

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA
(SGIE)**

**NAILEA CATHERINE CASTELLANOS OLIVEROS
PAOLA KARINNE PEREA RIVERO**



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

2016

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA
(SGIE)**

**NAILEA CATHERINE CASTELLANOS OLIVEROS
PAOLA KARINNE PEREA RIVERO**

**Trabajo presentado como requisito para
optar al título de Ingeniera Electricista**

Director

**HERMANN RAÚL VARGAS TORRES
Doctor Ingeniero Electricista**

Codirector

**JAIRO BLANCO SOLANO
Magíster Ingeniero Electricista**

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

2016

A la memoria de mi primo Eduardo Andrés Martínez Castellanos por su apoyo incondicional y tener siempre una sonrisa para mí. Un paso más cerca de responder la pregunta que tantas veces me hiciste en vida.

Nailea Catherine Castellanos Oliveros

A Dios por ser mi maestro de vida, mi fuerza y por todas sus bendiciones. A mis padres Iván y María Luisa, a mis hermanos Bryan y Neider por todo el amor incondicional, su confianza, su constante apoyo, por brindarme siempre lo mejor que hay en cada uno y ser mis fieles amigos para cumplir cada una de mis metas, pero en especial por creer en mí.

A mis nonitos quienes con un abrazo me dan la fuerza para continuar con cada uno de mis sueños y a toda mi familia por ser lo más maravilloso que la vida me ha dado.

Al Doctor Hermann Raúl Vargas Torres y al Magíster Jairo Blanco Solano por la calidad de personas que son y ser partícipes de este proyecto.

A mi compañera Paola Perea por su colaboración en este proyecto.

Al Magíster Dúwamg Prada por su amistad, voz de aliento, motivación y creer siempre en mis capacidades.

A mis amigos: Diana Mora, Alejandro Balaguer, Camila Rueda y Nelson Ardila por su amistad, por ser parte de mi vida y juntos construir nuestros sueños con momentos difíciles pero también aquellos de risas y alegrías. Porque aún en la distancia siempre están para brindarme su mano amiga cuando más lo necesito.

A cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron en mi formación personal y académica universitaria para lograr este sueño.

A mí, por tener paciencia y siempre una sonrisa aún en medio de las dificultades.

Nailea Catherine Castellanos Oliveros

A la memoria de mi nona Isabel de Perea Sandoval por ser un ejemplo a seguir y por su apoyo incondicional que siempre me brindo con todo su amor.

Paola Karinne Perea Rivero

A mis padres Carlos Perea y Nubia Rivero por brindarme su sincero amor, por todo el apoyo incondicional, su confianza y por guiarme en cada etapa de mi vida.

A mi familia que siempre ha estado a mi lado para apoyarme y cuidarme en cada momento de mi vida.

A mi novio Juan Manuel Guaracao por su amor incondicional, su apoyo en los momentos difíciles y por creer en mí.

A mis amigos: Fabián Andrés Díaz, Andrea Sanabria por su amistad por estar a mi lado en este proceso y ser testigo de él.

Al Doctor Hermann Raúl Vargas Torres y al Magíster Jairo Blanco Solano por ser partícipes de este proyecto.

Al señor Jorge Libardo Ordoñez Q.E.P.D. Por cada una de sus bendiciones y por sus historias mil veces contadas.

Paola Karinne Perea Rivero

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.1 FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	21
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 Objetivo General	22
1.3.2 Objetivos Específicos.....	23
1.4 ALCANCE	23
1.5 MARCO TEÓRICO	23
1.6 ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA.....	26
1.7 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	28
2. DECISIÓN ESTRATÉGICA	30
2.1 CARACTERIZACIÓN ENERGETICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I ..	30
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I.....	31
2.3 REVISIÓN ENERGÉTICA Y PLANIFICACIÓN.....	35
2.3.1 Aplicación del calificador de niveles de gestión energética	38
2.4 CENSO DE CARGA	40
2.5 COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL CENSO DE CARGA TOMANDO LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I.....	55
2.6 DIAGRAMA DE PARETO	57
2.6.1 Diagrama de pareto aplicado al consumo energético edificio administración I.....	61
3. ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA	63
3.1 GRÁFICO DE CONTROL	65
3.1.1 Comportamiento de consumo y producción en el tiempo (E-P VS T).....	68

3.1.2 Gráfico de consumo- producción (E VS P)	69
3.1.3 Gráfico de consumo – producción línea base y línea meta (E VS P META).....	70
3.1.4 Gráfico índice de consumo- producción (IC VS P).....	71
4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	74
4.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	74
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE ADMINISTRACIÓN I.....	74
4.3 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	77
4.3.1 Equipo utilizado.....	77
4.4 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA EN LAS DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I.....	77
4.4.1 Criterios de valoración	83
4.5 UNIFORMIDAD.....	83
4.6 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO.....	95
4.6.1 Resultados de termografía infrarroja.....	98
4.7 CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA ANÁLISIS DE MEDICIONES	105
4.7.1 Marco normativo	106
4.7.2 Selección de puntos a medir y equipo utilizado en las instalaciones del administración I.....	109
4.7.3 Niveles de tensión en el edificio administración I.....	112
4.7.4 Niveles de corriente en el edificio administración I	114
4.7.5 Factor de potencia en el edificio administración I	116
5. USO EFICIENTE Y RACIONAL DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I.....	125
5.1 CULTURA ENERGÉTICA.....	135
5.1.1 Metodología	136
5.1.2 Finalidad	137
5.1.3 Lema y logo de la campaña	137

6. CONCLUSIONES.....	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
BIBLIOGRAFIA.....	144

ÍNDICE DE FIGURA

	Pág.
Figura 1. Modelo de gestión integral de la energía [3]	24
Figura 2. Procedimiento para la caracterización energética	25
Figura 3. Protocolo aplicando en la caracterización energética	31
Figura 4. Diagrama Unifilar Edificio Administración I	32
Figura 5. Características del transformador 200 kVA	33
Figura 6. Características de transformador de 75 kVA	34
Figura 7. Características caja corta circuito	34
Figura 8. Características planta eléctrica.....	35
Figura 9. Calificación buenas prácticas de gestión energética	39
Figura 10. Porcentaje de consumo de admisiones y R.A (kWh/ Mensual)	42
Figura 11. Porcentaje de consumo Vicerrectoría académica (kWh/Mensual).....	43
Figura 12. Porcentaje de consumo Vicerrectoría administrativa (kWh/ Mensual)	44
Figura 13. Porcentaje de consumo División financiera (kWh/ Mensual)	45
Figura 14. Porcentaje de consumo División de recursos humanos I (kWh/ Mensual)	46
Figura 15. Porcentaje de consumo División de recursos humanos II (kWh/ Mensual)	47
Figura 16. Porcentaje de consumo Vicerrectoría académica II (kWh/ Mensual)...	48
Figura 17. Porcentaje de consumo Asuntos pensionales (kWh/ Mensual)	49
Figura 18. Porcentaje de consumo Tele UIS- Prensa (kWh/ Mensual).....	50
Figura 19. Porcentaje de consumo Tele UIS- comunicaciones (kWh/ Mensual) ..	51
Figura 20. Porcentaje de consumo Rectoría (kWh/Mensual).....	52
Figura 21. Porcentaje de consumo Carnetización (kWh/ Mensual)	53
Figura 22. Porcentaje de consumo oficinas de ingeniería (kWh/ Mensual)	54
Figura 23. Porcentaje de consumo secretaria general (kWh/ Mensual).....	55
Figura 24. Porcentaje de consumo Administración I por equipo (kWh/ Mensual)	56

Figura 25. Porcentaje de consumo Administración I por dependencia (kWh/ Mensual)	56
Figura 26. Diagrama de Pareto, consumo eléctrico administración I por dependencias.....	61
Figura 27. Diagrama de Pareto, consumo eléctrico Administración I por equipos eléctricos	62
Figura 28. Control eléctrico anual del edificio Administración I.....	66
Figura 29. Control eléctrico mensual del edificio Administración I	67
Figura 30. E-P VS T.....	68
Figura 31. E VS P	69
Figura 32. E VS P META	71
Figura 33. IC VS P	72
Figura 34. Luxómetro [11].....	77
Figura 35. Medidas con Luxómetro a la altura del nivel de trabajo	79
Figura 36. Medición de iluminación promedio.....	79
Figura 37. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria.....	81
Figura 38. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas	82
Figura 39. Niveles de iluminancia Admisiones y R. A	85
Figura 40. Niveles de iluminancia Vicerrectoría administrativa	86
Figura 41. Niveles de iluminancia División financiera	87
Figura 42. Niveles de iluminancia División recursos humanos I	88
Figura 43. Niveles de iluminancia División recursos humanos II	89
Figura 44. Niveles de iluminancia Vicerrectoría académica.....	89
Figura 45. Niveles de iluminancia Vicerrectoría	90
Figura 46. Niveles de iluminancia Asuntos pensionales	91
Figura 47. Niveles de iluminancia Tele UIS- Prensa.....	91
Figura 48. Niveles de iluminancia Tele UIS- Comunicaciones.....	92
Figura 49. Niveles de iluminancia Carnetización	93

Figura 50. Niveles de iluminancia Oficina de ingeniería	93
Figura 51. Niveles de iluminancia Secretaria general	94
Figura 52. Niveles de iluminancia Rectoría.....	95
Figura 53. Características cámara termografía [14].....	96
Figura 54. Voltaje en estado estable [17].....	108
Figura 55 Analizador de redes. [18].	109
Figura 56. Transformadores.....	110
Figura 57. Tensión por fase promedio transformador 200 kVA	112
Figura 58. Tensión Promedio transformador 75 kVA	113
Figura 59. Corriente de fase promedio transformador 200 kVA.....	114
Figura 60. Corriente de fase promedio transformador 75 kVA.....	115
Figura 61. Factor de potencia promedio transformador 200 [kVA].....	117
Figura 62. Factor de potencia promedio transformador 75 kVA.....	118
Figura 63. Potencia aparente transformador 200 kVA	119
Figura 64. Potencia aparente transformador 75 kVA	120
Figura 65. Potencia activa transformador 200 [kW]	121
Figura 66. Potencia activa transformador 75 kW	122
Figura 67. Potencia reactiva transformador 200 kVAR	123
Figura 68. Potencia reactiva transformador 75 kVAR	124
Figura 69. Eficiencia promedio por tipo de bombilla [19]	127
Figura 70. Aires acondicionados afectados por radiación solar	131
Figura 71. Política de etiqueta energética [22].....	133
Figura 72. Etiqueta de eficiencia energética [23]	133
Figura 73. Equipos etiquetados [23]	134
Figura 74. Pasos para selección de equipos con etiqueta [24].....	134
Figura 75. Consumo sin ocupación.....	136
Figura 76. Lema y logo de la campaña.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pasos para la implementación de (SGIE) [3]	27
Tabla 2. Subestación Administración I	33
Tabla 3. Lista de chequeo 1	36
Tabla 4. Tabla de chequeo 2	36
Tabla 5. Encuesta percepciones, prácticas y hábitos	37
Tabla 6. Calificador de niveles de Gestión energética (UPME).[2]	38
Tabla 7. Censo de carga admisiones y R.A.....	41
Tabla 8. Censo de carga Vicerrectoría Académica.....	42
Tabla 9. Censo de carga Vicerrectoría Administrativa	43
Tabla 10. Censo de carga División Financiera.....	44
Tabla 11. Censo de carga División recursos humanos.....	45
Tabla 12. Censo de carga División recursos humanos II	46
Tabla 13. Censo de carga Vicerrectoría académica II	47
Tabla 14. Censo de carga Asuntos pensionales.....	48
Tabla 15. Censo de carga Tele UIS-prensa.....	49
Tabla 16. Censo de carga Tele UIS- comunicaciones.....	50
Tabla 17. Censo de carga Rectoría	51
Tabla 18. Censo de Carnetización.....	52
Tabla 19. Censo de carga Oficinas de ingeniería	53
Tabla 20. Censo de carga Secretaria General.....	54
Tabla 21. Diagramas de Pareto	58
Tabla 22. Personal fijo asociado al edificio	63
Tabla 23. Producción por días del edificio Administración I	64
Tabla 24. Consumo eléctrico del edificio Administración I	65
Tabla 25. Análisis de variable en el proceso de control anual.	66
Tabla 26. Análisis de variable en el proceso de control mensual.....	67
Tabla 27. Iluminación edificio Administración I	75
Tabla 28. Iluminación edificio Administración I	76

Tabla 29. Niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades. [12]	83
Tabla 30. Cálculos de nivel de iluminación de oficinas con una sola luminaria	84
Tabla 31. Cálculos de nivel de iluminación baños	84
Tabla 32. Niveles de iluminancia Admisiones y R. A	85
Tabla 33. Niveles de iluminancia Vicerrectoría administrativa	86
Tabla 34. Niveles de iluminancia División financiera	87
Tabla 35. Niveles de iluminancia División recursos humanos I.....	88
Tabla 36. Niveles de iluminancia División recursos humanos II.....	88
Tabla 37. Niveles de iluminancia Vicerrectoría académica.....	89
Tabla 38. Niveles de iluminancia Vicerrectoría	90
Tabla 39. Niveles de iluminancia Asuntos pensionales	90
Tabla 40. Niveles de iluminancia Tele UIS- Prensa	91
Tabla 41. Niveles de iluminancia Tele UIS- Comunicaciones.....	92
Tabla 42. Niveles de iluminancia Carnetización.....	92
Tabla 43. Niveles de iluminancia Oficina de ingeniería.....	93
Tabla 44 Niveles de iluminancia Secretaria general	94
Tabla 45. Niveles de iluminancia Rectoría.....	94
Tabla 46. Valoración termografía [15].....	97
Tabla 47. Niveles de relevancia [15].....	98
Tabla 48. Termografía transformador 200 kVA.....	99
Tabla 49. Termografía bornes transformador 200 kVA.....	100
Tabla 50. Termografía caja corta circuito transformador 200 kVA.....	100
Tabla 51. Termografía transformador 75 kVA.....	101
Tabla 52. Termografía bornes transformador 75 kVA.....	101
Tabla 53. Termografía caja corta circuito transformador 75 kVA.....	102
Tabla 54. Termografía transferencia automática 1	102
Tabla 55. Termografía transferencia automática 2	103
Tabla 56. Termografía tablero general.....	103
Tabla 57. Termografía barraje general	104

Tabla 58. Barraje derivaciones	104
Tabla 59. Normativas de referencia	106
Tabla 60. Corriente máxima de distorsión	107
Tabla 61. Límites de distorsión de tensión.....	107
Tabla 62. Comportamiento de tensión de los transformadores.....	111
Tabla 63. Resumen estadístico perfil de tensión transformador 200 kVA.....	113
Tabla 64. Resumen estadístico perfil de tensión transformador 75 kVA.....	114
Tabla 65. Resultados estadísticos intensidad transformador 200 kVA	115
Tabla 66. Resultados estadísticos intensidad transformador 75 kVA	116
Tabla 67. Resultados estadísticos factor de potencia transformador 200 kVA ..	117
Tabla 68. Resultados estadísticos factor de potencia transformador 75 kVA	118
Tabla 69. Potencia aparente transformador 200 kVA	119
Tabla 70. Potencia aparente transformador 75 kVA	120
Tabla 71. Potencia activa transformador 200 kVA	121
Tabla 72. Potencia activa transformador 75 kVA	122
Tabla 73. Potencia reactiva transformador 200 kVA.....	123
Tabla 74. Potencia reactiva transformador 75 kVAR	124

LISTA DE SÍMBOLOS

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

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)^{*}

AUTORES: NAILEA CATHERINE CASTELLANOS OLIVEROS
PAOLA KARINNE PEREA RIVERO^{**}

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

DESCRIPCIÓN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo principal realizar la caracterización energética en el edificio Administración I de la Universidad Industrial de Santander, aplicando los lineamientos propuestos en la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), para cumplir con este objetivo se estructuró el proyecto de la siguiente manera:

1. Caracterización energética del edificio Administración I: se llevó a cabo un diagnóstico, tomando en cuenta los lineamientos propuestos en la norma ISO 50001, en el marco del SGIE. Inicialmente se caracterizó el estado actual del uso de energía en el edificio, tomando como referencia los equipos y áreas de usos significativos de energía. Esta caracterización se realizó a partir de la recolección de datos de placa presentes en los equipos electrónicos y de cómputo, el tiempo, modo de uso y número de equipos instalados. Además se tomó en cuenta el concepto de servicio, identificando la relación usuarios – consumo energético.
2. Análisis de consumo de energía: Para realizar el análisis de consumo de energía se tuvo en cuenta:
 - ✓ La producción, caracterizada por el conteo del personal que entra al edificio como trabajadores, estudiantes y visitantes.
 - ✓ El consumo de energía eléctrica del edificio, determinado por kWh durante el período de un mes.
3. Diagnóstico energético: De acuerdo con el UPME, El diagnóstico energético es una herramienta indispensable para desarrollar las bases técnicas y financieras de un programa de ahorro de energía.
4. Uso eficiente y racional de la energía en el edificio administración I: cuya finalidad pretende reducir sustancialmente los costos energéticos y poder alcanzar una cultura energética ambiental en el edificio.

Como resultado del trabajo se logró determinar que se puede reducir el consumo de energía eléctrica con la aplicación de ahorro sin inversión tecnológica.

^{*} Proyecto de grado

^{**} Faculty of Mechanical Engineering and Physical . School of Electrical Engineering , Electronics and Telecommunications . Hermann Raul Vargas Torres.

ABSTRACT

TITLE: ENERGETIC CHARACTERIZATION OF THE ADMINISTRATION I BUILDING OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER BY APPLYING THE METHODOLOGY OF THE INTEGRAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM*

AUTHORS: NAILEA CATHERINE CASTELLANOS OLIVEROS
PAOLA KARINNE PEREA RIVERO**

KEY WORDS: Integral energy management system, electric engineering, energetic characterization, rational and efficient use of energy, efficiency, energy housing, Internet Data Center.

DESCRIPTION

The aim of this research is to do the energetic characterization of the Administration I building of the Industrial University of Santander by means of the proposed guidelines in the methodology of the integral energy management system. To meet this aim the project was organized with the following structure:

1. Energetic characterization of the Administration I building: a diagnosis was carried out taking into account the guidelines proposed in the ISO 50001 canon, in the integral energy management system framework. This characterization was developed by collecting plaque data of the electronic devices, the time, usage and number of installed devices. Moreover, the concept of service was taken into account, identifying the relationship users- energy housing.
2. Analysis of energy housing: To carry out this analysis the following was taken into account:
 - ✓ Production characterized by counting the people who get into the building as workers, students and visitors.
 - ✓ The electric energy housing of the building, determined by kWh during a period of a month.
3. Energetic diagnosis: According to the UPME, the energetic diagnosis is a tool needed to develop the technical and financial basis of a saving energy program.
4. Efficient and rational use of energy of the Administration I building which goal is to substantially reduce the energy spending to reach an eco-friendly energy culture in the building.

As a result of this research, it was determined that the appliance of saving without technological investment can reduce the electric energy housing

* Degree Project

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

INTRODUCCIÓN

La energía es una necesidad para los seres humanos y siempre se ha buscado constantemente nuevas fuentes para la obtención y generación de la misma. En la actualidad el uso de energía eléctrica a nivel mundial se concentra principalmente en el manejo de combustibles fósiles, biomasa, radiación solar, vientos y movimiento de agua. Muchas de estas técnicas implican un agotamiento y constante deterioro ambiental entre los cuales encontramos: cambios climáticos, calentamiento global, efecto invernadero, contaminación, entre otros. Estas consecuencias generan gran preocupación a nivel energético y ambiental que conlleva a la necesidad de crear e implementar soluciones que permitan un desarrollo sostenible.

Una de estas soluciones es la implementación de la norma ISO 50001 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA, la cual establece los requisitos para todo tipo de empresas y organizaciones de ámbito público o privado que deseen la implementación de un sistema de gestión de la energía [1-5]. En Colombia el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC emplea dicha norma a través de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001 [1].

Colombia cuenta con la Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME quien tiene por objetivo planear de forma integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades del sector minero energético, tanto entidades públicas como privadas, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, producir y divulgar la información minero energética requerida [2].

Es imprescindible para las empresas la reducción de los costos de producción mediante la optimización en el uso energético-ambiental implementando tecnologías productivas de bajo consumo, garantizando su competencia en el mercado nacional e internacional. Para ello la Unidad de planeación minero

energética (UPME) pone a disposición de la sociedad en general y en particular a los agentes del sector energético, el documento:

“Sistema de Gestión Integral de la Energía en Colombia (SGIE)” [3], con el fin de alcanzar el mínimo consumo energético-ambiental.

El proceso de la caracterización energética consiste en encontrar las oportunidades para optimizar el consumo energético en cualquier sistema consumidor de energía, empleando para ello un análisis de la eficiencia energética, el mantenimiento y las condiciones de operación, con el fin de implementar un sistema de gestión energética.

Con el Sistema de Gestión Integral de la Energía se propone un modelo que permitirá alcanzar el mínimo consumo energético por medio de un proceso de mejora continua y de esta forma contribuir en la reducción del impacto ambiental controlando aspectos tales como: el nivel de contaminación, conservación de recursos naturales, disminución de costos e implementación de nuevas tecnologías para el edificio de Administración I de la Universidad Industrial de Santander; el objetivo estratégico es construir una cultura energético-ambiental que permita el incremento de la competitividad y reducción del impacto ambiental [3].

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 FORMULACIÓN Y DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente existe una tendencia mundial de generar una nueva cultura respecto al uso de las diversas formas de energía que el hombre utiliza para satisfacer sus necesidades relacionadas con la vida cotidiana, la vida productiva y la prestación de servicios. Esta nueva cultura aparece como respuesta a un fenómeno, que tiene como causa el mal uso de la energía y en consecuencia el deterioro ambiental, el aumento de costos y la poca eficiencia. Es así que surge la necesidad de proponer modelos sustentables y sostenibles que estén ligados al mejoramiento de la calidad de vida y que garanticen la disminución del impacto ambiental.

En este contexto, la Universidad Industrial de Santander debe contemplar el diseño de proyectos encaminados a realizar una verificación del uso adecuado de la energía en cada una de sus dependencias, en el marco de un Sistema de Gestión Integral de la energía. En el caso concreto este proyecto busca solucionar dicha problemática y se plantea realizar la caracterización energética en las instalaciones del edificio de Administración I de la Universidad Industrial de Santander. Este edificio cuenta con oficinas, salas de juntas, equipos de cómputo, sistema de aire acondicionado e iluminación, los cuales demandan gran cantidad de recursos energéticos y son utilizados por el personal que trabaja en el edificio.

1.2 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

A partir de la formación integral que como profesionales hemos tenido en la Universidad Industrial de Santander, surgen motivaciones de carácter disciplinar y ético que promueven una conciencia crítica de los diversos problemas que afronta

actualmente la humanidad. Uno de estos problemas está relacionado con el uso racional de la energía, su impacto ambiental y la calidad de vida.

Es importante, por lo tanto, actuar críticamente en los espacios donde nos desempeñamos, como lo son las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander. El campus universitario cuenta con edificios modernos, cuyo uso de la energía se encuentra actualizado con normas nacionales e internacionales; aunque algunas de sus dependencias están diseñadas con modelos propios del siglo XIX y XX, lo que presupone una desactualización en cuanto a la implementación de modelos integrales del uso de la energía.

En aras de contribuir en la consolidación de una cultura en el uso de la energía se propone el diseño de un Sistema Gestión Integral de la energía, para el edificio Administración I. Este sistema es entendido como “las acciones y procesos para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren un sistema de gestión energética que adecúe la estructura organizacional y le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos.” [3].

1.3 OBJETIVOS

Este proyecto de investigación busca mejorar los hábitos de consumo energético en el edificio Administración I por parte de los trabajadores, estudiantes y personal externo, para ello se fija un objetivo general y tres objetivos específicos promoviendo al desarrollo regional y uso racional de la energía (URE).

1.3.1 Objetivo General. Realizar la caracterización energética en el edificio Administración I de la Universidad Industrial de Santander, aplicando los lineamientos propuestos en la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Identificar las variables que impactan la eficiencia energética del edificio Administración I - UIS.
- Implementar herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética, de las operaciones que se realizan en el edificio Administración I - UIS.
- Plantear con base en la caracterización energética, alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los puntos de ahorro energético en el edificio Administración I - UIS.

1.4 ALCANCE

Se realizará la caracterización energética del edificio Administración I – UIS, aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integrada de la Energía (SGIE) con el fin de conocer, identificar, analizar y plantear estrategias que permitan valorar energéticamente las operaciones y el funcionamiento que realiza este edificio. Con los datos obtenidos y analizados del estudio previo se plantearán sugerencias y alternativas de mejora que conlleven a un proceso de constante verificación de dicho sistema.

1.5 MARCO TEÓRICO

El Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE) es un conjunto estructurado de procesos y actividades que de manera conjunta y estructurada independientemente del nivel de desarrollo energético del edificio Administración I sirven de guía para la implementación y operación de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) que consiste en estudios, normas, procedimientos y actuaciones generando buenos hábitos culturales, técnicos y organizacionales.

Este modelo, permite disponer de los recursos humanos, financieros, materiales, técnicos o tecnológicos para mejorar la eficiencia, contribuyendo positivamente en la productividad y creando una cultura energética.

El MGIE se encuentra constituido por tres etapas: Decisión estratégica, Instalación y Operación, las cuales están conformadas tres fases mencionadas en la Figura siguiente:

Figura 1. Modelo de gestión integral de la energía [3]



Caracterización Energética. La caracterización energética es un proceso que tiene por objetivo encontrar las oportunidades para optimizar el consumo energético dentro de cualquier sistema consumidor de energía, en este proceso se asocia la eficiencia energética, el mantenimiento y las condiciones de operación como principales componentes para efectuar el análisis de los sistemas.

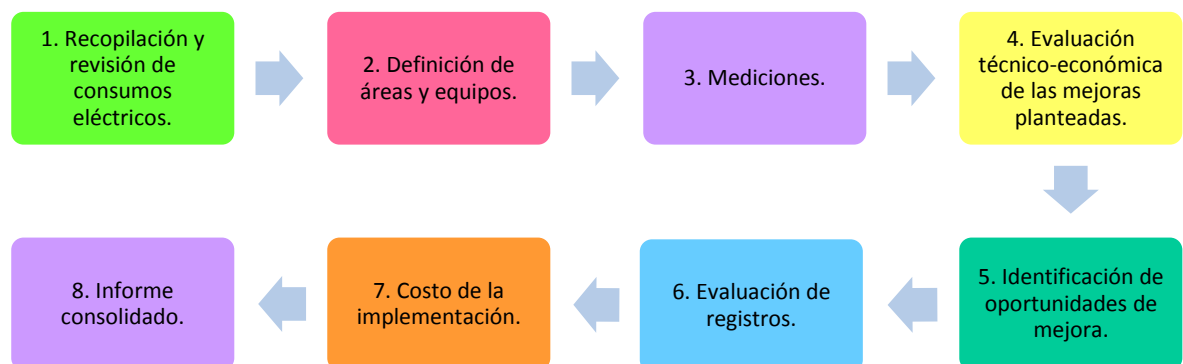
Procedimiento para realizar la caracterización energética:

1. Recopilación y revisión de consumos eléctricos. Se recopila y revisa información acerca de los consumos de energía y demanda para áreas y equipos.

2. Definición de áreas y equipos de diagnóstico. Se realizan diagramas de Pareto de consumo energético por áreas, para definir áreas de mayor consumo.
3. Mediciones. Se realizan mediciones de equipos de consumo final.
4. Evaluación técnico-económica de las mejoras planteadas. Se evalúan los aspectos técnicos y económicos de las oportunidades de ahorro identificadas de los equipos de consumo final.
5. Identificación de oportunidades de mejora. Se identifican oportunidades para el uso eficiente de la energía a través de buenas prácticas.
6. Evaluación de registros. Se evalúan los resultados de las mediciones de los equipos para análisis de datos y cálculos preliminares.
7. Costo de la implementación. Se evalúa el costo de la implementación de sistemas eficientes y el ahorro de energía a corto plazo, reflejado en ahorro de costos energéticos.
8. Informe consolidado. Se elabora el informe detallado del diagnóstico energético, partiendo de una línea base de operación del sistema energético y el resumen de oportunidades de ahorro.

El procedimiento se observa en la Figura 2.

Figura 2. Procedimiento para la caracterización energética



1.6 ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA

Esta es la etapa fundamental de estudio para el presente proyecto de grado.

Decisión Estratégica. En esta primera etapa se identifica el estado actual de la empresa, metas globales, impactos ambientales, los mayores puntos de consumo energético ya que son estos quienes representan más pérdidas y de los cuales se puede obtener mayor eficiencia si se plantean metas estratégicas que serán reflejadas positivamente en la productividad [4]. A través de:

- Compromiso de la Alta Dirección.
- Alineación de la estructura de la empresa hacia el uso racional de la energía.
- Validación y actualización de la estructura organizativa actual de los procesos.

Instalación del SGIE. Con los datos obtenidos previamente, y la participación activa del personal se caracterizará el edificio con el (SGIE). En esta etapa se requiere:

- Establecimiento de los indicadores de desempeño del SGIE.
- Identificación de las variables de control por centros de costo y áreas de gestión organizacional.
- Acciones correctivas de uso racional de la energía (URE) en procesos.
- Definición de sistemas de monitoreo.
- Diagnóstico energético.
- Identificación de un plan de medidas para el uso racional y eficiente de la energía.
- Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE.
- Documentación del SGIE.

- Auditoría interna al SGIE.
- Implementación y seguimiento del SGIE.

Operación del SGIE. En esta etapa final, una vez instalado y en operación el SGIE aseguraremos la cultura y mejora energética del edificio, para garantizar el interés y compromiso de la comunidad universitaria, teniendo presente las siguientes actividades:

- Seguimiento de indicadores.
- Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación.
- Evaluación de resultados.

Proceso de implementación del SGIE. Pasos para la implementación del SGIE indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Pasos para la implementación de (SGIE) [3]

ETAPAS	ACTIVIDADES		OBJETIVOS
DECISIÓN ESTRATÉGICA	1	Caracterización Energética de la Empresa	Potencial, Rentabilidad del SGIE, Asignación de Recursos
	2	Compromiso de la Alta Dirección	
	3	Alineación de Estrategias	
	4	Definición y Conformación de la Estructura Técnica y Organizacional	
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE ENERGÍA	5	Establecimiento de los Indicadores del Sistema de Gestión	Crear la Estructura Organizativa, las Bases Técnicas, Preparar e Involucrar el Personal, Identificar los Programas, Documentar el SGIE, y Verificar la Capacidad de la Empresa para Ejecutar el SGIE
	6	Indicación de las Variables de Control por Centros de Costo	
	7	Definición de los Sistemas de Monitoreo	
	8	Diagnóstico Energético	
	9	Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	
	10	Plan de Medidas de Uso Eficiente de la Energía	
	11	Actualización y Validación de la	

ETAPAS	ACTIVIDADES		OBJETIVOS
		Gestión Organización del SGIE	
	12	Preparación del Personal	
	13	Elaboración de la Documentación de SGIE	
	14	Auditoría Interna al SGIE	
OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE ENERGÍA EN LA EMPRESA	15	Seguimientos y Divulgación de Indicadores	Ejecutar los Programas, Cuantificar los Resultados, Ajustar y Actualizar los Modelos, Presupuestos de Ahorros
	16	Plantear Programas y Proyectos de Mejora	
	17	Sugerir un Plan de Entrenamiento y Evaluación del Personal	
	18	Ajustes del Sistema de Gestión	
	19	Evaluación de Resultados	

1.7 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos establecidos en este proyecto, seguiremos unas pautas necesarias para llevar a cabo la caracterización energética del edificio las cuales se presentan a continuación:

Caracterización del área energética del edificio Administración I - UIS.

- Estructura del consumo energético.
- Unifilares de Energía.
- Levantamiento de datos.
- Censo de carga.
- Mediciones de consumos energéticos.
- Inspecciones técnicas.

Identificar los procesos que impactan la eficiencia energética del edificio Administración I - UIS.

- Indicadores energéticos.
- Establecimiento del consumo base.

- Establecimiento de líneas metas.
- Indicador base 100.

Utilización de herramientas estadísticas y probabilísticas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones realizadas en el edificio Administración I – UIS.

- Diagrama de Pareto.
- Gráficos de control.
- Gráficos E-P en el tiempo.
- Gráficos E vs P.
- Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión.
- Gráfico de tendencia.

Planteamiento de alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica teniendo en cuenta la localización de los posibles puntos de ahorro en el edificio Administración I – UIS.

- Análisis y conclusiones de los resultados.
- Plantear planes de mejora continua enfocada en la eficiencia energética.

Análisis y conclusiones de los resultados.

- Se recopilarán los resultados en la memoria del proyecto de grado y las conclusiones obtenidas.

2. DECISIÓN ESTRATÉGICA

2.1 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

Tomando como referencia el SGIE, que define la caracterización energética como un procedimiento de análisis cuantitativo y cualitativo, encaminado a evaluar la eficiencia en la administración y uso de la energía en los procesos productivos o de carácter administrativo y de servicios.[3]. En esta etapa del proyecto se llevará a cabo la identificación, revisión y análisis del uso y consumo de la energía del edificio Administración I, que hace parte de la planta física de la Universidad Industrial de Santander, con el fin de determinar las anomalías presentadas a partir de variables tales como el consumo energético real y los focos de desperdicio energético.

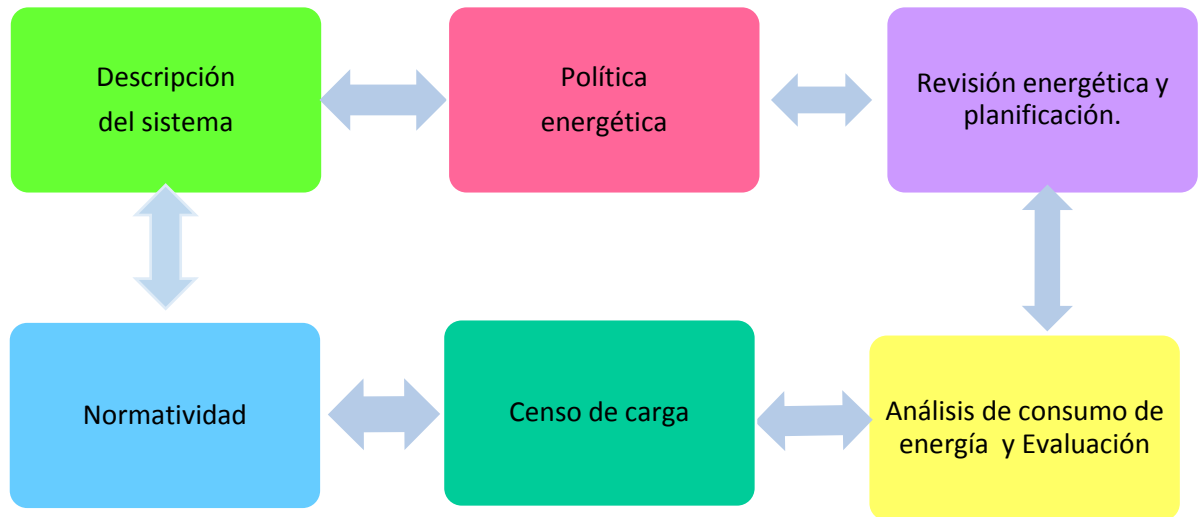
Para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto, se llevó a cabo un diagnóstico, tomando en cuenta los lineamientos propuestos en la norma ISO 50001, en el marco del SGIE. Inicialmente se caracterizó el estado actual del uso de energía en el edificio Administración I, tomando como referencia los equipos y áreas de usos significativos de energía. Esta caracterización se realizó a partir de la recolección de datos de placa presentes en los equipos electrónicos y de cómputo, el tiempo, modo de uso y número de equipos instalados. Además se tomó en cuenta el concepto de servicio, identificando la relación usuarios – consumo energético.

