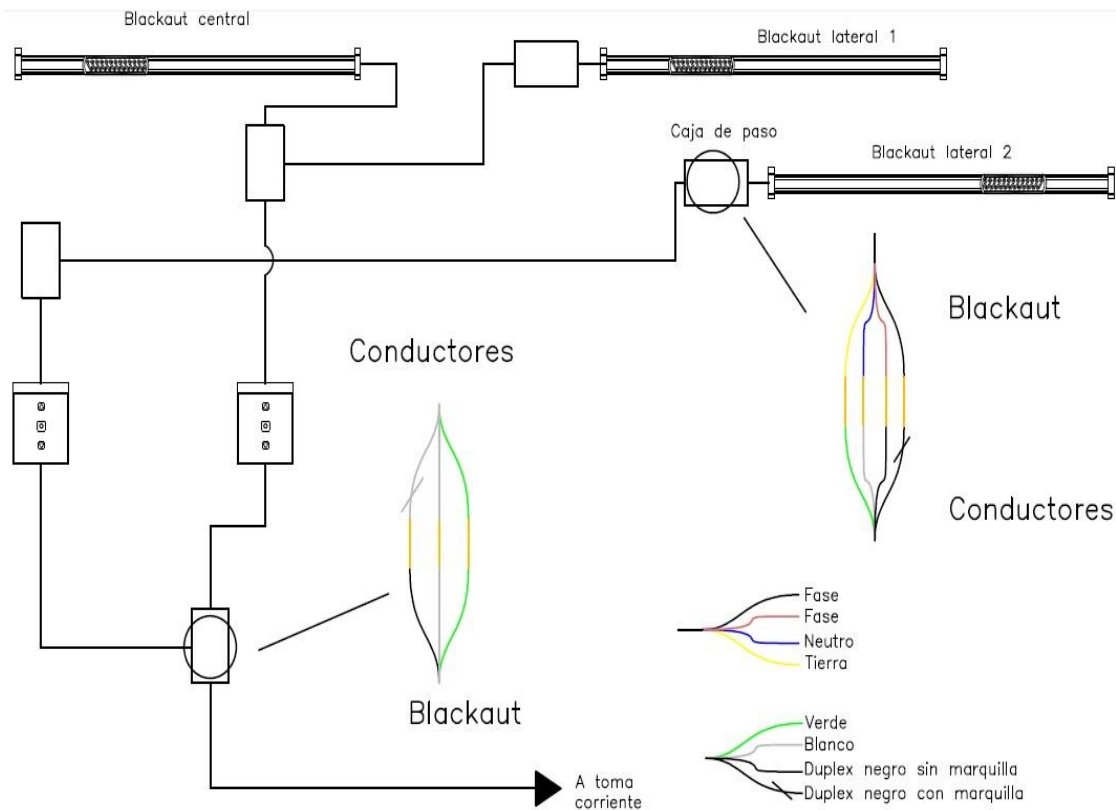
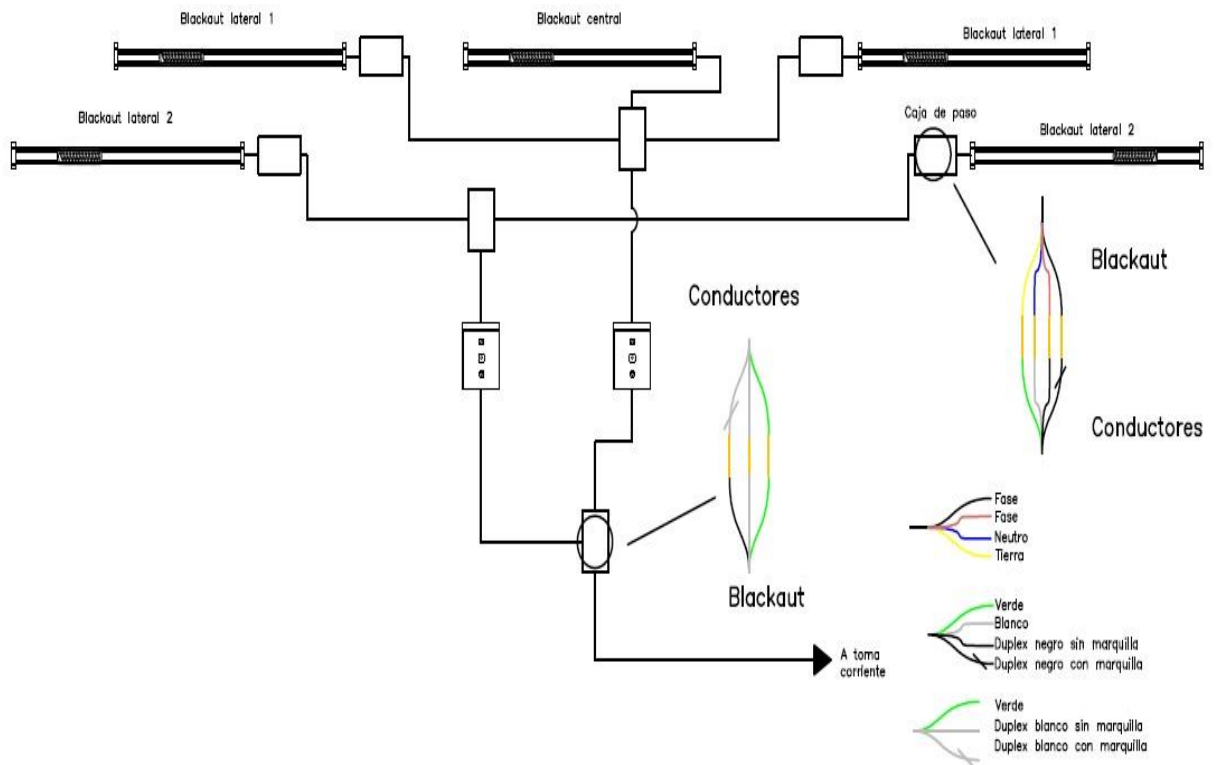