La caracterización energética propuesta para el edificio de Administración I, se tienen en cuenta los modelos matemáticos aleatorios propuestos por la UPME, en relación al procesamiento de datos.

Protocolo aplicado en la caracterización energética

El protocolo definido para llevar a cabo la caracterización energética del edificio administración I fue el siguiente

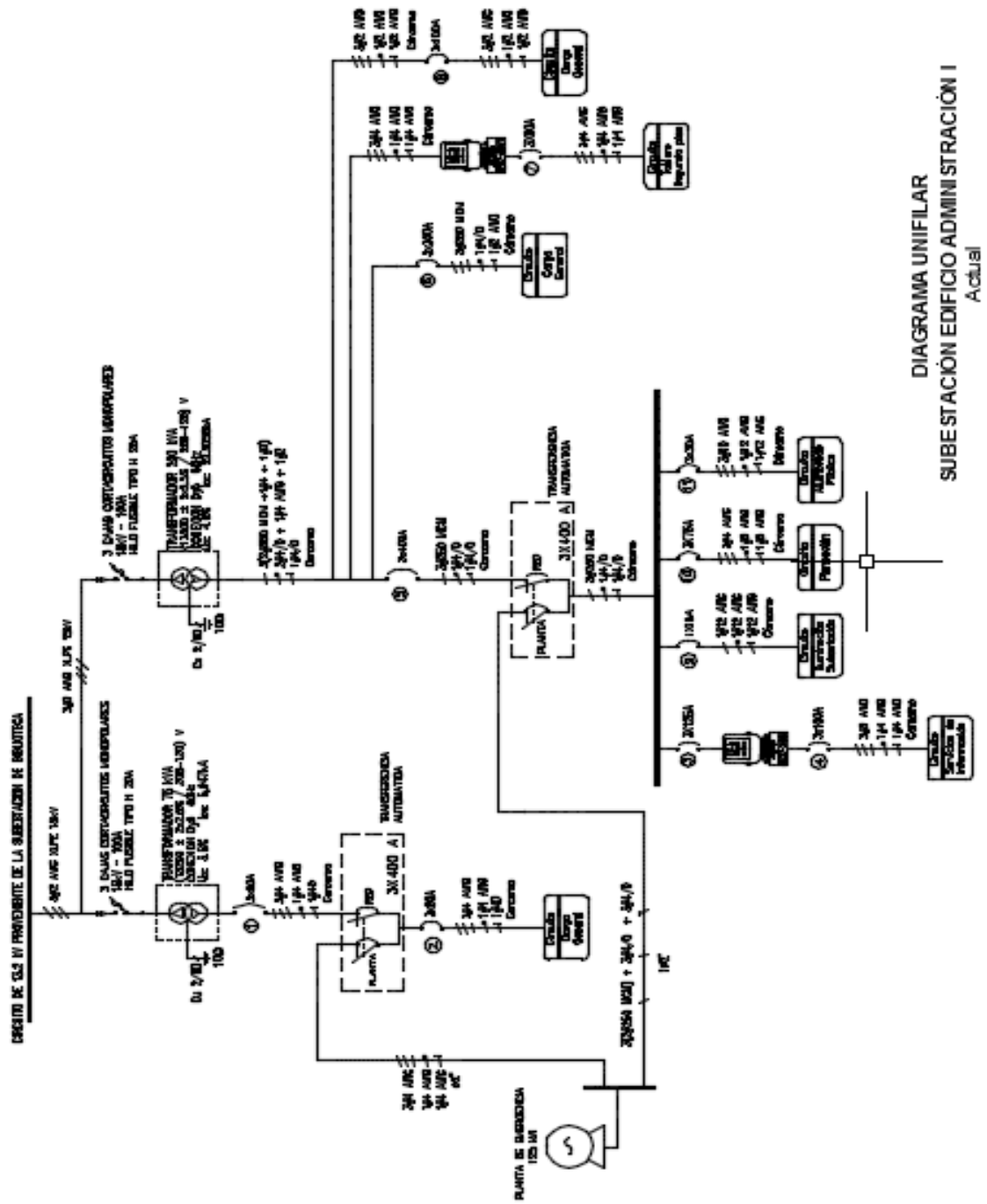
Figura 3. Protocolo aplicando en la caracterización energética



2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

El edificio Administración I hace parte del sistema eléctrico general con el que cuenta la UIS. La energía se suministra a través de una red de media tensión de 13.2 kV. Para su funcionamiento se energiza a partir de la salida de uno de los seccionadores ubicados en la biblioteca, a través de una acometida subterránea en MT la cual consta de un conductor por fase XLPE 15 kV No. 2 AWG en Cu en ducto PVC Φ 4" la cual llega a los dos seccionadores bajo carga de los dos transformadores: uno de 200 kVA y otro 75 kVA, encargados a su vez de alimentar las cargas del edificio. Esto se muestra en el siguiente diagrama unifilar de la figura.

Figura 4. Diagrama Unifilar Edificio Administración I



SUBESTACIÓN DEL EDIFICIO

Tabla 2. Subestación Administración I

Obra civil	Caracterización eléctrica	Plano Subestación
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interior a la vista ➤ Área: 14.7 m² ➤ Construcción en ladrillo y cemento ➤ Puerta de acceso personal en material metálico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Transformador 1: 200 kVA. ➤ Transformador 2: 75 kVA. ➤ Cajas de cortocircuito : 2 ➤ Tablero de distribución general de baja tensión: 1 ➤ Tableros de transferencia: 2 ➤ Planta eléctrica 156 kVA 	

Transformador de 200 kVA

El transformador de 200 kVA es marca Andina de transformadores, está destinado a alimentar el 90 % del edificio. En la figura 5 se muestra el transformador, y en la Tabla 3 se presenta las características principales del mismo.

Figura 5. Características del transformador 200 kVA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y MECÁNICAS TRANSFORMADOR 200 kVA					
FABRICANTE: INDUSTRIA ANDINA DE TRANSFORMADORES					
Potencia Nominal: 200 kVA	Frecuencia: 60 Hz	Tensión Serie (kV): 15,0 / 1,2	Altura de diseño (msnm): 1000		
Fases: 3	Refrigeración: ONAN	NBA AT/BT: 95/30 kV	Clase de Aislamiento: AO		
Líquido Aislante: Aceite Mineral	Tensión Ruptura 27 kV	Masa Total (kg): 980	Volumen de líquido aislante: 234 (L)		
VALORES NOMINALES					
ALTA TENSIÓN	Devanados	Tensión (V)	Despacho (V)	Derivaciones	Corriente (A)
	Primario	13200	13200	1/-3x2,5%	8,75
BAJA TENSIÓN	Secundario	220	220	-----	524,86
Regulación a plena carga y F.P. (0,8%) = 0,0 %			Eficiencia a plena carga y F.P. (0,8%) = 100 %		

Transformador de 75 kVA

El transformador de 75 kVA es marca Oasa de transformadores y está destinado a alimentar las oficinas de ingeniería. En la figura 6 se muestra la imagen del transformador, y en la Tabla 4 se presenta las características principales del mismo.

Figura 6. Características de transformador de 75 kVA



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y MECÁNICAS TRANSFORMADOR 75 kVA					
FABRICANTE: OASA TRANSFORMADORES					
Potencia Nominal: 75 kVA	Frecuencia: 60 Hz	Tensión Serie (kV): 15,0 / 1,2	Altura de diseño (msnm): 1000		
Fases: 3	Refrigeración: ONAN	NBA AT/BT: 95/30 kV	Clase de Aislamiento: AO		
Líquido Aislante: Aceite Mineral	Tensión Ruptura 27 kV	Masa Total (kg): 413	Volumen de líquido aislante: 92 (L)		
VALORES NOMINALES					
	Devanados	Tensión (V)	Despacho (V)	Derivaciones	Corriente (A)
ALTA TENSIÓN	Primario	13200	13200	1/-3x2,5%	3,8
	Secundario	220	220	-----	196,82
BAJA TENSIÓN					
Regulación a plena carga y F.P (0,8%) = 0,0 %			Eficiencia a plena carga y F.P (0,8%) = 100 %		

Caja Corta Circuito

Las cajas cortacircuitos son de iguales características para ambos transformadores (200 kVA y 75 kVA). En la tabla 5 se muestran las especificaciones técnicas y en la figura 7 se muestra la imagen de la caja corta circuitos.

Figura 7. Características caja corta circuito



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CAJAS CORTA CIRCUITOS				
Tipo G-2LES	Corriente Nominal (A) 100	Voltaje Nominal (V) 15 kV	Capacidad de Interrupción A_{sim} 20 000 A	BIL (Kv) 110

Planta Eléctrica

La planta de emergencia funciona en la ausencia del suministro de energía eléctrica. Utiliza ACPM y su potencia nominal es de 156 kVA, en la figura 8 se muestra la planta eléctrica que dispone el edificio Administración I.

Figura 8. Características planta eléctrica



PLANTA ELÉCTRICA			
Marca: Cummins Power Generation		Generador	Trifásico
Potencia Nominal	156/125 [kVA/kW]	Tension[V]	220/127
Eficiencia	90%	Factor de potencia	0,8
Combustible	ACPM	Frecuencia	60 Hz
Velocidad	1800 rpm	Enfriamiento	agua

2.3 REVISIÓN ENERGÉTICA Y PLANIFICACIÓN

De acuerdo con el SGIE, en esta etapa se realiza una identificación, revisión y análisis de los usos y consumos de energía. Metodológicamente se aplicaron técnicas cualitativas y cuantitativas, utilizando instrumentos como listas de chequeos presentadas en las tablas 7 y 8 para identificar los componentes eléctricos, realizar inventarios y monitorear el uso y mantenimiento. Como complemento se realiza la encuesta presentada en la tabla 9 y calificador de niveles de gestión energética en la tabla 10, dirigidos a determinar las percepciones, prácticas y hábitos en el consumo de la energía por parte del personal que labora en el edificio de Administración I de la UIS.

Lista de chequeo equipos eléctricos

Tabla 3. Lista de chequeo 1

1	INFORMACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS CON QUE CUENTA EL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I	SI	NO	OBSERVACIONES
	CALDERAS		X	
	COMPRESORES DE AIRE		X	
	CHILLERS		X	
	MOTORES ELÉCTRICOS			
	AIRES ACONDICIONADOS	X		
	LUMINARIAS	X		
	PLANTA ELÉCTRICA	X		
	EQUIPOS DE CÓMPUTO	X		
	OTROS	X		Cafeteras, cámaras de seguridad, fotocopiadoras, hornos microondas, impresoras, neveras, routers inalámbricos, teléfonos, televisores, etc.



Lista de chequeo mantenimiento

Tabla 4. Tabla de chequeo 2

2	DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	SI	NO	OBSERVACIONES
	¿ EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN I, REALIZA MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS ELECTRICOS?	X		
	¿ CON QUE FRECUENCIA SE REALIZA EL MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS ELECTRICOS?			Cada semestre se realiza mantenimiento a los quipos de cómputo, a los artefactos de cafetería, equipos de ofimática, aires acondicionados y otros equipos se les realiza mantenimiento cuando el personal lo solicita.

Encuesta percepciones, prácticas y hábitos



Tabla 5. Encuesta percepciones, prácticas y hábitos

PROYECTO ACADÉMICO DE PRE-CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA			
 <small>Sistema de Gestión Integral de la Energía Programa Nacional</small>	SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA		 <small>Universidad Industrial de Santander</small>
	EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I		
	Nombre:	Cargo:	
INFORMACIÓN SOBRE LOS HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LOS TRABAJADORES	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Existe algún tipo de estrategia de consumo energético en el edificio?, ¿Cuál estrategia?			
¿Se conoce el consumo energético anual del edificio?			
¿Se anima al personal a usar la energía de forma responsable?, ¿De qué manera?			
¿Se emplean sistemas de iluminación de bajo consumo?, ¿Cómo cuáles?			
¿Se utiliza algún tipo de energía renovable?, ¿Cuál tipo es empleado?			
¿Se realizan revisiones periódicas de mantenimiento del edificio y de los equipos?			
En las compras y contrataciones, ¿Se considera la eficiencia energética de equipos, bienes o servicios como criterio de valoración?			
¿Existe algún responsable de mantenimiento del edificio?			
¿Suele dejar las luces encendidas cuando sale de su oficina y esta queda sola?			
¿Utiliza la configuración de ahorro de energía en los equipos de la oficina (computador, impresora, fotocopidora, entre otros)?			
¿Mantiene el computador encendido durante largos periodos de tiempo sin utilizarlo?			
¿Abre las ventanas y puertas con el aire acondicionado funcionando?			
¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los utiliza y al terminar la jornada laboral?			
¿Ve positivo que en el edificio se implementen energías renovables para suministrar energía en la oficina?			
¿Le parece conveniente que en el edificio se ponga en marcha un plan en la oficina y campañas informativas entre los trabajadores para reducir el consumo energético de su centro de trabajo?			
¿Estaría dispuesto a cambiar los hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en el lugar de trabajo?			

2.3.1 Aplicación del calificador de niveles de gestión energética. Este instrumento fue diseñado y sistematizado por la UPME, mediante la aplicación de un software que a partir de una escala de valoración numérica permite la evaluación de las prácticas de gestión energética. [2].

El calificador de niveles de gestión energética fue aplicado a una muestra (de 5 personas) conformada por operarios de la nómina de la UIS dedicados a operación de los procesos y el mantenimiento de los equipos eléctricos y a los empleados usuarios de los equipos.

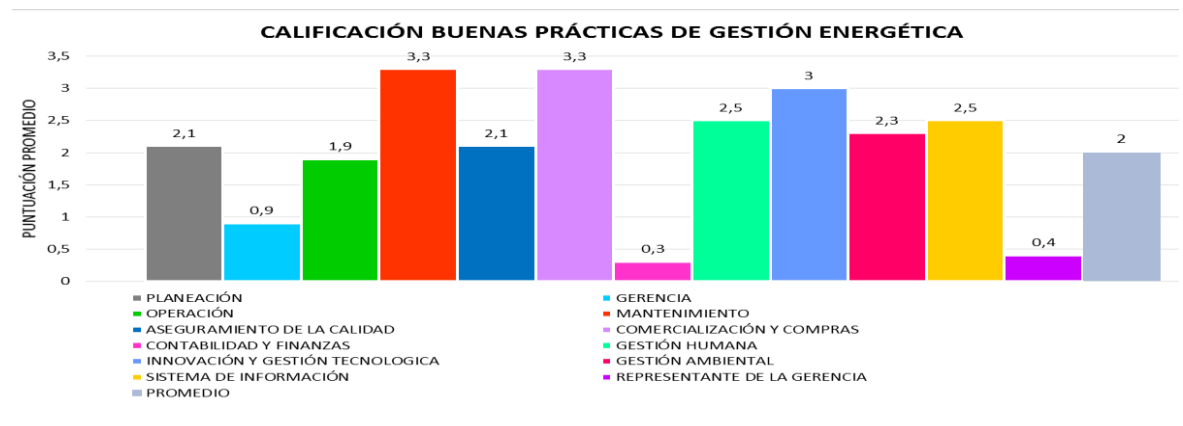
Tabla 6. Calificador de niveles de Gestión energética (UPME).[2]

 PROYECTO ACADÉMICO DE PRE-CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA		
SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA		UIS Universidad Industrial de Santander
EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I		
Formato Calificador simple - Norma ISO 5001		
EVALUACIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA		Calificación de 1 a 5 (Donde 1 es la más baja y 5 la más alta).
PLANEACIÓN		2,1
Existe una política energética insertada en la política general del edificio Administración I o de forma independiente.		3,0
Existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales del edificio Administración I o de forma independiente a estos.		2,5
Existen metas a nivel del edificio Administración I y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales del edificio Administración I.		2,5
El presupuesto de energía anual del edificio Administración I tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área.		1,0
Están identificadas y cuantificadas en cada área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.		3,5
Existe un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética que puede alcanzarse en cada área en función del nivel de producción presupuestado.		2,5
Los presupuestos de consumo y eficiencia energética son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.		0,0
GERENCIA		0,9
Existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de edificio Administración I y a nivel de áreas.		1,0
Existen indicadores energéticos a nivel de edificio Administración I y a nivel de áreas que son chequeados con igual frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros del edificio Administración I.		1,0
Existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos del edificio Administración I y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.		1,0
Existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área.		0,0
Existe un procedimiento para efectuar el monitoreo de los indicadores energéticos diarios a nivel de áreas productivas o centros de costo.		0,0
Existen líderes y equipos en cada área encargados de analizar la información del resultado del monitoreo, tomar decisiones operativas, evaluar el resultado del accionamiento de las variables de control e identificar nuevos potenciales de incremento de la eficiencia energética.		0,0
Existe una estructura formal o no formal en el edificio Administración I para atender la eficiencia energética a nivel de áreas y a nivel del edificio Administración I.		3,3
PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN		1,9
Existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diarias a nivel de operación que permite corregir desviaciones de estos respecto a la meta de índice de consumo lograble.		0,0
Producción tiene identificados los eventos que impactan sus índices de consumo y los procedimientos operativos para evitarlos.		2,1
Están capacitados y entrenados los trabajadores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora. Existen procedimientos para documentar y tramitar los resultados de los autodiagnósticos.		3,5
MANTENIMIENTO		3,3
Existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permite medir los gastos energéticos del edificio Administración I y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo.		1,0
Existe documentación técnica del fabricante de los equipos claves de consumo con las recomendaciones de mantenimiento, operación, arranques, paradas, sistemas de control etc... y es conocida y aplicada correctamente por sus operadores.		3,7
Existe implementado un sistema de mantenimiento autónomo a los equipos y los operadores cuentan con un procedimiento para informar los daños, inconformidades o eventos observados en sus equipos a partir del chequeo del mantenimiento autónomo a sus equipos.		4,2
Los operadores realizan mantenimiento autónomo de sus equipos principales a partir de listas de chequeo predeterminadas, evitando paradas o incrementos de consumos por suciedad de filtros, fugas, pasajes de válvulas, desajuste de uniones.		3,5
Los tiempos de recibo de la información de requerimiento de mantenimiento, presencia en sitio del mantenedor y reparación de la falla, inconformidad o evento reportado, se consideran adecuados en el edificio Administración I.		4,0
Existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía del edificio Administración I o área.		4,0
Se organiza y planifica el programa de mantenimiento planificado correctivo, preventivo o predictivo, a todos los equipos y maquinaria en función del orden de prioridad establecido y los resultados son debidamente documentados.		4,5
El edificio Administración I mantiene un inventario de partes y repuestos claves para equipos críticos.		2,5
El edificio Administración I establece su programa de mantenimiento bajo el concepto del mantenimiento total productivo (MTP).		4,0
El área de mantenimiento utiliza las posibilidades que le brindan los incentivos que establecen la ley URE 697 de 2001 y el decreto 3683 de 2003 para incrementar la frecuencia de diagnóstico y bajar sus costos.		2,1
El edificio Administración I, los procesos y los equipos están diseñados para procurar un ambiente seguro para el trabajador y cuenta con la instrumentación suficiente para que el mismo pueda operar seguro y eficiente.		4,5
El edificio Administración I realiza, documenta y registra auditorías energéticas anualmente para conocer el estado de eficiencia energética de sus equipos claves y actualizar sus planes de mantenimiento y de proyectos de mejora de la eficiencia.		1,0
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD		2,1
La Gerencia General tiene como filosofía impulsar programas de calidad en la empresa y para ello capacita adecuadamente a todos los empleados en aspectos de calidad y de mejoramiento continuo incluyendo temas de eficiencia energética de los procesos de compra, planeación, operación, producción, mantenimiento.		3,2
El edificio Administración I promueve auditorías periódicas para mantener y mejorar el cumplimiento de las normas ISO.		2,0
El edificio Administración I aplica voluntariamente una norma de gestión energética.		1,0

COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS		3,3
Existe un procedimiento para la compra de energía.		
Existe un procedimiento especial para la compra de equipos o accesorios consumidores de energía que garantiza la adquisición más eficiente posible económicamente.		4,0
Existen criterios formales para la planificación de la compra de materias primas, materiales y repuestos (pronósticos de venta, disponibilidad, plazo de entrega, etc.) teniendo en cuenta el impacto de los mismos en los consumos energéticos del edificio bienestar universitario.		4,5
El edificio Administración I tiene un plan de contingencia para proveerse de energía en el caso que se incrementen sus compromisos comerciales.		3,3
Se tiene el seguimiento en el edificio Administración I de cuanto han variado en los últimos 2 años los costos de energéticos para iguales niveles de producción, por tipo de producto realizado.		4,5
CONTABILIDAD Y FINANZAS		0,3
Se conocen los costos de los energéticos utilizados en cada área del edificio Administración I.		
Existe la posibilidad de contabilizar y registrar mensualmente el consumo energético del edificio Administración I.		0,0
Se retroalimenta a cada área su desempeño diario de eficiencia, pérdidas e indicadores de consumo.		0,0
Existe un procedimiento para prefacturación, verificar la factura energética del edificio Administración I y para aprobación del pago de la misma.		1,0
GESTIÓN HUMANA		2,5
El edificio Administración I tiene un organigrama escrito e implantado donde las líneas de autoridad y responsabilidad formal y no formal están claramente definidas. En el mismo se incluye lo referente a la gestión energética.		
El edificio Administración I tiene unas políticas y manuales de procedimientos escritos, conocidos y acatados por todo el personal. Entre los manuales se encuentra un manual de gestión energética.		2,8
El edificio Administración I tiene identificadas las necesidades de capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener la eficiencia energética de sus procesos y equipos y los índices de consumo en los niveles presupuestados.		2,1
El edificio Administración I tiene identificadas las necesidades de capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener la eficiencia energética de sus procesos y equipos y los índices de consumo en los niveles presupuestados.		3,4
Existen indicadores de desempeño energético a nivel del edificio Administración I y de áreas claramente entendidos por todos y que su divulgación permite conocer la situación mensual de los mismos.		1,0
El edificio Administración I logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los costos energéticos.		4,5
Es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y del edificio Administración I.		3,8
El edificio Administración I ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética.		2,0
El edificio Administración I cuenta con medios diferentes a la factura energética mensual, para medir cuantitativamente el incremento de la cultura energética en cada una de sus áreas claves.		0,0
INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA		3,0
Se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales del edificio Administración I y están identificados los proyectos de mejora de los mismos.		
Existe un ente en el edificio Administración I que se encarga del desarrollo de la vigilancia tecnológica.		3,5
Existe un mecanismo en el edificio Administración I de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.		2,0
GESTIÓN AMBIENTAL		3,5
Uno de los aspectos del desempeño ambiental que mide el edificio es la eficiencia energética de sus áreas de trabajo.		
Para la selección, instalación, operación y mantenimiento de equipos se realizan consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos.		1,0
El edificio Administración I trata de minimizar el consumo de energía mediante el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías.		3,0
El edificio bienestar universitario cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.		4,0
SISTEMAS DE INFORMACIÓN		1,0
Hay gestión a la vista del cumplimiento de los indicadores de eficiencia energética en las áreas claves del edificio Administración I.		
En el sistema de información general del edificio Administración I están incorporados los indicadores energéticos.		2,5
El edificio Administración I está actualizado en materia de nuevos desarrollos en programas y equipos de cómputo y tiene el personal capacitado para manejarlos.		2,0
El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee el edificio Administración I responde a las necesidades de información de las áreas y es óptimo con relación al tiempo de proceso y seguridad.		1,0
En el sistema de información del edificio Administración I, o en forma independiente, existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación y mantenimiento.		4,1
La Gerencia ha definido las rutas y los reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde esta incluido el de eficiencia energética.		3,5
REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA		2,1
Existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en el edificio Administración I.		
Existe una evaluación y un registro diario o semanal de los comportamientos de los presupuestos, indicadores de eficiencia y consumos absolutos de energía a nivel de áreas y a nivel de edificio.		0,4
Existe una actividad mensual para evaluación del comportamiento de indicadores, presupuestos y consumos, así como de la marcha de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.		1,0
Existen chequeos periódicos ante gerencia de las buenas prácticas de gestión empresarial por la eficiencia energética, documentado y registrado.		0,0
Existe coaching del representante de la gerencia para la eficiencia energética a los proyectos de mejora en cada área y a nivel de edificio.		0,0
Existen auditorías por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas.		0,0
Existe un árbol de indicadores energéticos a nivel de edificio que permite evaluar el impacto de cada área en el indicador general del edificio bienestar universitario.		1,0
CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I		2,0

RESULTADO PROMEDIO DE LA ENCUESTA

Figura 9. Calificación buenas prácticas de gestión energética



Los resultados arrojados por la encuesta demuestran debilidades respecto a las buenas prácticas de gestión energética. Respecto a la planeación es posible afirmar que no existe una política energética, que esté insertada en las políticas generales de la institución. Aunque existen metas relacionadas con el ahorro energético en el edificio, estas no se cumplen por la ineficiencia de las normas y políticas adoptadas. En cuanto a la gerencia, no existe un protocolo de ahorro energético ni un organismo que evalúe el desempeño de los indicadores energéticos y ambientales. El diagnóstico de los elementos operativos, hay falencias en cuanto al monitoreo, control y gestión del consumo energético. El área de mantenimiento cumple con algunos de los aspectos esenciales en cuanto a los cuidados preventivos, no obstante es muy precario. El impulso de programas de calidad y actividades de formación se caracteriza por su poca socialización. Los puntos relacionados comercialización, contabilidad y finanzas, gestión humana, innovación y gestión tecnológica, gestión ambiental, sistema de información y representante de la gerencia para la gestión energética presenta una media baja, producto de la ausencia de la implementación de un Sistema de Gestión Integral de Energía. Los datos obtenidos en la encuesta son de gran importancia para Universidad, ya que a partir de ellos es posible construir una política institucional encaminada a mejorar los procesos e implementar un modelo de gestión de energía, pertinente y acorde con los lineamientos internacionales.

2.4 CENSO DE CARGA

El SGIE define este parámetro como un inventario de tipo energético, de todos los equipos consumidores de energía que se utilizan en las diferentes áreas y procesos del edificio y la determinación de su potencia mediante los datos de placa del equipo y con un instrumento de medida.[3]. Para este trabajo se tomó como metodología los datos de placa, horas de uso diario, modos de uso y número de equipos.

A continuación desde la tabla 7 a la 20 se muestra el censo de carga realizado en cada dependencia del edificio Administración I.

Tabla 7. Censo de carga admisiones y R.A

ADMISIONES Y R.A							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	10	162	1620	8	12,96	20	259,2
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	12	172	2064	8	16,512	20	330,24
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	5	612	3060	4	12,24	20	244,8
IMPRESORA EPSON FX-2190	3	112	336	2	0,672	8	5,376
IMPRESORA HP LASERJET 1020	2	378	756	1	0,756	8	6,048
IMPRESORA ZM400	1	505	505	3	1,515	5	7,575
IMPRESORA KYOCERA ECOSYS M2035DN-L	1	439	439	4	1,756	7	12,292
IMPRESORA HP OFFICEJET PRO 8600 PLUS	1	28	28	2	0,056	6	0,336
PORTÁTIL HP COMPAQ 2510P	3	83	249	4	0,996	12	11,952
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
MAQUINA DE ESCRIBIR ELÉCTRICA BROTHER CE-700	2	52	104	3	0,312	8	2,496
VIDEOBEAM	1	65	65	2	0,13	2	0,26
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
NEVERA WHIRPOOL	1	762	762	12	9,144	30	274,32
CAFETERA OSTER	1	500	500	1	0,5	20	10
CAFETERA HAMILTON BEACH	1	500	500	1	0,5	20	10
HORNO MICROONDAS WHIRLPOOL	1	610	610	0,33	0,2013	20	4,026
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LG	1	20000	20000	6	120	20	2400
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
EXTRACTOR AIRE	2	500	1000	3	3	20	60
SECADOR MANOS SABINCO	1	1500	1500	1	1,5	20	30
MÓDEM CISCO	1	6	6	24	0,144	30	4,32
ALARMA VISONIC	1	15	15	24	0,36	30	10,8
HUELLERO IN01-A	1	36	36	3	0,108	20	2,16
TV PANTALLA LG FLATRON	1	64,8	64,8	2	0,1296	10	1,296
DESHUMIFICADOR	2	734,4	1468,8	2	2,9376	20	58,752
PLANTA UPS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
PLANTA UPS	1	8211	8211	0,5	4,1055	2	8,211
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	108	17	1836	5	9,18	20	183,6
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 59W	18	59	1062	5	5,31	20	106,2
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							4044,26

La gráfica porcentual del censo se muestra en la figura 10 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado (58% de la energía total consumida en esta dependencia); le sigue el consumo que realizan los equipos de cómputo (22%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, artefactos de cafetería e iluminación y la planta UPS.

Figura 10. Porcentaje de consumo de admisiones y R.A (kWh/ Mensual)

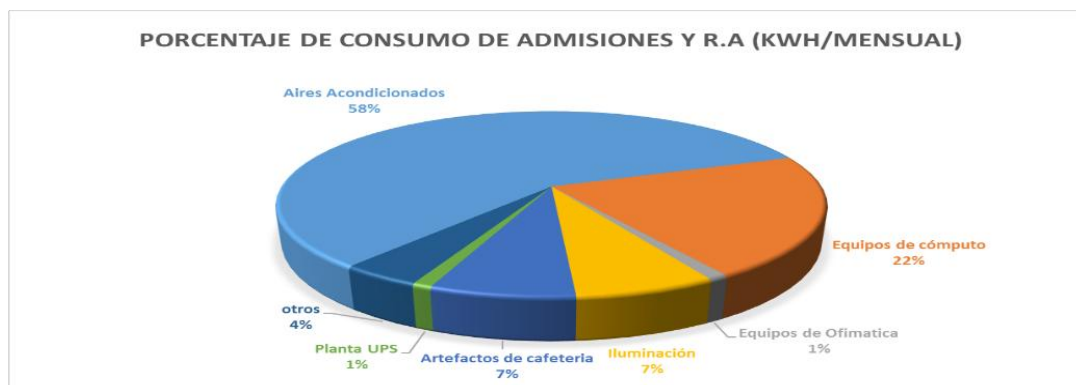


Tabla 8. Censo de carga Vicerrectoría Académica

VICERRECTORÍA ACADÉMICA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	3	162	486	8	3,888	20	77,76
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	9	172	1548	8	12,384	20	247,68
HP SCANJET N8460	1	80	80	3	0,24	20	4,8
IMPRESORA EPSON FX-2190	1	53	53	4	0,212	20	4,24
IMPRESORA HP DESKJET 845C	1	45	45	3	0,135	20	2,7
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	1	648	648	4	2,592	20	51,84
IMPRESORA HP LASERJET 1300N	1	320	320	2	0,64	20	12,8
PORTATIL HP	2	83	166	2	0,332	4	1,328
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FAX PANASONIC KX-FT987	1	219	219	2	0,438	6	2,628
FOTOCOPIADORA RICOH AFICIO MP201SPF	1	864	864	2	1,728	20	34,56
ARTEFACTOS DE CAFETERÍA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
NEVERA HACEB	1	800	800	24	19,2	30	576
HORNO MICROONDAS WHIRPOOL	1	700	700	3	2,1	20	42
CAFETERA PROGRAMABLE OSTER	1	356,5	356,5	1	0,3565	20	7,13
LICUADORA SAMURAI	1	300	300	0,1	0,03	10	0,3
SANDWICHERA KALLEY	1	300	300	0,1	0,03	5	0,15
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
TEMPESTAR	1	1800	1800	7	12,6	20	252
LG	2	1780	3560	6	21,36	20	427,2
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
MÓDEM HP	1	6,5	6,5	24	0,156	30	4,68
DESHUMIFICADOR	2	734,4	1468,8	2	2,9376	20	58,752
TV PANTALLA SAMSUNG	1	92	92	4	0,368	10	3,68
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	26	32	832	5	8,32	20	249,6
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 35W	10	35	350	5	3,5	20	105
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 59W	16	59	944	5	9,44	20	283,2
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							2391,276

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de la vicerrectoría académica, se muestra en la figura 11 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (28% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los artefactos de cafetería (26%) y el sistema de iluminación (26%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, equipos de cómputo y otros.

Figura 11. Porcentaje de consumo Vicerrectoría académica (kWh/Mensual)

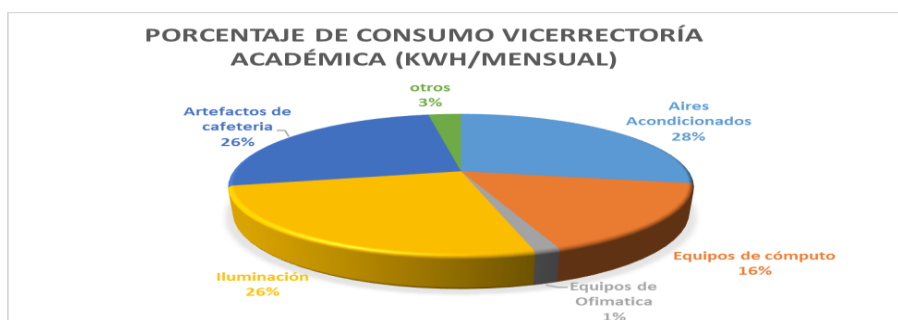


Tabla 9. Censo de carga Vicerrectoría Administrativa

VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	4	162	648	8	5,184	20	103,68
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	10	172	1720	8	13,76	20	275,2
PORTÁTIL HP 440 I7	3	80	240	8	1,92	20	38,4
IMPRESORA EPSON LX300+II	2	64,8	129,6	8	1,0368	10	10,368
IMPRESORA HP LASERJET PRO 400MFP	1	64,8	64,8	4	0,2592	20	5,184
IMPRESORA HP LASERJET 1536 DNF	1	40	40	3	0,12	20	2,4
IMPRESORA HP OFFICEJET PRO 8600 PLUS	1	28	28	4	0,112	20	2,24
IMPRESORA HP COLOR LASEJET 2600N	1	190	190	3	0,57	20	11,4
SCANNER HP PHOTOSMART C428	1	20	20	2	0,04	20	0,8
SCANNER HP SCANJET ENTERPRISE 7500	1	120	120	2	0,24	20	4,8
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
VÍDEO BEAM PANASONIC VX400NT XGA	1	65	65	2	0,13	3	0,39
FAX SHARP UX-66	1	115	115	1	0,115	15	1,725
ARTEFACTOS DE CAFETERÍA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
NEVERA HACEB	1	178	178	24	4,272	30	128,16
CAFETERA OSTER	1	700	700	1	0,7	20	14
HORNO ELÉCTRICO CHALLENGER HE2750	1	770	770	0,2	0,154	20	3,08
EXTRACTOR HUMO HACEB AREZZO	1	150	150	1	0,15	3	0,45
HORNO MICROONDAS ELECTROLUX	1	770	770	0,2	0,154	20	3,08
COCINA ELÉCTRICA HACEB	1	1000	1000	0,5	0,5	3	1,5
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LG INVERTER V	4	1180	4720	5	23,6	20	472
LG	4	2010	8040	5	40,2	20	804
YORK	1	1800	1800	6	10,8	20	216
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
CÁMARA SAMSUNG	2	6	12	1	0,012	10	0,12
TV PANTALLA LG	2	80	160	2	0,32	5	1,6
MÓDEM HP	1	6,3	6,3	24	0,1512	30	4,536
EXTRACTOR DE OLORES	2	500	1000	6	6	20	120
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	112	17	1904	6	11,424	20	228,48
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	6	32	192	6	1,152	20	23,04
LÁMPARAS REDONDAS - 35W	7	35	245	6	1,47	20	29,4
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							2506,033

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de la vicerrectoría administrativa, se muestra en la figura 12 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (59% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los equipos de cómputo (18%) el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, artefactos de cafetería e iluminación.