Figura 46. Esquema de conexión de 5 telones y 2 mandos de control.



4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se presentaran los resultados y las conclusiones más relevantes del trabajo de grado.

4.1. RESULTADOS

Durante la realización de la práctica empresarial, se pudieron afianzar conocimientos adquiridos en la formación académica, mediante la realización de actividades que estaban directamente relacionadas con las áreas y niveles de formación. Se logró ampliar y adquirir nuevos conocimientos, basados en la gestión y uso eficiente de la energía eléctrica.

Con un moderno sistema de automatización el Edificio de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, busca ser pionero en el campus universitario con la temática de un uso eficiente de los recursos energéticos, que son los resultados obtenidos gracias a la implementación a este tipo de proyectos. Para obtener resultados esperados tanto en tiempo, costo, calidad y seguridad, dependen de una buena planeación, control, organización de los recursos, gracias a que se minimizan las pérdidas innecesarias en el sistema. Es importante tener en cuenta la disposición de la información respecto a las especificaciones de los equipos, y del sistema para tener una información actualizada y certera de la cual dependen estudios técnicos, entre otros.

4.2. RECOMENDACIONES

A través de la práctica empresarial y la creación de los planes de acción y mejora, se generan las siguientes recomendaciones generales para un mejor funcionamiento, mantenimiento y seguridad del Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones:

- Generar retroalimentación en base a los resultados entregados para analizar el desempeño general de las instalaciones del edificio en la actualidad.

- Estandarizar actividades de calibración de sensores de aulas y pasillos, bimestral o trimestral, para garantizar el funcionamiento, calidad y control de los mismos. Además realizar balanceo de cargas en los tableros que lo requieran, tomando en cuenta las mediciones mostradas anteriormente
- Unificar los diferentes proyectos prácticos realizados por los estudiantes en el Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, para tener una información consolidada y útil que aporte positivamente al desarrollo de proyectos posteriores y que sigan las mismas líneas de investigación.
- Debido al sobredimensionamiento de la planta generadora, se recomienda unificar el barraje de emergencia con el barraje general de tableros, hasta tanto no se comiencen las obras de expansión del edificio de laboratorios.
- Realizar revisión periódica a los sistemas de puesta a tierra y sistema integrado de protección contra descargas atmosféricas.
- Generar planes de acción en caso de tormentas eléctricas, para las zonas de techos verdes, debido al bajo nivel de protección en el sistema de apantallamiento.

4.3. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo de grado modalidad práctica empresarial, se puede concluir lo siguiente:

- En la ejecución de cualquier estudio técnico se requiere de información confiable, el Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander contará con un banco de planos eléctricos completamente actualizados.
- La implementación de la hojas de operaciones de los equipos, será la pauta inicial para la Implementación un sistema de seguimiento y control, o programa de mantenimiento en el edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander, permitiendo

evaluar el avance de las actividades planeadas garantizando el cumplimiento de las metas establecidas.

- Los resultados de la caracterización energética en el Edificio de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones servirán como datos base para futuros análisis energéticos que se realicen sobre las instalaciones eléctricas de la edificación.
- El estudio energético permite reducir las pérdidas de energía en el sistema eléctrico del Edificio a través de la caracterización de comportamientos de cargas eléctricas y la generación de planes de acción y mejora.
- Promover el uso racional de la energía URE permite concientizar a las personas sobre los aspectos positivos que trae tomar conciencia sobre el uso eficiente de los recursos, estos comportamientos generan compromiso con la vida y el medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía, Resolución 90708 de 2013. Por el cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2013.
- [2] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código Eléctrico Colombiano. NTC-2050. Bogotá D.C.: El Instituto, 2002.
- [3] COLOMBIA, Ministerio de Minas y Energía, Resolución 180540 de 2010. Por el cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010.
- [4] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Presentación institucional: "Misión", 2014. [Online]. Disponible en: www.uis.edu.cowebUIS/es/acercaUis/index.html
- [5] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Presentación de Academia, 2014. [Online]. Disponible en: www.uis.edu.cowebUIS/es/acercaUis/index.html><https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/presentacion.html>
- [6] ECURED, Mantenimiento Eléctrico, 2011. [Online]. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_el%C3%A9ctrico
- [7] CAMPOS Juan Carlos, Norma ISO 50001: Sistemas de Gestión Energética. [Online]. Disponible en: <http://empresas.micodensa.com/BancoMediosDocumentos%20PDF/normaiso50001-juancarloscampos.pdf>>
- [8] AUTODESK, Inc. Manual de Usuario, 2010. [Online]. Disponible en: http://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_aca_user_guide_spanish.pdf
- [9] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistemas de Gestión de la Energía, NTC - ISO 50001. Bogotá D.C.: El Instituto, 2011.
- [10] SOBERANES María José, El mantenimiento de un edificio inteligente, 2011. [Online]. Disponible en: <http://esdaiposgrados.wordpress.com/2011/04/06/el-mantenimiento-de-un-edificio-inteligente/>

- [11] SANTAMARÍA Luz Dary, FICHAS TÉCNICAS DE PRODUCTO, 2011. [Online]. Disponible en: <http://icontec.org/index.php/ec/easyblog/entry/fichas-tecnicas-de-producto>
- [12] UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Sistema de información de la investigación. 2011. [Online]. Disponible en: www.hermes.unal.edu.co
- [13] LUNA David, Elaboración de las hojas de vida de los equipos como parte del mejoramiento de la gestión de mantenimiento. Venezuela, Sartenejas, Octubre de 2006.
- [14] UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, Sistema Gestión de Calidad, 2011. [Online]. Disponible en: <https://www.usco.edu.co/contenido/SGC-USCO/>
- [15] WWF ESPAÑA, Guía de ahorro energía y eficiencia energética oficina, 2015. [Online]. Disponible en: http://www.oficinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf.
- [16] DÍAZ ARCINIEGAS Fabián, TAMAYO ROJAS Elkin, Estudio de las estrategias necesarias para el mejoramiento del desempeño energético en la nueva sede de la litoteca nacional, 2015. [Online]. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156053.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

AUTODESK, Inc. Manual de Usuario, 2010. [Online]. Disponible en:
http://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_aca_user_guide_spanish.pdf

CAMPOS Juan Carlos, Norma ISO 50001: Sistemas de Gestión Energética. [Online]. Disponible en:
<http://empresas.micodensa.com/BancoMediosDocumentos%20PDF/normaiso50001-juancarloscampos.pdf>

COLOMBIA, Ministerio de Minas y Energía, Resolución 180540 de 2010. Por el cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010.