Figura 12. Porcentaje de consumo Vicerrectoría administrativa (kWh/ Mensual)

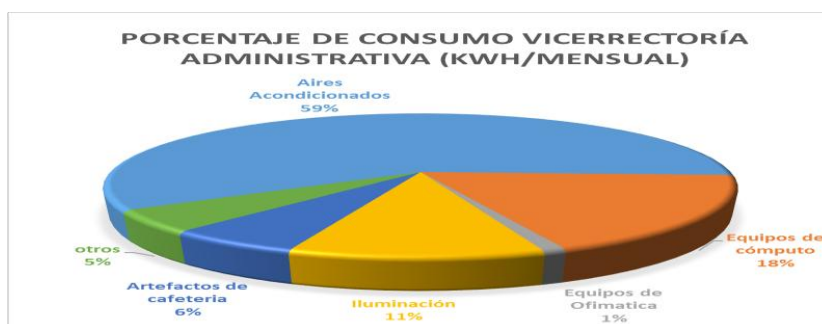


Tabla 10. Censo de carga División Financiera

DIVISIÓN FINANCIERA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	7	162	1134	8	9,072	20	181,44
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	6	172	1032	8	8,256	20	165,12
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	1	486	486	4	1,944	20	38,88
IMPRESORA EPSON STYLUS TX235W	1	54	54	3	0,162	20	3,24
IMPRESORA EPSON LX-300+II	1	23	23	4	0,092	20	1,84
IMPRESORA HP OFFICEJET PRO 8600 PLUS	1	28	28	3	0,084	20	1,68
IMPRESORA HP LASERJET 1015	1	40	40	4	0,16	20	3,2
IMPRESORA EPSON L555	1	10	10	2	0,02	20	0,4
SCANNER HP SCANJET ENTERPRISE 7500	1	120	120	4	0,48	20	9,6
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FOTOCOPIADORA RICOH AFICIO MP201SPF	1	864	864	3	2,592	20	51,84
CALCULADORA ELÉCTRICA CASIO	1	9,6	9,6	2	0,0192	5	0,096
MÁQUINA DE ESCRIBIR BROTHER EM-811	1	52	52	3	0,156	6	0,936
FAX PANASONIC KX-FT987	1	216	216	1	0,216	5	1,08
FAX SHARP UX-66	1	100	100	1	0,1	6	0,6
VIDEO BEAM PANASONIC VX400NT XGA	1	65	65	2	0,13	5	0,65
DVD SONY	1	9	9	2	0,018	5	0,09
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
HORNO MICROONDAS HACEB	1	720	720	2	1,44	20	28,8
CAFETERA OSTER	2	700	1400	4	5,6	20	112
CAFETERA IMUSA	2	500	1000	4	4	20	80
NEVERA HACEB	1	178	178	24	4,272	20	85,44
NEVERA CHALLENGER	1	1200	1200	24	28,8	20	576
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
CLIMATEC	1	5797	5797	6	34,782	20	695,64
LG INVERTER V	1	1800	1800	7	12,6	20	252
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
HUELLERO SUPREMA	1	15	15	24	0,36	30	10,8
CÁMARA S&M security CD35IRVP-VF	11	25	275	24	6,6	30	198
MÓDEM CISCO	1	6	6	24	0,144	30	4,32
ALARMA DE INCENDIO	5	22	110	24	2,64	30	79,2
EXTRACTOR DE OLORES	3	500	1500	3	4,5	20	90
SECADOR DE MANOS PALLOMARO	2	1500	3000	2	6	20	120
TV PANTALLA SONY	1	103	103	1	0,103	20	2,06
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	86	17	1462	6	8,772	20	175,44
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	16	32	512	6	3,072	20	61,44
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	3031,832

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de la división financiera, se muestra en la figura 13 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (31% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los artefactos de cafetería (29%) el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, equipos de cómputo e iluminación.

Figura 13. Porcentaje de consumo División financiera (kWh/ Mensual)

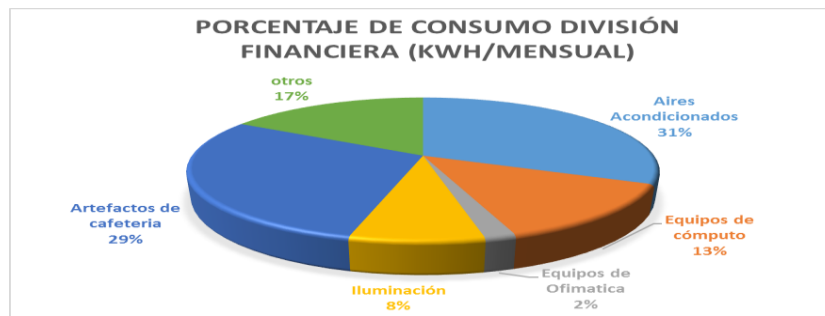


Tabla 11. Censo de carga División recursos humanos

DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	10	162	1620	8	12,96	20	259,2
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	12	172	2064	8	16,512	20	330,24
IMPRESORA HP LASERJET 1320N	1	340	340	3	1,02	20	20,4
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	3	550	1650	4	6,6	20	132
IMPRESORA HP LASERJET P1606DN	1	440	440	3	1,32	20	26,4
IMPRESORA AFICIO MP201SPF	1	864	864	2	1,728	10	17,28
IMPRESORA HP SCANJET N8460	1	80	80	4	0,32	20	6,4
HP LASERJET P1102W	1	370	370	4	1,48	20	29,6
PORTÁTIL DELL D410	5	35	175	3	0,525	5	2,625
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
CALCULADORA ELECTRÓNICA CASIO DR 120X	1	60	60	1	0,06	4	0,24
CALCULADORA ELECTRÓNICA CASIO DR 120T	2	60	120	2	0,24	5	1,2
CALCULADORA ELECTRÓNICA CASIO DR 120S	1	60	60	2	0,12	4	0,48
FAX PANASONIC KX-F77	1	240	240	4	0,96	15	14,4
MÁQUINA DE ESCRIBIR BROTHER EM-611	1	43	43	4	0,172	6	1,032
TV PANTALLA SAMSUNG	1	95	95	2	0,19	3	0,57
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
CAFETERA KALLEY	2	600	1200	1	1,2	20	24
CAFETERA SHIMASU	1	700	700	1	0,7	20	14
NEVERA HACEB	1	1250	1250	24	30	30	900
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	2	1800	3600	6	21,6	20	432
CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY	1	2900	2900	7	20,3	20	406
MANEJADORA TRIFÁSICA	1	1286	1286	8	10,288	20	205,76
CIAC	1	1800	1800	6	10,8	20	216
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
TV PANTALLA SAMSUNG	1	95	95	4	0,38	5	1,9
VENTILADOR SAMURAI	1	87	87	2	0,174	20	3,48
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	100	17	1700	6	10,2	20	204
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	4	32	128	6	0,768	20	15,36
LÁMPARA FLUORESCENTE T6 - 30W	10	30	300	6	1,8	20	36
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	3300,57

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia División recursos humanos I se muestra en la figura 14 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (38% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los artefactos de cafetería (28%) y los equipos de cómputo (25%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, iluminación y otros.

Figura 14. Porcentaje de consumo División de recursos humanos I (kWh/ Mensual)

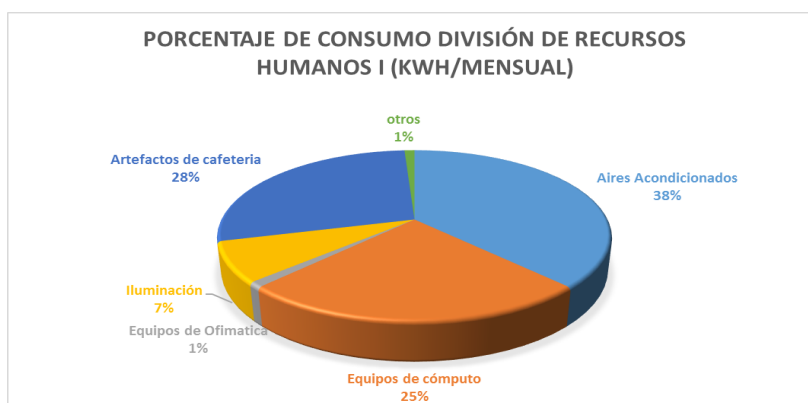


Tabla 12. Censo de carga División recursos humanos II

DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS II							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	1	162	162	8	1,296	20	25,92
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	3	172	516	8	4,128	20	82,56
PORTÁTIL HP 1000	2	90	180	3	0,54	6	3,24
IMPRESORA HP LASERJET P1505N	2	300	600	4	2,4	20	48
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	2	1330	2660	7	18,62	20	372,4
YORK	1	1800	1800	6	10,8	20	216
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	20	17	340	6	2,04	20	40,8
LEGRAND	1	4,32	4,32	4	0,01728	30	0,5184
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							789,44

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia división recursos humanos II, se muestra en la figura 15 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (75% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los equipos de cómputo (20%), el resto del consumo se distribuye en iluminación.

Figura 15. Porcentaje de consumo División de recursos humanos II (kWh/Mensual)



Tabla 13. Censo de carga Vicerrectoría académica II

VICERRECTORÍA ACADÉMICA II							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	1	162	162	8	1,296	20	25,92
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	3	172	516	8	4,128	20	82,56
PORTÁTIL LENOVO Z470	1	40	40	3	0,12	9	1,08
IMPRESORA HP LASERJET P2015	2	350	700	4	2,8	20	56
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
CAFETERA WINAMERE	1	560	560	1	0,56	20	11,2
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
LG	1	2237	2237	5	11,185	20	223,7
YORK	1	1200	1200	7	8,4	20	168
LG INVERTER V	2	1180	2360	7	16,52	20	330,4
OTROS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
MÓDEM HP	1	6,3	6,3	24	0,1512	30	4,536
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
LÁMPARA FLUORESCENTE TL5 - 24W	40	24	960	6	5,76	20	115,2
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							1018,60

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de la vicerrectoría académica II, se muestra en la figura 16 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (71% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los equipos de cómputo (16%), el resto del consumo se distribuye entre artefactos de cafetería, iluminación y otros.

Figura 16. Porcentaje de consumo Vicerrectoría académica II (kWh/ Mensual)

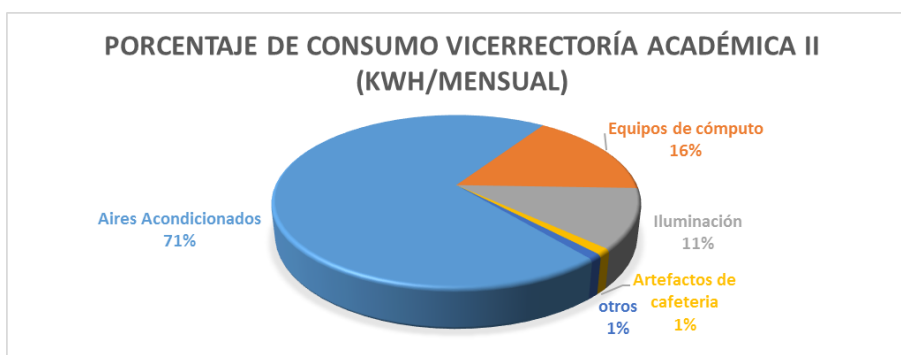


Tabla 14. Censo de carga Asuntos pensionales

ASUNTOS PENSIONALES							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	1	162	162	8	1,296	20	25,92
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	2	172	344	8	2,752	20	55,04
IMPRESORA HP LASERJET P1606 DN	1	440	440	4	1,76	20	35,2
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	1	1800	1800	7	12,6	20	252
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	8	32	256	7	1,792	20	35,84
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	404,00

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de asuntos pensionales, se muestra en la figura 17 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (62% de la energía total consumida en esta dependencia), el resto del consumo se distribuye entre equipos de cómputo e iluminación.

Figura 17. Porcentaje de consumo Asuntos pensionales (kWh/ Mensual)

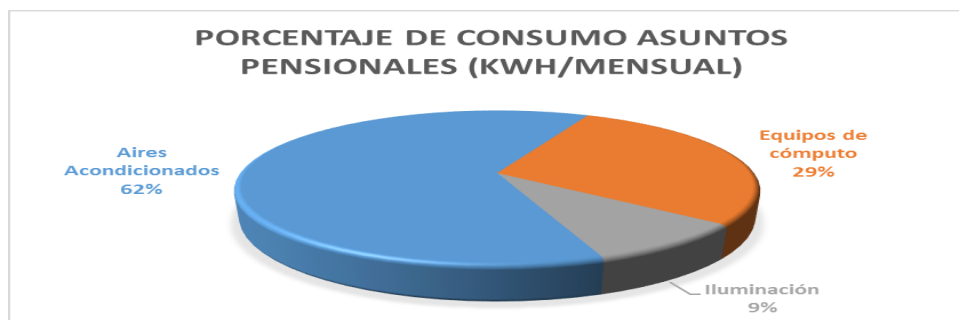


Tabla 15. Censo de carga Tele UIS-prensa

TELE UIS-PRENSA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (KWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	1	162	162	8	1,296	20	25,92
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	3	172	516	8	4,128	20	82,56
IMPRESORA HP LASERJET 1200	1	302	302	4	1,208	20	24,16
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (KWh/MENSUAL)
CAFETERA SAMURAI	1	800	800	4	3,2	20	64
NEVERA DAEWOO	1	659	659	24	15,816	30	474,48
HORNO MICROONDAS LG IWAVE	1	950	950	2	1,9	20	38
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (KWh/MENSUAL)
YORK	2	1200	2400	6	14,4	20	288
YORK	1	1800	1800	7	12,6	20	252
OTROS EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (KWh/MENSUAL)
MINICOMPONENTE SONY	1	1440	1440	3	4,32	10	43,2
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (KW/h)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (KWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	6	32	192	6	1,152	20	23,04
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	1315,36

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de Tele UIS- prensa, se muestra en la figura 18 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía son los artefactos de cafetería, (44% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan el aire acondicionado (41%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de cómputo, iluminación y otros.

Figura 18. Porcentaje de consumo Tele UIS- Prensa (kWh/ Mensual)

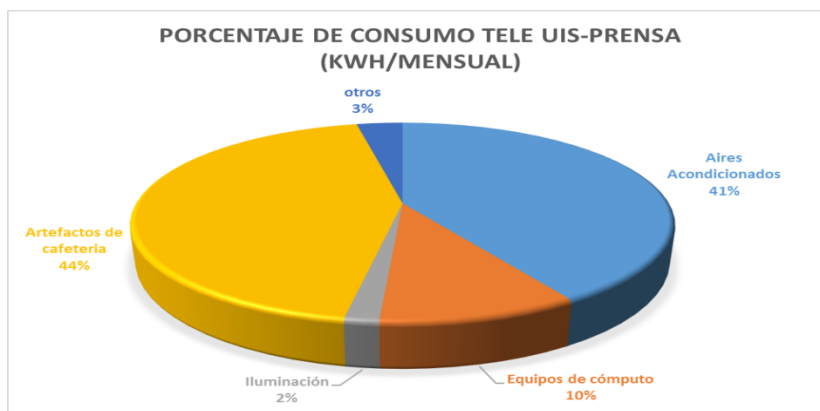


Tabla 16. Censo de carga Tele UIS- comunicaciones

TELE UIS-COMUNICACIONES							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
COMPUTADOR DE ESCRITORIO LG	1	160	160	8	1,28	20	25,6
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	1	172	172	8	1,376	20	27,52
PORTÁTIL ASUS 1215N-BLK078M	1	40	40	2	0,08	4	0,32
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	1	550	550	3	1,65	20	33
IMPRESORA HP OFICCEJET PRO 8600 PLU	1	28	28	3	0,084	20	1,68
SCANNER HP 5590	1	36	36	4	0,144	20	2,88
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
NEVERA WHIRLPOOL	1	648	648	24	15,552	30	466,56
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
YORK	1	3500	3500	8	28	20	560
OTROS EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
TV PANTALLA LG	1	112	112	3	0,336	20	6,72
VENTILADOR GLORIA KANGKE	1	95	95	2	0,19	9	1,71
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL
LÁMPARA FLUORESCENTE T9 - 22W	2	22	44	6	0,264	20	5,28
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	4	32	128	7	0,896	20	17,92
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	1149,19

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de Tele UIS comunicaciones, se muestra en la figura 19 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (49% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los artefactos de cafetería (40%) los equipos de cómputo (8%) e iluminación (2%).

Figura 19. Porcentaje de consumo Tele UIS- comunicaciones (kWh/ Mensual)

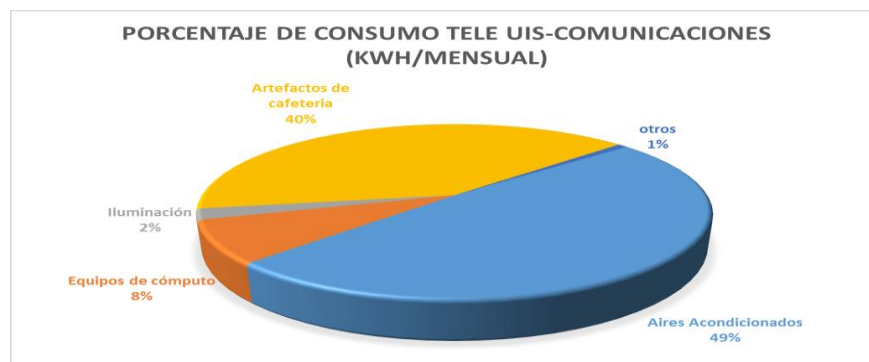


Tabla 17. Censo de carga Rectoría

RECTORÍA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	5	162	810	8	6,48	20	129,6
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	4	172	688	8	5,504	20	110,08
PORTÁTIL HP 1000	3	90	270	4	1,08	3	3,24
IMPRESORA EPSON LX-300-II	1	23	23	4	0,092	20	1,84
IMPRESORA EPSON LX312	1	35	35	3	0,105	20	2,1
IMPRESORA HP OFFICEJET PRO 8600 PLUS	1	28	28	4	0,112	20	2,24
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FOTOCOPIADORA RICOH AFICIO MP 201SP	1	864	864	2	1,728	20	34,56
FOTOCOPIADORA HP LASERJET M1522 NF	1	410	410	2	0,82	20	16,4
FAX PANASONIC KXFT931	2	240	480	3	1,44	11	15,84
VÍDEO BEAM PANASONIC	2	65	130	3	0,39	4	1,56
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
NEVERA ICASA	1	1150	1150	24	27,6	30	828
HORNO GRILL	1	700	700	2	1,4	20	28
CAFETERA ELECTROLUX	1	650	650	4	2,6	20	52
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	1	5300	5300	5	26,5	20	530
ARI	1	3519	3519	6	21,114	20	422,28
AIRE CENTRAL	1	6476	6476	5	32,38	20	647,6
YORK	1	1800	1800	7	12,6	20	252
OTROS EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
MÓDEM 3COM	1	7	7	24	0,168	30	5,04
TV PANTALLA LG	1	80	80	2	0,16	10	1,6
EXTRACTOR DE AIRE	3	500	1500	6	9	20	180
DVD LG	1	220	220	2	0,44	4	1,76
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE TL5 - 24W	44	24	1056	6	6,336	20	126,72
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	20	32	640	6	3,84	20	76,8
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							3469,26

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de Rectoría, se muestra en la figura 20 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (53% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los artefactos de cafetería (26%) el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, equipos de cómputo, iluminación y otros.

Figura 20. Porcentaje de consumo Rectoría (kWh/Mensual)

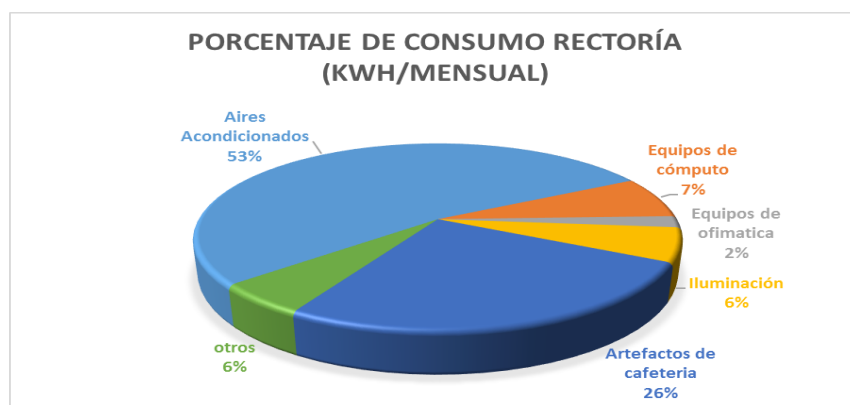


Tabla 18. Censo de Carnetización

CARNETIZACIÓN							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	2	162	324	8	2,592	20	51,84
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	2	172	344	8	2,752	20	55,04
PORTÁTIL ASUS A52JE-EX187V	1	90	90	8	0,72	20	14,4
IMPRESORA HP LASERJET P2035N	2	550	1100	3	3,3	20	66
IMPRESORA HP LASERJET P1606 DN	1	440	440	4	1,76	20	35,2
IMPRESORA HP SCANJET N9120	1	112	112	4	0,448	20	8,96
SCANNER HP PHOTOSMART C428	1	70	70	3	0,21	20	4,2
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FAX PANASONIC KX-FT897	1	240	240	2	0,48	10	4,8
TRITURADOR DE PAPEL	1	180	180	2	0,36	4	1,44
MÁQUINA CARNET DATACARD SP75 PLUS	1	600	600	1	0,6	6	3,6
MÁQUINA ELÉCTRICA BROTHER CE 700	1	52	52	2	0,104	6	0,624
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	1	1800	1800	5	9	20	180
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W	24	17	408	6	2,448	20	48,96
LÁMPARA LED	1	5	5	6	0,03	20	0,6
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							475,66

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de carnetización, se muestra en la figura 21 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía son los equipos de cómputo, (50% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los aires acondicionados (38%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática e iluminación.

Figura 21. Porcentaje de consumo Carnetización (kWh/ Mensual)

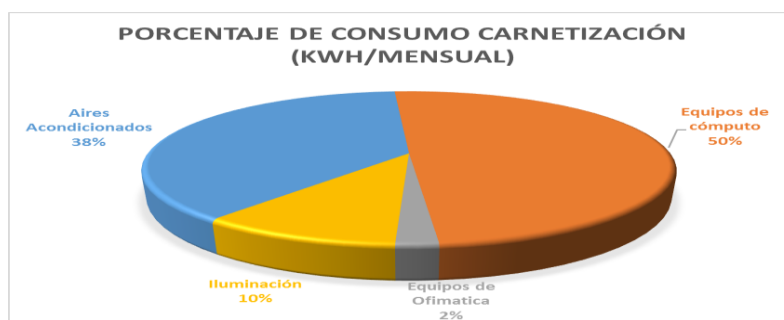


Tabla 19. Censo de carga Oficinas de ingeniería

OFICINAS DE INGENIERÍA							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO HP	4	162	648	8	5,184	20	103,68
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	15	172	2580	8	20,64	20	412,8
IMPRESORA HP LASERJET 3052	1	300	300	4	1,2	20	24
IMPRESORA HP LASERJET PRO MFP 400	1	600	600	3	1,8	20	36
IMPRESORA HP LASERJET MFP 475DN	1	600	600	4	2,4	20	48
IMPRESORA HP LASERJET M45L DW	1	600	600	4	2,4	20	48
IMPRESORA HP LASERJET P1606 DN	1	440	440	4	1,76	20	35,2
IMPRESORA EPSON LX-300+II	1	23	23	3	0,069	20	1,38
IMPRESORA HP PHOTOSMART C4780	1	14,2	14,2	4	0,0568	20	1,136
IMPRESORA CANON PIXMA IP1200	1	10	10	4	0,04	20	0,8
IMPRESORA HP LASERJET 1020	2	250	500	4	2	20	40
IMPRESORA HP LASERJET 1015	1	214	214	3	0,642	20	12,84
SCANNER HP SCANJET G3010	1	21	21	4	0,084	20	1,68
IMPRESORA EPSON L200	1	12	12	3	0,036	20	0,72
SCANNER EPSON DS 6500	1	44,5	44,5	3	0,1335	20	2,67
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FOTOCOPIADORA DELL 5330 DN	1	700	700	4	2,8	15	42
ARTEFACTOS DE CAFETERIA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
CAFETERA OSTER	1	700	700	1	0,7	20	14
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LG INVERTER V	1	1180	1180	5	5,9	20	118
PANASONIC	1	1702	1702	6	10,212	20	204,24
LG	1	1800	1800	3	5,4	20	108
PANASONIC	1	1800	1800	4	7,2	20	144
OTROS EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
MÓDEM HP	2	6,3	12,6	24	0,3024	30	9,072
TV PANTALLA PANASONIC	1	120	120	4	0,48	7	3,36
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 35W	41	35	1435	5	7,175	20	143,5
						CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)	1555,08

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de las oficinas de ingeniería, se muestra en la figura 22 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía son los equipos de cómputo, (49% de la energía total consumida en esta dependencia), le sigue el consumo que realizan los aires acondicionados (37%), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, iluminación, artefactos de cafetería y otros.

Figura 22. Porcentaje de consumo oficinas de ingeniería (kWh/ Mensual)

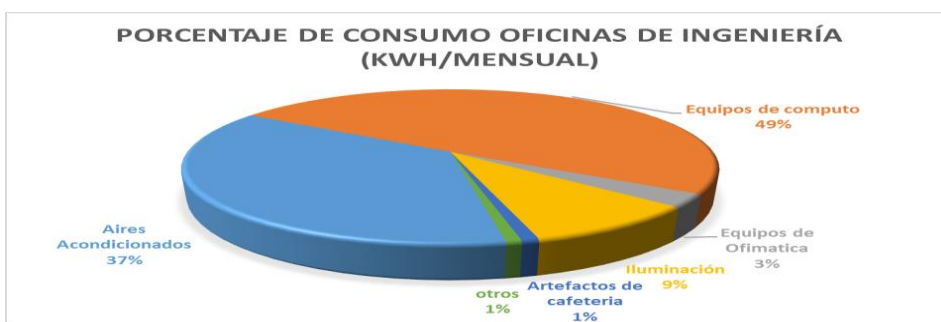
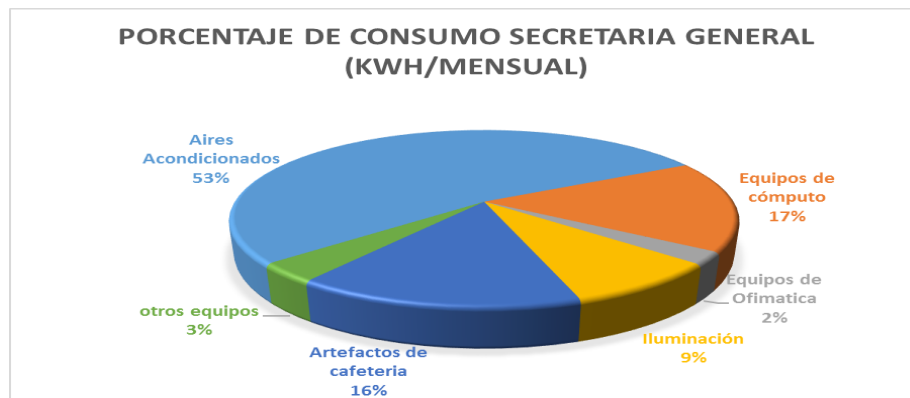


Tabla 20. Censo de carga Secretaria General

SECRETARIA GENERAL							
EQUIPOS DE CÓMPUTO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
COMPUTADOR DE ESCRITORIO SAMSUNG	8	162	1296	8	10,368	20	207,36
COMPUTADOR DE ESCRITORIO DELL	7	172	1204	8	9,632	20	192,64
PORTATIL HP 1000	3	90	270	8	2,16	20	43,2
IMPRESORA HP SCANJET 8390	2	80	160	4	0,64	20	12,8
IMPRESORA HP SCANJET 8350	2	80	160	3	0,48	20	9,6
IMPRESORA LASERJET 2420N	1	625	625	4	2,5	20	50
IMPRESORA LASERJET P2015 DN	1	350	350	4	1,4	20	28
IMPRESORA LASERJET 1536 DNF	1	40	40	3	0,12	20	2,4
IMPRESORA LASERJET 600 M602	1	820	820	4	3,28	20	65,6
IMPRESORA HP COLOR LASERJET 2600N	1	190	190	4	0,76	20	15,2
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
FOTOCOPIADORA RICOH AFICIO MP 4001	1	1320	1320	3	3,96	20	79,2
FAX PANASONIC KX-FT987	1	240	240	3	0,72	8	5,76
ARTEFACTOS DE CAFETERÍA	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
NEVERA WHIRLPOOL	1	762	762	24	18,288	30	548,64
HORNO MICROONDAS LG	1	700	700	0,5	0,35	20	7
CAFETERA ELECTROLUX	1	650	650	1	0,65	20	13
CAFETERA OSTER	1	670	670	1	0,67	20	13,4
OTROS EQUIPOS	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
TV PANTALLA SONY	1	37	37	4	0,148	8	1,184
DVD SAMSUNG	1	200	200	4	0,8	8	6,4
MÓDEM HP	1	6,3	6,3	24	0,1512	30	4,536
DESHUMIFICADOR	1	1500	1500	4	6	20	120
AIRE ACONDICIONADO	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
YORK	1	1800	1800	6	10,8	20	216
YORK	1	1200	1200	5	6	20	120
CARRIER	3	2900	8700	5	43,5	20	870
MANEJADORA	1	56000	3000	8	24	20	480
LENNOX	1	2237	2237	7	15,659	20	313,18
ILUMINACIÓN	NÚMERO DE EQUIPOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL POR EQUIPO (W)	HORAS DE USO DIARIO	USO TOTAL DIARIO (kWh)	DÍAS DE USO MENSUAL	USO TOTAL MENSUAL (kWh/MENSUAL)
LÁMPARA FLUORESCENTE T15 - 24W	78	24	1872	6	11,232	20	224,64
LÁMPARA FLUORESCENTE T5 - 54W	15	54	810	6	4,86	20	97,2
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							3746,94

La gráfica porcentual del censo de carga para la dependencia de la vicerrectoría académica, se muestra en la figura 23 y a partir de ella se identifica que el artefacto que más consume energía es el aire acondicionado, (53% de la energía total consumida en esta dependencia), el resto del consumo se distribuye entre equipos de ofimática, iluminación, equipos de cómputo y otros equipos.

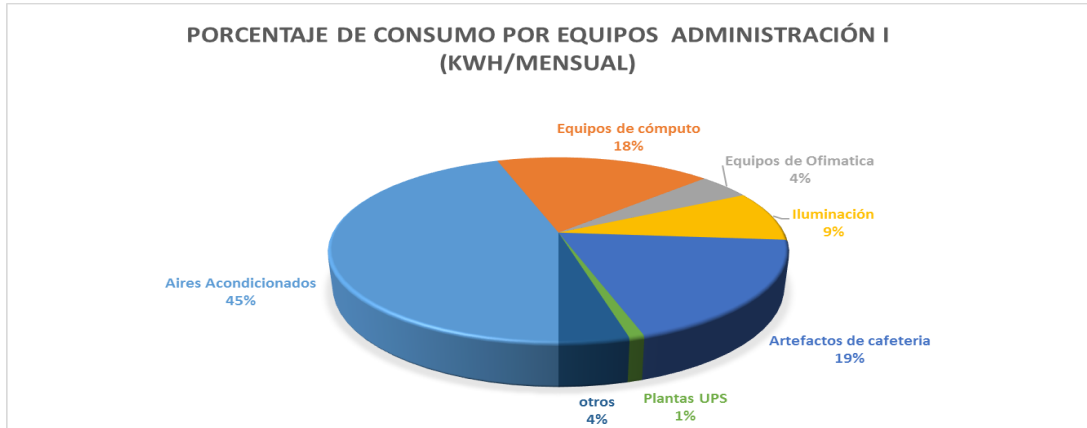
Figura 23. Porcentaje de consumo secretaria general (kWh/ Mensual)



2.5 COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL CENSO DE CARGA TOMANDO LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

El consumo energético de los diferentes equipos que se encuentran en las dependencias del edificio Administración I, se registra en la figura 24 porcentual detallada a continuación.

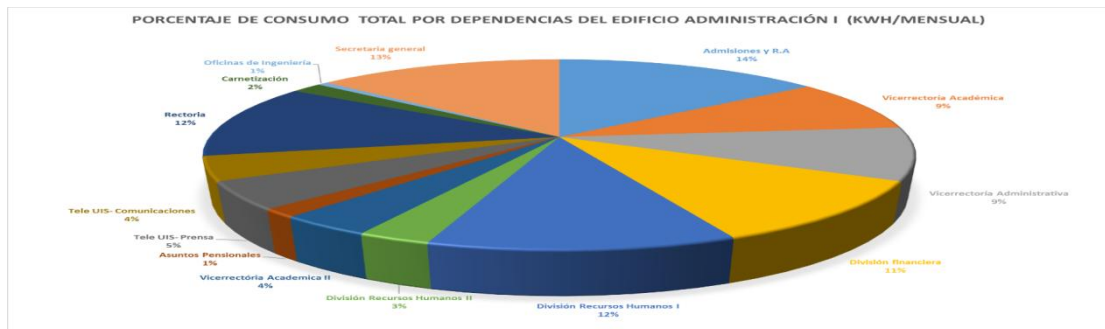
Figura 24. Porcentaje de consumo Administración I por equipo (kWh/ Mensual)



El censo de carga permitió identificar que el uso de los aires acondicionados instalados en las diferentes dependencias del edificio administración I, es el responsable del mayor consumo de energía con el 45% del total de la energía consumida. Los equipos de cómputo (18%) y los artefactos de cafetería (19%), consumen el 37% de la energía total, el 18% restante es consumido por el sistema de iluminación, la planta UPS, equipos de ofimáticas y otros.

Al relacionar el consumo energético total del edificio y el consumo realizado en cada una de las dependencias encontramos el comportamiento que se muestra en la figura 25.

Figura 25. Porcentaje de consumo Administración I por dependencia (kWh/ Mensual)



El censo de carga mostró que el consumo de energía es mayor en admisiones y registros académicos (14%) y secretaría general (13%). Los otros consumos significativos se encuentran en las dependencias de división de recursos humanos I (12%), división financiera (11%). El resto de consumo de energía se distribuye equitativamente entre las demás dependencias.

El censo de carga realizado, brinda información suficiente para que la Universidad adecué sus políticas energéticas, respondiendo a las normativas internacionales. Es evidente que existe un desbalance respecto al uso de los aires acondicionados, los equipos de cómputo y los sistemas de iluminación, lo cual hace necesario adoptar medidas correctivas e insertarlas en la implementación del SGIE en cada una de las dependencias que conforman la matriz productiva del edificio.