COLOMBIA. Ministerio de Minas y Energía, Resolución 90708 de 2013. Por el cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2013.

DÍAZ ARCINIEGAS Fabián, TAMAYO ROJAS Elkin, Estudio de las estrategias necesarias para el mejoramiento del desempeño energético en la nueva sede de la litoteca nacional, 2015. [Online]. Disponible en:
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156053.pdf>

ECURED, Mantenimiento Eléctrico, 2011. [Online]. Disponible en:
http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_el%C3%A9ctrico

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Código Eléctrico Colombiano. NTC-2050. Bogotá D.C.: El Instituto, 2002.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Sistemas de Gestión de la Energía. NTC - ISO 50001. Bogotá D.C.: El Instituto, 2011.

LUNA David, Elaboración de las hojas de vida de los equipos como parte del mejoramiento de la gestión de mantenimiento. Venezuela, Sartenejas, Octubre de 2006.

SANTAMARÍA Luz Dary, FICHAS TÉCNICAS DE PRODUCTO, 2011. [Online]. Disponible en: <http://icontec.org/index.php/ec/easyblog/entry/fichas-tecnicas-de-producto>

SOBERANES María José, El mantenimiento de un edificio inteligente, 2011. [Online]. Disponible en: <http://esdaiposgrados.wordpress.com/2011/04/06/el-mantenimiento-de-un-edificio-inteligente/>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Presentación de Academia, 2014. [Online]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/presentacion.html>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Presentación institucional: "Misión", 2014. [Online]. Disponible en: www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/index.html

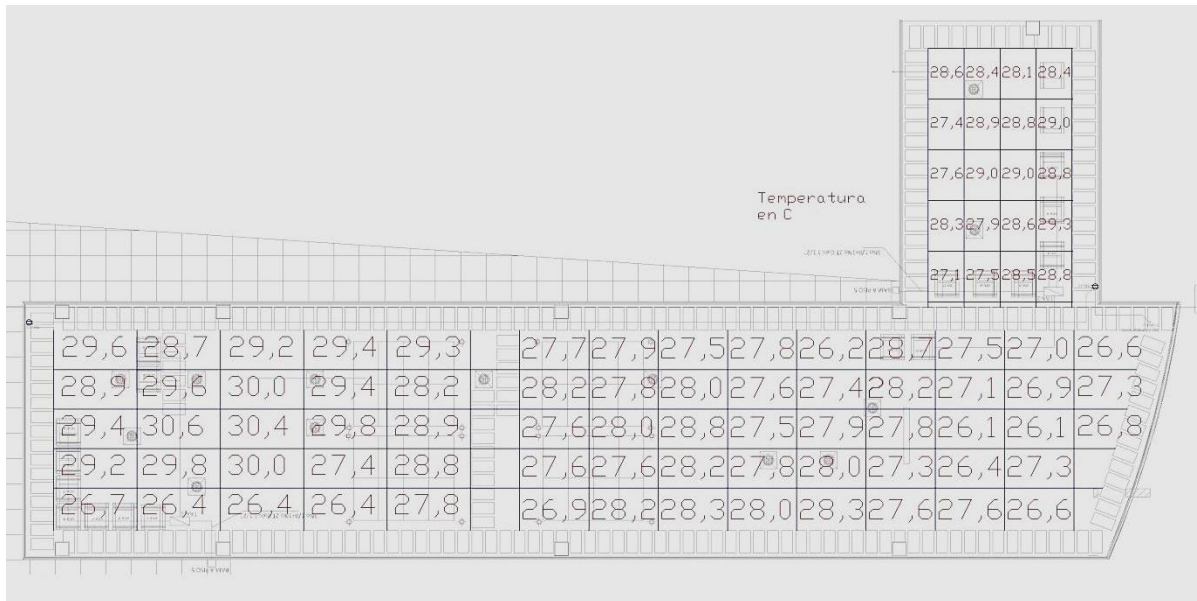
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Sistema de información de la investigación. 2011. [Online]. Disponible en: www.hermes.unal.edu.co

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, Sistema Gestión de Calidad, 2011. [Online]. Disponible en: <https://www.usco.edu.co/contenido/SGC-USCO/>

WWF ESPAÑA, Guía de ahorro energía y eficiencia energética oficina, 2015. [Online]. Disponible en: http://www.oficinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf.

ANEXOS

Anexo A. Medición de temperatura promedio en techo verde.



Anexo B. Pruebas iniciales de telones en cuarto piso.



Anexo C. Medición de corriente de consumo en telones.



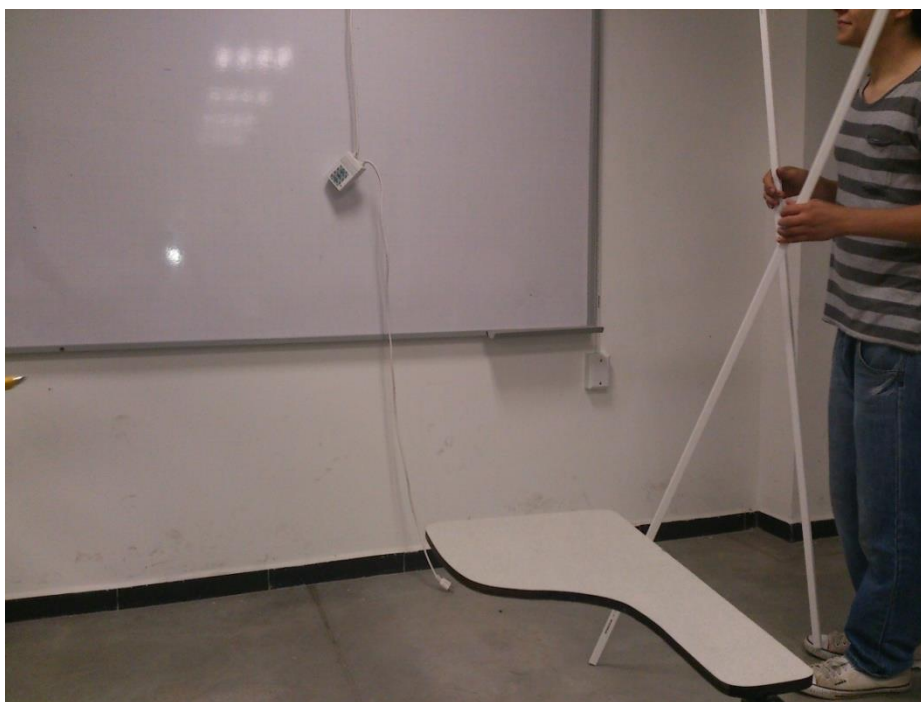
Anexo D. Techo verde



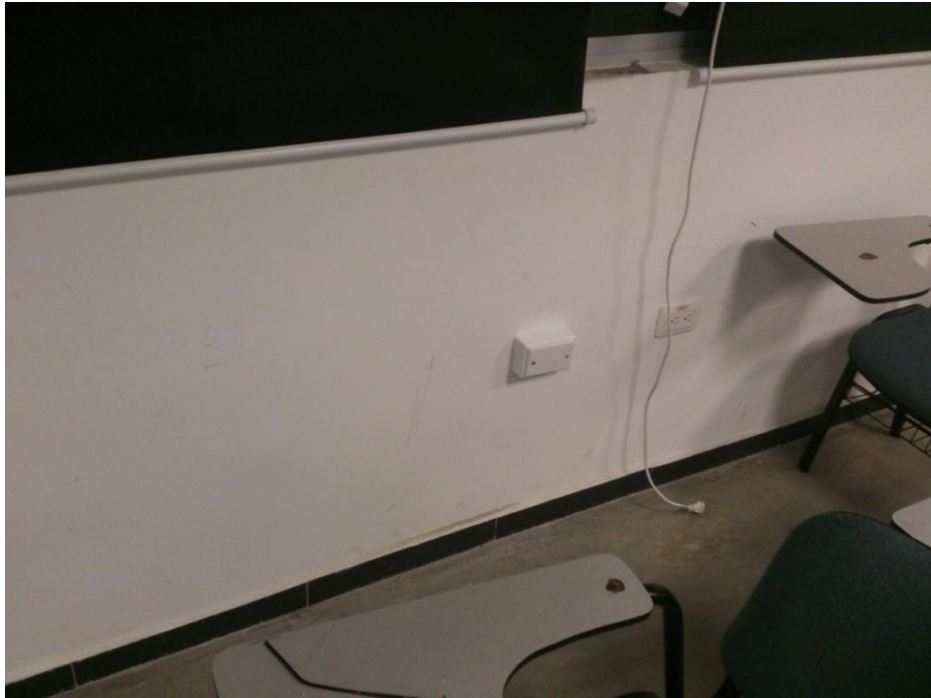
Anexo E. Mediciones en tableros de distribución.



Anexo F. Ubicación de cajas de paso y canalizaciones.



Anexo G. Ubicación de cajas de conexión.



Anexo H. Instalación final de mandos.



Anexo I. Instalación final de cajas de paso.



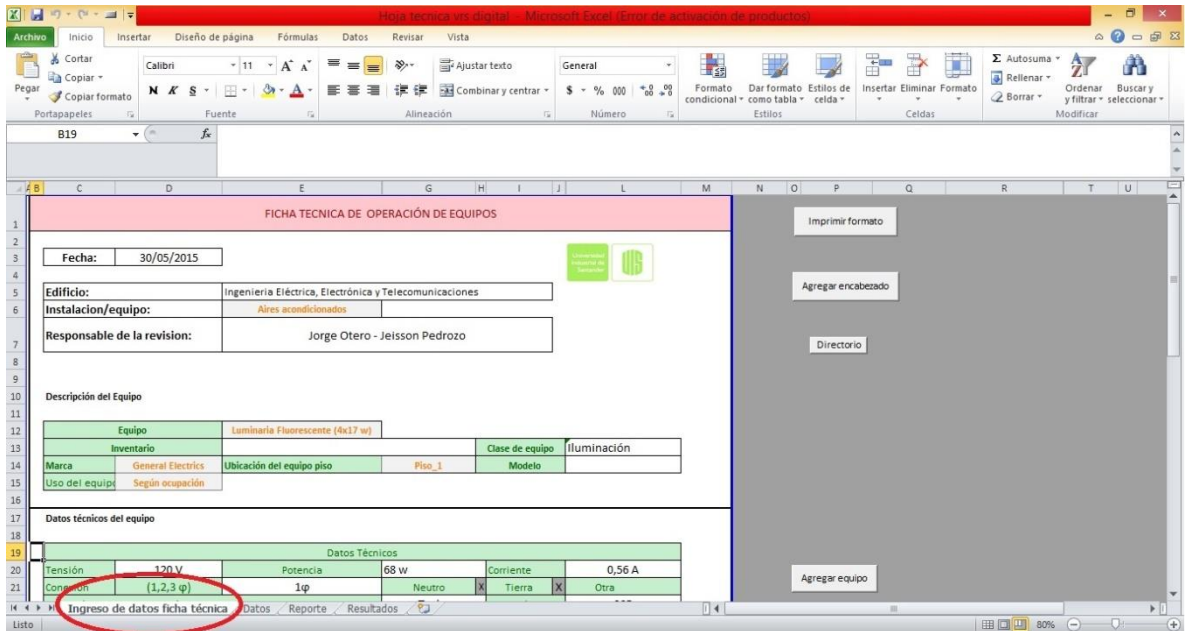
Anexo J. Guía del usuario ficha técnica.