2.6 DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, en el caso del edificio de administración I, se toma como referencia el censo de carga. Su fundamento parte de considerar que un pequeño porcentaje de las causas, el 20%, producen la mayoría de los efectos, el 80%. De acuerdo con el SGIE, de esta forma es posible identificar los tipos de equipos y las áreas que más impactan en el consumo de energía y la manera que se utiliza. [3].

En esta descripción del consumo de energía, se realizaron la toma de datos de las siguientes dependencias: Admisiones y Registro Académico, Vicerrectoría administrativa, vicerrectoría académica, división financiera, división recursos humanos I, división recursos humanos II, vicerrectoría académica II, asuntos pensionales, televisión-prensa, televisión-comunicaciones, rectoría, carnetización, oficinas de ingeniería, secretaría general. A cada una de estas dependencias se le

realizó el Diagrama de Pareto correspondiente. Como se puede observar en la tabla 21.

Tabla 21. Diagramas de Pareto

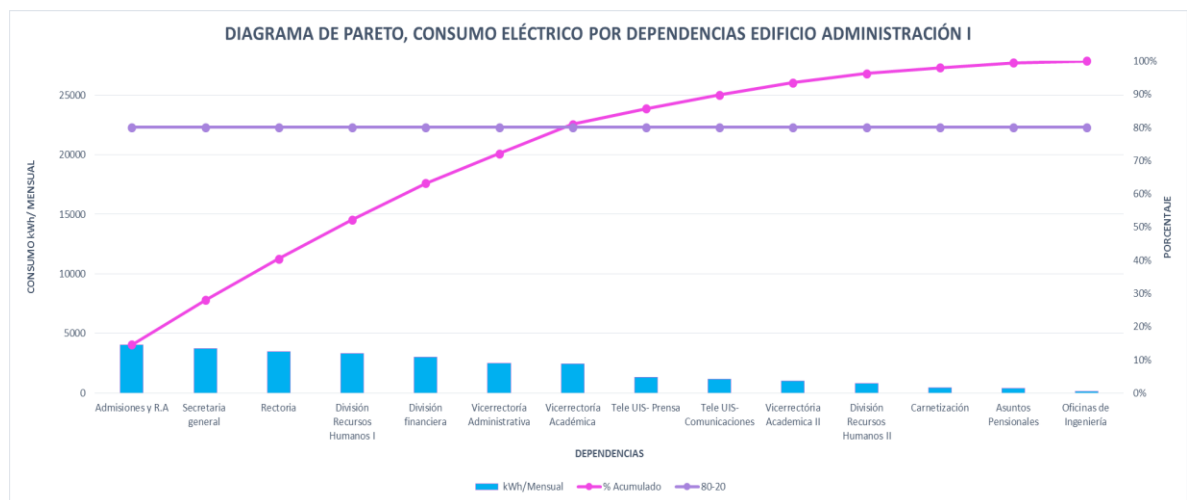
GRÁFICO DE PARETO	INTERPRETACIÓN																								
<p>Admisiones y registros académicos</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO ADMISIONES Y R.A</p> <table border="1"> <caption>Data for Pareto Chart: Admisiones y registros académicos</caption> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>Consumo kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~2400</td> <td>~60%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~800</td> <td>~70%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~400</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~300</td> <td>~78%</td> </tr> <tr> <td>otros</td> <td>~200</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Planta UPS</td> <td>~100</td> <td>~81%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~100</td> <td>~82%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~2400	~60%	Equipos de cómputo	~800	~70%	Artefactos de cafetería	~400	~75%	Iluminación	~300	~78%	otros	~200	~80%	Planta UPS	~100	~81%	Equipos de Ofimática	~100	~82%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos : Artefactos de cafetería, iluminación, UPS equipos de ofimática y otros, son responsables del 20</p>
Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado																							
Aires Acondicionados	~2400	~60%																							
Equipos de cómputo	~800	~70%																							
Artefactos de cafetería	~400	~75%																							
Iluminación	~300	~78%																							
otros	~200	~80%																							
Planta UPS	~100	~81%																							
Equipos de Ofimática	~100	~82%																							
<p>Vicerrectoría académica</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO VICERRECTORÍA ACADÉMICA</p> <table border="1"> <caption>Data for Pareto Chart: Vicerrectoría académica</caption> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>Consumo kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~700</td> <td>~35%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~600</td> <td>~55%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~600</td> <td>~65%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~400</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>otros</td> <td>~100</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~100</td> <td>~85%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~700	~35%	Iluminación	~600	~55%	Artefactos de cafetería	~600	~65%	Equipos de cómputo	~400	~75%	otros	~100	~80%	Equipos de Ofimática	~100	~85%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados, artefactos de cafetería y el sistema de iluminación. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, equipos de ofimática y otros, son responsables del 20%.</p>			
Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado																							
Aires Acondicionados	~700	~35%																							
Iluminación	~600	~55%																							
Artefactos de cafetería	~600	~65%																							
Equipos de cómputo	~400	~75%																							
otros	~100	~80%																							
Equipos de Ofimática	~100	~85%																							
<p>Vicerrectoría Administrativa</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA</p> <table border="1"> <caption>Data for Pareto Chart: Vicerrectoría Administrativa</caption> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>Consumo kWh/mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~1506,033</td> <td>~60%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~506,033</td> <td>~70%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~306,033</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~206,033</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>otros</td> <td>~106,033</td> <td>~85%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~106,033</td> <td>~90%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	Consumo kWh/mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~1506,033	~60%	Equipos de cómputo	~506,033	~70%	Iluminación	~306,033	~75%	Artefactos de cafetería	~206,033	~80%	otros	~106,033	~85%	Equipos de Ofimática	~106,033	~90%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de ofimática, artefactos de cafetería, iluminación y otros, son responsables del 20%.</p>			
Equipos	Consumo kWh/mensual	% Acumulado																							
Aires Acondicionados	~1506,033	~60%																							
Equipos de cómputo	~506,033	~70%																							
Iluminación	~306,033	~75%																							
Artefactos de cafetería	~206,033	~80%																							
otros	~106,033	~85%																							
Equipos de Ofimática	~106,033	~90%																							
<p>Vicerrectoría División financiera</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO DIVISIÓN FINANCIERA</p> <table border="1"> <caption>Data for Pareto Chart: Vicerrectoría División financiera</caption> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>Consumo kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~1000</td> <td>~25%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~1000</td> <td>~50%</td> </tr> <tr> <td>otros</td> <td>~1000</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~500</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~300</td> <td>~85%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~100</td> <td>~90%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~1000	~25%	Artefactos de cafetería	~1000	~50%	otros	~1000	~75%	Equipos de cómputo	~500	~80%	Iluminación	~300	~85%	Equipos de Ofimática	~100	~90%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y los artefactos de cafetería y otros. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, iluminación y equipos de ofimática, son responsables del 20%.</p>			
Equipos	Consumo kWh/Mensual	% Acumulado																							
Aires Acondicionados	~1000	~25%																							
Artefactos de cafetería	~1000	~50%																							
otros	~1000	~75%																							
Equipos de cómputo	~500	~80%																							
Iluminación	~300	~85%																							
Equipos de Ofimática	~100	~90%																							

GRÁFICO DE PARETO	INTERPRETACIÓN
<p>División recursos humanos I</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS I</p>	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y los artefactos de cafetería. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, iluminación, equipos de ofimática y otros, son responsables del 20%.</p>
<p>Vicerrectoría académica II</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO VICERRECTORÍA ACADÉMICA II</p>	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, iluminación, artefactos de cafetería y otros, son responsables del 20%.</p>
<p>Tele UIS- Prensa</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO TELE-UIS-PRENSA</p>	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Artefactos de cafetería, iluminación, y otros, son responsables del 20%.</p>
<p>Tele UIS- Comunicaciones</p> <p>CONSUMO ELÉCTRICO TELE-UIS-COMUNICACIONES</p>	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, iluminación, artefactos de cafetería y otros, son responsables del 20%.</p>
<p>Rectoría</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO RECTORÍA</p>	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados y los artefactos de cafetería. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo, iluminación, equipos de ofimática y otros, son responsables del 20%.</p>

GRÁFICO DE PARETO	INTERPRETACIÓN																					
<p>Carnetización</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO CARNETIZACIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~250</td> <td>~60%</td> </tr> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~180</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~50</td> <td>~90%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~20</td> <td>~95%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado	Equipos de cómputo	~250	~60%	Aires Acondicionados	~180	~80%	Iluminación	~50	~90%	Equipos de Ofimática	~20	~95%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son los equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los equipos de cómputo. Los demás equipos: Iluminación, equipos de ofimática y aires acondicionados, son responsables del 20%.</p>						
Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado																				
Equipos de cómputo	~250	~60%																				
Aires Acondicionados	~180	~80%																				
Iluminación	~50	~90%																				
Equipos de Ofimática	~20	~95%																				
<p>Oficinas de ingeniería</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO OFICINAS DE INGENIERÍA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~750</td> <td>~55%</td> </tr> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~550</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~150</td> <td>~85%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~50</td> <td>~90%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~20</td> <td>~95%</td> </tr> <tr> <td>otros</td> <td>~10</td> <td>~98%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado	Equipos de cómputo	~750	~55%	Aires Acondicionados	~550	~75%	Iluminación	~150	~85%	Equipos de Ofimática	~50	~90%	Artefactos de cafetería	~20	~95%	otros	~10	~98%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son los equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los equipos de cómputo. Los demás equipos: Artefactos de cafetería, aires acondicionados, iluminación, equipos de ofimática y otros, son responsables del 20%.</p>
Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado																				
Equipos de cómputo	~750	~55%																				
Aires Acondicionados	~550	~75%																				
Iluminación	~150	~85%																				
Equipos de Ofimática	~50	~90%																				
Artefactos de cafetería	~20	~95%																				
otros	~10	~98%																				
<p>Secretaria general</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO SECRETARIA GENERAL</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~2000</td> <td>~55%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~1000</td> <td>~75%</td> </tr> <tr> <td>Artefactos de cafetería</td> <td>~500</td> <td>~85%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~200</td> <td>~90%</td> </tr> <tr> <td>otros equipos</td> <td>~100</td> <td>~95%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de Ofimática</td> <td>~50</td> <td>~98%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~2000	~55%	Equipos de cómputo	~1000	~75%	Artefactos de cafetería	~500	~85%	Iluminación	~200	~90%	otros equipos	~100	~95%	Equipos de Ofimática	~50	~98%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados, equipos de cómputo. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Artefactos de cafetería, equipos de ofimática, iluminación y otros, son responsables del 20%.</p>
Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado																				
Aires Acondicionados	~2000	~55%																				
Equipos de cómputo	~1000	~75%																				
Artefactos de cafetería	~500	~85%																				
Iluminación	~200	~90%																				
otros equipos	~100	~95%																				
Equipos de Ofimática	~50	~98%																				
<p>Asuntos pensionales</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO ASUNTOS PENSIONALES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~250</td> <td>~60%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~120</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~50</td> <td>~90%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~250	~60%	Equipos de cómputo	~120	~80%	Iluminación	~50	~90%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: Equipos de cómputo e iluminación son responsables del 20%.</p>									
Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado																				
Aires Acondicionados	~250	~60%																				
Equipos de cómputo	~120	~80%																				
Iluminación	~50	~90%																				
<p>División recursos humanos II</p> <p>DIAGRAMA DE PARETO, CONSUMO ELÉCTRICO DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS II</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Equipos</th> <th>kWh/Mensual</th> <th>% Acumulado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aires Acondicionados</td> <td>~600</td> <td>~80%</td> </tr> <tr> <td>Equipos de cómputo</td> <td>~150</td> <td>~90%</td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td>~50</td> <td>~95%</td> </tr> </tbody> </table>	Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado	Aires Acondicionados	~600	~80%	Equipos de cómputo	~150	~90%	Iluminación	~50	~95%	<p>Los equipos que consumen el 80% de energía son aires acondicionados. El consumo de mayor impacto lo realizan los aires acondicionados. Los demás equipos: equipos de cómputo y el sistema de iluminación son responsables del 20%.</p>									
Equipos	kWh/Mensual	% Acumulado																				
Aires Acondicionados	~600	~80%																				
Equipos de cómputo	~150	~90%																				
Iluminación	~50	~95%																				

2.6.1 Diagrama de Pareto aplicado al consumo energético edificio administración I. Los datos arrojados por dependencia permiten tener una visión general del comportamiento del consumo de energía del edificio en su totalidad, tal como se registra en el Diagrama de Pareto figura 26.

Figura 26. Diagrama de Pareto, consumo eléctrico administración I por dependencias

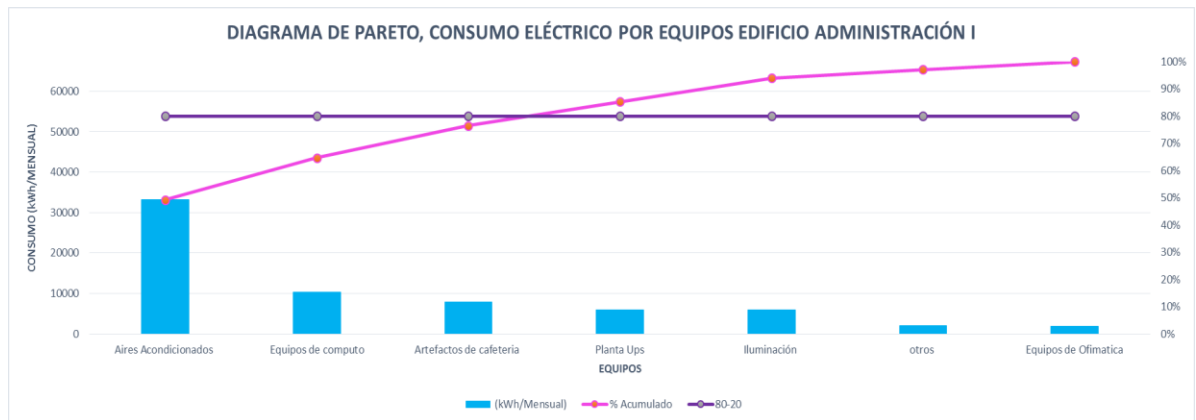


El diagrama de Pareto muestra que las dependencias que consumen el 80% de la energía son: Admisiones y registro Académico, Secretaría general, División de recursos humanos I, División financiera, rectoría, vicerrectoría administrativa y vicerrectoría académica.

Admisiones y secretaría general son las que tienen mayor impacto en el consumo de la energía. Por lo tanto, se recomienda realizar un proceso de reingeniería en estas dependencias, con el fin de adecuar su consumo a los lineamientos del SGIE.

Ahora bien, si tomamos el consumo total de energía realizada en el edificio y centramos la atención en los equipos eléctricos instalados, podemos observar este comportamiento en la figura 27.

Figura 27. Diagrama de Pareto, consumo eléctrico Administración I por equipos eléctricos



Del estudio realizado por medio de la herramienta estadística diagrama de Pareto se obtiene como resultado que el 80% de la energía eléctrica del edificio Administración I es consumida por los sistemas de aire acondicionado, los equipos de cómputo y los artefactos de cafetería.

3. ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

Para realizar el análisis de consumo de energía se tuvo en cuenta:

1. La producción, caracterizada por el conteo del personal que entra al edificio como trabajadores, estudiantes y visitantes.

- En el conteo del personal que ingresa al edificio se tuvo en cuenta dos factores:
- El personal fijo asociado al edificio Administración I, ver tabla 22.
- El personal externo. Este varía de acuerdo a las actividades programadas por cada una de las dependencias y diferentes actividades académicas. Durante el censo carga la universidad se encontraba con las actividades académicas suspendidas incidiendo en el nivel de producción, ver tabla 23.

2. El consumo de energía eléctrica del edificio, determinado por kWh durante el período de un mes, se presenta a continuación en la tabla 24.

Tabla 22. Personal fijo asociado al edificio

OFICINA	PERSONAL
Admisiones	25
Vicerrectoría Administrativa	15
Sección de inventario	11
Presupuesto	7
Tesorería	14
División Financiera	16
División recursos humanos	3
Vicerrectoría académica	10
División recursos humanos	23
Secretaría General	15
Vicerrectoría académica	15
Rectoría	7
Asuntos Pensionales	4
Tele uis prensa	3
Tele uis comunicaciones	2
Total	170

Los datos que se presentan en la tabla 23, se obtuvieron de realizar un conteo diario por un mes en el horario que el edificio presta atención.

Tabla 23. Producción por días del edificio Administración I

DÍAS	PRODUCCIÓN (PERSONAL)
JUEVES	88
VIERNES	100
SÁBADO	70
DOMINGO	2
LUNES	231
MARTES	252
MIÉRCOLES	253
JUEVES	275
VIERNES	265
SÁBADO	64
DOMINGO	2
LUNES	60
MARTES	250
MIÉRCOLES	262
JUEVES	265
VIERNES	253
SÁBADO	20
DOMINGO	2
LUNES	281
MARTES	297
MIÉRCOLES	110
JUEVES	247
VIERNES	257
SÁBADO	13
DOMINGO	2
LUNES	269
MARTES	240
MIÉRCOLES	241
JUEVES	271
VIERNES	267

La tabla 24 muestra el consumo de energía eléctrica en kWh de los dos transformadores que alimentan el edificio. Este consumo hace referencia a un periodo de un mes.

Tabla 24. Consumo eléctrico del edificio Administración I

CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA T1	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA T2	CONSUMO TOTAL
360,22	103,0074	463,2274
384,7	108,056	492,756
487,58	105,65	593,23
391,5	100,95	492,45
1102,52	99,77	1202,29
1356,48	3,017019	1406,33
1303,9	16,479581	1324,6
1253,8	103,0074	1351,92
1106,5	108,056	1209,77
452,2	105,65	558,29
403,6	100,95	517,64
384,43	99,77	503,64
1210,47	49,85	1242,33
1189	20,7	1209,81
1102,4	98,12	1185,05
1063,7	103,27	1176,84
445,8	106,09	552,19
370,85	114,04	477,85
1040,95	119,21	1143,05
1173	31,86	1221,75
670,83	20,81	691,35
1084,07	82,65	1193,28
977,03	113,14	1115,03
583,2	106,39	686,2074
558,5	107	666,556
1096,7	102,1	1202,35
1003,96	48,75	1003,96
1028,54	20,52	1028,54
1163,6	109,21	1166,617019
816,4	138	832,879581

A partir de los datos recogidos se procesó la información y el comportamiento del edificio se elaboraron los diferentes gráficos.

3.1 GRÁFICO DE CONTROL

La finalidad de los gráficos de control es evaluar la estabilidad de un proceso. Permite distinguir las causas aleatorias de variación y las causas específicas sobre las cuales es posible operar para alcanzar el objetivo de estabilizar el proceso.[10]

La realización del gráfico de control posibilita identificar el valor medio del consumo, los valores máximos y mínimos y el nivel de incertidumbre.

Según el manual SGIE, para realizar el análisis del comportamiento energético se grafica el valor del consumo en la unidad de tiempo (en este caso se emplea como

unidad de tiempo el día) y se establece un límite del control superior e inferior y central o promedio, para el consumo energético. [3]

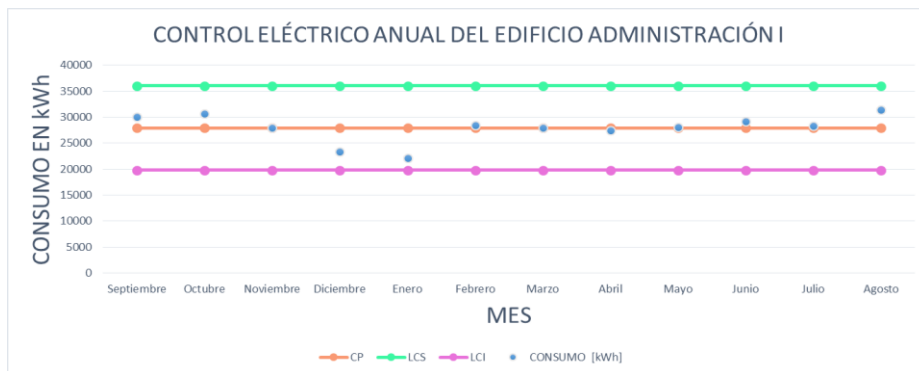
Tomando como referencia los parámetros de SGIE, se relacionan a continuación los datos necesarios para realizar el diagrama de control (consumo promedio (CP), la desviación estándar (DS), el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI)) en la tabla 25 y tabla 26. Los cálculos se presentan en archivo adjunto.

GRÁFICO DE CONTROL ANUAL

Tabla 25. Análisis de variable en el proceso de control anual.

CONSUMO PROMEDIO CP	27928,1 [kWh]
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DS	2706,08 [kWh]
LÍMITE DE CONTROL SUPERIOR LCS	36046,95 [kWh]
LÍMITE DE CONTROL INFERIOR LCI	19810,47[kWh]

Figura 28. Control eléctrico anual del edificio Administración I



El comportamiento de los datos registrados en la figura 28 permite registrar que el consumo de energía se encuentra entre los límites del control (36046,95552 y 19810,47073 kWh/mes), manifestando un comportamiento estable del sistema. No se registra comportamiento anómalo a lo largo de las fases del proceso.

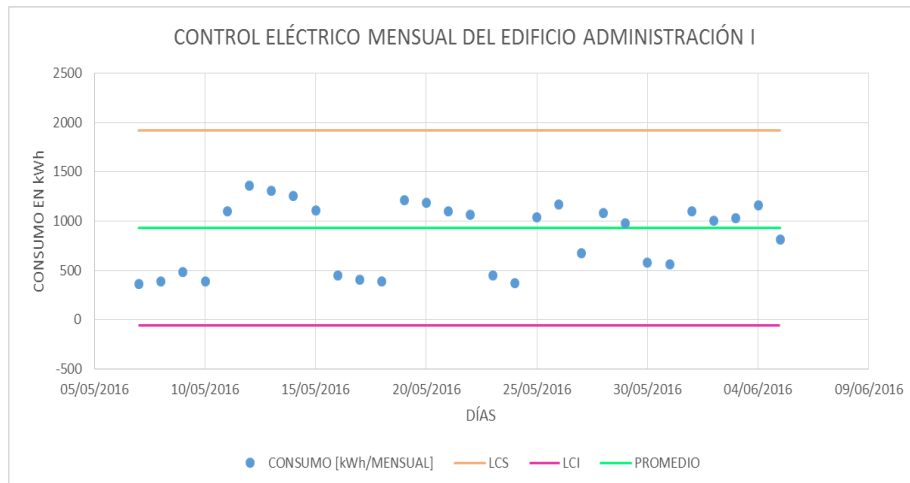
GRÁFICO DE CONTROL MENSUAL

Tabla 26. Análisis de variable en el proceso de control mensual.

CONSUMO PROMEDIO CP	930,39[kWh]
DESVIACIÓN ESTÁNDAR DS	329,08 [kWh]
LÍMITE DE CONTROL SUPERIOR LCS	1917,64[kWh]
LÍMITE DE CONTROL INFERIOR LCI	-56,85[kWh]

Definidos los parámetros se elaboró la gráfica de control eléctrico

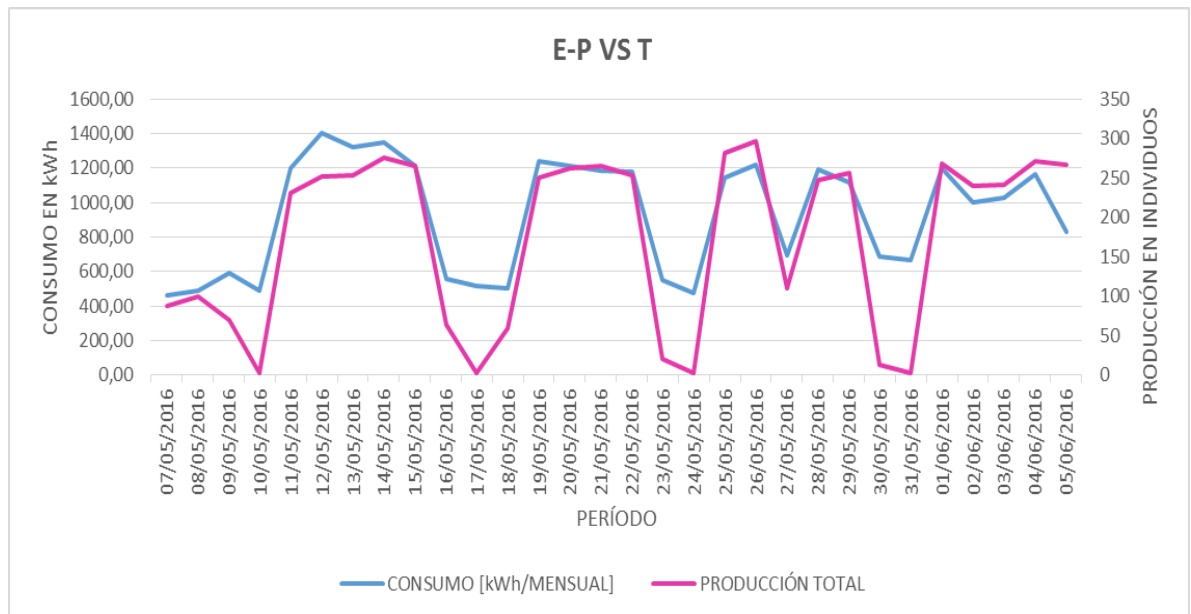
Figura 29. Control eléctrico mensual del edificio Administración I



El comportamiento de los datos registrados en la figura 29 permite registrar que el consumo de energía se encuentra entre los límites del control (1917,641379 y - 56,85581907 kWh/mes), manifestando un comportamiento estable del sistema.

3.1.1 Comportamiento de consumo y producción en el tiempo (E-P VS T). La variación sincrónica de consumo de energía eléctrica con la producción (tomando como referencia los usuarios y el personal que trabaja en el edificio), se representa gráficamente en un diagrama en el cual la variable Y hace referencia al consumo en kWh y a la producción y la variable X a los períodos de tiempo correspondientes al año 2015, tal como se referencia en la figura 30. En el comportamiento de los datos podemos identificar los factores que producen variaciones significativas de los consumos en el edificio.

Figura 30. E-P VS T

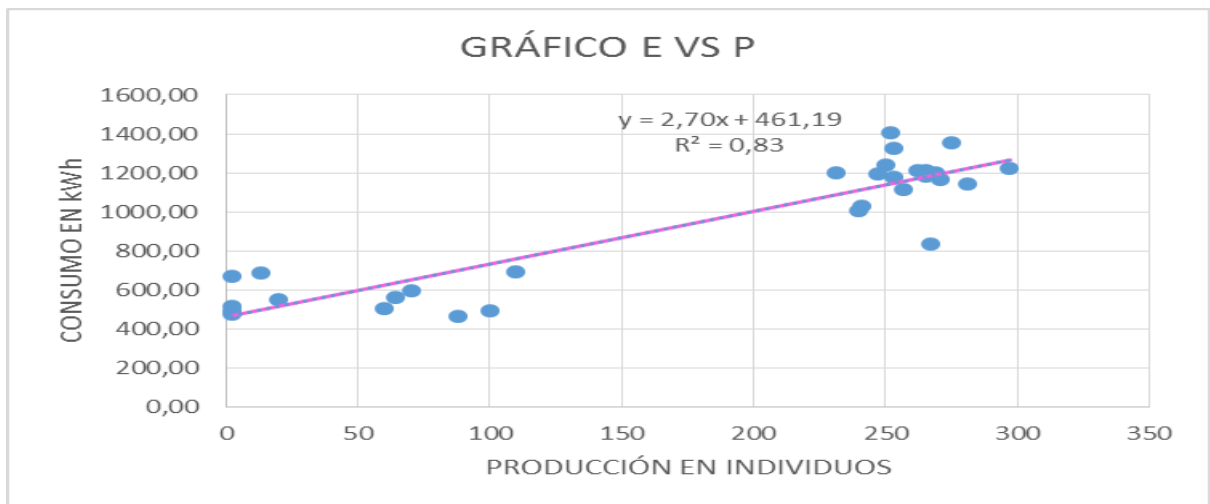


Los datos obtenidos permiten observar que el edificio tiene un comportamiento estable. Los días sábados y domingos el consumo disminuye, como respuesta a

la inactividad en el edificio. El consumo que se registra en estos días es debido a los aparatos que se mantienen encendidos las 24 horas, tales como neveras.

3.1.2 Gráfico de consumo- producción (E VS P). Para realizar un monitoreo de la eficiencia del sistema de consumo de energía, se establece la relación entre el consumo y producción realizada durante un período de tiempo determinado. La producción es definida por el total de personas que fueron atendidas en las diferentes dependencias del edificio Administración I, durante el mismo período.

Figura 31. E VS P



De la figura 31 se obtiene la ecuación 1 de la línea de tendencia la cual relaciona producción en individuos y consumo.

$$E = 2,70P + 461,19 \text{ [kWh]} \quad (1)$$

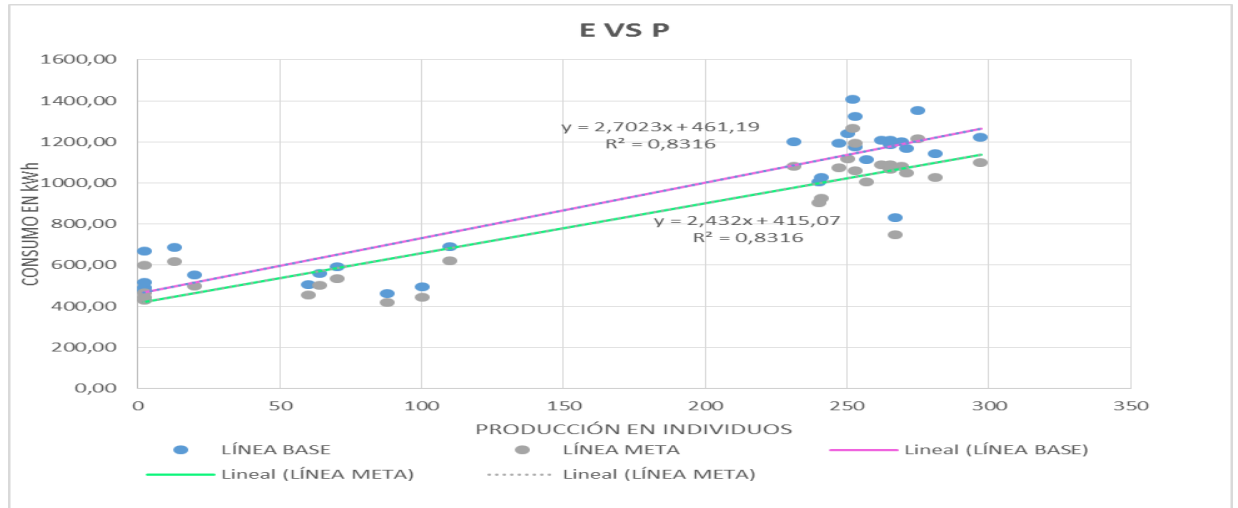
Esta ecuación permite predecir el comportamiento de consumo de energía eléctrica para una producción.

El índice de correlación es 0,83 lo que indica que hay una buena relación entre estos parámetros. El valor de la energía no asociada al ingreso de personal a la edificación es de 461,19 kWh, este valor se debe a los siguientes factores:

1. Los sistemas de aires acondicionados los cuales no cuentan con sensores de presencias y se encuentra en constante funcionamiento.
2. Servicios de cafeterías que se encuentran por cada dependencia cuentan con aparatos eléctricos que ya están obsoletos y en malas condiciones (Neveras, cafeteras, hornos, etc.)
3. El sistema de iluminación de las áreas comunes, se detectó que existen zonas iluminadas tanto en presencia como en ausencia del personal que hace uso del edificio.
4. Energía consumida en días en los que no hay ingreso de personal al edificio Administración I. El día domingo se encuentra cerrado y sin servicio al público, pero algunos equipos continúan consumiendo energía como por ejemplo: neveras.

3.1.3 Gráfico de consumo – producción línea base y línea meta (E VS P META). La figura 31 E Vs P, permite determinar la línea base; a partir de ella se construye una nueva línea de tendencia (línea meta), la cual es elaborada con los puntos que están debajo del promedio.

Figura 32. E VS P META



Para el caso analizado se muestra un potencial de ahorro dado por la diferencia del consumo de la línea base y el estimado de la línea meta (461,19 – 415,07 kWh/mes).

Según el SGIE, para analizar adecuadamente el desempeño del índice de consumo energético y evaluar los efectos de la eficiencia energética del mismo, es necesario obtener los valores teóricos de índice de consumo partiendo de la ecuación de la línea base de consumo, es decir comparar los valores esperados del IC contra los valores medidos. [3].

3.1.4 Gráfico índice de consumo- producción (IC VS P). Este diagrama se realiza luego de haber obtenido la ecuación del diagrama E Vs. P con un nivel de correlación significativo, la cual es de la forma:

$$E = 2,7023P + 461,19 \text{ [kWh]} \quad (2)$$

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

Dóde:

E: consumo de energía en el período seleccionado.

P: Producción asociada en el período seleccionado

m: Pendiente de la recta.

EO: Intercepto de la línea en eje.

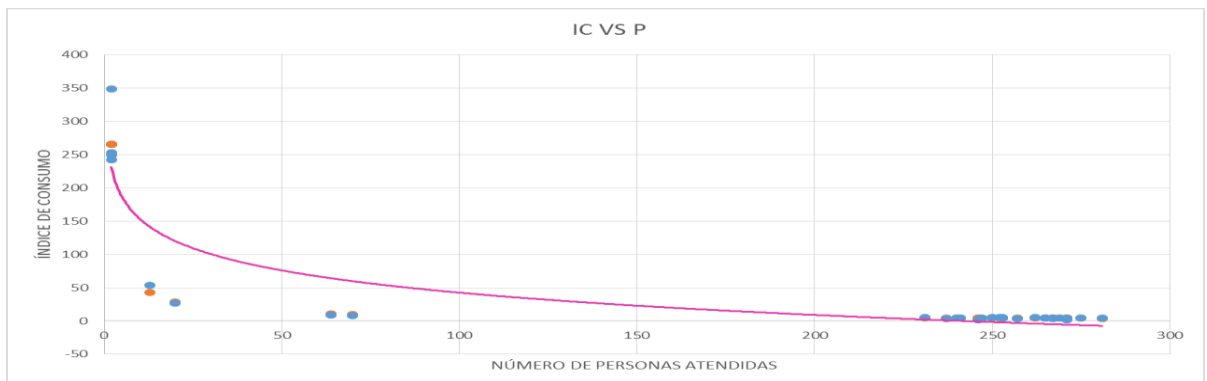
mP: Energía asociada directamente a el proceso productivo.

$$E = mP + EO \quad (3)$$

$$IC = E/P = m + EO/P \quad (4)$$

$$IC = m + EO/P \quad (5)$$

Figura 33. IC VS P



Una de las causas de la baja correlación entre el consumo energético y la producción está asociada a que en el proceso productivo o de servicios se incluyen actividades que consumen energía y no se reflejan en la producción o servicios incluidos en el índice. Este es el caso que se presenta en la situación analizada, en el cual podemos observar que a un menor número de personas se presenta un mayor índice de consumo.

De acuerdo con la teoría respecto a la línea base y el valor de la energía no asociada al proceso productivo y el coeficiente de determinación o coeficiente

cuadrático de correlación R^2 , indica que se puede considerar adecuado coeficientes $\geq 0,75$.

En el caso del edificio Administración I, $R^2 0,8316$ lo cual indica una fuerte correlación entre los parámetros representados en el diagrama y por lo tanto, el índice de consumo no refleja adecuadamente la relación existente entre el consumo energético y la actividad productiva.

4. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

De acuerdo con el UPME, El diagnóstico energético es una herramienta indispensable para desarrollar las bases técnicas y financieras de un programa de ahorro de energía. [2].

El objetivo de practicar un diagnóstico energético a un sistema de iluminación, es el de identificar todas las posibles medidas de ahorro de energía en dicho sistema, durante un tiempo limitado; recopilar y ordenar todos los datos de consumo de energía e iluminación de la instalación; así como el de realizar la evaluación técnico económica de la implantación de las medidas de ahorro.

4.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Es un conjunto formado por un grupo de luminarias y la instalación eléctrica, cuyo objetivo es iluminar de modo artificial lugares en los cuales existe ausencia o escasez de luz natural.

En esta sección se realiza un estudio de la iluminación a todas las oficinas de Administración I, así como también a los pasillos, los baños y las áreas comunes, entre otros, con el fin de verificar el estado actual de la iluminación de edificio.






4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE ADMINISTRACIÓN I

Las características del sistema de iluminación del edificio Administración I se sintetiza en la tabla 27 y 28.

Tabla 27. Iluminación edificio Administración I

ADMISIONES Y R.A			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W		27	
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 59W	9		
VICERRECTORÍA ACADÉMICA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		13	
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 35W		5	
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 59W		8	
VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W		28	
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W	3		
LÁMPARAS REDONDAS - 35W		7	
DIVISIÓN FINANCIERA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W		43	
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W			4
DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS I			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W			25
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		2	
LÁMPARA FLUORESCENTE T6 - 30W		5	
DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS II			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W LEGRAND		10	4
VICERRECTORÍA ACADEMICA II			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE TL5 - 24W			10
ASUNTOS PENSIONALES			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		4	
TELE UIS-PRENSA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		3	
TELE UIS-COMUNICACIONES			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T9 - 22W	2		
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		2	
RECTORÍA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T9 - 22W	2		
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 32W		2	
CARNETIZACIÓN			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 17W			6
LÁMPARA LED	1		
OFICINAS DE INGENIERÍA			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE T8 - 35W	41		
SECRETARIA GENERAL			
ILUMINACIÓN	PORTALÁMPARAS		
	LÁMPARA	DOS LÁMPARAS	CUATRO LÁMPARAS
LÁMPARA FLUORESCENTE TL5 - 24W		39	6
LÁMPARA FLUORESCENTE T5 - 54W	15		

Tabla 28. Iluminación edificio Administración I

TIPO DE LUMINARIA	FOTO	POTENCIA
Lámpara fluorescente PHILIPS T8		17W, 32W, 35W, 59W
Lámpara fluorescente PHILIPS TL5		24W
Lámpara fluorescente SYLVANIA T9		22W
Lámpara led redonda SYLVANIA		35W
Bala led redonda SYLVANIA		6W

4.3 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Para medir la iluminación real de un ambiente se utiliza un artefacto tecnológico conocido como luxómetro. Este artefacto consta de una celda fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos los cuales son interpretados y medidos en lux (unidad de medida). Los luxómetros pueden tener varias escalas para adaptarse a las luminosidades débiles o las fuertes (hasta varias decenas de millares de luxes).

4.3.1 Equipo utilizado. Las medidas de iluminación fueron realizadas con un luxómetro marca MATERMAN modelo LM631 mostrado en la Figura 34 y sus especificaciones técnicas se muestran a continuación.

Figura 34. Luxómetro [11]

Visual Light Intensity	
Ranges	20 lux, 200 lux, 2000 lux, 20000 lux 20 fc, 200 fc, 2000 fc, 20000 fc
Total Accuracy	For CIE standard illuminant A (2856K): $\pm (3\% \text{ rdg} + 10 \text{ dgts})$
Temperature Coefficient	0.1 x (specified accuracy)/°C (< 18 °C or > 28 °C), 0.056 x (specified accuracy)/°F (< 64.4 °F or > 82.4 °F)
Resolution	0.01 lux; 0.01 fc
Spectral Response	CIE photopic - CIE standard illuminant A
Acceptance Angle	$f' \leq 2\%$; cosine corrected (150 °)
Peak Hold Response Time	> 50 mS pulse light
Analog Output	1 mV = 1 lux or 10 mV = 1 fc, nominal, continuous output

4.4 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA EN LAS DEPENDENCIAS DEL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

Procedimiento. En la toma de mediciones de los niveles de iluminación se aplicó el siguiente protocolo:

1. Se identificaron y caracterizaron las áreas del edificio en las cuales el personal de oficina realizan su labor. En estas áreas se realizó una primera medición.

2. Las mediciones se realizaron teniendo en cuenta aspectos tales como: características de las fuente luminosas, ubicación de las oficinas y puestos de trabajo y el grado de precisión visual requerido para realizar el trabajo en condiciones óptimas.
3. Las medidas obtenidas en lumex, se confrontaron con los valores de iluminación establecidos por el Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado Público (RETILAP).[12].
4. Se aplicó el reglamento en cuanto a los aspectos relacionados sobre los procedimientos para las mediciones fotométricas en iluminación interior, tal como se describe a continuación.

Reglamento para medición de iluminancia en un espacio cerrado

En la sesión 490 del RETILAP, se presenta los procedimientos que se deben tener en cuenta para las mediciones fotométricas en iluminación interior. En el apartado 490.1. Se hace énfasis en la medición de iluminancia general en un espacio cerrado. Tal como transcribimos a continuación, para cumplir con el objetivo propuesto en el proyecto.

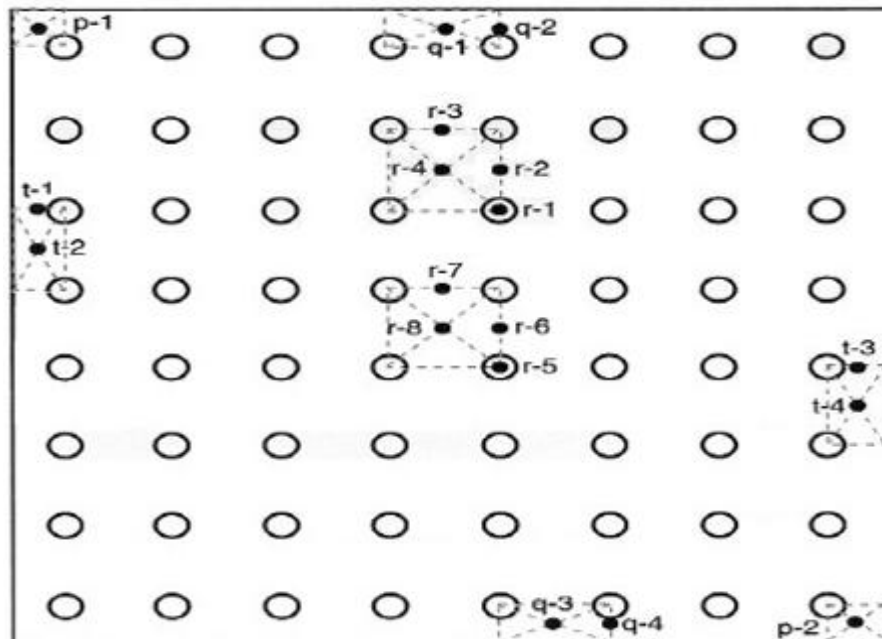
“Para mediciones de precisión, el espacio debe ser dividido en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deberán usar las mismas mallas y alturas de cálculo empleadas. La iluminancia promedio del área total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

Figura 35. Medidas con Luxómetro a la altura del nivel de trabajo



- Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. Ver Figura 36.

Figura 36. Medición de iluminación promedio



Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. En la Ecuación 6 se define el cálculo de la iluminación promedio.

$$E_{prom} = \frac{R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P}{NM} \quad (6)$$

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila.

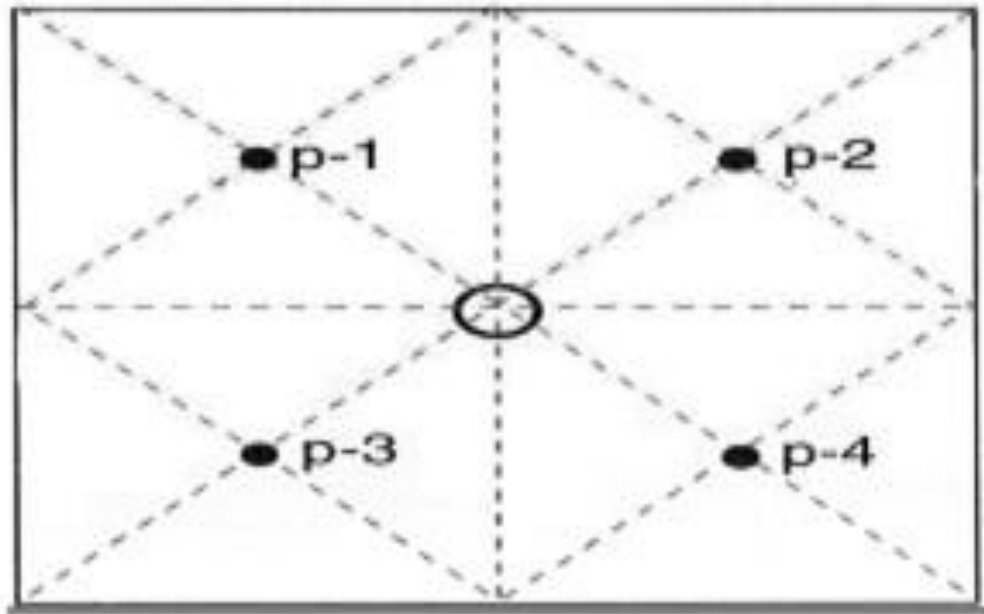
M = Número de filas.

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

E_{prom}.

- Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica. Ver Figura 37

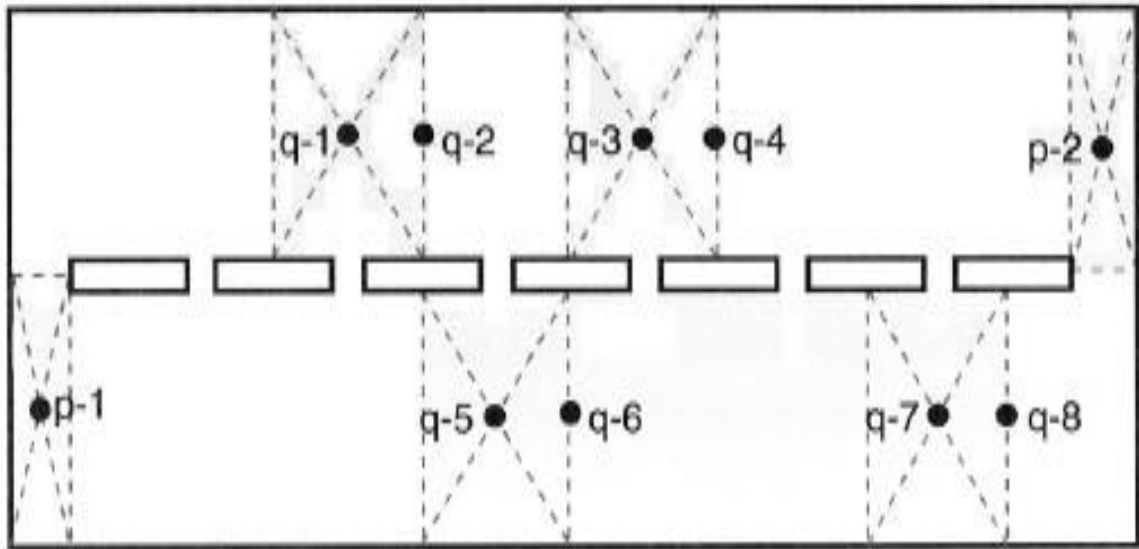
Figura 37. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de área con una sola luminaria



Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, p-3, y p-4, en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la Ecuación de la iluminancia promedio del área en la Figura 38.

- Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. Ver Figura 38.

Figura 38. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de áreas con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



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

Donde:

E_{prom} = Iluminación promedio

N = Número de luminarias por fila

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

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

Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la Ecuación de Eprom.

4.4.1 Criterios de valoración. Para establecer los criterios de valoración, se tomó como referente los niveles de iluminancia establecidos en la norma RETILAP. Tal como se registra en la tabla 29 a continuación.

Tabla 29. Niveles de iluminación o iluminancia aceptados para diferentes áreas y actividades. [12]

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

4.5 UNIFORMIDAD

La uniformidad se define como la relación entre el valor mínimo del nivel de iluminación existente en el área del puesto donde el operario realiza la labor y el alumbrado general. Esta relación debe ser mayor o igual a 0.5.

Oficina con una sola luminaria. Se realizó el estudio a la oficinas, las cuales está compuesta por una sola luminaria, donde la altura del plano de trabajo con respecto al suelo es de 0,75 m y la altura del plano de trabajo a la luminaria es de 1,95 m. En la Tabla 34 se muestran los cálculos realizados.

$$N = 1$$

Tabla 30. Cálculos de nivel de iluminación de oficinas con una sola luminaria

p-1	442
p-2	328
p-3	437
p-4	319
$P_{promedio}$	381,5
<hr/>	
$E_{prom} [lx]$	381,5
Uniformidad	0,836

Baños. Se realizó el estudio en los baños, los cuales está compuesta por una sola luminaria, donde la altura del plano de trabajo con respecto al suelo es de 2,7 m. En la Tabla 35 se muestran los cálculos realizados.

$$N = 1$$

Tabla 31. Cálculos de nivel de iluminación baños

p-1	258
p-2	262
p-3	313
p-4	341
$P_{promedio}$	293,5
<hr/>	
$E_{prom} [lx]$	293,5
Uniformidad	0,89

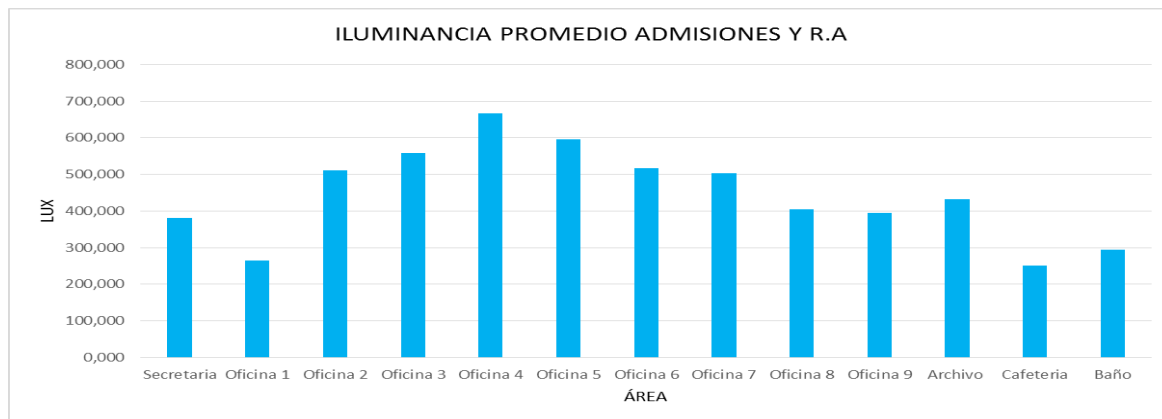
A continuación se muestran las Tablas donde se especifican en detalles la iluminancia de cada dependencia del edificio con sus respectivas gráficas. Los

datos arrojados dan una adecuada relación de la iluminancia del espacio cerrado del edificio administración I, con respecto a los valores exigidos en el RETILAP.[12]. Se presenta excepciones en algunas oficinas que mostraron exceso de iluminancia y otras por carencia de iluminancia.

Tabla 32. Niveles de iluminancia Admisiones y R. A

ADMISIONES Y R.A								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teoricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	381,500	319	300	500	750	0,836	76,300	0,84
Oficina 1	265,000	258	300	500	750	0,974	53,000	0,97
Oficina 2	511,250	476	300	500	750	0,931	102,250	0,93
Oficina 3	557,750	467	300	500	750	0,837	111,550	0,84
Oficina 4	667,500	632	300	500	750	0,947	133,500	0,95
Oficina 5	596,000	537	300	500	750	0,901	119,200	0,90
Oficina 6	516,750	499	300	500	750	0,966	103,350	0,97
Oficina 7	502,500	479	300	500	750	0,953	100,500	0,95
Oficina 8	405,250	350	300	500	750	0,864	81,050	0,86
Oficina 9	395,000	348	300	500	750	0,881	79,000	0,88
Archivo	432,750	397	300	500	750	0,917	86,550	0,92
Cafeteria	251,750	247	300	500	750	0,981	50,350	0,98
Baño	293,5	262	100	150	200	0,89	195,67	0,89

Figura 39. Niveles de iluminancia Admisiones y R. A

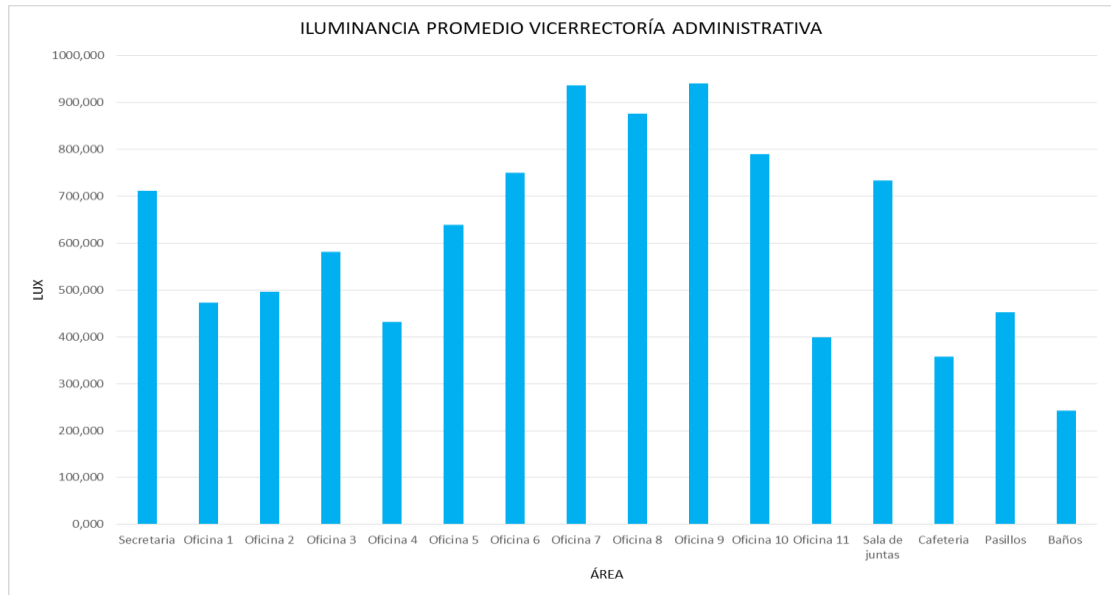


En la dependencia de admisiones y registros académicos, las oficinas cumplen con los parámetros establecidos por el reglamento técnico de la iluminación y alumbrado público RETILAP.

Tabla 33. Niveles de iluminancia Vicerrectoría administrativa

VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teoricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio	Emax [lx]			
Secretaría	712,000	528	300	500	750	0,742	142,400	0,74
Oficina 1	472,500	394	300	500	750	0,834	94,500	0,83
Oficina 2	495,750	450	300	500	750	0,908	99,150	0,91
Oficina 3	581,750	430	300	500	750	0,739	116,350	0,74
Oficina 4	432,250	339	300	500	750	0,784	86,450	0,78
Oficina 5	639,000	597	300	500	750	0,934	127,800	0,93
Oficina 6	749,750	638	300	500	750	0,851	149,950	0,85
Oficina 7	936,000	900	300	500	750	0,962	187,200	0,96
Oficina 8	876,250	753	300	500	750	0,859	175,250	0,86
Oficina 9	940,500	908	300	500	750	0,965	188,100	0,97
Oficina 10	789,500	743	300	500	750	0,941	157,900	0,94
Oficina 11	399,250	397	300	500	750	0,994	79,850	0,99
Cafetería	357,26	225	50	100	150	0,49	357,257	0,63
Pasillos	451,86	206	50	100	150	0,46	451,861	0,46
Sala de juntas	733,47	446	300	500	750	0,61	146,69	0,61
Baños	242,75	236	100	150	200	0,97	161,83	0,97

Figura 40. Niveles de iluminancia Vicerrectoría administrativa



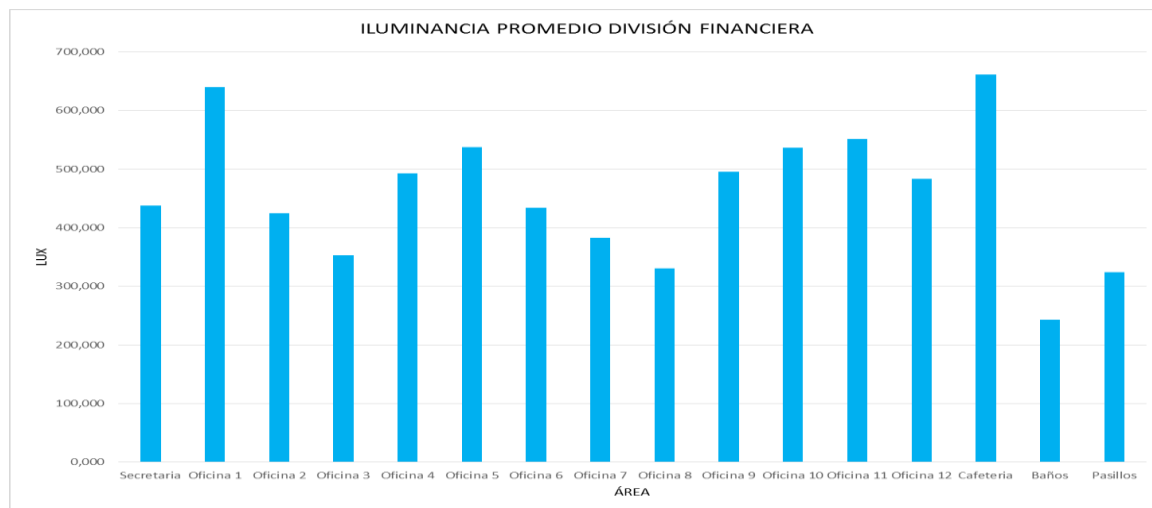
Las oficinas (7,8, 9, 10), cafetería y sala de juntas no cumplen con los parámetros establecidos por el RETILAP. La oficinas y cafetería se encuentra con iluminación que excede los valores establecidos por la norma en contraste la sala

de juntas presenta un déficit de iluminación ya que los valores se encuentran por debajo de lo permitido.

Tabla 34. Niveles de iluminancia División financiera

DIVISIÓN FINANCIERA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teóricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	437,750	405	300	500	750	0,925	87,550	0,93
Oficina 1	640,250	511	300	500	750	0,798	128,050	0,80
Oficina 2	424,500	351	300	500	750	0,827	84,900	0,83
Oficina 3	352,750	246	300	500	750	0,697	70,550	0,70
Oficina 4	493,000	449	300	500	750	0,911	98,600	0,91
Oficina 5	537,500	497	300	500	750	0,925	107,500	0,92
Oficina 6	433,750	325	300	500	750	0,749	86,750	0,75
Oficina 7	383,250	333	300	500	750	0,869	76,650	0,87
Oficina 8	330,750	218	300	500	750	0,659	66,150	0,66
Oficina 9	495,500	461	300	500	750	0,930	99,100	0,93
Oficina 10	536,750	485	300	500	750	0,904	107,350	0,90
Oficina 11	551,250	496	300	500	750	0,900	110,250	0,90
Oficina 12	483,500	422	300	500	750	0,873	96,700	0,87
Cafeteria	661	212	300	500	750	0,32	132,20	0,32
Baños	242,75	236	100	150	200	0,97	161,83	0,97
Pasillos	323,75	247	300	100	150	0,76	323,75	0,76

Figura 41. Niveles de iluminancia División financiera

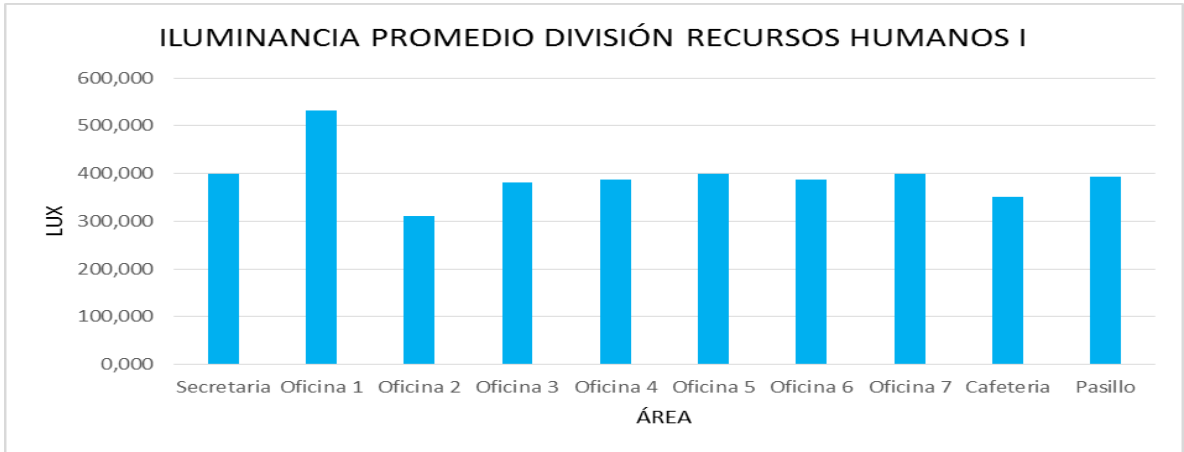


Los baños y pasillos de la dependencia no cumplen con los niveles de iluminación establecidos por el RETILAP debido que los niveles de iluminación se encuentran por encima de los niveles permitidos.

Tabla 35. Niveles de iluminancia División recursos humanos I

DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS I								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teóricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	400,000	376	300	500	750	0,940	80,000	0,94
Oficina 1	531,500	465	300	500	750	0,875	106,300	0,87
Oficina 2	310,750	281	300	500	750	0,904	62,150	0,90
Oficina 3	381,000	362	300	500	750	0,950	76,200	0,95
Oficina 4	386,750	363	300	500	750	0,939	77,350	0,94
Oficina 5	400,000	381	300	500	750	0,953	80,000	0,95
Oficina 6	387,500	369	300	500	750	0,952	77,500	0,95
Oficina 7	399,750	379	300	500	750	0,948	79,950	0,95
Sala de juntas	733,469	446	300	500	750	0,608	146,69	0,61
Cafeteria	351,86	106	50	100	150	0,46	351,86	0,46
Pasillo	394,17	236	50	100	150	0,60	394,17	0,60

Figura 42. Niveles de iluminancia División recursos humanos I

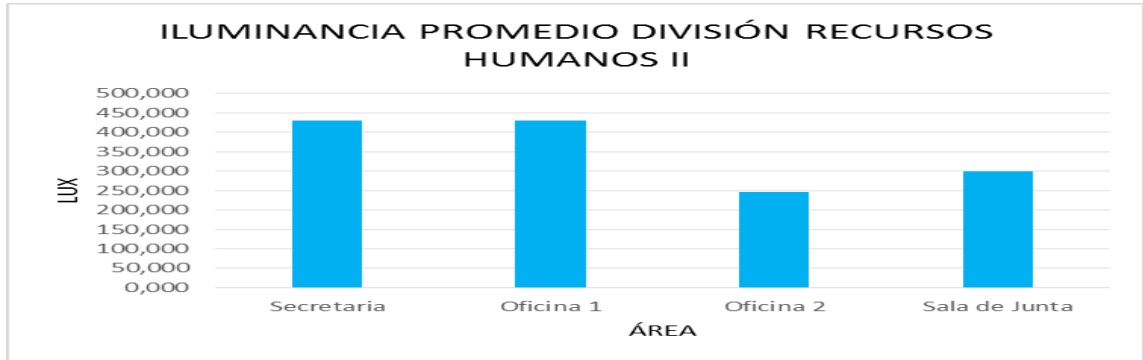


La cafetería presenta una iluminación que excede los valores permitidos por la norma.

Tabla 36. Niveles de iluminancia División recursos humanos II

DIVISIÓN RECURSOS HUMANOS II								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teóricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	430,250	317	300	500	750	0,737	86,050	0,74
Oficina 1	430,750	396	300	500	750	0,919	86,150	0,92
Oficina 2	245,500	215	300	500	750	0,876	49,100	0,88
Sala de Junta	300,000	220	300	500	750	0,733	60,000	0,73

Figura 43. Niveles de iluminancia División recursos humanos II

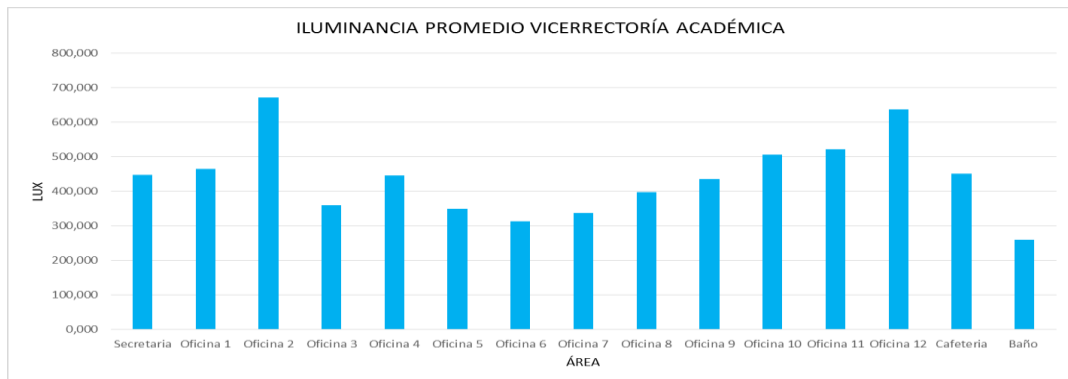


La dependencia se encuentra entre los valores normales de iluminación.

Tabla 37. Niveles de iluminancia Vicerrectoría académica

VICERRECTORÍA ACADÉMICA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teóricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	447,750	371	300	500	750	0,829	89,550	0,83
Oficina 1	465,250	408	300	500	750	0,877	93,050	0,88
Oficina 2	671,750	582	300	500	750	0,866	134,350	0,87
Oficina 3	359,750	326	300	500	750	0,906	71,950	0,91
Oficina 4	445,500	375	300	500	750	0,842	89,100	0,84
Oficina 5	350,000	327	300	500	750	0,934	70,000	0,93
Oficina 6	313,000	288	300	500	750	0,920	62,600	0,92
Oficina 7	337,000	321	300	500	750	0,953	67,400	0,95
Oficina 8	398,000	287	300	500	750	0,721	79,600	0,72
Oficina 9	435,750	287	300	500	750	0,659	87,150	0,66
Oficina 10	506,500	539	300	500	750	1,064	101,300	1,06
Oficina 11	522,250	443	300	500	750	0,848	104,450	0,85
Oficina 12	637,250	411	300	500	750	0,645	127,450	0,64
Cafetería	451,96	274	50	100	150	0,61	451,96	0,61
Baño	259,75	246	100	150	750	0,95	173,17	0,95

Figura 44. Niveles de iluminancia Vicerrectoría académica

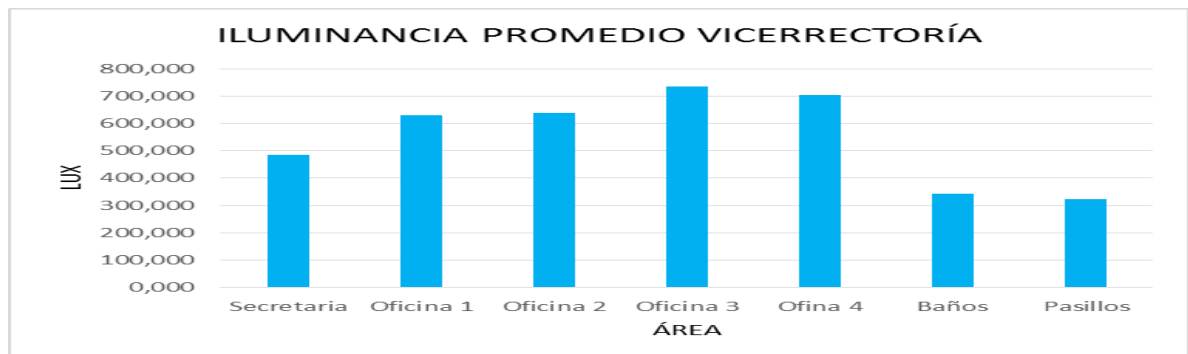


La oficina 10 y cafetería de la dependencia no cumplen con los niveles de iluminación establecidos por el RETILAP debido que los niveles de iluminación se encuentran por encima de los niveles permitidos.

Tabla 38. Niveles de iluminancia Vicerrectoría

VICERRECTORÍA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD D Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teóricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaría	484,500	463	300	500	750	0,956	96,900	0,96
Oficina 1	629,250	562	300	500	750	0,893	125,850	0,89
Oficina 2	639,250	453	300	500	750	0,709	127,850	0,71
Oficina 3	735,750	615	300	500	750	0,836	147,150	0,84
Ofina 4	703,500	503	300	500	750	0,715	140,700	0,71
Baños	342,750	264	100	150	200	0,770	228,500	0,77
Pasillos	323,75	247	300	100	150	0,76	323,75	0,76

Figura 45. Niveles de iluminancia Vicerrectoría

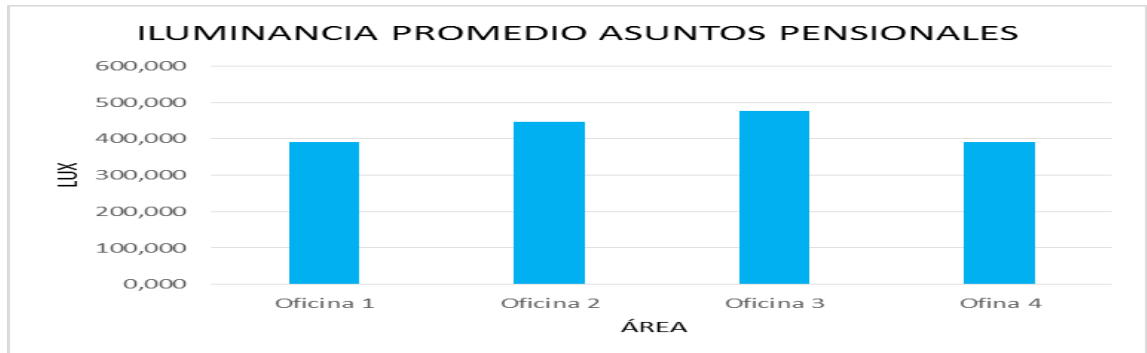


Los baños y pasillos de la dependencia no cumplen con los niveles de iluminación establecidos por el RETILAP debido que los niveles de iluminación se encuentran por encima de los niveles permitidos.