INSTRUCTIVO DE MANEJO DE LA FICHA TÉCNICA DE OPERACIÓN

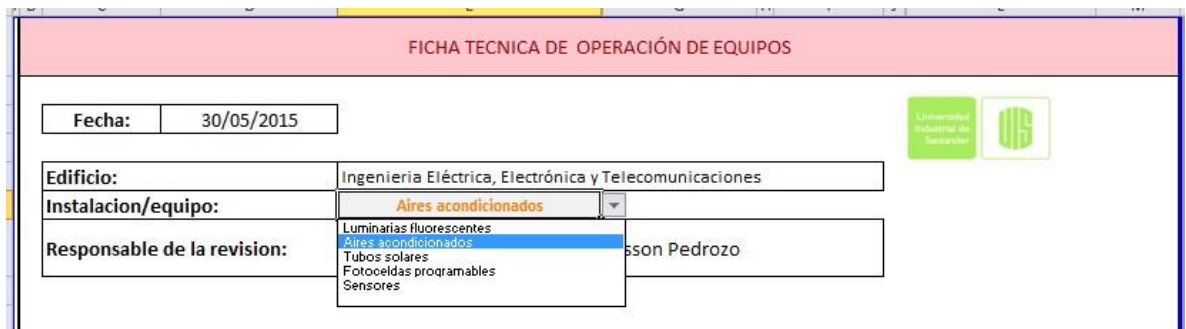
La ficha técnica de operación en formato Excel es un documento digital donde se incluirá toda la información técnica asociada al equipo y se realiza una recopilación histórica de los trabajos y actividades realizadas a los mismos, con el objetivo de llevar un seguimiento y control de mantenimiento de estos como también, poseer información clara que sea útil a la hora de tomar decisiones de tipo económico y técnico. Esta ficha permitirá al responsable del mantenimiento y operación del Edificio de Ingeniería Eléctrica y Electrónica poseer una información más concisa de los equipos de la edificación y su estado, quien lo revisará y aprobará las órdenes de mantenimiento respectivas.

A continuación se explicara detalladamente el uso de la ficha y la generación de los reportes, éstos serán de forma individual o grupal como desee generar los resultados.

1. Al abrir el archivo de Excel ingresamos a la pestaña que dice “Ingreso de datos”.



2. Una vez estemos en la pestaña de ingreso de datos técnicos procedemos a digitar los datos básicos como los son la fecha, el edificio, el quipo a revisar, tener en cuenta que esta casilla es de selección desplegable y nos indica que equipos hay para realzarle inspección y por último los responsable de la revisión.



3. Para realizar la descripción del equipo lo seleccionamos en la lista desplegable, ingresamos los datos del inventario si este los posee, ingresamos los datos de marca, la ubicación del equipo se escoge en la lista desplegable, el modelo del dispositivo si lo conocemos y en la lista desplegable verificamos su uso.

Descripción del Equipo

Dispositivo		Luminaria Fluorescente (4x17 w)		Clase de equipo		Iluminación
Inventario		Luminaria Fluorescente (4x17 w)		Piso_1		Modelo
Marca	General Electrics	Luminaria Fluorescente (1x28 w)				
Uso del equipo	Según ocupación	Luminaria Fluorescente (2x28 w)				
		Bala Fluorescente (1x26 w)				
		Luminaria Fluorescente (2x32 w)				
		Sensor OSC10-M Sin fotocelda				
		Sensor OSC10-M Con fotocelda				
		Sensor OSC05-M Sin fotocelda				

4. Para incluir los datos técnicos solo es necesario llenar las casillas de cantidad, funcionamiento y ubicación ya que el resto de espacios se completaran automáticamente con los datos ingresados en el paso anterior.

Datos técnicos del equipo

Datos Técnicos						
Tensión	120 V	Potencia	68 w	Corriente	0,56 A	
Conexión	(1,2,3 φ)	1φ	Neutro	<input checked="" type="checkbox"/>	Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación (piso, mesa, portátil)			Techo	Ubicación (Aula)		305
Cantidad	32	Funcionamiento	Correcto	Estado		

Si queremos realizar un reporte grupal procedemos a ingresar los datos anteriormente nombrados y seguidamente seleccionamos la opción “Agregar Equipo”, y así procedemos para todos los equipos que se deseen agregar en el informe grupal.

Datos técnicos del equipo

Datos Técnicos						
Tensión	120 V	Potencia	56 w	Corriente	0,46 A	
Conexión	(1,2,3 φ)	1φ	Neutro	<input checked="" type="checkbox"/>	Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación (piso, mesa, portátil)			Techo	Ubicación (Aula)		305
Cantidad	32	Funcionamiento	Correcto	Estado		

Agregar equipo

5. Para incluir la información en “**Datos de revisión del equipo**” ingresamos las anomalías encontradas, el origen, la posible causa de la anomalía y consecuencia de los posibles efectos de esta sobre el sistema, esta última se llenara de acuerdo a una tabla de severidad como se indica en la tabla 2.

Datos de revisión del equipo

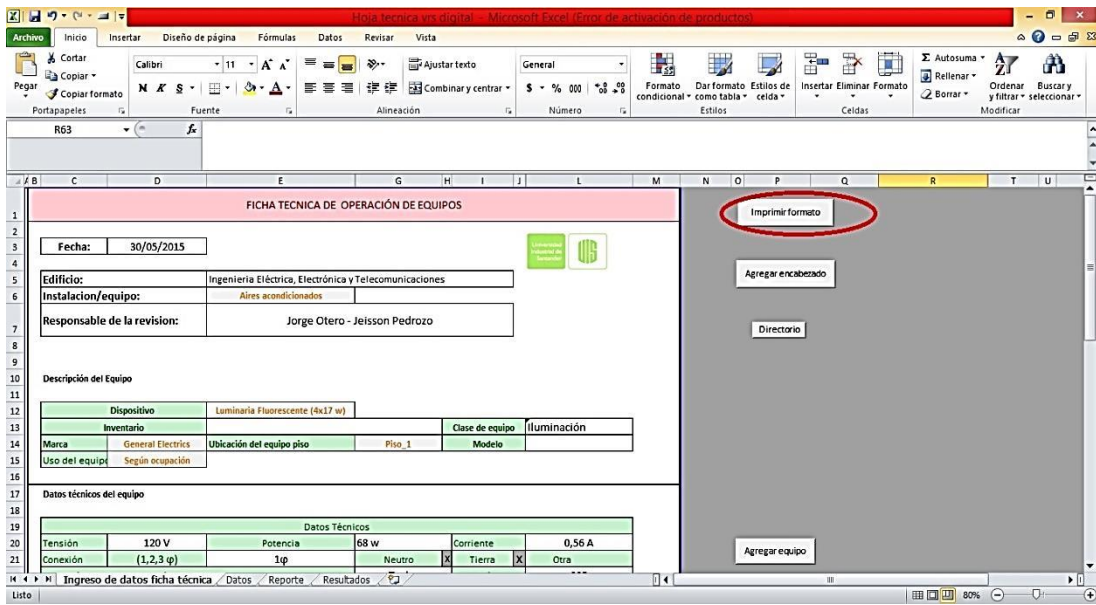
Anomalías encontradas	Origen	Consecuencias
Tubos fluorescentes dañados	Desconocido	Baja

8. En las siguientes 2 fichas plasmamos las observaciones obtenidas durante el proceso de inspección y si es necesario se anexara algún registro fotográfico.

Observaciones
Revisar

Archivo fotografico

1.1. Por último se llenan los campos de firmas y seguidamente se puede generar el reporte en PDF e imprimirlo, estas opciones se encuentran al costado lateral derecho de la ficha.



Una vez le demos imprimir reporte nos almacenara el archivo en la ruta C: \USERS\PUBLIC\REVISION\ si la ruta no está creada automáticamente la crea.