Tabla 39. Niveles de iluminancia Asuntos pensionales

ASUNTOS PENSIONALES								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teóricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Oficina 1	391,000	170	300	500	750	0,435	78,200	0,43
Oficina 2	445,750	353	300	500	750	0,792	89,150	0,79
Oficina 3	476,750	435	300	500	750	0,912	95,350	0,91
Ofina 4	391,000	170	300	500	750	0,435	78,200	0,43

Figura 46. Niveles de iluminancia Asuntos pensionales

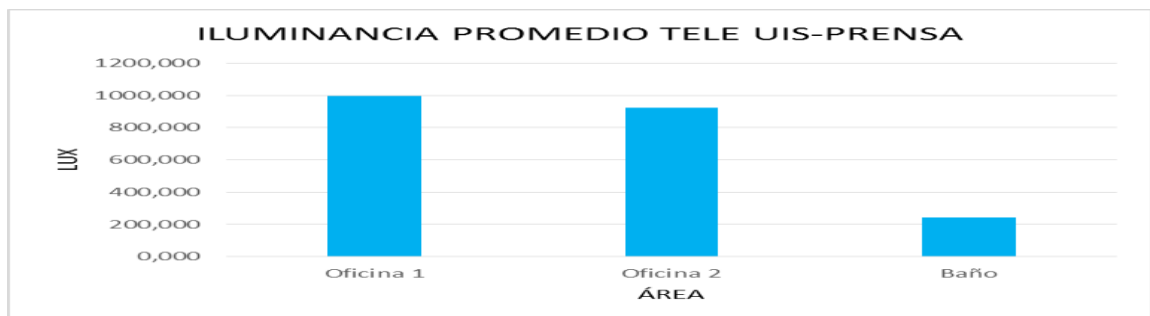


La dependencia cumple con los niveles de iluminación establecidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP.

Tabla 40. Niveles de iluminancia Tele UIS- Prensa

TELE-UIS-PRENSA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teoricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Oficina 1	997,000	943	300	500	750	0,946	199,400	0,95
Oficina 2	922,250	854	300	500	750	0,926	184,450	0,93
Baño	242,750	236	100	150	200	0,972	161,833	0,97

Figura 47. Niveles de iluminancia Tele UIS- Prensa

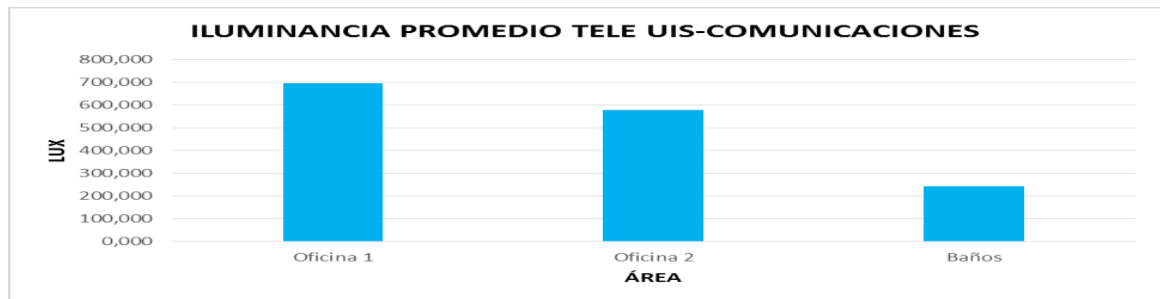


Las oficinas presentan un nivel de iluminación que excede los valores establecidos por la norma. Un comportamiento anormal se presenta en el baño debido que el nivel de iluminación no se ajusta al RETILAP.

Tabla 41. Niveles de iluminancia Tele UIS- Comunicaciones

TELE-UIS-COMUNICACIONES								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio)	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teóricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Oficina 1	696,250	573	300	500	750	0,823	139,250	0,82
Oficina 2	577,000	522	300	500	750	0,905	115,400	0,90
Baños	242,750	236	100	150	200	0,972	161,833	0,97

Figura 48. Niveles de iluminancia Tele UIS- Comunicaciones

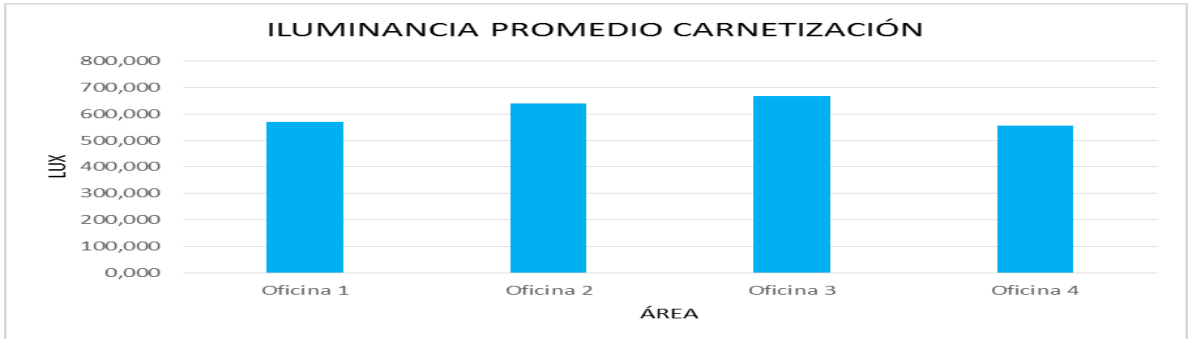


El baño presenta iluminación que excede los niveles de iluminación permitidos por el RETILAP.

Tabla 42. Niveles de iluminancia Carnetización

CARNETIZACIÓN								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos	Datos teóricos						
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Oficina 1	571,000	510	300	500	750	0,893	114,200	0,89
Oficina 2	640,500	579	300	500	750	0,904	128,100	0,90
Oficina 3	668,500	638	300	500	750	0,954	133,700	0,95
Oficina 4	554,500	512	300	500	750	0,923	110,900	0,92

Figura 49. Niveles de iluminancia Carnetización

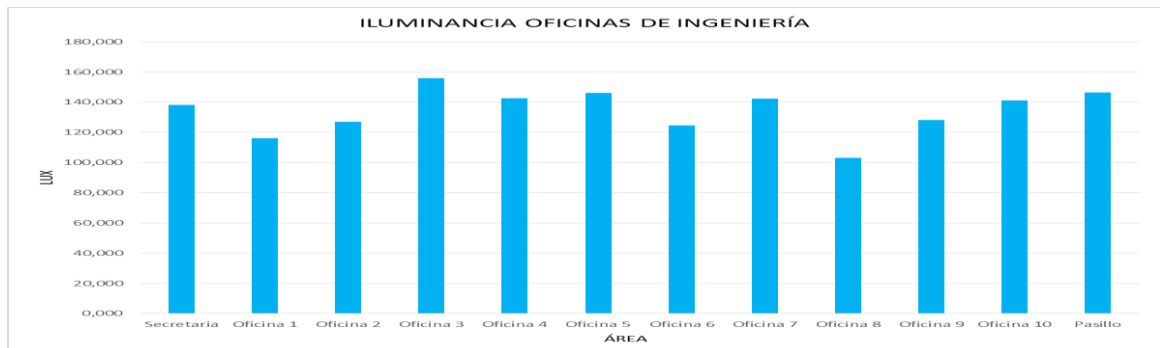


La dependencia cumple con los niveles de iluminación establecidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP).

Tabla 43. Niveles de iluminancia Oficina de ingeniería

ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio)	UNIFORMIDAD D Emin/Eprom
	Datos		Datos teóricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	138,250	69	300	500	750	0,499	27,650	0,50
Oficina 1	116,000	100	300	500	750	0,862	23,200	0,86
Oficina 2	127,000	111	300	500	750	0,874	25,400	0,87
Oficina 3	155,750	137	300	500	750	0,880	31,150	0,88
Oficina 4	142,750	131	300	500	750	0,918	28,550	0,92
Oficina 5	146,250	140	300	500	750	0,957	29,250	0,96
Oficina 6	124,500	120	300	500	750	0,964	24,900	0,96
Oficina 7	142,250	112	300	500	750	0,787	28,450	0,79
Oficina 8	103,250	82	300	500	750	0,794	20,650	0,79
Oficina 9	128,250	70	300	500	750	0,546	25,650	0,55
Oficina 10	141,250	82	300	500	750	0,581	28,250	0,58
Pasillo	146,500	98	300	500	750	0,669	29,300	0,67

Figura 50. Niveles de iluminancia Oficina de ingeniería

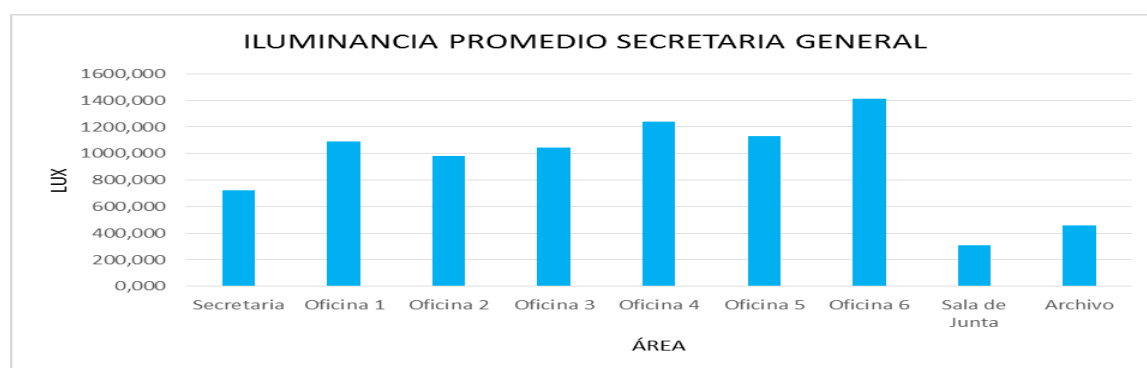


La dependencia cumple con los niveles de iluminación establecidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP).

Tabla 44 Niveles de iluminancia Secretaria general

SECRETARIA GENERAL								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD AD Emin/Epro
	Datos		Datos teoricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	722,250	696	300	500	750	0,964	144,450	0,96
Oficina 1	1090,000	933	300	500	750	0,856	218,000	0,86
Oficina 2	979,750	949	300	500	750	0,969	195,950	0,97
Oficina 3	1045,000	1038	300	500	750	0,993	209,000	0,99
Oficina 4	1237,250	935	300	500	750	0,756	247,450	0,76
Oficina 5	1128,250	1125	300	500	750	0,997	225,650	1,00
Oficina 6	1412,500	1307	300	500	750	0,925	282,500	0,93
Sala de Junta	306,60	224	300	500	750	0,73	61,32	0,73
Archivo	461,38	345	100	150	200	0,75	307,58	0,75

Figura 51. Niveles de iluminancia Secretaria general

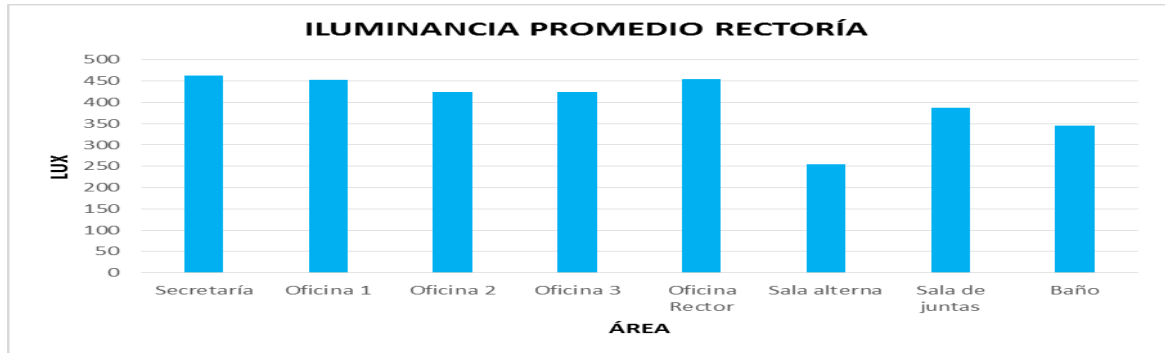


La secretaria y la sala de junta cumple con los niveles de iluminación, las oficinas (1, 2, 3, 4, 5, 6) y archivos presenta una iluminación que excede los valores establecidos por la norma.

Tabla 45. Niveles de iluminancia Rectoría

RECTORÍA								
ÁREA	NIVEL DE ILUMINANCIA (lx)					UNIFORMIDAD Emin/Eprom	% CUMPLIMIENTO (Eprom/Emedio) *100	UNIFORMIDAD Emin/Eprom
	Datos		Datos teoricos					
	Epromedio [lx]	Emin [lx]	Emin [lx]	Emedio [lx]	Emax [lx]			
Secretaria	463	418	300	500	750	0,902	92667,000	0,9
Oficina 1	452	400	300	500	750	0,885	90,4	0,89
Oficina 2	425	410	300	500	750	0,965	84933,000	0,97
Oficina 3	423	387	300	500	750	0,914	84667,000	0,91
Oficina del Rector	454	351	300	500	750	0,773	90867,000	0,77
Sala alterna	254,75	237	300	500	750	0,93	50,95	0,93
Sala de Junta	387,5	340	300	500	750	0,877	77,5	0,88
Baño	345	308	300	500	750	0,893	69,00	0,89

Figura 52. Niveles de iluminancia Rectoría



El sistema de iluminación del edificio Administración I se ajusta en un gran porcentaje a los parámetros establecidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP). Los casos que están fuera de la norma no inciden en el comportamiento general del edificio.

4.6 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

La termografía es una tecnología que permite identificar diferencias de temperatura (desde una distancia segura) las cuales a menudo indican que existe un problema o que está a punto de producirse alguno ya sean de tipo eléctrico o mecánico. Es decir, permite examinar superficies en movimiento, elevadas o a altos niveles de temperatura sin necesidad de acercarse a ellas.

En esta sección se presentan los resultados y el análisis de la inspección térmica que se llevó a cabo en la subestación del edificio a transformadores, cajas cortacircuitos, barrajes, tablero general de baja tensión y tableros de transferencias.

Este análisis tiene como finalidad la detección temprana de posibles anomalías en los equipos y su respectivo mantenimiento, para evitar daños mayores y como consecuencia costos de reparación.

El 19 de Mayo de 2016 se realizó la inspección termográfica en el edificio Administración I a una temperatura ambiente entre 20 °C – 27 °C. Para la toma de imágenes se utilizó la Cámara Termográfica Fluke Ti32 y el análisis por medio del software SmartView 3.2.

Equipo Utilizado

El estudio termográfico se realizó con la Cámara termográfica Fluke Ti32 para conocer el estado térmico actual de los elementos de la subestación eléctrica. Esta cámara es un dispositivo que puede ser utilizado en cualquier lugar, por medio de emisiones infrarrojas permite identificar posibles anomalías eléctricas y mecánicas

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Figura 53. Características cámara termografía [14]



Especificaciones detalladas	
Temperatura	
Rango de medida de la temperatura (sin calibrar por debajo de -10 °C)	-20 °C a +600 °C (-4 °F a +1112 °F)
Precisión de la medida de temperatura	± 2 °C ó 2% (a 25 °C nominales, el valor que sea mayor)
Corrección de emisividad en pantalla	Sí
Compensación de la temperatura reflejada de fondo en pantalla	Sí
Corrección de transmitancia en pantalla	Sí
Especificaciones generales	
Temperatura de trabajo	De -10 °C a +50 °C (de 14 °F a 122 °F)
Temperatura de almacenamiento	-20 °C a +50 °C (-4 °F a 122 °F) sin baterías
Humedad relativa	10% a 95% sin condensación
Pantalla	LCD VGA (640 x 480) panorámica en color, diagonal de 9,1 cm (3,7 pulg.) con retroiluminación y cubierta protectora transparente
Controles y ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de temperatura seleccionable por el usuario (C/F) • Selección de idioma • Ajuste de fecha/hora • Selección de emisividad • Compensación de la temperatura reflejada de fondo • Corrección de la transmitancia • Puntos fríos y calientes y punto central en la imagen seleccionables por el usuario (otros marcadores y formas personalizables en el software SmartView®) • Alarma de temperatura alta • Nivel de retroiluminación seleccionable por el usuario: brillo máximo o automático • Información en pantalla seleccionable por el usuario
Software	SmartView®, software completo de análisis y generación de informes incluido.
Baterías	Dos baterías recargables de ión-litio inteligentes; con indicador de nivel de carga de cinco LEDs
Duración de las baterías	Más de cuatro horas de uso ininterrumpido por batería (con retroiluminación de pantalla al 50%)
Tiempo de carga de las baterías	2,5 horas para carga completa.
Carga CA de las baterías	Cargador CA para dos baterías (de 110 VCA a 220 VCA, 50/60 Hz) (incluido), o carga dentro de la cámara. Adaptador de alimentación CA incluido. Adaptador de carga opcional de 12 V para automóvil.
Funcionamiento con CA	Funcionamiento con la fuente de alimentación incluida (de 110 VCA a 220 VCA, 50/60 Hz). Adaptador de alimentación CA incluido.
Ahorro de energía	Activación del modo de espera después de 5 minutos de inactividad; apagado automático tras 30 minutos de inactividad
Normativas de seguridad	IEC 61010-1: sin categoría, grado de contaminación 2
Compatibilidad electromagnética	Cumple todos los requisitos aplicables de la norma EN61326-1:2006
C Tick	IEC/EN 61326-1
FCC de EE. UU.	CFR 47, parte 15, clase B
Vibraciones	0,03 g2/Hz (3,8 g); IEC 68-2-6
Impactos	25 g; IEC 68-2-29
Caida	2 metros (6,5 pies) con la lente estándar
Tamaño (L x An x Al)	27,7 cm x 12,2 cm x 17 cm (10,9 pulg. x 4,8 pulg. x 6,7 pulg.)
Peso (batería incluida)	1,05 kg (2,3 lb)
Clasificación carcasa	IP54 (protección contra polvo, entrada limitada, protección contra salpicaduras de agua desde cualquier dirección)
Garantía	Dos años (estándar)
Ciclo de calibración recomendado	Dos años (suponiendo un funcionamiento y envejecimiento normales)
Idiomas soportados	Alemán, checo, chino simplificado, chino tradicional, coreano, español, finés, francés, inglés, italiano, japonés, polaco, portugués, ruso, sueco y turco

En el software SmartView 3.2 fue seleccionado el entorno “alto contraste” de la paleta de colores para el análisis, debido a que en ese modo visualiza de mejor forma las posibles anomalías.

Cada material tiene un valor de emisividad diferente, es por ello que fue seleccionado 0.77 para el análisis de transformadores, cuchillas seccionadoras, tableros y demás elementos con material de hierro laminado en caliente; y 0.95 para el análisis de conductores eléctricos con material de caucho.

Como referencia para el análisis de las mediciones termográficas e identificar el nivel o rango en que se encuentra cada elemento se utilizó la diferencia entre:

T_{PC} = Temperatura de Punto Crítico o Caliente (°C).

T_{CN} = Temperatura equivalente en Condiciones Normales de trabajo (°C).

Rango de valoración para termografía

Tabla 46. Valoración termografía [15]

Rango de valoración	Relevancia
$T_{PC} - T_{CN} \leq 10^{\circ}C$	Normal
$10^{\circ}C < T_{PC} - T_{CN} \leq 20^{\circ}C$	Leve
$20^{\circ}C < T_{PC} - T_{CN} \leq 40^{\circ}C$	Grave
$40^{\circ}C < T_{PC} - T_{CN} \leq 70^{\circ}C$	Crítica
$T_{PC} - T_{CN} > 70^{\circ}C$	Muy Crítica

Actuaciones según el nivel de relevancia obtenido

Tabla 47. Niveles de relevancia [15]

Urgencia	Detalle
Próximo predictivo	No es necesaria ninguna actuación hasta el próximo estudio predictivo.
Realizar seguimiento	Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado.
Lo antes posible	Actuar lo antes posible teniendo en cuenta la dinámica de cada empresa y sus turnos de trabajo, se aprovechará el paro más inmediato para corregir el problema.
Urgente	Estudiar la posibilidad de parar el proceso para corregir el problema.
Muy Urgente	Interrumpir el proceso inmediatamente para corregir el problema.

4.6.1 Resultados de termografía infrarroja. A continuación se presentan las fichas técnicas del perfil termográfico realizado en la subestación del edificio Administración I. Durante esta inspección se detectó anomalía en la parte superior de la carcasa del transformador de 200 kVA y en el barraje general del tablero de distribución eléctrico donde las recomendaciones se presentan en cada ficha. En general la subestación del edificio cuenta con un perfil térmico estable.

Perfil Termográfico Transformador 200 kVA

Tabla 48. Termografía transformador 200 kVA


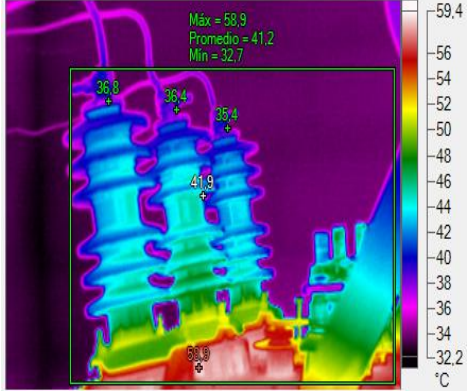
TRANSFORMADOR 200 kVA							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0,77	21,0	32,7	41,2	58,9	7,18	°C
Caliente	0,77	21,0	58,9	58,9	58,9	0,00	°C
P0	0,77	21,0	36,8	36,8	36,8	0,00	°C
P1	0,77	21,0	36,4	36,4	36,4	0,00	°C
P2	0,77	21,0	35,4	35,4	35,4	0,00	°C
Punto central	0,77	21,0	41,9	41,9	41,9	0,00	°C
Observaciones: Se observa la carcasa parte superior del transformador con mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Grave 23.5 °C				Urgencia de actuación Lo antes posible			
Actuaciones: Solicitar mantenimiento con el personal más adecuado							

Tabla 49. Termografía bornes transformador 200 kVA


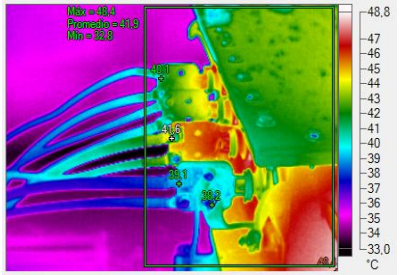

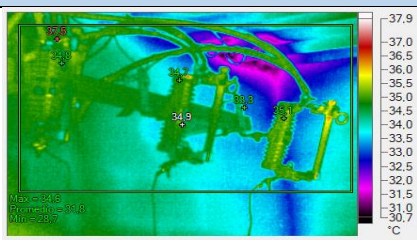
BORNES TRANSFORMADOR DE 200 kVA							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0.77	21.0	32.8	41.9	48.4	3.62	°C
Caliente	0.77	21.0	48.4	48.4	48.4	0.00	°C
P0	0.77	21.0	38.2	38.2	38.2	0.00	°C
P1	0.77	21.0	40.1	40.1	40.1	0.00	°C
P2	0.77	21.0	39.1	39.1	39.1	0.00	°C
Punto central	0.77	21.0	41.6	41.6	41.6	0.00	°C
Observaciones: Se observa la fase t del transformador con mayor temperatura que las otras tres fases.							
Conclusiones:							
Relevancia Normal 9.3 °C				Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Tabla 50. Termografía caja corta circuito transformador 200 kVA

CAJA CORTA CIRCUITO TRANSFORMADOR 200 kVA							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0.95	20.0	28.7	31.8	34.6	0.69	°C
Caliente	0.77	21.0	37.5	37.5	37.5	0.00	°C
P0	0.77	21.0	33.3	33.3	33.3	0.00	°C
P1	0.77	21.0	35.1	35.1	35.1	0.00	°C
P2	0.77	21.0	34.8	34.8	34.8	0.00	°C
P3	0.77	21.0	34.7	34.7	34.7	0.00	°C
Punto central	0.77	21.0	34.9	34.9	34.9	0.00	°C
Observaciones: Todos los elementos termografiados se encuentran en condiciones de temperatura normal.							
Conclusiones:							
Relevancia Normal 4.2 °C				Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Perfil Termográfico Transformador 75 kVA

Tabla 51. Termografía transformador 75 kVA


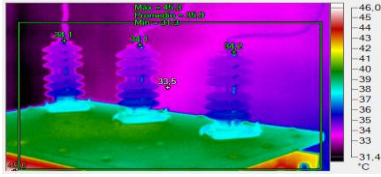
TRANSFORMADOR 75 kVA							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0,77	21,0	31,3	35,9	45,3	3,02	°C
Caliente	0,77	21,0	45,6	45,6	45,6	0,00	°C
P0	0,77	21,0	34,1	34,1	34,1	0,00	°C
P1	0,77	21,0	34,1	34,1	34,1	0,00	°C
P2	0,77	21,0	34,2	34,2	34,2	0,00	°C
Punto central	0,77	21,0	33,5	33,5	33,5	0,00	°C
Observaciones: Se observa la carcasa del transformador con puntos de mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Leve 11.5 °C				Urgencia de actuación Realizar seguimiento			
Actuaciones: Hacer mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Tabla 52. Termografía bornes transformador 75 kVA


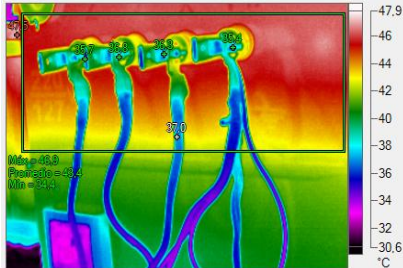

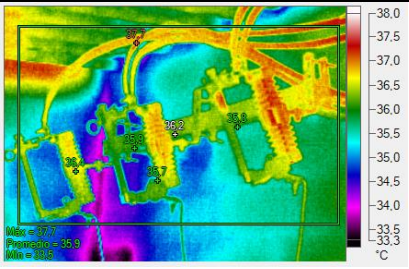
BORNES DE TRANSFORMADOR 75 kVA							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0,77	21,0	34,4	43,4	46,9	2,81	°C
Caliente	0,77	21,0	47,5	47,5	47,5	0,00	°C
P0	0,77	21,0	35,7	35,7	35,7	0,00	°C
P1	0,77	21,0	36,8	36,8	36,8	0,00	°C
P2	0,77	21,0	36,3	36,3	36,3	0,00	°C
P3	0,77	21,0	35,4	35,4	35,4	0,00	°C
Punto central	0,77	21,0	37,0	37,0	37,0	0,00	°C
Observaciones: Se observa la placa del transformador donde están los bornes con mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Leve 12.1 °C				Urgencia de actuación Realizar seguimiento			
Actuaciones: Hacer mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Tabla 53. Termografía caja corta circuito transformador 75 kVA

CAJA CORTA CIRCUITO TRANSFORMADOR 75 kVA								
								
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades	
[A0]	0,77	21,0	33,5	35,9	37,7	0,75	°C	
Caliente	0,77	21,0	37,7	37,7	37,7	0,00	°C	
P0	0,77	21,0	35,9	35,9	35,9	0,00	°C	
P1	0,77	21,0	36,4	36,4	36,4	0,00	°C	
P2	0,77	21,0	35,7	35,7	35,7	0,00	°C	
P3	0,77	21,0	35,8	35,8	35,8	0,00	°C	
Punto central	0,77	21,0	36,2	36,2	36,2	0,00	°C	
Observaciones: Todos los elementos termografiados se encuentran en condiciones de temperatura normal.								
Conclusiones:								
Relevancia Normal 2 °C					Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.								

Perfil Termográfico Transferencia Automática

Tabla 54. Termografía transferencia automática 1




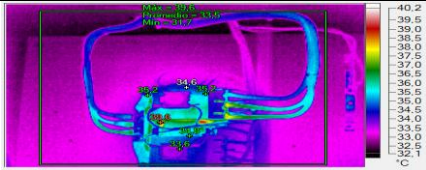
TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 1								
								
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades	
A0	0,77	21,0	33,5	36,1	50,2	2,19	°C	
Caliente	0,77	21,0	50,2	50,2	50,2	0,00	°C	
P0	0,77	21,0	37,8	37,8	37,8	0,00	°C	
P1	0,77	21,0	38,2	38,2	38,2	0,00	°C	
Punto central	0,77	21,0	39,5	39,5	39,5	0,00	°C	
Observaciones: Se observa el taco de la parte izquierda con mayor temperatura que los otros.								
Conclusiones:								
Relevancia Leve 12.4 °C					Urgencia de actuación Realizar seguimiento			
Actuaciones: Hacer mantenimiento predictivo dentro de un año.								

Tabla 55. Termografía transferencia automática 2

TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA 2							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0,77	21,0	31,7	33,5	39,6	1,00	°C
Caliente	0,77	21,0	39,6	39,6	39,6	0,00	°C
P0	0,77	21,0	35,2	35,2	35,2	0,00	°C
P1	0,77	21,0	34,8	34,8	34,8	0,00	°C
P2	0,77	21,0	35,2	35,2	35,2	0,00	°C
P3	0,77	21,0	33,6	33,6	33,6	0,00	°C
Punto central	0,77	21,0	34,6	34,6	34,6	0,00	°C
Observaciones: Se observa uno de los conductores del tablero con mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Normal 6 °C				Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Perfil Termográfico Tablero General

Tabla 56. Termografía tablero general

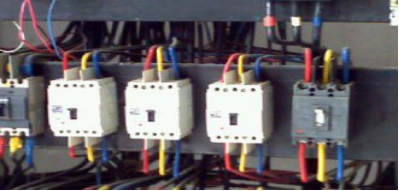
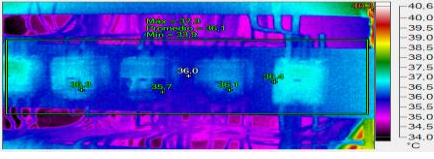
TABLERO GENERAL							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0,77	21,0	33,9	36,1	37,3	0,44	°C
P0	0,77	21,0	36,3	36,3	36,3	0,00	°C
P1	0,77	21,0	35,7	35,7	35,7	0,00	°C
P2	0,77	21,0	36,1	36,1	36,1	0,00	°C
P3	0,77	21,0	36,4	36,4	36,4	0,00	°C
Punto central	0,77	21,0	36,0	36,0	36,0	0,00	°C
Caliente	0,77	21,0	40,3	40,3	40,3	0,00	°C
Observaciones: Todos los elementos termografiados se encuentran en condiciones de temperatura normal.							
Conclusiones:							
Relevancia Normal 4.6 °C				Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.							

Tabla 57. Termografía barraje general




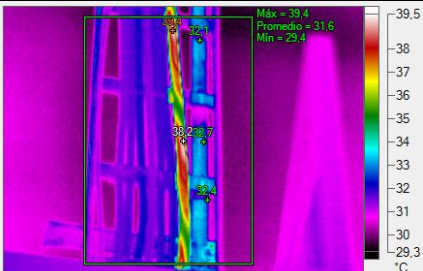
BARRAJE GENERAL							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0.95	21.0	31.4	34.8	54.5	3.17	°C
Caliente	0.95	21.0	54.5	54.5	54.5	0.00	°C
P0	0.95	21.0	33.5	33.5	33.5	0.00	°C
P1	0.95	21.0	35.7	35.7	35.7	0.00	°C
P2	0.95	21.0	32.8	32.8	32.8	0.00	°C
Punto central	0.95	21.0	34.0	34.0	34.0	0.00	°C
Observaciones: Se observa uno de los conductores del tablero con mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Grave 21.7 °C				Urgencia de actuación Lo antes posible			
Actuaciones: Solicitar mantenimiento para verificar si el conductor se encuentra conectado de manera correcta							

Tabla 58. Barraje derivaciones

BARRAJE DERIVACIONES							
							
Etiqueta	Emisividad	Temperatura de fondo	Mín	Promedio	Máx	Desviación estándar	Unidades
A0	0.95	21.0	29.4	31.6	39.4	1.71	°C
Caliente	0.95	21.0	39.4	39.4	39.4	0.00	°C
P0	0.95	21.0	32.7	32.7	32.7	0.00	°C
P1	0.95	21.0	32.4	32.4	32.4	0.00	°C
P2	0.95	21.0	32.1	32.1	32.1	0.00	°C
Punto central	0.95	21.0	38.2	38.2	38.2	0.00	°C
Observaciones: Se observa uno de los conductores de las derivaciones con mayor temperatura.							
Conclusiones:							
Relevancia Normal 7.3 °C				Urgencia de actuación Próximo predictivo			
Actuaciones: Hacer nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.							

4.7 CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA ANÁLISIS DE MEDICIONES

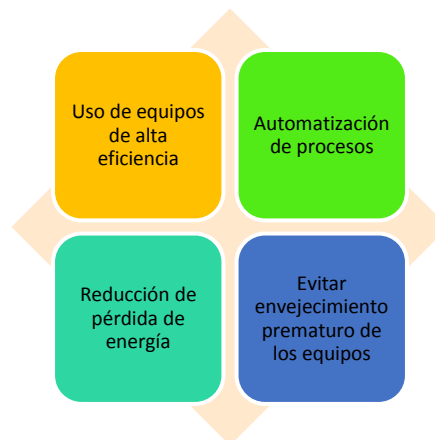
Para que un sistema eléctrico sea óptimo debe presentar una tensión con las siguientes condiciones:



En casos en los que se presentan la existencia de cargas no lineales, se produce el flujo de corrientes no sinusoidales por la red (armónicos), que provocan caídas de tensión, deformando la señal de tensión produciendo anomalías en la operación de los componentes del sistema.

Es importante tener en cuenta que la calidad de la energía eléctrica está directamente relacionada con la ausencia de tensiones y deformaciones producidas por armónicos en la red y las variaciones de voltajes RMS suministrado por el usuario.

Para garantizar un sistema eléctrico eficiente se recomienda tener en cuenta los siguientes parámetros:



4.7.1 Marco normativo. El análisis de las conclusiones y recomendaciones finales, se realizan teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los equipos a las variaciones de calidad de energía, el estado de la instalación eléctrica y los parámetros de referencia de las siguientes normas nacionales e internacionales.

Tabla 59. Normativas de referencia

PARAMETRO	NORMA DE REFERENCIA
Frecuencia	60 Hz. Nominal – Rango aceptado: 59,8 y 60,2 Hz.
Niveles de regulación de tensión	NTC 1340 (- 10% + 5% de su valor nominal).
Desbalance de Voltaje al interior de la instalación	IEEE Std 1159-1995 (máximo 2% para instalación) ANSI C50.41.4.2 (máximo 1% para motores)
Desbalance de Voltaje en el PCC	NTC 5001: 2%, tensiones a 69.0 kv 1.5%, tensiones superiores a 69.0 kv
Desbalance de Corriente al interior de la instalación	IEEE Standard 447 de 1987 (máximo del 10%)
Desbalance de Corriente en el PCC	NTC 5001: 20%, tensiones inferiores a 69.0 kv (IEEE 446 de 1995 Orange book)
Contenido de armónicos de tensión y corriente en las fronteras comerciales	Guía IEEE 519 de 1992
THD I(%Fnd.) en Transformadores	ANSI/IEEE C57.12.00, ANSI C57.110
Factor de Potencia	Mínimo = 0,9 – Res. CREG-025/95
Practicas recomendadas para el monitoreo de la Calidad de Potencia.	IEEE 1159
Instalación Eléctrica	RETIE y norma NTC 2050

ARMÓNICOS: IEEE Standard 519-1992

La IEEE Standard 519-1992, establece las siguientes límites de la magnitud de los armónicos admisibles en un sistema eléctrico. Tal como se registra en la tabla 65 y 66.[16]

Tabla 60. Corriente máxima de distorsión

CORRIENTE MÁXIMA DE DISTORSIÓN ARMÓNICA INDIVIDUAL (IMPARES)						
ISC/IL	h<11	11<=h<17	17<=h<23	23<=h<35	35<=h	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20-50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50-100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100-1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Tabla 61. Límites de distorsión de tensión

LÍMITES DE DISTORSIÓN DE TENSIÓN		
Tensión en el PCC	Distorsión de tensión Individual	Distorsión total de tensión
Menor de 69 KV	3	5
Entre 69 KV y 161 KV	1,5	2,5
Mayor de 161 KV	1	1,5

Donde

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2} V_h^2}}{V_1} * 100\% \quad (\text{DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL})$$

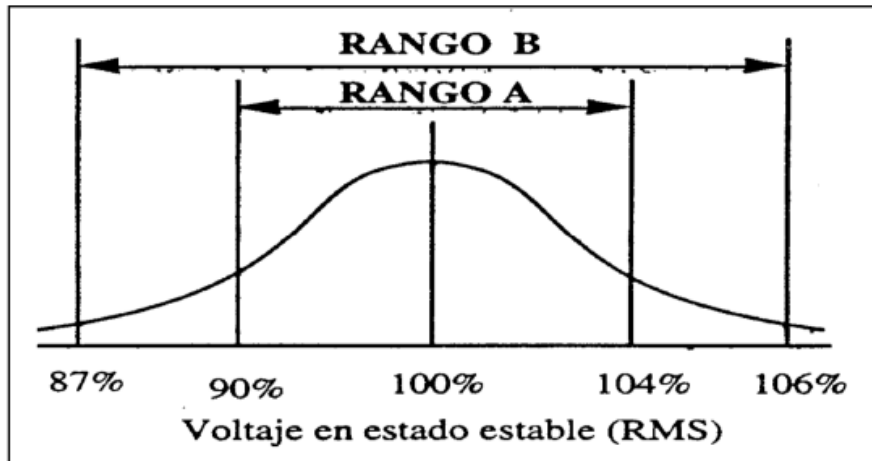
Siendo V_1 el valor RMS de la componente fundamental y V_h el valor RMS de la componente h -ésima. La distorsión armónica individual para la h -ésima componente es:

$$(V_h/V_1)*100\% \quad (9)$$

TENSIÓN: Norma NTC 1340

La norma NTC1340 establece las tensiones nominales de distribución de la energía eléctrica a 60 Hz y los rangos de variación. [17]. Esta se encuentra en concordancia con la norma ANSI c84.1 -1989. Se establecen las siguientes definiciones: Tensión de servicio: La existente en el punto donde se conecta el sistema eléctrico de la entidad que suministra el servicio, y el usuario.[18]

Figura 54. Voltaje en estado estable [17]



Para niveles de tensión como el de la instalación bajo estudio, el rango permisible debe encontrarse entre +5% y -10% de la tensión nominal.

4.7.2 Selección de puntos a medir y equipo utilizado en las instalaciones del administración I. En el análisis del sistema eléctrico del edificio Administración I, se identificó las cargas lineales y las no lineales. El equipo de medición (analizador de redes) se instaló en bornes de los transformadores con el propósito de conocer el consumo energético global del edificio.

Equipo utilizado. Para el siguiente estudio se utilizó el analizador de redes marca Dranetz Power Visa 440 mostrado en la siguiente Figura 54 y sus especificaciones técnicas se muestran a continuación.

Figura 55 Analizador de redes. [18].

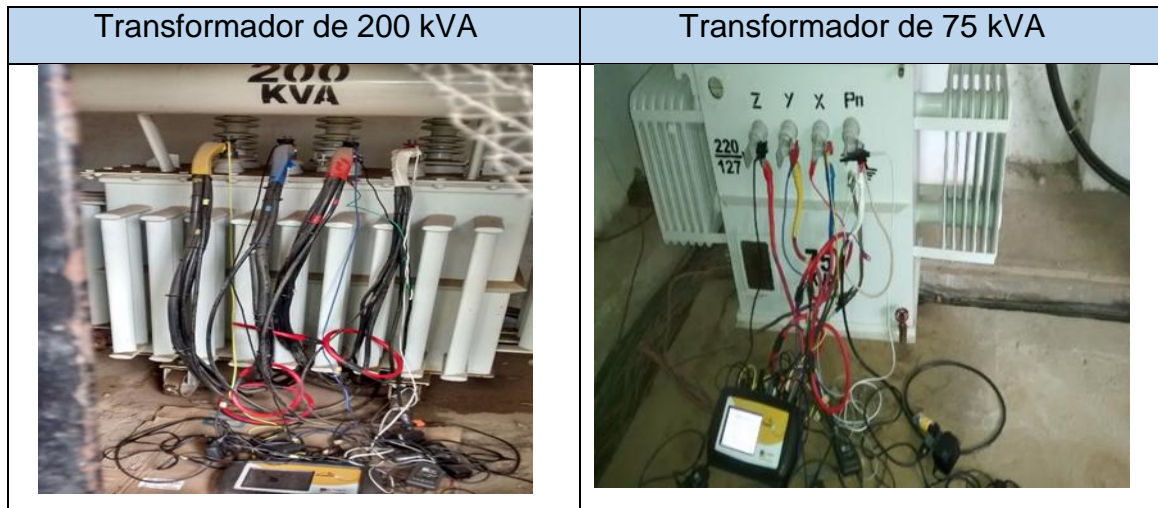


Ocho canales, 4 de tensión y 4 actuales
pantalla táctil a color intuitiva
El peso ligero - menos de 4 libras, 2 kg - con funda de goma resistente
aplicaciones de AC / DC
configuraciones automatizadas para "fuera de la caja" preparación instrumento
Única anunciador "tarjeta de informe" que caracteriza al instante eventos
Muestras a 256 muestras / ciclo
independiente de voltaje y corriente de activación, la activación cruzada
Captura de transitorios de frecuencia media-baja
THD / espectro armónico y TID espectro / interarmónicos a la 63ª
Remotos de comunicación-RS-232, Ethernet o USB
La batería o el modo de CA
Construido en la batería UPS con el cargador externo
Ampliación de memoria hasta 128 MB
DRAN-VIEW activada (Windows NT, 98, ME, 2000, XP)
Medidas amplia gama de parámetros, incluyendo el factor de cresta, el factor K, el factor transformador de reducción de potencia y factor de interferencia telefónica
Cumple con la norma IEEE 1159, IEC 61000-4-30 Clase A y EN50160

Este equipo fue utilizado de la siguiente manera para poder medir la calidad de energía eléctrica del edificio Administración I. El equipo fue instalado un mes en el transformador de 200 kVA y quince días en transformador de 75 kVA. En el

Transformador número 1 marca andina transformadores se instaló un mes (1) iniciando el 7 de mayo de 2015 hasta el día 7 de junio de 2015 y luego se instaló en el Transformador número 2 marca Oasa transformadores del día 22 de agosto hasta el 19 de septiembre del año 2015, a continuación se muestran las Figuras 55 que corresponden a los transformadores con el equipo instalado.

Figura 56. Transformadores



Niveles de tensión en estado estable. En el momento de establecer la calidad de energía en los sistemas de distribución, un indicador que se debe tomar en cuenta es que la tensión que se les suministra a los usuarios esté dentro de unos límites permitidos de acuerdo a una normatividad impuesta por los organismos de regulación y control. La regulación colombiana a través de la Norma NTC1340, reglamenta que los intervalos de tensión permitidos en la red de distribución para tensiones mayores a 1 kV y menor a 60 kV no difieran de la tensión nominal en +5% y -10%. [17].

Niveles de tensión en el edificio administración I. Los transformadores del edificio de Administración I, cuya relación de tensión 13200/220 Voltios, al tomar los datos mostraron un comportamiento, tal como se registra en Tabla 62.

Tabla 62. Comportamiento de tensión de los transformadores

TRANSFORMADOR DE 200 [kVA]					
Fase	Valor Nominal (V)	Valor Máximo		Valor Mínimo	
		Tensión (V)	%	Tensión (V)	%
L1 Vrms (A)	127	128,69	1,33	126,12	-0,69
L2 Vrms (B)	127	128,36	1,07	126,78	-0,17
L3 Vrms (C)	127	127,46	0,36	125,813	-0,93
TRANSFORMADOR DE 75[kVA]					
Fase	Valor Nominal (V)	Valor Máximo		Valor Mínimo	
		Tensión (V)	%	Tensión (V)	%
L1 Vrms (A)	127	130,78	2,98	125,02	-1,56
L2 Vrms (B)	127	130,43	2,70	125,48	-1,20
L3 Vrms (C)	127	130,043	2,40	124,75	-1,77

✓ **Análisis del comportamiento de la tensión en el transformador de 200 kVA**

La tensión entregada en el secundario del transformador de 200 kVA presenta valores dentro de los límites establecidos por la NTC 1340-2013, registrando niveles adecuados para el correcto funcionamiento de los equipos al interior del edificio.

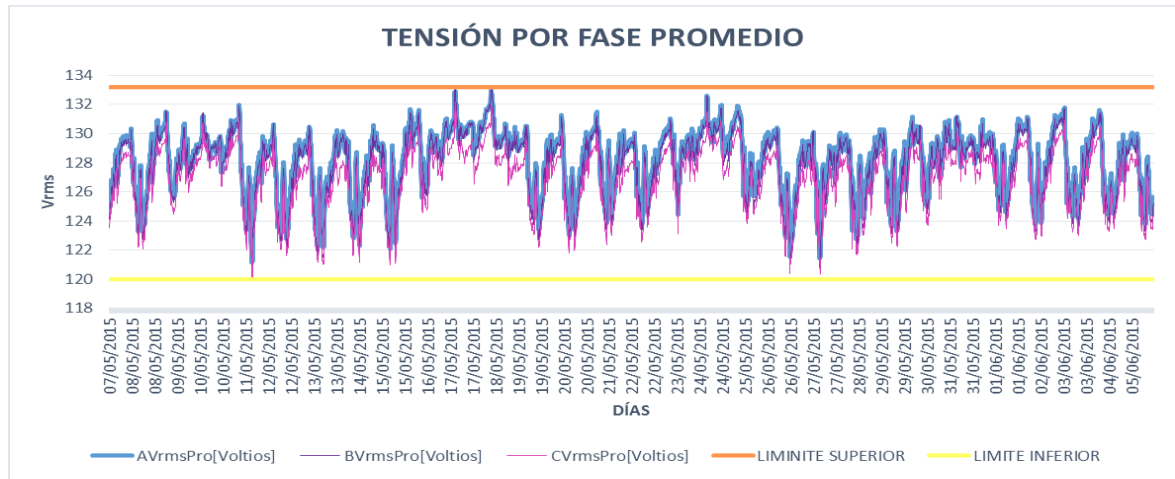
✓ **Análisis del comportamiento de la tensión en el transformador de 75 kVA**

La tensión entregada en el secundario del transformador de 75 kVA presenta valores dentro de los límites establecidos por la NTC 1340-2013, registrando niveles adecuados para el correcto funcionamiento de los equipos al interior del edificio.

4.7.3 Niveles de tensión en el edificio administración I.

Perfil transformador 200 kVA

Figura 57. Tensión por fase promedio transformador 200 kVA



En la gráfica se puede evidenciar huecos de tensión en las tres fases los días 8/05/2015, 16/05/2015, 21/05/2015 con una magnitud de 92,8 Voltios y una duración de 0,609 segundos, sobretensiones en la fase A, B los días 17/05/2015 - 18/05/2015, con una magnitud de (131,1 V - 132,2 V) en la fase B y (131,1 V - 132,3 V) en la fase A.

De los resultados estadísticos mostrados en la tabla 69 se interpreta:

1. El 95% de los resultados no sobrepasa la tensión máxima permitida por la CREG 024 de 2005 entre +10% -10% de la tensión nominal.
2. La fase A tiene promedio de 128,1271 y desviación estándar de 2,1483 permitiendo que el valor de la tensión varié $\pm 2,7528$ del valor nominal de tensión.
3. La fase B tiene promedio de 127,7979 y desviación estándar de 2,2824 permitiendo que el valor de la tensión varié $\pm 2,9169$ del valor nominal de tensión.

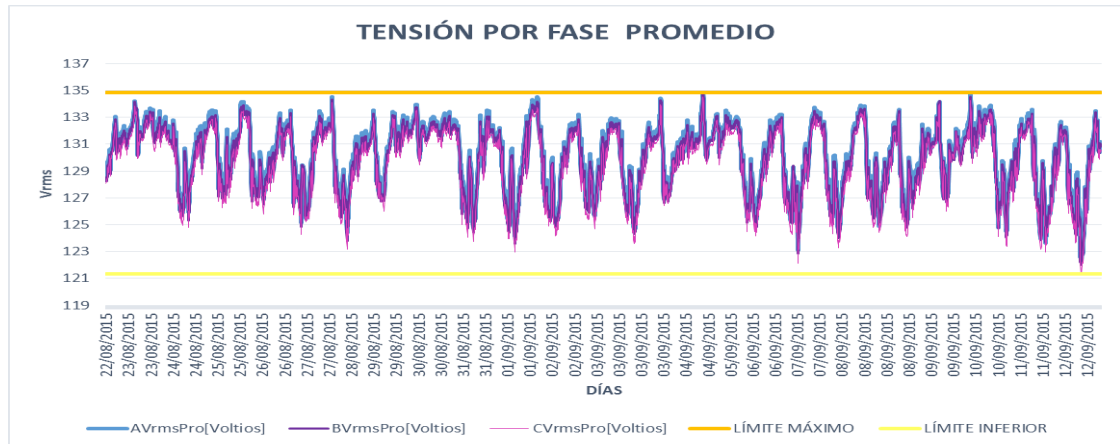
4. La fase C tiene promedio de 126,8910 y desviación estándar de 2,1184 permitiendo que el valor de la tensión varíe $\pm 2,688$ del valor nominal de tensión.

Tabla 63. Resumen estadístico perfil de tensión transformador 200 kVA

Fase	Prome [Vrms]	Desviación estándar	Percentil 95
L1 Vrms (A)	128,1271719	2,14834725	130,82
L2 Vrms (B)	127,7979961	2,28246233	130,66
L3 Vrms (C)	126,8910636	2,11840724	129,67

Perfil del transformador 75 kVA

Figura 58. Tensión Promedio transformador 75 kVA



De los resultados estadísticos mostrados en la tabla 70 se interpreta:

1. El 95% de los resultados no sobrepasa la tensión máxima permitida por la CREG 024 de 2005 entre +10% -10% de la tensión nominal.
2. La fase A tiene promedio de 128,58 y desviación estándar de 2,4530 permitiendo que el valor de la tensión varíe $\pm 3,1541$ del valor nominal de tensión.

3. La fase B tiene promedio de 128,22 y desviación estándar de 2,4696 permitiendo que el valor de la tensión varíe $\pm 3,1665$ del valor nominal de tensión.
4. La fase C tiene promedio de 128,1 y desviación estándar de 2,5631 permitiendo que el valor de la tensión varíe $\pm 3,2835$ del valor nominal de tensión.

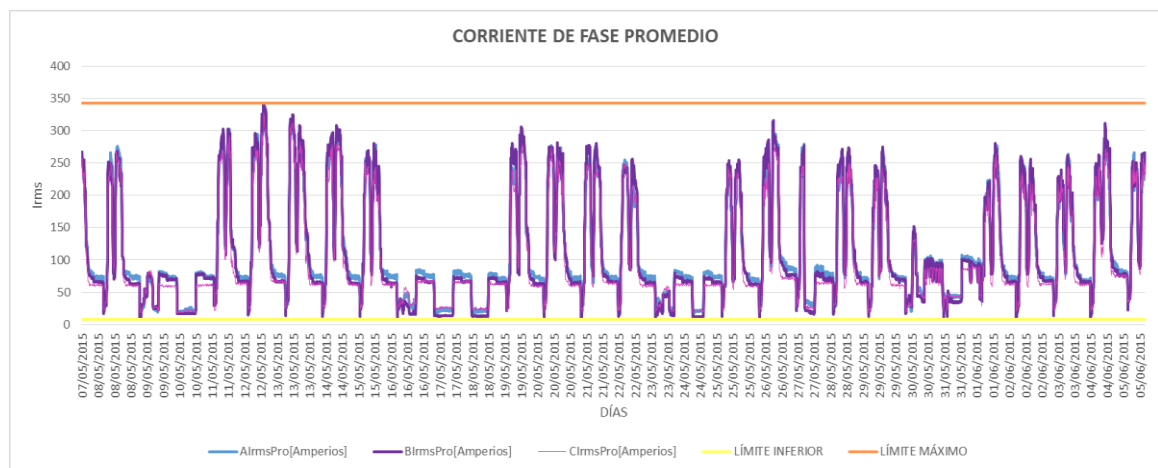
Tabla 64. Resumen estadístico perfil de tensión transformador 75 kVA

Fase	Prome [Vrms]	Desviación estándar	Percentil 95
L1 Vrms (A)	128,58	2,45304802	133,35
L2 Vrms (B)	128,22	2,46960636	133,06
L3 Vrms (C)	128,1	2,56315279	132,734

4.7.4 Niveles de corriente en el edificio administración I.

Diagramas de intensidad 200 kVA

Figura 59. Corriente de fase promedio transformador 200 kVA



✓ **Análisis comportamiento de intensidad**

Se presentan picos de corriente los días martes, el mas significativo ocurre el 12/05/2015 con valor de 343,1 [A], estos puntos se relacionan con las actividades realizadas en el edificio Administración I (Secciones del consejo Academico).

Los días en que se reduce el nivel de intensidad corresponde a fines de semana y días festivos por la carencia de actividades en el edificio.

En los resultados estadísticos de la tabla 69 se interpreta:

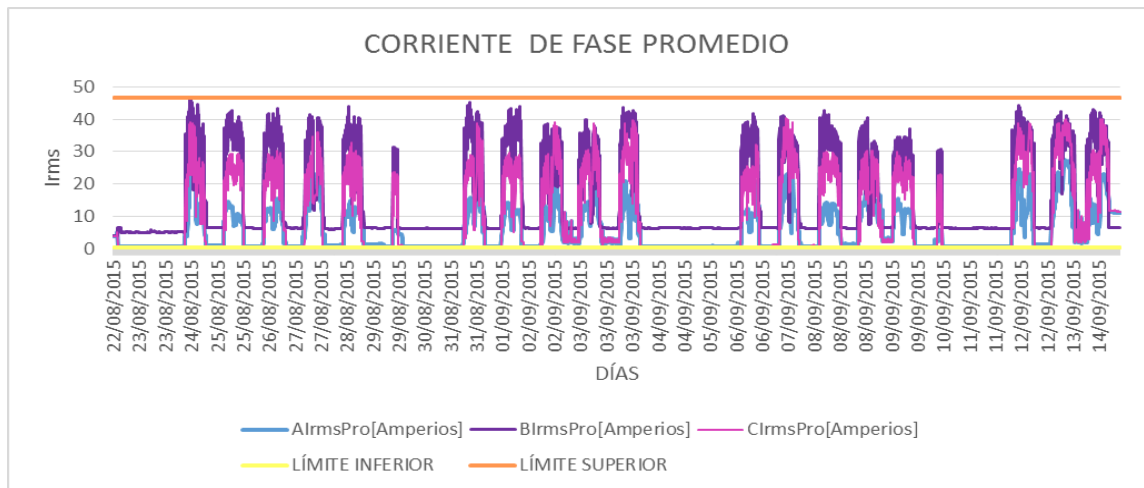
1 No existe desbalance de corriente entre fases que supere el 15%

Tabla 65. Resultados estadísticos intensidad transformador 200 kVA

Fase	Percentil 95	Mínimo	Máximo	Prom[Irms]	Desviación estándar
L1 Irms (A)	265,235	16,229	343,1	106,002251	76,8625221
L2 Irms (B)	271,9475	8,524	339,4	103,50753	82,4547743
L3 Irms (C)	251,03	18,032	327,4	95,3842632	74,6785247

Diagramas de intensidad 75 kVA

Figura 60. Corriente de fase promedio transformador 75 kVA



✓ **Análisis intensidad 75 kVA**

Se visualiza un comportamiento mínimo de la corriente de 0,6149 en la fase A, 3,869 en la fase B y 0,3848 en la fase C. Se puede observar desbalance entre las fases superando el 15%.

Tabla 66. Resultados estadísticos intensidad transformador 75 kVA

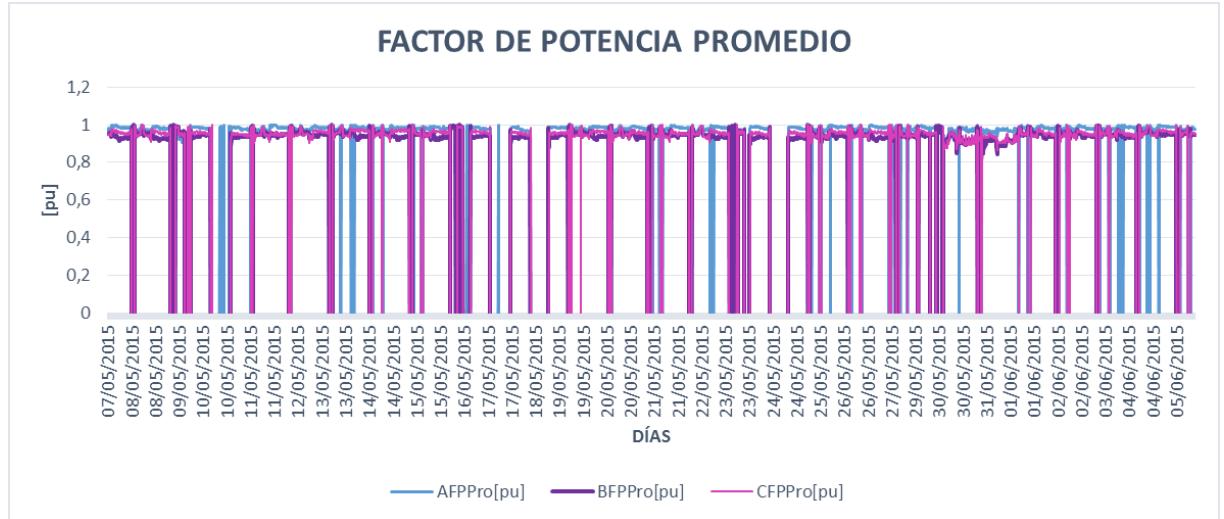
Fase	Percentil 95	Mínimo	Máximo	Prom[Irms]	Desviación estándar
L1 Irms (A)	19,77085	0,6149	28,148	5,52616761	6,515688747
L2 Irms (B)	39,65	3,869	46,67	15,7954273	13,22128017
L3 Irms (C)	32,3065	0,3848	40,24	9,83570662	12,1498664

4.7.5 Factor de potencia en el edificio administración I. El factor de potencia es la relación entre la energía que se convierte en trabajo y la energía eléctrica que un circuito o dispositivo consume. Está dado por el cociente entre el voltaje total aplicado a un circuito y el voltaje en la parte resistiva del mismo.

La norma NTC 5001 – 2008 establece que el factor de potencia de una instalación debe ser mayor a 0.9 en condiciones de carga inductiva como capacitiva. En la norma IEEE STD C57-12.00 se consigna que el factor de potencia mínimo admisible en condiciones normales de servicio debe ser superior a 0.8 a plena carga.

Perfil del Factor de Potencia del Transformador de 200 kVA

Figura 61. Factor de potencia promedio transformador 200 [kVA]



✓ Análisis del comportamiento del Factor de Potencia.

Se registró un factor de potencia de 0.99 durante el 99% del tiempo de medición realizada en el transformador. Este valor se ajusta a lo establecido por la norma NTC 5001.

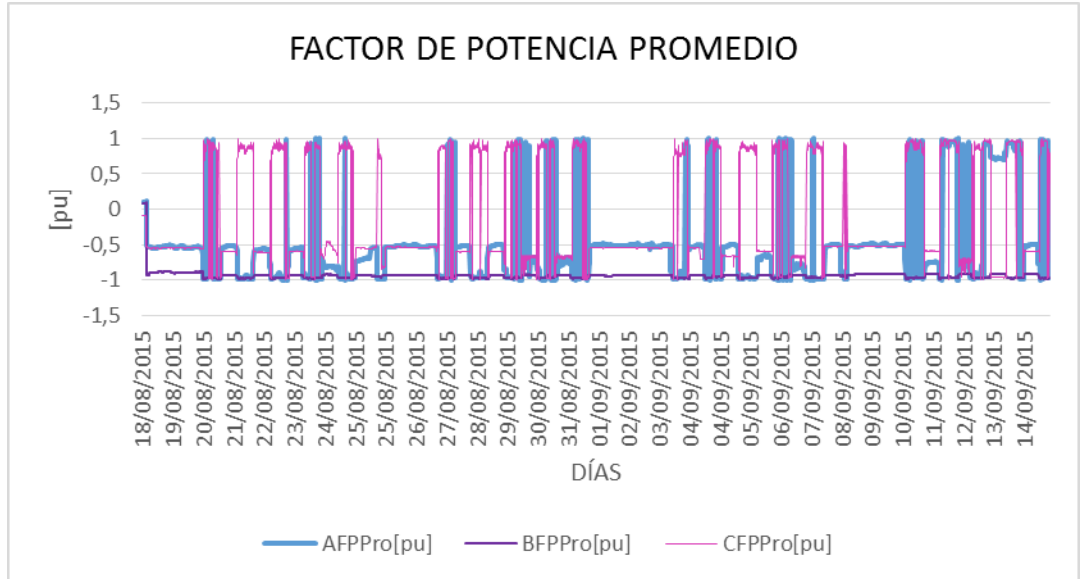
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 67. Resultados estadísticos factor de potencia transformador 200 kVA

FACTOR DE POTENCIA	
Máximo	1
Mínimo	-1
Percentil 95	0,9903
Promedio	0,647861161
desviación estándar	0,706650356

Perfil del Factor de Potencia del Transformador de 75 kVA

Figura 62. Factor de potencia promedio transformador 75 kVA



✓ Análisis del comportamiento del Factor de Potencia

Se registró un factor de potencia de 0.99 durante el 99% del tiempo de medición realizada en el transformador. Este valor se ajusta a lo establecido por la norma NTC 5001.

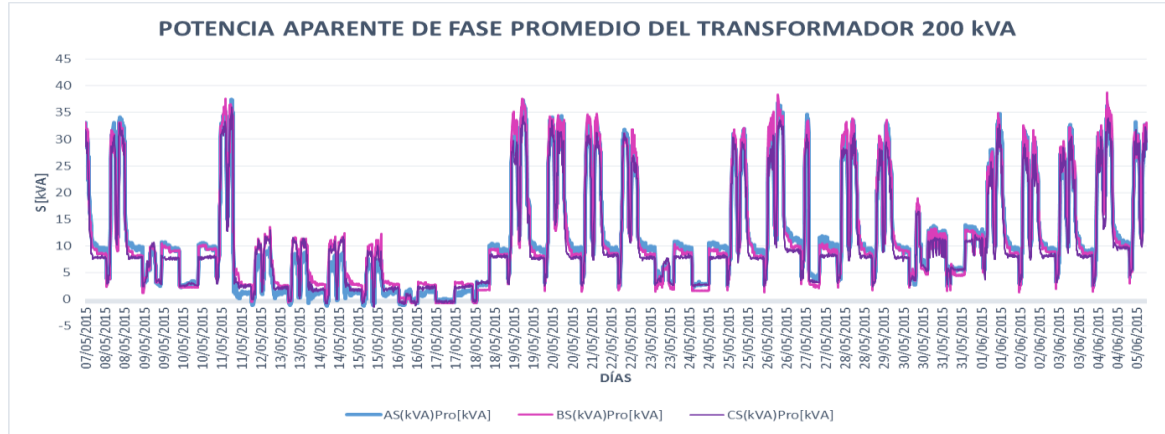
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 68. Resultados estadísticos factor de potencia transformador 75 kVA

FACTOR DE POTENCIA	
Máximo	1
Mínimo	-0,9998
Percentil 95	0,9379
Promedio	-0,499648496
desviación estándar	0,641539927

Perfil de potencia aparente del Transformador de 200 kVA

Figura 63. Potencia aparente transformador 200 kVA



Se observa el perfil de variación de demanda de potencia total en kVA, que es la potencia total que las cargas o equipos conectados a la acometida de baja tensión le solicitan como carga diversificada actualmente al transformador de 200 kVA. Se presenta un pico de consumo de potencia el día martes 26/05/2015, en la fase A de 37,52 kVA, fase B de 38,83 kVA, fase C de 36,02 kVA para un total de 112,37 kVA trabajando el transformador a 56,18% y una potencia promedio de 32,5 kVA, equivalente a 16,25% de la potencia nominal del transformador de 200 kVA. Es decir, está operando bajo condiciones de carga normal.

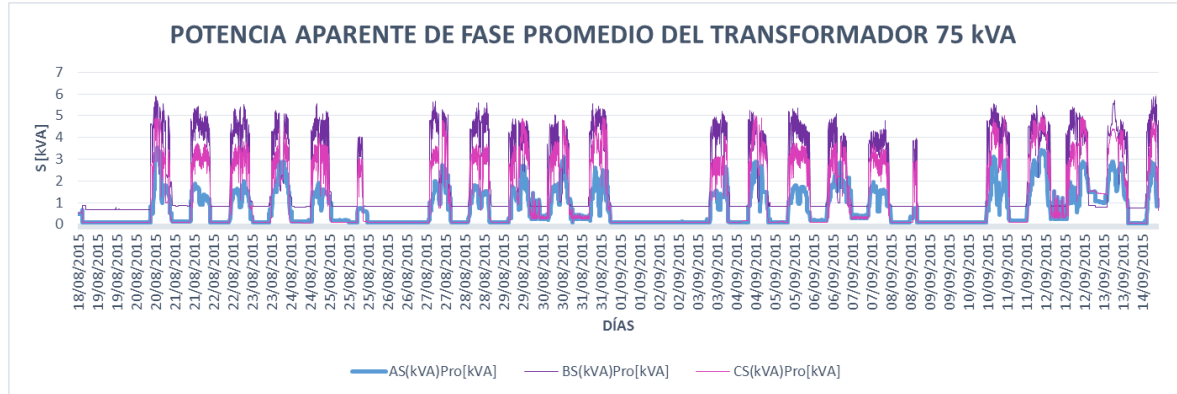
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 69. Potencia aparente transformador 200 kVA

POTENCIA APARENTE S [kVA]			
	A	B	C
Min[kVA]	-1,2945	-0,833	-1,5373
Máx[kVA]	37,52	38,83	36,02
Percentil 95	31,22875	32,2955	29,56585
Promedio[kVA]	11,05647	11,26622	10,18741
desviación estándar	9,491248	9,664031	8,871769

Perfil de potencia aparente del Transformador de 75 Kva

Figura 64. Potencia aparente transformador 75 kVA



Se observa el perfil de variación de demanda de potencia total en kVA, que es la potencia total que las cargas o equipos conectados a la acometida de baja tensión le solicitan como carga diversificada actualmente al transformador de 75 kVA. Se presenta un pico de consumo de potencia el lunes 20/08/2015 en la fase A de 3,54 kVA, fase B de 5,9 kVA, fase C de 5 kVA para un total de 14,45 kVA trabajando el transformador a 19,26% y una potencia mínima 0,59 kVA, equivalente 0,79% de la potencia nominal del transformador de 75 kVA. Es decir, está operando bajo condiciones de carga baja.

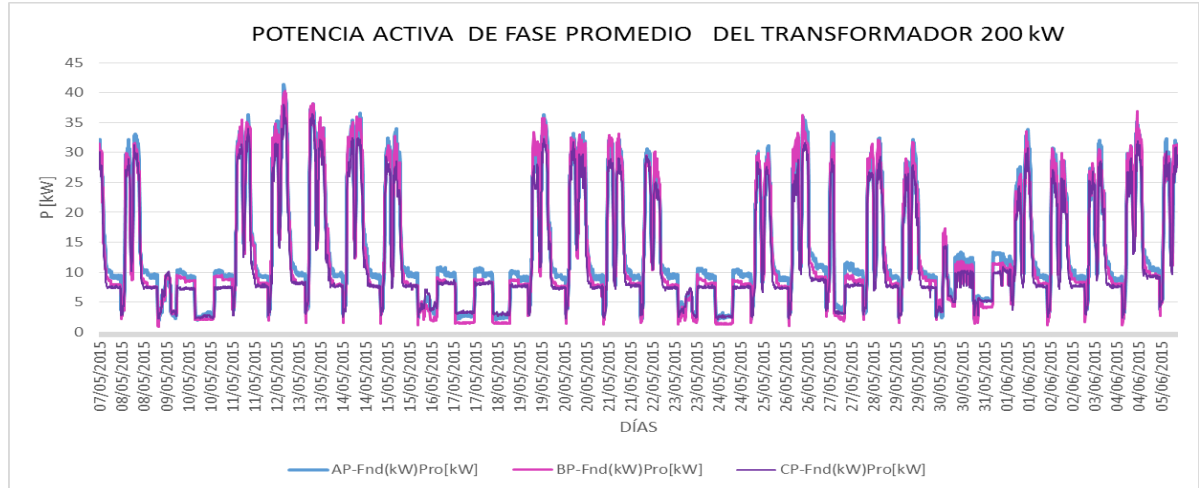
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 70. Potencia aparente transformador 75 kVA

POTENCIA APARENTE S [kVA]			
	A	B	C
Min[kVA]	0,04708	0,4972	0,04996
Máx[kVA]	3,54	5,9	5,011
Percentil 95	2,574595	5,0406	4,175
Promedio[kVA]	0,729362	2,051425	1,278002
desviación estándar	0,839572	1,685903	1,545233

Perfil de potencia activa del Transformador de 200 kW

Figura 65. Potencia activa transformador 200 [kW]



El día en que se registro el mayor valor de demanda de potencia activa fue el día 12 de Mayo de 2015 con un valor de 119,73 kW y la menor demanda fue de 4,9 kW los días (9, 10,16,18,23,24,30,31) de Mayo 2015, los cuales corresponden a fines de semana.

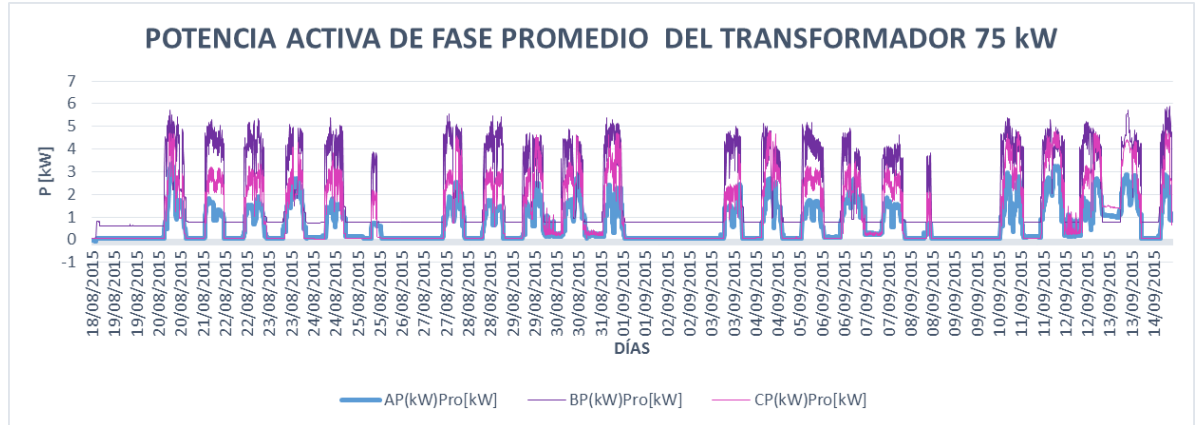
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuacion:

Tabla 71. Potencia activa transformador 200 kVA

POTENCIA ACTIVA P [kW]			
	A	B	C
Min[kW]	1,8323	0,9188	2,1568
Máx[kW]	41,38	40,28	38,07
Promedio[kW]	13,561493	12,796207	11,77983
Desviación estándar	9,2912159	9,69888049	8,640005
Percentil 95	32,1585	31,9855	29,37135

Perfil de potencia activa del Transformador de 75 kW

Figura 66. Potencia activa transformador 75 kW



El día en que se registro el mayor valor de demanda de potencia activa fue el 14 de Septiembre de 2015 con un valor de 14,14 kW y la menor demanda fue de 0,047 kW el día viernes 21 de agosto de 2015.

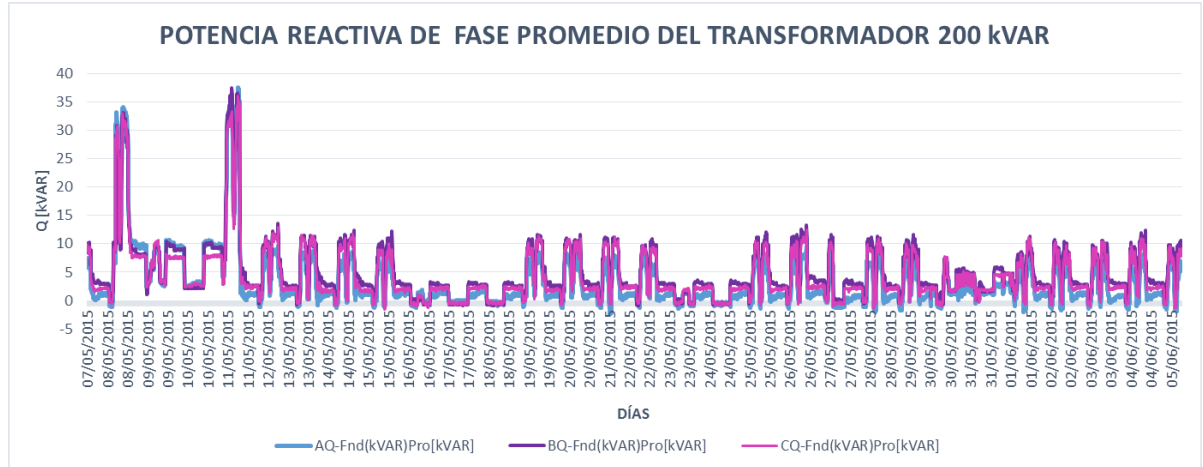
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 72. Potencia activa transformador 75 kVA

POTENCIA APARENTE S [kVA]			
	A	B	C
Min[kVA]	-0,471	0,04186	0,028904
Máx[kVA]	3,387	5,9	4,849
Percentil 95	2,44836	4,8837	4,0057
Promedio[kVA]	0,663102	1,965707	1,113291
desviación estándar	0,813542	1,650245	1,40387

Perfil de potencia reactiva del Transformador de 200 kVAR

Figura 67. Potencia reactiva transformador 200 kVAR



El día en que se registro el mayor valor de demanda de potencia reactiva fue el 11 de mayo de 2015 con un valor de 111,1 kVAR y la menor demanda fue de -3,86 kVAR . Lo cual se recomienda instalar un banco de condensadores para eliminar el alto consumo de reactivo.

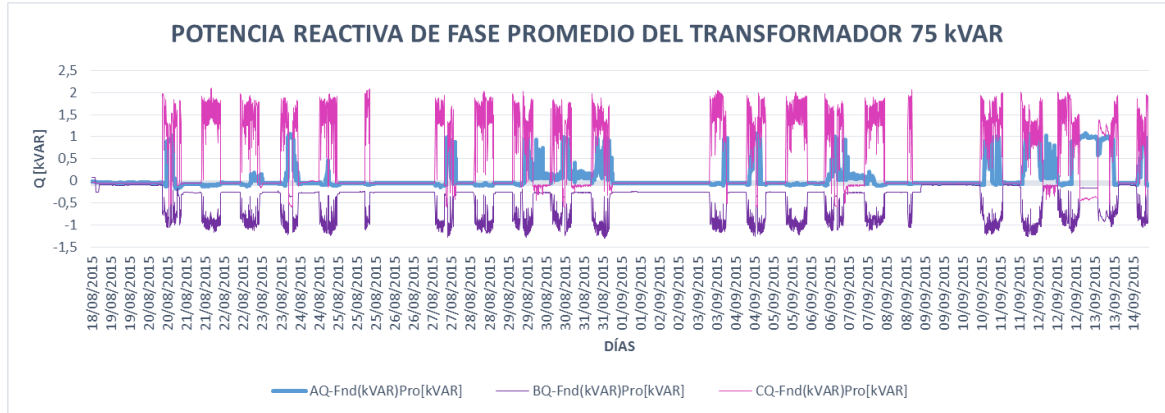
El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 73. Potencia reactiva transformador 200 kVA

POTENCIA REACTIVA Q [kVAR]			
	A	B	C
Min[kVAR]	-2,4135	-0,8882	-1,5373
Máx[KVAR]	37,52	37,56	36,02
Promedio[kVAR]	3,203374	4,981447	4,210635
Percentil 95	9,76465	11,0741	10,59065
Desviación estándar	5,15544	5,165861	5,039709

Perfil de potencia reactiva del Transformador de 75 kVAR

Figura 68. Potencia reactiva transformador 75 kVAR



El transformador presenta un consumo de reactivos de máximo 3,3 kVAR lo cual presenta 4,4%. Por lo cual no se recomienda la instalación de un banco de condensadores

El resumen estadístico con el percentil 95 se presenta a continuación:

Tabla 74. Potencia reactiva transformador 75 kVAR

POTENCIA REACTIVA Q [kVAR]			
	A	B	C
Min[kVAR]	-0,1875	-1,2994	-0,6037
Máx[KVAR]	1,0832	0,07727	2,108
Promedio[kVAR]	0,084996	-0,46357	0,42481
Percentil 95	0,321577	0,357011	0,751806
Desviación estándar	0,959265	-0,0963	1,8598

5. USO EFICIENTE Y RACIONAL DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

El edificio Administración I tiene gran cantidad de funciones al servicio de la comunidad universitaria, por ello se ha tenido que adaptar a diferentes factores donde muchos de estos inciden significativamente en el consumo de energía eléctrica.

- **LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

La línea de producción en el edificio corresponde a las personas fijas y externas al edificio quienes con sus hábitos contribuyen en el consumo de energía del edificio. Para ello es indispensable mejorar sus hábitos y evitar el desperdicio de energía.

- **EDIFICACIÓN**

El grado de aislamiento térmico, los materiales utilizados, el estado de techos, puertas, ventanas, persianas, distribución de los espacios de trabajo, aprovechamiento de luz natural, ventilación natural, radiación solar y en general el diseño arquitectónico son factores que influyen en el consumo de energía del edificio.

- **EQUIPOS**

El número de equipos, su eficiencia, condiciones de operación, mantenimiento y edad influyen significativamente en el consumo energético.

- **FACTORES EXTERNOS**

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se encuentra ubicada la edificación influye en la demanda energética del edificio.

- SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La iluminación es una de las principales aplicaciones de la energía eléctrica en el edificio Administración I para el desarrollo de sus actividades. Hay factores que influyen en el consumo de energía de los sistemas de iluminación, tales como:

- Eficiencia energética de las bombillas y luminarias.
- Modo de instalación y uso de las luminarias, además del aprovechamiento de la luz natural.
- Mantenimiento del sistema de iluminación (limpieza y cambio de lámparas defectuosas).

Al realizar el diseño del sistema de iluminación, es necesario considerar los niveles mínimos de iluminación según lo dispone el RETILAP siempre con relación a la actividad que se va a desarrollar en el lugar. Actualmente la tecnología ha evolucionado y se cuenta con variadas alternativas de iluminación. Se realizó un estudio sobre la iluminancia del edificio de Administración I donde se obtuvo que algunas oficinas no cuentan con los niveles adecuados de iluminación, por ello se recomienda realizar un estudio más avanzado para reemplazar equipos y rediseñar el sistema de iluminación existente.

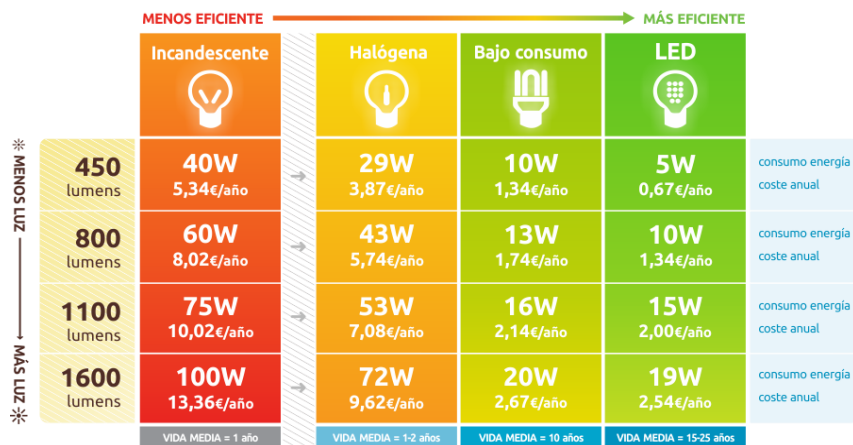
Actualmente el edificio cuenta con los siguientes tipos de bombillas para su iluminación:

- Bombilla incandescente utilizada en algunos de los baños, este tipo de bombilla permite percibir los colores de manera real y además emite un color de luz cálido. Por otra parte, tiene un consumo de energía muy alto y genera calor.
- Bombilla fluorescente tubular se encuentra en los pasillos y en la mayoría de oficinas, estas bombillas emiten luz con tonalidad predominantemente blanca y fría. El sistema de encendido es conocido como balasto, retardando su máxima

emisión de luz desde su encendido. El consumo de energía de estas bombillas es relativamente bajo.

- Led empleadas en muy pocas oficinas, son fabricadas con los mismo materiales de los chips electrónicos. Tiene grandes ventajas al permitir controlar el color, tono de luz y resistente a golpes fuertes, además su vida útil es cercana a los 15 años y su eficiencia es mucho mejor respecto a las otras.

Figura 69. Eficiencia promedio por tipo de bombilla [19]



Consejos para las buenas prácticas del uso racional de la energía que permiten tener control de consumo y generar ahorro en los sistemas actuales de iluminación del edificio Administración I:

- Apagar las luminarias que no se estén utilizando y de ser posible en horas de la mañana en aquellos lugares donde se pueda suplir la iluminación por medio de la luz natural.
- Aprovechar al máximo la luz natural, abriendo persianas y cortinas en las diferentes oficinas durante el tiempo laborado en las mañanas.
- Emplear colores claros en las paredes, techos y pisos, estos reflejan más la luz al interior de las oficinas y permiten disminuir considerablemente la necesidad de iluminación.

- Reemplazar las lámparas y luminarias que hayan cumplido con su vida útil según las especificaciones técnicas y estado actual.
- Realizar mantenimiento preventivo y limpieza a las lámparas y luminarias, porque las capas de polvo sobre las lámparas y accesorios reducen considerablemente la emisión de luz, por eso deben limpiarse por lo menos una vez al año.

A continuación se presentan recomendaciones para futuros rediseños en la optimización del consumo de energía en el sistema de iluminación del edificio:

- Sustituir lámparas fluorescentes compactas LFC o de bajo consumo por luminarias con tecnología LED.
- Instalación de sensores de luz: Consiste en un sistema que se ajusta de manera automática la cantidad de luz emitida por las lámparas en función al aporte de la luz natural. Hay dos tipos de sistemas Todo/nada (las luminarias se conectan y desconectan automáticamente tomando como referencia un nivel de luminosidad determinado) y Progresivos (la cantidad de luz emitida por las luminarias cambia progresivamente según la cantidad de luz natural por cada instante).

El potencial de ahorro que permite este sistema oscila entre el 45% y 75% en el consumo eléctrico de las luminarias, además que ofrece como ventaja aumentar su vida útil.

- Detectores de presencia: Este sistema permite conectar o desconectar automáticamente la iluminación en función de la presencia o ausencia de personas en los pasillos y aquellos lugares donde el paso de personas no es continuo.

El potencial de ahorro es medio y oscila entre el 10% y 30% del consumo de energía total.

- Interruptores horarios: Esta implementación permite el encendido y apagado de luminarias en función de un horario establecido por zonas para evitar que estén encendidas en momentos que no se requieran como en las noches, días festivos, período vacacional y fines de semana.

El potencial de ahorro es medio – bajo, entorno al 10% del consumo eléctrico total.
[20]

✓ EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

La refrigeración tiene como finalidad conservar la frescura de productos a una temperatura conveniente por un tiempo determinado, en el edificio Administración I dicho sistema está representado por neveras en varias dependencias, el sistema de funcionamiento es basado por un sistema de enfriamiento por compresión de vapor.

Las condiciones de operación de las neveras pueden variar según las condiciones climáticas del lugar donde se encuentran ubicadas (entre mayor frío tenga el ambiente, más va a trabajar el equipo consumiendo mayor cantidad de energía).

Se recomiendan algunas prácticas para mejorar la eficiencia de estos equipos:

- Mantener la temperatura del termostato del equipo en un valor mínimo o medio, ya que en un nivel máximo el consumo de energía se ve aumentado en un 50 %; teniendo en cuenta que los aparatos ubicados en este edificio son solo para alimentos y bebidas, no es necesario mantener una temperatura tan baja, como si puede ser necesario en otros edificios donde hay laboratorios y se conservan diferentes sustancias químicas.
- Los equipos no deben ser ubicados en zonas muy calientes ni obstruidos al colocar cajas, productos o cualquier otro objeto que limite la circulación del aire en los ventiladores de evaporadores y condensadores.

- Revisar periódicamente el aislamiento térmico y los empaques, debido a que los aislantes funcionan para reducir la carga de calor del exterior. Entre menor sea la cantidad de aislante, más trabajo tendrá que realizar el compresor para enfriar.
- Es recomendado hacer la apertura y cierre de los refrigeradores la menor cantidad de veces posible, es decir, solo cuando se considere necesario, ya que esto puede ayudar a disminuir el consumo energético.
- Tener presente que la acumulación de hielo y escarcha en las paredes de los congeladores es motivo de disminución en la vida útil del equipo así como un aumento en el consumo de energía, para esta situación se recomienda la adquisición de equipos que no posean el mecanismo “No frost”, el cual cumple la función de descongelar los congeladores automáticamente.

✓ SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

La presencia de sistemas de aire acondicionado es frecuente y representa consumos de energía excesivos, donde el objetivo principal es conservar la temperatura adecuada de un espacio cerrado para la realización de procesos, en este caso la temperatura ideal para el correcto funcionamiento de equipos de cómputo y otros equipos de oficina.

Existen diversos factores que contribuyen a elevados consumos de energía como la puesta en funcionamiento de un equipo de este tipo bajo condiciones bastante desfavorables, donde prima e interés de confort por parte del usuario sobre las condiciones y temperaturas de operación adecuadas de los equipos.

De acuerdo al censo de cargas realizado al edificio de Administración I se obtuvo que el porcentaje más alto en el consumo de energía se encuentra en éste, y es ocasionado por la implementación de aires acondicionados en la mayoría de las oficinas del edificio. Donde el consumo promedio mensual de energía es de 33183,696 kWh y los tres principales consumidores son:

- Admisiones y registro académico con 2400 kWh/mes.
- Secretaría general con 1999 kWh/mes.
- Rectoría con 1852 kWh/mes.

El consumo elevado en el edificio se debe a diferentes factores, entre los cuales cabe resaltar: La arquitectura del edificio, al haber sido construido hace años sin tener presente los criterios de eficiencia energética y sin tener aprovechamiento de un sistema de ventilación adecuado en clima por las ventajas de ubicación del mismo.

Con el fin de reducir el consumo de energía ocasionado por la no correcta utilización de los aires acondicionados en el edificio se plantean posibles prácticas de uso que permitan tener control sobre la eficacia de los sistemas energéticos, a continuación se presentan:

- Teniendo en cuenta que algunas de las unidades condensadoras del sistema de refrigeración están ubicadas en una terraza con exposición a la radiación solar contribuyendo en las pérdidas de energía por transferencia de calor, es recomendable un techo de protección contra esta radiación, con la intención de impedir sobrecalentamiento en las unidades y una operación de trabajo no adecuada.

Figura 70. Aires acondicionados afectados por radiación solar



- Otra medida para contrarrestar posibles pérdidas por temperatura en las tuberías del sistema de refrigeración, es recomendable la instalación de aislamiento térmico eficiente en la totalidad de estos, así como en paredes y techo.
- Realizar mantenimiento periódico preventivo y continuo (mínimo dos veces al año) para garantizar que el condensador, el evaporador y los filtros se encuentren limpios, además de ser necesario comprar repuestos y componentes originales o de buena calidad, para que los equipos operen eficientemente y prolongar su vida útil.
- En aspectos referentes al tema de identificación de posibles fallos, se recomienda un programa de mantenimiento predictivo y continuo con el fin de verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema eléctrico.
 - Para favorecer y contribuir al medio ambiente, pero a su vez ayuda en la disminución de transferencia de calor hacia la terraza donde se encuentran ubicados los aires acondicionados, es la implementación de techos verdes.
- En las oficinas donde se cuenta con aires acondicionados se recomienda mantener las ventanas y puertas cerradas, para conservar la temperatura que proporciona dicho sistema y disminuir al máximo las infiltraciones de calor producidas por las entradas de aire exterior. También es importante solo encender el equipo cuando las oficinas cuenten con el personal del área y no cuando se encuentre solo, con el fin de hacer uso racional de los equipos.
- Suspender el suministro de energía a estos sistemas tiempo antes de terminar la jornada laboral (alrededor de 30 minutos), así se conserva el clima adecuado para terminar la jornada y se contribuye al ahorro de energía.

Como recomendación general del es de gran importancia implementar en el edificio Administración I el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ) para compra de futuros equipos.

El RETIQ entrará en vigencia a partir del 31 de Agosto de 2016, en este caso aplica en las diferentes oficinas para aires acondicionados, balastos de iluminación fluorescente y pequeños artefactos. [21].

El etiquetado energético es un rotulo de color amarillo que proporciona información específica al comprador sobre equipos (aires acondicionados, neveras, balastos, entre otros), entre ellos el indicador de desempeño energético, clasificación de desempeño energético y características técnicas del equipo permitiendo la comparación con otros equipos de similares características.

Figura 71. Política de etiqueta energética [22]



Figura 72. Etiqueta de eficiencia energética [23]

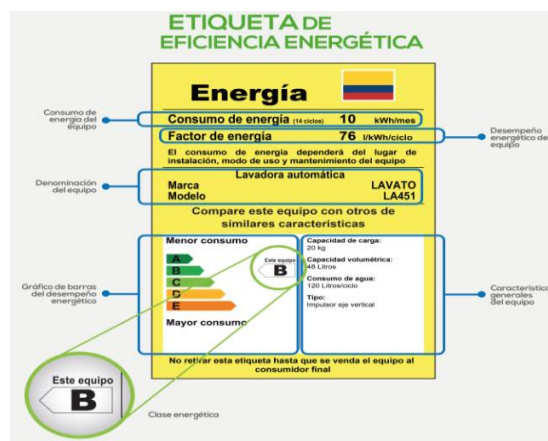
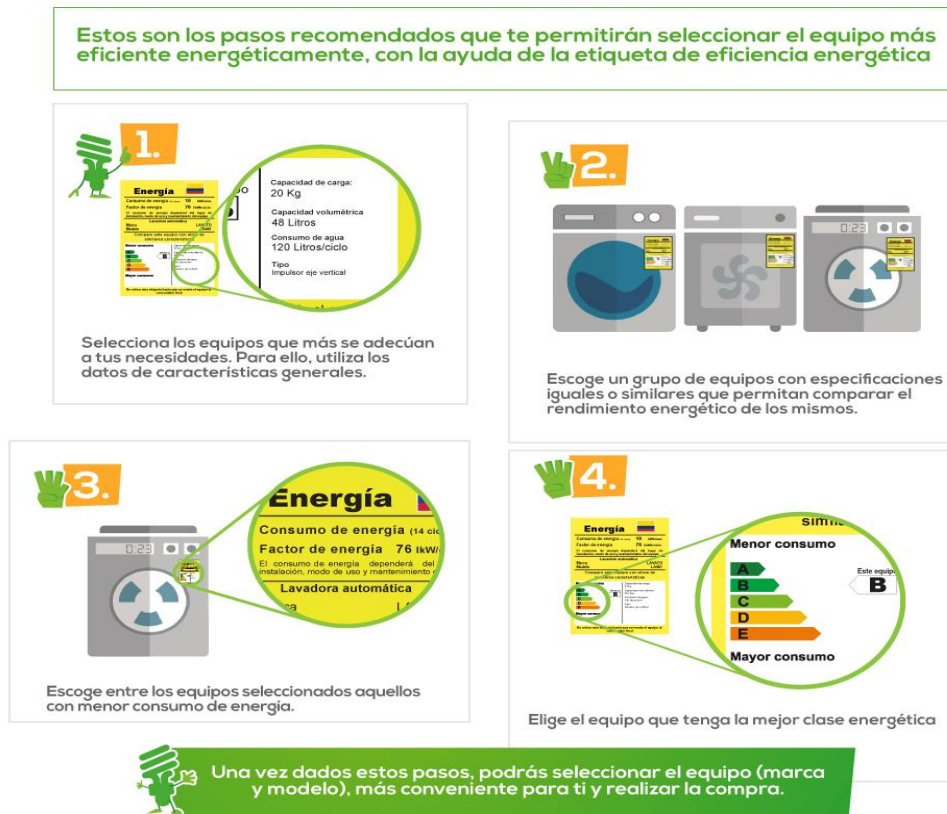


Figura 73. Equipos etiquetados [23]



Figura 74. Pasos para selección de equipos con etiqueta [24]



Hacer uso de la etiqueta energética permite elegir productos más eficientes con mejor tecnología elevando el nivel de confort, reduce la emisión de gases efecto invernadero fomentando el uso racional de los recursos naturales para producir energía. Además de esto permite recuperar la inversión hecha en menor tiempo al conseguir menores costos por consumo de energía.

5.1 CULTURA ENERGÉTICA

La eficiencia energética se interpreta como un instrumento altamente eficaz para eliminar el desperdicio y uso innecesario de energía eléctrica, sin disminuir la calidad de vida de los individuos manteniendo el mismo servicio energético y mitigando los efectos negativos generados sobre el medio ambiente. Esto es posible lograrlo implementando acciones y programas de eficiencia energética a corto y mediano plazo. Conforme a lo anterior es necesario conocer e implementar el uso consciente, eficiente y racional de la energía para mejorar la operación de equipos y tecnologías.

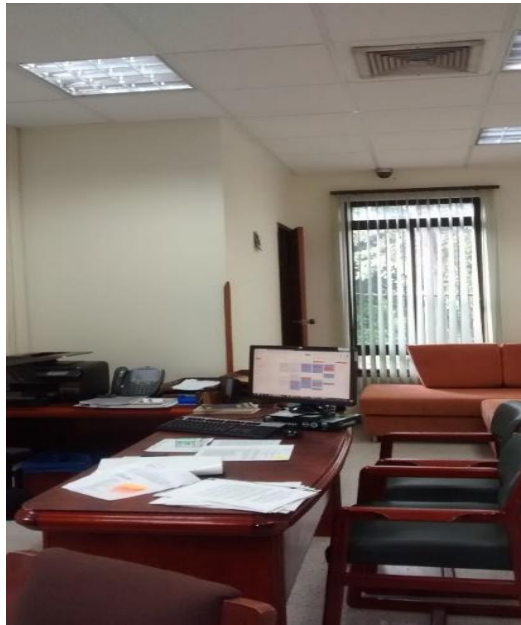
El uso consciente de energía es el conocimiento y la información necesaria para seleccionar los sistemas y equipos según la eficiencia energética para su correcta operación y mantenimiento.

El uso eficiente de energía es el aprovechamiento máximo en la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos del potencial de la cadena energética.

El uso racional de energía es el uso consciente de la energía utilizando solo la necesaria para la satisfacción de las necesidades de cada usuario.

Con el objetivo de reducir el consumo de energía en el edificio Administración I surge la iniciativa de crear una cultura energética en la cual participen trabajadores y personal externo asociado al edificio promoviendo el uso racional de energía.

Figura 75. Consumo sin ocupación



El consumo de energía eléctrica en el edificio se encuentra mayoritariamente en los sistemas de climatización, equipos de iluminación y aparatos eléctricos.

La razón de enfatizar en esos tres sistemas es porque el número de equipos ofimáticos (computadores, impresoras, fotocopiadoras, escáneres, faxes) contribuyen significativamente en el aumento del consumo de energía del edificio. Este consumo se encuentra directamente ligado a factores tales como el nivel de eficiencia energética de cada equipo, los hábitos de consumo de los usuarios o por características constructivas del edificio.

5.1.1 Metodología. Para cumplir este objetivo de la cultura energética, se listan las siguientes actividades:

- Se realizó una encuesta al personal fijo del edificio la cual permitió identificar el comportamiento humano, como es empleada la energía en el edificio y si se tiene consciencia sobre la importancia del uso racional de energía.
- Charlas cortas con la planta administrativa del edificio en donde se les informa la importancia del uso racional de energía y que les permite modificar sus hábitos de consumo.
- Orientación al personal del edificio sobre las actividades que pueden realizar para contribuir al ahorro del consumo de energía.

5.1.2 Finalidad. Esta campaña desea minimizar el consumo energético generando buenos hábitos en todo el personal de los diferentes centros de trabajo del edificio Administración I, en donde las acciones más pequeñas y sencillas pueden tener un gran impacto positivo si todo el personal del edificio las ponen en práctica.

5.1.3 Lema y logo de la campaña. Para el edificio Administración I de la Universidad Industrial de Santander el lema de la campaña energética es: “Administración consciente del consumo eficiente”.

Figura 76. Lema y logo de la campaña



6. CONCLUSIONES

El proyecto planteó como objetivo general realizar la caracterización energética del edificio Administración I aplicando los lineamientos propuestos en la metodología del SGIE. Para lograr este objetivo se realizaron las siguientes actividades: estado actual energético, censo de carga, encuestas, toma de datos. Una vez obtenidos los datos y realizado el análisis de los mismos fue posible determinar que se puede reducir el consumo de energía eléctrica con la aplicación de ahorro sin inversión tecnológica.

Respecto a cada uno de los puntos planteados en los objetivos específicos la investigación produjo los siguientes resultados:

Como primer objetivo fue propuesto: “Identificar las variables que impactan la eficiencia energética del edificio Administración I”

- Se realizó la caracterización energética del edificio, la cual permitió identificar variables, áreas y equipos con mayor consumo energético, entre los cuales se encuentran los sistemas de aire acondicionado, artefactos de cafetería y equipos de cómputo.
- Se realizó la aplicación del calificador simple y encuestas propuestas por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), donde se encontró que el edificio no cuenta una con política energética que promueva metas para reducir el consumo de energía y sus costos.
- Se realizó un censo de carga de los equipos consumidores de energía eléctrica en el edificio de Administración I para conocer su consumo en kWh y su estado actual de funcionamiento, brindando información relevante para el plan de medidas en compra de equipos y mantenimiento de los mismos.

Como segundo objetivo fue propuesto: “Implementar herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética, de las operaciones que se realizan en el edificio Administración I”

- Se implementaron herramientas estadísticas entre las cuales cabe resaltar el diagrama de Pareto, permitiendo la identificación de que son los sistemas de aire acondicionado, artefactos de cafetería y equipos de cómputo los que consumen el 80% de la energía total consumida en el edificio de Administración I.
- El comportamiento estadístico y aleatorio de la caracterización se realizó a partir de la regla de Pareto, la cual evidenció que las dependencias que consumen el 80% de la energía son: Admisiones y registro Académico, Secretaría general, División de recursos humanos I, División financiera, rectoría, vicerrectoría administrativa y vicerrectoría académica. También muestra como el 80% de la energía es consumida por los aires acondicionados, los equipos de cómputo y los artefactos de cafetería.
- Respecto al consumo vs producción en el tiempo, los datos obtenidos permiten observar que el edificio tiene un comportamiento estable. Los días sábados y domingos el consumo disminuye, como respuesta a la inactividad en el edificio. El consumo que se registra en estos días es debido a los aparatos que se mantienen encendidos las 24 horas (neveras).
- El sistema de iluminación del edificio Administración I se ajusta en gran porcentaje a los parámetros establecidos por el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP). Aquellos casos donde no se coincide con lo establecido en la norma no inciden de forma significativa en el comportamiento general del edificio.
- Mediante el estudio sobre calidad de la energía se establece que los niveles de tensión y corriente por medio del percentil 95 se encuentran dentro de los rangos establecidos por la CREG.

Como tercer objetivo fue propuesto: “Plantear con base en la caracterización energética, alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los puntos de ahorro energéticos en el edificio Administración I”

- Se plantea la campaña energética Administración consciente del consumo eficiente en el edificio Administración I, donde se brinda la información necesaria al personal fijo para mejorar los hábitos de consumo en el uso racional de energía y reducir el consumo energético.
- El edificio de Administración I cumple con los parámetros necesarios para aplicar las propuestas del acondicionamiento ambiental por medio naturales como se propone en el plan de medidas del uso eficiente de la energía, para así establecer una innovación a la hora de hacer más eficiente un edificio ya que se puede aplicar y reducir los gastos energéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso.
- [2] Objetivo de la Unidad de Planeación Minero-energética, UPME.
- [3] Guía para la implementación, Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guis.pdf>
- [4] “Oportunidades e impactos de la gestión energética en la industria colombiana PEN- SGIE”.
- [5] Unidad de Planeación Minero Energética. Disponible en Internet: <http://www1.upme.gov.co/>
- [6] Ministerio de Minas y Energía. Ley No, 697 (Ley URE) del 3 de octubre de 2001, Colombia.
- [7] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Energy Management Systems –Requirements with Guidance for Use. Geneve, ISO, 2011 24 p. (ISO 50001).
- [8] Puentes Marín, Andrés Felipe; Jones Rojas, Juan Camilo. 2014. *Caracterización del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del Sistema de gestión integral de la energía (SGIE)*. Tesis pregrado, Colombia, Universidad Industrial de Santander, Fac. Ing. Físico-Mecánicas.
- [9] León Ayala, Jaime Domingo; Meneses Hernández, Willian Adolfo. 2014. *Caracterización Energética del Edificio Bienestar Universitario aplicando el proceso de implementación del Sistema de gestión integral de la energía (SGIE)*. Tesis pregrado, Colombia, Universidad Industrial de Santander, Fac. Ing. Físico-Mecánicas.
- [10] <http://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/>
- [11] http://www.olino.org/wp-content/uploads/2008/05/lm631_1662975_a_w.pdf
- [12] <https://www.minminas.gov.co/retilap>

- [13] Calidad de la energía eléctrica. Disponible en Internet:
<http://si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
- [14] [http://www.fluke.com/fluke/eses/termografia/fluke-ti32-\(europe\).htm?pid=56185](http://www.fluke.com/fluke/eses/termografia/fluke-ti32-(europe).htm?pid=56185)
- [15] http://www.termografics.com/pdf/ejemplo_informe_termografics.pdf
- [16] http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/352/Control_de_Armonicos_IEEE_519-1992_en_Espa%C3%B1ol.pdf
- [17] libreria.universia.net.co/ntc-1340-electrotecnia-tensiones-y-frecuencias-nominales
- [18] <http://www.powerqualityworld.com/2011/04/ansi-c84-1-voltage-ratings-standard.html>
- [18] <http://www.dranetz.com/product-services/powervisa/>
- [19] <http://fltttech.blogspot.com.co/2015/02/iluminacion-led-que-ventajas-tiene.html>
- [20] http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf
- [21] <https://www.minminas.gov.co/retiq>
- [22] <http://www.etiquetaenergetica.gov.co>
- [23] <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/equiposeficientes/view/minisite2.html>
- [24] <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/equiposeficientes/view/minisite1.html#>

BIBLIOGRAFIA

DRANETZ. PowerVisa. Disponible en: <http://www.dranetz.com/product-services/powervisa/>

ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS. International Organization for Standardization.–Requiere ments with Guidance for Use. Geneve, ISO, 2011 24 p. (ISO 50001).

ETIQUETA ENERGÉTICA. Equipos etiquetados a partir de agosto 31 de 2016. Disponible en: <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/equiposeficientes/view/minisite1.html#>

ETIQUETA ENERGÉTICA. Etiqueta de eficiencia energética. Disponible en: <http://www.etiquetaenergetica.gov.co/equiposeficientes/view/minisite2.html>

FLT TECH. Iluminación LED, que ventajas tiene. Disponible en: <http://flttech.blogspot.com.co/2015/02/iluminacion-led-que-ventajas-tiene.html>

FLUKE. Cámara termográfica industrial Fluke Ti32. Disponible en: [http://www.fluke.com/fluke/eses/termografia/fluke-ti32-\(europe\).htm?pid=56185](http://www.fluke.com/fluke/eses/termografia/fluke-ti32-(europe).htm?pid=56185)

ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC-ISO50001.pdf>

ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 1340. Electrotecnia. Tensiones y frecuencias nominales en sistemas de energía eléctrica en redes de servicio público. Disponible en: libreria.universia.net.co/ntc-1340-electrotecnia-tensiones-y-frecuencias-nominales

IEEE. Recomendaciones Prácticas y Requerimientos de la IEEE para el Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de Potencia. Disponible en: http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/352/Control_de_Armonicos_IEEE_519-1992_en_Espa%C3%B1ol.pdf

LEÓN AYALA, Jaime Domingo; MENESES HERNÁNDEZ, Willian Adolfo. 2014. Caracterización Energética del Edificio Bienestar Universitario aplicando el proceso de implementación del Sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Tesis pregrado, Colombia, Universidad Industrial de Santander, Fac. Ing. Físico-Mecánicas.

METERMAN. Model LM631. Digital Light Meter. Disponible en: http://www.olino.org/wp-content/uploads/2008/05/lm631_1662975_a_w.pdf

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Ley No, 697 (Ley URE) del 3 de octubre de 2001, Colombia.

MINMINAS. Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/retiq>

MINMINAS. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP. Disponible en: <https://www.minminas.gov.co/retilap>

POWER QUALITY WORLD. ANSI C84.1: Electric power systems and equipment – voltage ratings (60 Hz). Disponible en: <http://www.powerqualityworld.com/2011/04/ansi-c84-1-voltage-ratings-standard.html>

PUNTES MARÍN, Andrés Felipe; JONES ROJAS, Juan Camilo. 2014. Caracterización del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación

(CENTIC) aplicando la metodología del Sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Tesis pregrado, Colombia, Universidad Industrial de Santander, Fac. Ing. Físico-Mecánicas.

SIMEC. Calidad de la energía eléctrica. Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>

SPC CONSULTING GROUP. Gráfica de Control. Disponible en: <http://spcgroup.com.mx/grafica-de-control/>

TERMOGRAFICS. Ejemplo de estudio predictivo mediante termografía por infrarrojos. Disponible en: http://www.termografics.com/pdf/ejemplo_informe_termografics.pdf

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Guía para la implementación, Sistemas de Gestión Integral de la Energía. Ministerio de Minas y Energía, Disponible en Internet: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Guis.pdf>

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Oportunidades e impactos de la gestión energética en la industria colombiana PEN- SGIE". Disponible en Internet: <http://www1.upme.gov.co/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Alumbrado interior de edificaciones residenciales. Guía didáctica para el buen uso de la energía. Disponible en: http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf