

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN Y LABORATORIO
HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA
DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)**

CRISTIAN CAMILO SALDAÑA RODRÍGUEZ

EDGAR LEONARDO PRECIADO NORE

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES (E³T)**

BUCARAMANGA

2016

**CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN Y LABORATORIO
HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA
DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)**

CRISTIAN CAMILO SALDAÑA RODRÍGUEZ

EDGAR LEONARDO PRECIADO NORE

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero

Electricista

Director:

HERMANN RAÚL VARGAS TORRES

Doctor en Ingeniería Eléctrica

Codirector:

JAIRO BLANCO SOLANO

Magíster en Ingeniería Eléctrica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES (E³T)
BUCARAMANGA**

2016

Gracias a Dios, a mis padres que con su apoyo hicieron esto posible, y a mi familia que estuvieron en este proceso incondicionalmente.

EDGAR LEONARDO PRECADO NORRÉ

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser fuente de inspiración, estar presente en mi familia y en los logros que obtendré en el transcurso de mi vida.

A mi madre Miryam Luz Rodriguez Chica por ser el motor del hogar, apoyarme en los momentos difíciles, por su confianza, entrega, dedicación y ese gran amor que brinda ciegamente a sus hijos.

A mi padre Leonardo Saldaña Martínez quien me enseñó el maravilloso mundo de la electricidad, por ser un padre ejemplar y apoyarme incondicionalmente en el cumplimiento de éste sueño.

A mis hermanos Leonardo Saldaña R. y Luz Ángela Saldaña R. por ser cómplices y estar unidos siempre en los buenos y malos momentos.

A toda mi familia por el apoyo incondicional, especialmente a mi abuela Beatriz Chica, mi tía Sandra Milena, mis primos Leandro y Luis Felipe.

A todos mis amigos por hacer agradable el paso por la universidad, especialmente a Leonardo Preciado, Jorge Salcedo, John Gómez, Reynaldo Fuentes, Jhon Hernández, Keyla Solana, Catherine Castellanos, Carlos Mora, Jhonny Benjumea, Omar Pimienta, Fabián Hernández y Alexis Vera.

CRISTIAN CAMILO SALDAÑA RODRÍGUEZ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	22
4. ALCANCE.....	23
5. MARCO TEÓRICO.....	24
6. METODOLOGIA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA.....	27
7. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	27
7.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ALVARO BELTRÁN PINZÓN.....	27
7.1.1 Subestación principal edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	28
7.1.2. Diagrama unifilar edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	29
7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	32
7.2.1 Horarios de servicio y usuarios del edificio.....	32
7.2.2 Diagrama consumo energético del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.....	34
7.2.3 Datos referentes al mantenimiento.....	34
8. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	36
8.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO.....	36
8.1.1 Análisis de los resultados obtenidos por el calificador de gestión energética.....	38
8.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES DE AHORRO EN EQUIPOS DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.....	39
8.2.1 Representación del consumo total por equipos de uso final.....	41
8.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico.....	42
8.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA.....	43
8.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA.....	44
8.4.1 Consumo histórico de energía eléctrica del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.....	44

8.4.2 Gráfico de control	45
8.4.3 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs tiempo (T)	47
8.4.4 Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P).....	49
8.4.5 Gráfico E vs P para identificación de metas	51
8.4.6 Descripción de la variabilidad del consumo en el gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P)	52
8.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas CUSUM	54
8.4.8 Reporte del Comportamiento del consumo energético en el edificio	55
9. ANÁLISIS ENERGÉTICO EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN	57
9.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	57
9.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO	66
9.3 CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	77
10. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO LABORATORIO HIDRÁULICA	98
10.1 Subestación principal edificio LABORATORIO HIDRÁULICA	99
10.2 Diagrama unifilar edificio LABORATORIO HIDRÁULICA	99
11. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA	101
11.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO	101
11.1.1 Análisis de los resultados obtenidos por el calificador de gestión energética	103
11.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES DE CONSUMO TANTO EN EQUIPOS COMO EN ÁREAS DEL EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA	104
11.2.1 Representación del consumo total por equipos principales	106
11.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico	107
11.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA	108
11.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA	108
11.4.1 Consumo de energía eléctrica del edificio Laboratorio de Hidráulica	109
11.4.2 Gráfico de Control Laboratorio de Hidráulica	110
11.4.3 Gráfico de Consumo (E) y Personas Atendidas (P) vs. Tiempo (T) Laboratorio de Hidráulica	110
11.4.4 Gráfico de Consumo (E) y Personas Atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica	112
11.4.5 Consumo (E) y Personas Atendidas (P) para la identificación de metas en el Laboratorio de Hidráulica	114

11.4.6 Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión en el gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas Atendidas (P) en el Laboratorio de Hidráulica	115
11.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas CUSUM	117
11.4.8 Reporte del Comportamiento del consumo energético en el edificio	118
12. ANÁLISIS ENERGÉTICO EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA	120
12.1. SISTEMA DE ILUMINACION EDIFICIO LABORATORIO HIDRÁULICA	121
13. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA PARA LOS EDIFICIOS ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN Y LABORATORIO HIDRÁULICA	128
13.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	128
13.2 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	131
13.3 SISTEMAS DE CÓMPUTO	134
13.4 AHORROS ENERGÉTICOS TOTALES	134
13.5 CULTURA ENERGÉTICA	135
14. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	137
BIBLIOGRAFÍA.....	140
ANEXOS	142

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista exterior del edificio Álvaro Beltrán Pinzón	28
Figura 2. Unifilar del edificio Álvaro Beltrán Pinzón	30
Figura 3. Servicios prestados por el edificio Álvaro Beltrán Pinzón	32
Figura 4. Diagrama tipos de consumidores energéticos	34
Figura 5. Histograma calificación de gestión energéticas	38
Figura 6. Consumo total en porcentaje por equipos	41
Figura 7. Diagrama de Pareto Edificio Álvaro Beltrán Pinzón	42
Figura 8. Tendencia del consumo en kWh de energía eléctrica	45
Figura 9. Gráfico de control	47
Figura 10. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T)	49
Figura 11. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) (Línea Base)	50
Figura 12. Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P) (Meta)	52
Figura 13. Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P)	53
Figura 14. Gráfico sumas acumulativas CUSUM	55
Figura 15. Luxómetro Amprobe LM-120	59
Figura 16. Cámara termográfica Ti32	68
Figura 17. Gráfico curva de tendencia de temperatura de la acometida actuador Chiller	75
Figura 18. Analizador Dranetz Power Visa 440	79
Figura 19. Analizador Dranetz Power Visa 440 Conectado al Transformado	80
Figura 20. Tensiones promedio de fase del transformador	82
Figura 21. Corrientes de fase del transformador	84
Figura 22. Demanda potencia activa del transformador	86
Figura 23. Frecuencia del transformador	88
Figura 24. Armónicos de tensión en la fase A del transformador	90

Figura 25. Armónicos de tensión en la fase B del transformador	91
Figura 26. Armónicos de tensión en la fase C del transformador	92
Figura 27. Armónicos de corriente en la fase A del transformador	95
Figura 28. Armónicos de corriente en la fase B del transformador	96
Figura 29. Armónicos de corriente en la fase C del transformador	97
Figura 30. Vista exterior del edificio LABORATORIO HIDRÁULICA	98
Figura 31. Unifilar del edificio Laboratorio de Hidráulica	100
Figura 32. Histograma calificación de gestión energéticas	103
Figura 33. Consumo total en porcentaje por equipos	106
Figura 34. Diagrama de Pareto Edificio Laboratorio de Hidráulica	107
Figura 35. Tendencia del consumo eléctrico Laboratorio Hidráulica	110
Figura 36. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) en el edificio Laboratorio Hidráulica	112
Figura 37. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica (Línea base)	113
Figura 38. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Meta Laboratorio de Hidráulica	114
Figura 39. Gráfico Índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica	117
Figura 40. Logotipo de la campaña de cultura energética	135
Figura 41. Afiche de la campaña de cultura energética	136

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE. Ref. Sistema de Gestión Integrado de la Energía-Guía para la implementación [4].	26
Tabla 2. Especificaciones del transformador	29
Tabla 3. Tableros de distribución eléctrica edificio Álvaro Beltrán Pinzón	29
Tabla 4. Usuarios del edificio Álvaro Beltrán Pinzón en los meses noviembre y diciembre	33
Tabla 5. Formato de mantenimiento empresa Hidráulicas del Oriente S.A.S	35
Tabla 6. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME.	37
Tabla 7. Censo de Carga edificio Álvaro Beltrán Pinzón	40
Tabla 8. Consumo total por áreas del edificio Álvaro Beltrán Pinzón	41
Tabla 9. Datos históricos del consumo de energía eléctrica edificio Álvaro Beltrán Pinzón	44
Tabla 10. Datos del grafico de control	46
Tabla 11. Variables del gráfico de control	46
Tabla 12. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo	48
Tabla 13. Datos del gráfico índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P)	53
Tabla 14. Datos del gráfico sumas acumulativas CUSUM	54
Tabla 15. Informe de consumo energético	56
Tabla 16. Resultados ahorro de energía	57
Tabla 17. Especificaciones del Luxómetro LM-120	58
Tabla 18. Descripción del sistema de iluminación Álvaro Beltrán Pinzón	59
Tabla 19. Descripción paredes, pisos y techos del Álvaro Beltrán Pinzón	61
Tabla 20. Nivel de Iluminación Salones del Álvaro Beltrán Pinzón	62
Tabla 21. Nivel de Iluminación Sótano Álvaro Beltrán Pinzón	63
Tabla 22. Nivel de Iluminación Primer Piso Álvaro Beltrán Pinzón	64
Tabla 23. Nivel de Iluminación Oficinas Álvaro Beltrán Pinzón	65

Tabla 24. Nivel de Iluminación Zonas Comunes Álvaro Beltrán Pinzón	66
Tabla 25. Rango de valoración	67
Tabla 26. Actuaciones según nivel de urgencia de la falla	68
Tabla 27. Especificaciones de la cámara termográfica FLUKE Ti32	69
Tabla 28. Inspección termográfica en bornes del transformador	70
Tabla 29. Inspección termográfica bornes de entrada totalizador tablero general 220 V	70
Tabla 30. Inspección termográfica bornes de salida totalizador tablero general 220 V	71
Tabla 31. Inspección termográfica totalizador Chiller 220 V	71
Tabla 32. Inspección termográfica totalizador Actuador 1	72
Tabla 33. Inspección termográfica totalizador Actuador 2	72
Tabla 34. Inspección termográfica tablero laboratorio de estructuras	73
Tabla 35. Inspección termográfica Acometida Chiller	73
Tabla 36. Datos curva de Calentamiento Conductor Chiller	74
Tabla 37. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C	76
Tabla 38. Normas relevantes en Colombia para la calidad de energía eléctrica	77
Tabla 39. Especificaciones técnicas del Analizador Dranetz Power Visa 440	79
Tabla 40. Límite de tensión establecido por la CREG 04-2005	81
Tabla 41. Registro de los casos críticos (hundimientos de tensión)	81
Tabla 42. Resultados estadísticos tensiones de fase	82
Tabla 43. Resultados estadísticos de corrientes de fase del transformador	85
Tabla 44. Resultados estadísticos potencia activa del transformador	86
Tabla 45. Demanda potencia activa	87
Tabla 46. Valores de potencia reactiva y factor de potencia en el transformador	88
Tabla 47. Límites máximos de distorsión total de tensión	89
Tabla 48. Armónicos en la fase A	90
Tabla 49. Armónicos en la fase B	91

Tabla 50. Armónicos en la fase C	92
Tabla 51. Distorsión armónica de tensión en cada fase	93
Tabla 52. Límites máximos de distorsión total de corriente	94
Tabla 53. Armónicos de corriente en la fase A	95
Tabla 54. Armónicos de corriente en la fase B	96
Tabla 55. Armónicos de corriente en la fase C	97
Tabla 56. Distorsión armónica de corriente en cada fase	98
Tabla 57. Tablero de distribución eléctrica edificio Laboratorio de Hidráulica	99
Tabla 58. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME	102
Tabla 59. Censo de Carga edificio Laboratorio de Hidráulica	105
Tabla 60. Consumo total por equipos del edificio Laboratorio de Hidráulica	107
Tabla 61. Datos históricos del consumo de energía eléctrica en el edificio Laboratorio de Hidráulica. .	109
Tabla 62. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo en el edificio Laboratorio de Hidráulica	111
Tabla 63. Índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P)	116
Tabla 64. Informe de consumo energético	119
Tabla 65. Resultados ahorro de energía	120
Tabla 66. Descripción del sistema de iluminación Laboratorio de Hidráulica	121
Tabla 67. Descripción paredes, pisos y techos del Laboratorio de Hidráulica	123
Tabla 68. Nivel de Iluminación Salones del Laboratorio de Hidráulica	124
Tabla 69. Nivel de Iluminación Sala Laboratorio de Hidráulica	125
Tabla 70. Nivel de Iluminación Sótano Laboratorio de Hidráulica	125
Tabla 71. Nivel de Iluminación Oficinas Laboratorio de Hidráulica	126
Tabla 72. Nivel de Iluminación Zonas Comunes Laboratorio de Hidráulica	127
Tabla 73. Consumo luminarias en el sótano edificio Álvaro Beltrán Pinzón	129
Tabla 74. Consumo luminarias en la sala de prácticas de hidráulica	129
Tabla 75. Descripción lámparas T8 y T5	130

Tabla 76. Ahorro anual de los sistemas de iluminación	131
Tabla 77. Ahorro mensual en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón reduciendo el tiempo de trabajo del sistema de aire acondicionado en una hora	133
Tabla 78. Ahorro mensual en el edificio Laboratorio Hidráulica reduciendo el tiempo de trabajo del sistema de aire acondicionado en una hora	133
Tabla 79. Ahorro anual de los sistemas de aire acondicionado	133
Tabla 80. Ahorro total anual	134

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuesta de la UPME para la caracterización energética realizada en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón	142
ANEXO B. Encuesta de la UPME para la caracterización energética realizada en el edificio Laboratorio de Hidráulica	158
ANEXO C. Información para el cálculo del número de personas atendidas en cada edificio	170

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN Y LABORATORIO HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).*

AUTORES:

CRISTIAN CAMILO SALDAÑA RODRIGUEZ

EDGAR LEONARDO PRECIADO NORE **

PALABRAS CLAVES: Caracterización energética, eficiencia energética, uso racional y eficiente de la energía, consumo energético, Sistemas de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

DESCRIPCIÓN:

El Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) es un programa de gestión integrado por el conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones, que tiene como objetivo unificar las diferentes áreas de la organización en estudio, de tal forma que permita encontrar los puntos óptimos de operación y producción mediante la participación activa de los trabajadores en relación con la tecnología y los procesos, para que se utilicen los recursos energéticos de forma apropiada. Este trabajo de grado presenta la caracterización energética de los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN Y LABORATORIO HIDRÁULICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, utilizando las herramientas que describe el modelo dispuesto por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), con la finalidad de reconocer los posibles potenciales de ahorro, el estado actual del sistema de gestión energética en los edificios y las tendencias hacia la eficiencia energética de los mismos.

Estos edificios son seleccionados ya que cada uno posee características diferentes en cuanto a la carga instalada y el consumo de energía, teniendo en cuenta que estos edificios son de la misma facultad (Ingeniería civil). Se realiza un inventario de los elementos eléctricos instalados clasificándolos por tipo de equipo: aires acondicionados, motores, iluminación, equipos de oficina, hornos eléctricos y otros, identificando cuales de estos presentan potencial de ahorro.

Para establecer un diagnóstico energético apropiado se realiza la medición de calidad de la energía eléctrica, niveles de iluminación y el uso de la inspección termográfica. Los resultados son satisfactorios, y mediante recomendaciones de uso en los equipos instalados, se proyectan ahorros anuales de \$2'191.611,6 y \$792.139,56 en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón Y Laboratorio Hidráulica respectivamente. Los resultados de este trabajo son la primera referencia de instalación de un Sistema de Gestión Integral de la energía en estos edificios.

* Trabajo de Grado

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

ABSTRACT

TITLE: ENERGY CHARACTERIZATION AT ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN AND HIDRÁULICA LABORATORY BUILDINGS (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER), APPLYING THE METHODOLOGY OF THE INTEGRATED ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (IEMS).*

AUTHORS:

CRISTIAN CAMILO SALDAÑA RODRIGUEZ

EDGAR LEONARDO PRECIADO NORE **

KEYWORDS: Energetic characterization, energetic efficiency, Rational and Efficient Use of Energy, Energetic Consumption, Integrated Energy Management System (IEMS).

DESCRIPTION:

The Integrated Management System Energy (IEMS) is a program that consists of the set of structured factors through rules, procedures and actions, which aims to unify the different areas of the organization under study. That allows find the optimal operation and production through the active participation of workers in relation to technology and processes, so that energy resources are used appropriately. This work shows the energetic characterization of the buildings ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN AND LABORATORIO DE HIDRÁULICA AT UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, using the tools described by Mining and Energy Planning (MEPU), in order to recognize possible savings potential, the current state of energy management system in buildings and trends towards energy efficiency thereof.

The buildings were chosen because have different characteristics in terms of the installed load, and energy consumption, taking into account that these buildings are of the same faculty (Civil Engineering).An inventory is performed of the installed electrical elements classified by equipment type: air conditioners, motors, lighting, office equipment, electric ovens and others, identifying which of these present potential savings.

To establish an appropriate energy diagnostic, electric power, lighting levels and the use of thermographic inspection quality measurements are performed. The results are satisfactory, and by recommendations for use in the equipment installed, annual savings projections of \$ 2'191.611,6 and \$ 792,139.56 in Álvaro Beltrán Pinzón buildings and hydraulics laboratory respectively. The results of this work are the first reference of an integrate energy management system used in these buildings.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering.
The director: Hermann Raúl Vargas Torres

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica, más que un servicio, se ha convertido en una necesidad primordial para el ser humano dentro de sus actividades diarias, además se ha tomado como referencia para indicar el desarrollo económico de un territorio. Su uso se traduce en trabajo, entretenimiento, comodidad, bienestar y calidad de vida. Sin embargo su consumo se ha incrementado a lo largo de los años causando una mayor explotación de los recursos naturales trayendo consigo un peligro inminente al medio ambiente. Por esta razón se establecieron diferentes modelos estratégicos que pretenden regular y reducir el consumo energético en procesos tanto industriales como residenciales y fortalecer planes educativos orientados al uso eficiente de la energía eléctrica.

Para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren de un modelo para el sistema de gestión energética que adecúe la estructura organizacional y les permita manejar eficientemente sus recursos energéticos. Los modelos de gestión energética tienen en cuenta aspectos como: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos, gestión de negociación y contratación de energéticos primarios, con el fin de reducir los costos energéticos en forma continua y lograr un ahorro energético que no solo implique reducir el consumo si no también la reducción de emisiones que afecten el medio ambiente, así como lo dicta la ley URE del 2001 [3].

“El aprovechamiento óptimo consiste en buscar la mayor relación beneficio-costos en todas las actividades que involucren el uso eficiente de la energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables” [1].

Con la finalidad de dar a conocer a las personas y entidades sobre esta problemática, se llevó a cabo una política de ahorro energético a nivel mundial, del cual nace la norma ISO 5001 “SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA. REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO”. Esta norma se usó como referencia en Colombia para la creación de la NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO-50001. El gobierno colombiano crea la entidad encargada de los aspectos ambientales y la planeación energética a la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) y su objetivo principal es “Planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con los agentes del sector minero energético, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos mineros y energéticos; producir y divulgar la información requerida para la formulación de políticas y toma de decisiones; y apoyar al ministerio de minas y energía en el logro de sus objetivos y metas.” [2]

Este trabajo de grado tiene como finalidad obtener una caracterización energética estableciendo los pasos básicos para implementar un sistema de gestión integral de la energía buscando establecer políticas de cultura hacia el ahorro energético y disminuyendo los niveles de consumo. La

universidad Industrial de Santander promulga estas políticas de ahorro y pone a su disposición su planta física para que se implemente dicho sistema.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al continuo crecimiento en el consumo de energía en Colombia, al inadecuado manejo de la misma y al uso excesivo de los recursos naturales que vienen deteriorando nuestro planeta, se han venido desarrollando e implementando modelos de eficiencia energética, que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos finales obtenidos. Esto se ha logrado a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

Actualmente el edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN es un consumidor considerable de energía de la Universidad Industrial de Santander, debido a la alta carga instalada que está compuesta por el sistema de aire acondicionado, motores, hornos eléctricos, iluminación, y equipos de oficina, lo que motiva a realizar una caracterización energética, llevando a cabo procedimientos estadísticos de análisis cualitativo y cuantitativo en los equipos con potencial de ahorro, que permiten evaluar la eficiencia de dicho edificio y a su vez poder implementar soluciones concretas que lleguen a contrarrestar el alto consumo energético que presenta el edificio.

Por otra parte el edificio LABORATORIO HIDRÁULICA presenta un consumo bajo debido a que la mayoría de los equipos de mayor consumo (motores) se encuentran fuera de servicio por falta de mantenimiento. Se decide realizar el análisis correspondiente con la metodología del SGIE en este edificio, debido al potencial de consumo e ineficiencia energética que puede presentar al momento de entrar en funcionamiento los equipos de mayor consumo (motores).

2. JUSTIFICACIÓN

Aplicando los conocimientos recibidos a lo largo de la carrera de ingeniería eléctrica se pretende implementar una caracterización energética que permita incentivar e impulsar la temática de eficiencia energética en la Universidad Industrial de Santander, con la que se pueda proponer una concientización individual y colectiva para el uso eficiente de la energía. Analizar los niveles de eficiencia, los niveles de pérdidas energéticas, los lugares donde se producen estas últimas y las posibles formas de reducirlos, implementando diversas tecnologías y análisis enfocados en definir nuevas pautas operativas y estratégicas en materia de política energética.

Por estos motivos se decide seguir trabajando en esa línea que se ha dispuesto desde el grupo de investigación GISEL mediante trabajos de grado como:

- PUENTES, Andrés Felipe y JONES, Juan Camilo. Caracterización del Centro de Tecnologías de Información y Comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Trabajo de grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2014. 153 p.

- DOMINGO, Jaime y MENESES, William Adolfo. Caracterización energética del edificio Bienestar Universitario aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Trabajo de grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2014. 121 p.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA de la UIS aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Identificar las características y variables eléctricas o de cualquier otra índole que impactan la eficiencia energética de los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA.
- 2.** Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones y funcionamiento realizado en los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA.
- 3.** Generar e identificar los posibles potenciales de ahorro de la energía eléctrica por medio de los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico y probabilístico previo. Realizando recomendaciones para mejorar la ineficiencia energética.

4. ALCANCE

Realizar la caracterización energética de los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA de la UIS, aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (MGIE). Para llevar a cabo la caracterización energética se realizarán actividades preliminares como: censo de carga, identificación de los equipos de mayor consumo, realización de encuestas, y realización de mediciones correspondientes a calidad de la energía eléctrica. Como recurso disponible para el análisis de calidad de la energía se cuenta con un analizador de redes que se instalará en la subestación del edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN, por un tiempo de un mes. Se realizará también un análisis termográfico a este edificio mediante el uso de la cámara termográfica en las acometidas principales, tableros generales, y equipos de mayor consumo. Estos procedimientos se realizarán con el fin de conocer los posibles potenciales de ahorro que permitan identificar las características y variables que proporcionan de manera objetiva el diagnóstico y valoración de la toma de decisiones para estimar energéticamente las operaciones y funcionamiento en los edificios.

Para el edificio laboratorio hidráulica se llevará a cabo un análisis de censo de carga, identificación de variables de control, análisis de consumo de energía, y diagnóstico energético solo teniendo en cuenta el sistema de iluminación.

Finalmente se procederá a realizar el plan de medida de uso eficiente de la energía general de los edificios, y la posterior implementación de una campaña de cultura energética.

5. MARCO TEÓRICO

El crecimiento poblacional y la economía de mercado han aumentado la demanda de productos y energía, creciendo la huella ecológica de la humanidad. Dicho crecimiento implica que, en apenas un cuarto de siglo las necesidades energéticas se abran duplicado, y así sucesivamente. También hay que tener en cuenta el hecho de que un gran porcentaje de la población mundial consume alrededor de un cuarto de la energía mundial.

El modelo de gestión integral de la energía es un conjunto estructurado de procedimientos y actividades, que están conceptuados para que se integren al modelo de gestión organizacional de la empresa, y que sirven de guía para la implementación y operación de un sistema de gestión energética SGIE.

El objetivo final es que la empresa alcance una cultura energética ambiental que se confirme en el incremento de la productividad y la reducción del impacto ambiental en una visión de desarrollo energético sostenible [3].

ETAPAS CONSECUTIVAS DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

En el siguiente diagrama se muestran las etapas del proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE)

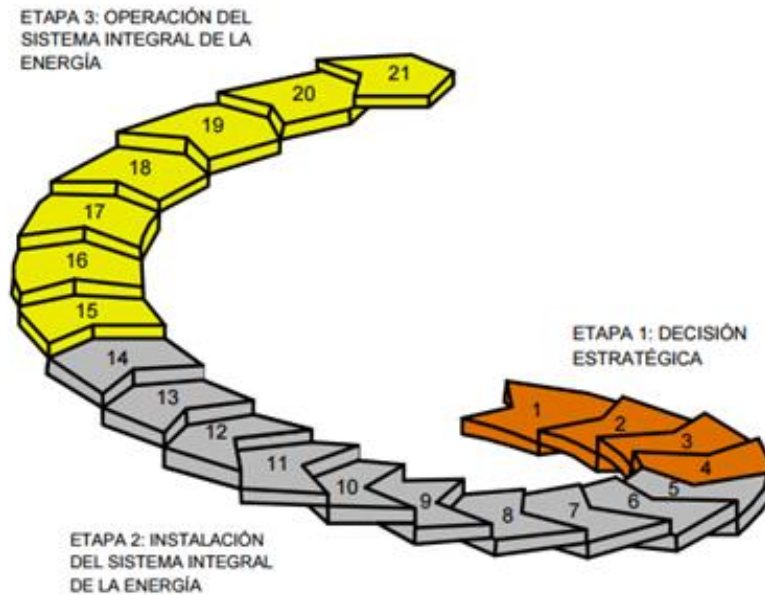


Figura 1. Modelo de Gestión Integral de la Energía. Ref. Sistema de Gestión Integral de la Energía-Guía para la implementación. Autores

Cabe aclarar que el presente proyecto hace énfasis solo en la primera etapa del modelo de gestión integral (SGIE), DECISIÓN ESTRATÉGICA caracterización energética de los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA del campus central de la Universidad Industrial de Santander, a continuación se presentan las etapas del modelo de gestión integral (SGIE).

Decisión estratégica

Esta etapa está enfocada a crear las condiciones tanto financieras como técnicas y organizacionales; como también la identificación de los impactos en la productividad. En esta etapa se requiere: Caracterización energética y organizacional de la empresa, compromiso de alta dirección, alineación de políticas y estrategias, definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

Instalación del SGIE

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

Operación del SGIE

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

En la tabla 1. Se describen los pasos y las actividades para la implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Cabe recalcar que la siguiente tabla se cita para tener conocimiento del proceso completo de implementación, pero en el desarrollo de éste proyecto solo se tendrá en cuenta la caracterización energética que hace parte de la primera etapa de este modelo.

Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE

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	Vigilância Tecnológica e inteligência Competitiva	
	10	Plan de medidas de Uso Eficiente de la Energía	
	11	Actualización y Validación de la 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,
	16	Seguimiento y Evaluación de buenas prácticas de Operación, Mantenimiento, Producción y Coordinación	
	17	Implementación de programas y proyectos de mejora	

	18	Implementación del plan de Entrenamiento y Evaluación del personal	presupuestos de ahorros
	19	Chequeos de Gerencia	
	20	Ajustes del Sistema de Gestión	
	21	Evaluación de resultados	

Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE. Ref. Sistema de Gestión Integrado de la Energía-Guía para la implementación [4].

6. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Para la realización de la caracterización energética de los edificios ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN y LABORATORIO HIDRÁULICA, se realizaron los siguientes pasos para la recolección de datos, con motivos de identificar el estado de los edificios en relación al uso eficiente de la energía, los potenciales globales de reducción de los consumos energéticos, las metas energéticas y los posibles potenciales de ahorro establecidos en lo anterior.

- ✓ INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EDIFICIOS
- ✓ HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA Y SU POSTERIOR ANÁLISIS
- ✓ DIAGNOSTICO ENERGÉTICO
- ✓ PLAN DE MEDIDA DE USO EFICIENTE DE LA ENERGIA

7. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN

En la realización de esta fase del trabajo de grado, se realiza el levantamiento eléctrico para el edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN, se obtienen los planos eléctricos del edificio, y se lleva a cabo la inspección de la subestación que alimenta al edificio, en el cual se identificarán equipos como transformadores, tableros generales, y por cada nivel del edificio, medidores, sistemas de aire acondicionado, y componentes generales que constituyen la subestación.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN

El edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN de la Universidad Industrial de Santander fue construido en el año 2006 y está ubicado en el noroccidente del campus universitario, las instalaciones del laboratorio cubren un área de $1312,75 m^2$, distribuidos en aulas de clase, sala principal laboratorio, zonas comunes, y zonas de servicios.

El edificio es una dependencia de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander, que presta sus servicios en tres frentes: apoyo a la docencia, prestación de servicios de extensión como ente asesor de instituciones públicas y privadas, y apoyo a proyectos de investigación [5].

Figura 1. Vista Exterior edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN



7.1.1 Subestación principal edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN. Posee una subestación tipo jardín de 225 kVA, 13200 – 220/127 V, configuración Dyn 5, con un área de 8,8 m de fondo y de altura 4,50 m, incluye pararrayos tipo codo y fusibles de respaldo ELSP tipo bayoneta de 25 A. Incluye además una puerta cortafuegos de 2*2 m.

Esta subestación se alimenta de la salida del barraje de media tensión de la subestación principal del edificio de Alta Tensión (eléctrica antigua), a través de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar que llega a un seccionador bajo carga

Tabla 2. Especificaciones del transformador. Autores

	Clase: Tipo Jardín -Radial	Potencia: 225 k VA
Relación TRf: 13200/(214-123) V	Grupo conexión: Dyn5	Tensión de CC: 3.5%
corriente CC: 17,3 KA	Refrigeración: ONAN	Dimensiones TRF: 1,4x1,32x1,3 m
Fabricante: Magnetron S.A	Temperatura: 60°C	TAPS: 1) 13530
Tipo seccionador: seccionador bajo carga para uso interno		2) 13200
Tipo fusible: Bayoneta	Tensión del pararrayos: N/A	3) 12870
In fusible: 3x25 A	Tipo de pararrayos: N/A	4) 12540
Frecuencia: 60 Hz	Id pararrayos: N/A	5) 12510

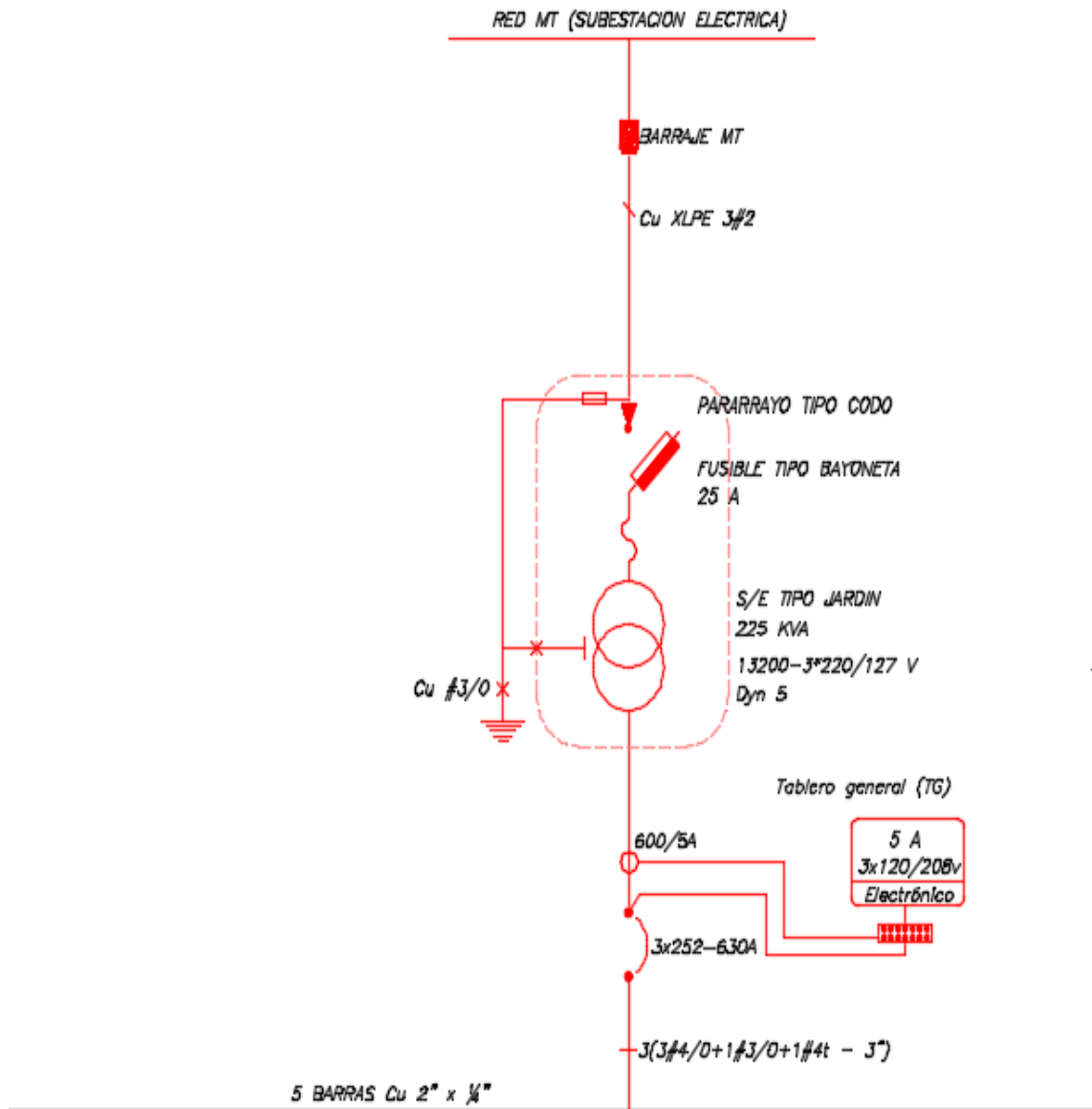
7.1.2 Diagrama unifilar edificio ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN. En la tabla 3 se muestra la información completa de los conductores utilizados y la ubicación y función de todos los tableros que alimentan el transformador. En la figura 2 se observa el diagrama unifilar en su representación gráfica donde se muestra en detalle la capacidad en kVA del transformador, tensión nominal a la que opera, calibre del conductor y circuitos alimentadores con sus respectivas protecciones.

Tabla 3. Tableros de distribución eléctrica del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

TABLERO	CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN
TA0	3#4Cu-THWN+1#6Cu+1#8t	Alumbrado subsótano y exteriores
TT0	3#2/0Cu-THWN+1#1/0+1#4t	Tomacorrientes laboratorio subsótano
TA1	3#2/0Cu-THWN+1#1/0+1#4t	Alumbrado piso 1
TA2	3#8Cu-THWN+1#10+1#10t	Alumbrado piso 2
AC - 01	3#10Cu-THWN+1#10t	Aire acondicionado oficina
AC - 02		Aire acondicionado oficina laboratorio de estructuras
AC - 03		Aire acondicionado oficina administración
PAQ - 06	3#10Cu-THWN+1#10t	Equipo de aire acondicionado
TR0	5#6Cu-THWN	Tablero red regulada subsótano
TR2		Tablero distribución alumbrado piso 2
PAQ - 01	3#6Cu-THWN+1#8t	Unidad de aire acondicionado
PAQ - 02		Unidad de aire acondicionado
PAQ - 03		Unidad de aire acondicionado
PAQ - 05		Unidad de aire acondicionado
PAQ - 04	3#2Cu-THWN+1#8t	Equipo de aire acondicionado
MTCA	3#8Cu-THWN+1#10t	Tablero que alimenta el monta cargas
PGR	3#8Cu-THWN+1#10t	Tablero puente grúa
TAC	THHN/THWN 2*3#3/0+ 1/0	Actuador
	4*8 AWG	Chiller

Figura 2. Unifilar edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Bloque 1



Bloque 2

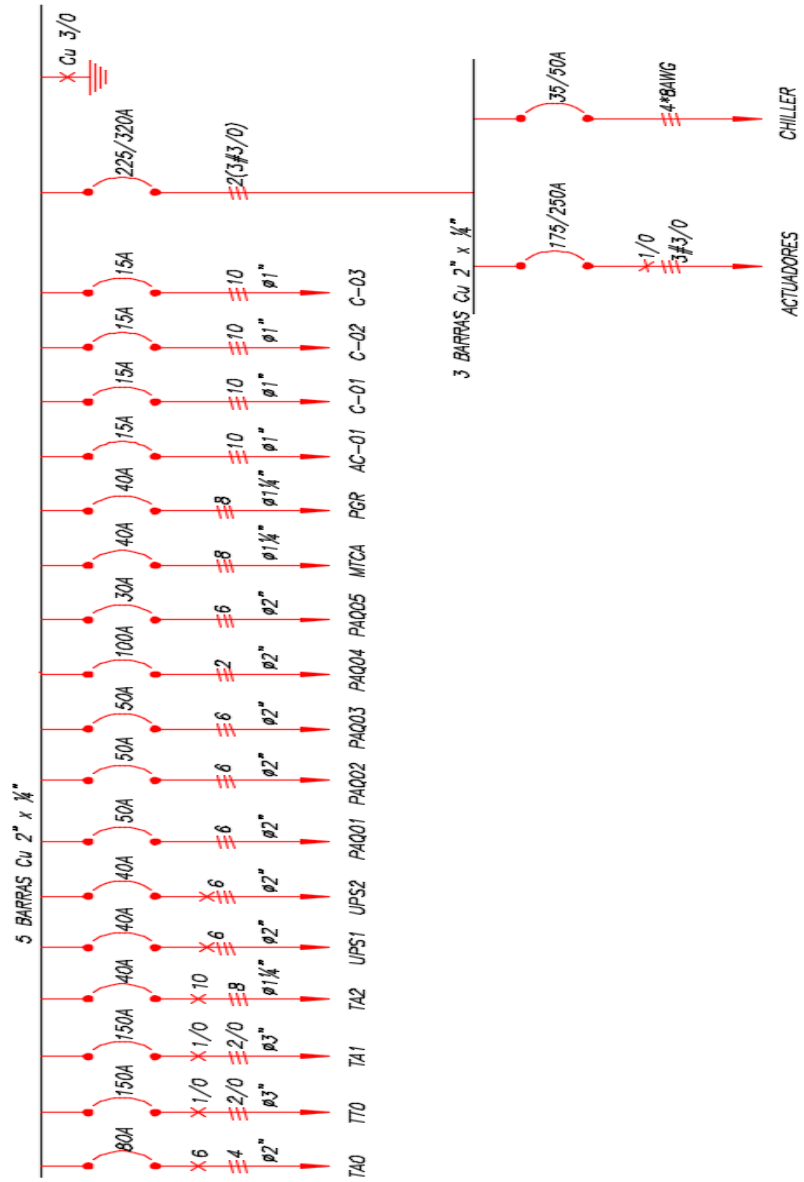


DIAGRAMA UNIFILAR MT/BT

7.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN

La escuela tiene como actividad principal la generación de conocimiento, la adaptación de nuevas tecnologías, la implementación de los últimos desarrollos científicos y tecnológicos para bien de la sociedad. La escuela se desempeña como ente asesor de instituciones públicas y privadas en sus campos de acción y ofrece servicios especializados a través de sus grupos de investigación y laboratorios. [6].

En la figura 3 se presenta el diagrama de los servicios prestados del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.

Figura 3. Servicios prestados por el edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores



7.2.1 Horarios de servicio y usuarios del edificio

Horarios de Atención

Lunes a Viernes 6 a.m. – 8 p.m. Jornada continua

Sábado: 7 a.m. – 4 p.m.

Usuarios internos: son usuarios internos las personas que están vinculadas a la Universidad en cualquier modalidad de contrato:

- Profesores y personal administrativo de la universidad que es contratado de manera indefinida, a término fijo y por horas catedra.
- Estudiantes de pregrado y posgrado
- Investigadores

Usuarios externos: son usuarios externos aquellas personas o estudiantes que no pertenecen a la escuela de ingeniería civil, instituciones académicas, de empresas y organismos oficiales.

En la tabla 4. Se muestra la ocupación en el edificio en los meses de noviembre y diciembre, la estimación de la ocupación se realiza teniendo en cuenta los grupos de las asignaturas y la cantidad de estudiantes que se encuentran matriculados en cada una de estas, con esta información se realiza un conteo de los estudiantes que asisten por semana y finalmente por mes. Esta información se encuentra con más detalle en el anexo C.

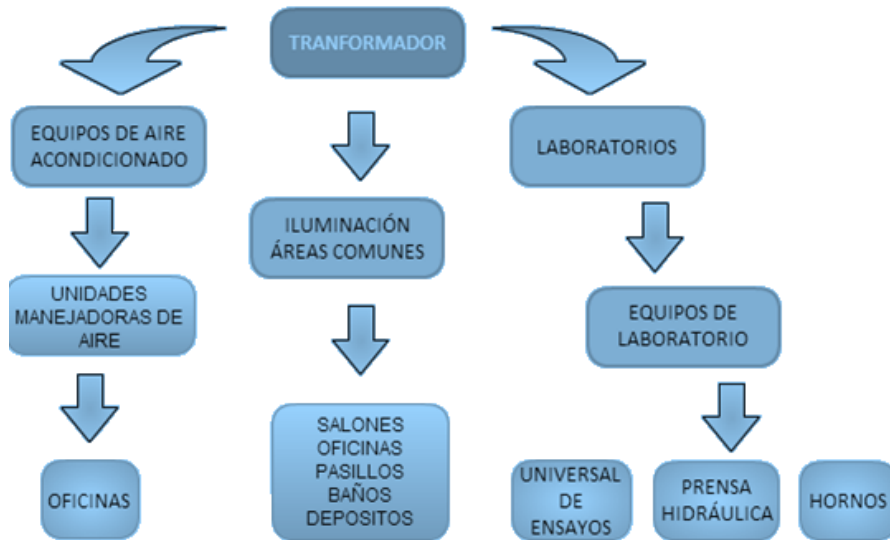
Tabla 4. Usuarios del edificio Álvaro Beltrán Pinzón en los meses noviembre y diciembre. Autores

Fecha				No. Usuarios
Domingo	15	Noviembre	2015	
Lunes	16	Noviembre	2015	
Martes	17	Noviembre	2015	20
Miércoles	18	Noviembre	2015	114
Jueves	19	Noviembre	2015	140
Viernes	20	Noviembre	2015	125
Sábado	21	Noviembre	2015	114
Domingo	22	Noviembre	2015	
Lunes	23	Noviembre	2015	112
Martes	24	Noviembre	2015	20
Miércoles	25	Noviembre	2015	114
Jueves	26	Noviembre	2015	94
Viernes	27	Noviembre	2015	125
Sábado	28	Noviembre	2015	114
Domingo	29	Noviembre	2015	
Lunes	30	Noviembre	2015	112
Martes	1	Diciembre	2015	20
Miércoles	2	Diciembre	2015	114
Jueves	3	Diciembre	2015	140
Viernes	4	Diciembre	2015	125
Sábado	5	Diciembre	2015	114
Domingo	6	Diciembre	2015	94
Lunes	7	Diciembre	2015	112
Martes	8	Diciembre	2015	
Miércoles	9	Diciembre	2015	114
Jueves	10	Diciembre	2015	140
Viernes	11	Diciembre	2015	125
Sábado	12	Diciembre	2015	114
Domingo	13	Diciembre	2015	
Lunes	14	Diciembre	2015	112
Martes	15	Diciembre	2015	20
PROMEDIO DE USUARIOS				101,92

Fuente: Coordinación de servicio al público – Escuela de ingeniería civil

7.2.2 Diagrama consumo energético del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. A continuación en la figura 4, se muestra un esquema donde se describen los diferentes tipos de consumidores energéticos del edificio.

Figura 4. Diagrama tipos de consumidores energéticos. Autores



7.2.3 Datos referentes al mantenimiento. En el edificio se realiza mantenimiento preventivo y correctivo a los diferentes equipos como lo son hidráulicos (Hydraulic Power Unit), eléctricos, de concretos (maquina universal de ensayos dinámica), aire acondicionado, y motores. En la tabla 5 se muestra un ejemplo del formato utilizado por la empresa Hidráulicas del Oriente para describir las actividades realizadas en el mantenimiento y reportar las fallas encontradas en los equipos.

Tabla 5. Formato de mantenimiento empresa Hidráulicas del Oriente S.A.S

		Código:	
		Versión: 1	
		Página: Página 1 de 1	
		Fecha:	
Identificación del equipo	Ubicación	Fabricante y modelo:	
Usuario	Nombre:	Identificación:	
Técnico Mantenimiento	Nombre:	Identificación:	
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVOS			
Mantenimiento	Fecha	Observaciones	
Revisión arrancadores y conexiones			
Revisión operación			
Revisión aspa motor ventilador			
Revisión motor bomba			
Ajuste de tornillería			
Revisión fuga refrigerante - Aceite			
Revisión de resistencias			
Revisión de borneras			
Mantenimiento Preventivo Nro.: 1 Fecha y Hora de Realización:			
REALIZADO POR:		CONFIRMA REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO:	
		Firma:	
Acciones propias Del Mantenimiento Preventivo			
Limpieza Elementos	Mantenimiento 1	Mantenimiento 2	Mantenimiento 3
Limpieza serpentines			
Limpieza controles tableros			
Limpieza serpentín con brillador inerte			
Limpieza rejillas			
Limpieza general equipo - sitio			
Limpieza filtros del aire			
Limpieza del drenaje de agua			
inspeccion -Ajustes correas			
inspeccion - Engrase			
OBSERVACIONES:			

Fuente: Hidráulicas del oriente S.A.S

Para la iluminación instalada en el interior y exterior del edificio Álvaro Beltrán Pinzón se realiza un mantenimiento correctivo ejecutado por la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander [7], esta acción se efectúa con una frecuencia de 6 meses.

8. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN

Este capítulo se concentra en la implementación de las herramientas planteadas por el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), que describe los pasos para determinar los indicadores energéticos con el fin de conocer los posibles potenciales de consumo por áreas y establecer un comportamiento o una línea base energética.

8.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO

El modelo de Gestión Integral de la Energía cuenta con un software disponible por la UPME que permite evaluar el nivel de gestión energética en que se encuentra el edificio, así como también la encuesta que hace parte de las herramientas para la caracterización energética. Este calificador dará una estimación a cada uno de los ítems para llegar a una calificación total, con calificación de 0 a 5, siendo 0 la calificación más baja y 5 la más alta. En el anexo A se observa la encuesta mencionada anteriormente.

La encuesta fue dirigida al ingeniero Jaime Alberto Cadena y al personal de mantenimiento. Los resultados del software calificador se muestran a continuación en la tabla 6.

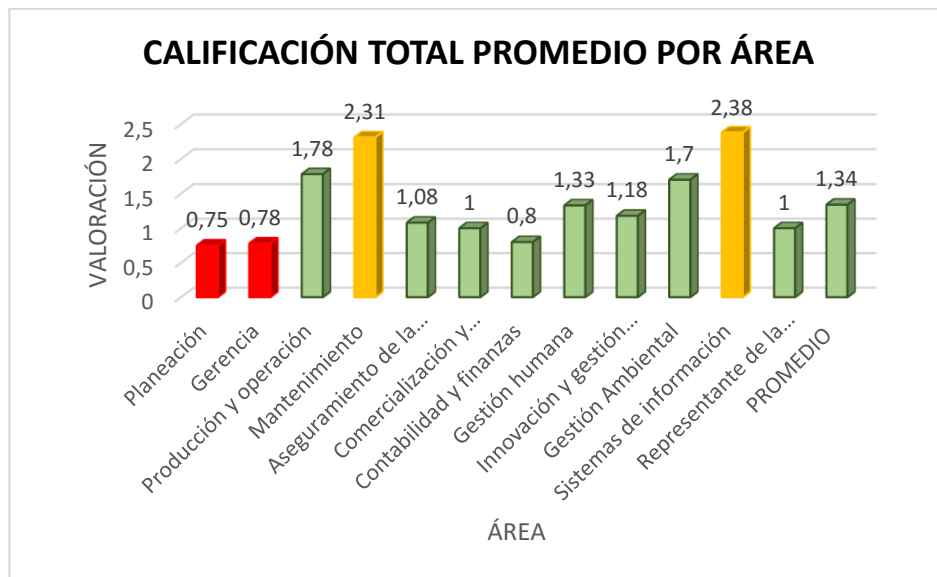
Tabla 6. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME.

Área	Calificación	Observación
Planeación	0,75	No existe una política energética insertada en la política general del edificio o de forma independiente a este.
Gerencia	0,78	No existe una en la gerencia del edificio que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.
Producción y operación	1,78	Producción y la gerencia del edificio no conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y no se hace seguimiento y registro diario a los mismos.
Mantenimiento	2,31	No se realiza, documenta ni 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.
Aseguramiento de la calidad	1,08	La edificación no está certificada con las normas ISO14000. Tampoco está certificado con las normas ISO 9000.
Comercialización y compras	1	No está cuantificado cuanto puede impactar la gestión de abastecimiento en el consumo y eficiencia energética.
Contabilidad y finanzas	0,8	No se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que se consume realmente. El presupuesto de energía eléctrica no está desagregado por áreas, no existe un sistema claro para definir los costos energéticos por áreas y en el edificio dependiendo de los servicios ofrecidos.
Gestión humana	1,33	EL edificio no 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.
Innovación y gestión tecnológica	1,18	No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales para la mejora de los mismos. No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.
Gestión Ambiental	1,7	Uno de los aspectos del desempeño ambiental que no se mide en el edificio es la eficiencia energética de sus procesos. no cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.
Sistemas de información	2,38	En el sistema de información general del edificio no se encuentran incorporados los indicadores energéticos. La gerencia no ha definido las rutas y reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde está incluido el de eficiencia energética.
Representante de la gerencia para la eficiencia energética	1	No existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en el edificio. No 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 empresa.

8.1.1 Análisis de los resultados obtenidos por el calificador de gestión energética. En la figura 5 se observa que hay dos áreas con mejor calificación las cuales son producción, operación y el área de mantenimiento, aunque esto no indica que tengan un buen desempeño puesto que la calificación está por debajo del promedio aceptable. Por otro lado también se presentan áreas con valoraciones muy críticas, como lo son el área planeación y el área de gerencia lo que exterioriza que no existen buenas prácticas en el uso y manejo de gestión energética.

Se puede ver que el promedio está muy abajo estando entre 1 y 1,4 lo que simboliza que carece de un sistema energético eficiente, se sugiere a alta dirección establecer una comisión que defina un programa de gestión que implemente estrategias energéticas que integren todas las áreas del edificio en el manejo eficiente de la energía.

Figura 5. Histograma calificación de gestión energéticas. Calificador UPME



8.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES DE AHORRO EN EQUIPOS DEL EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.

Con el censo de carga se obtiene un estimado del consumo en kWh de cada equipo instalado en el edificio, para identificar los equipos que presentan mayor potencial de ahorro.

EL proceso de censo de carga se ejecuta realizando una visita al edificio identificando los equipos instalados con sus respectivos datos de placa mostrando las características eléctricas de cada uno y su consumo energético en el edificio en kW. En la tabla 7 se muestra el censo de carga realizado donde se especifica la cantidad de equipos instalados con sus respectivas horas de trabajo y la potencia nominal de cada uno, y en la tabla 8 se detalla el consumo por equipos del censo de carga.

Tabla 7. Censo de carga edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

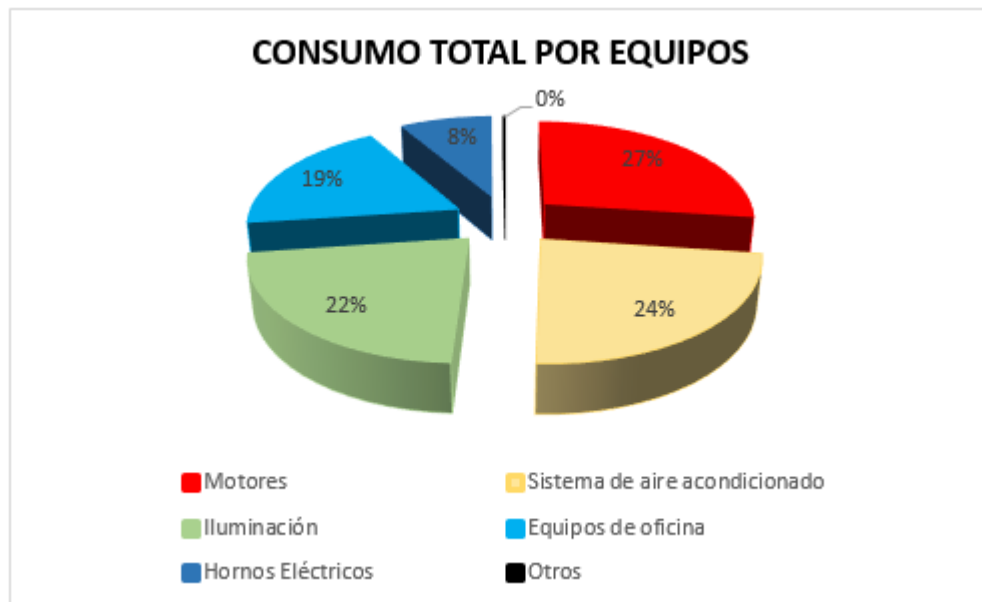
CUADRO DE CARGA EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN								
Áreas	Equipos	Cantidad Equipos	Potencia Unidad [kW]	Horas/día	Día/mes	Horas/Mensuales	kWh Mensual Total	Consumo Total por Áreas kWh
ILUMINACIÓN	Philips Bala FIRENZE 2x23W	86	0,046	12	24	288	1139,328	2541,448
	Philips Mini 9W	35	0,009	12	24	288	90,72	
	Philips TBS 690 1x35W/840 HFP M2 PI ALU	20	0,035	8	24	192	134,4	
	Philips SON-T Plus	10	0,4	12	24	288	1152	
	Bombilla Incandescente	5	0,1	5	10	50	25	
EQUIPOS DE OFICINA	Computador DELL	29	0,3	12	12	144	1252,8	2151,264
	Video Beam Sanyo	2	0,25	6	24	144	72	
	Laptop DELL	5	0,175	12	12	144	126	
	Impresora HP Deskjet 1735	5	0,002	1	24	24	0,24	
	Fax Scanner HP	2	0,08	1	24	24	3,84	
	TV Sony	1	0,09	2	24	48	4,32	
	DVD LG	1	0,012	2	24	48	0,576	
	Rack de Comunicaciones	1	1,2	24	24	576	691,2	
	Radio Sony	1	0,003	4	24	96	0,288	
	Aire acondicionado YORK	2	1,65	10	24	240	792	
Unidad Condensadora de aire AC-01	1	2,2	6	24	144	316,8		
Unidad Condensadora de aire AC-02	1	2,2	6	24	144	316,8		
Unidad Condensadora de aire AC-03	1	2,2	6	24	144	316,8		
Equipo de Aire acondicionado PAQ-04	1	2,2	10	24	240	528		
Unidad de aire acondicionado PAQ-01	1	0,75	6	24	144	108		
Unidad de aire acondicionado PAQ-02	1	0,75	6	24	144	108		
Unidad de aire acondicionado PAQ-03	1	0,75	6	24	144	108		
Unidad de aire acondicionado PAQ-05	1	0,75	6	24	144	108		
Motores	MetraVib DMA+1000	1	8,3	6	24	144	1195,2	3119,48
	Gyratory Compactor	1	3,4	6	24	144	489,6	
	Large Scale Wheel tracker "Cooper"	1	8,3	2	5	10	83	
	Hydraulic Power Unit	2	18	2	4	8	288	
	Actuador 505.30-G2	1	45	1	7	7	315	
	Actuador 505.11	1	30	1	7	7	210	
	Chiller	1	21,5	1	7	7	150,5	
	Puente grua	1	4,5	1	9	9	40,5	
	Cortadora	1	3,73	2	8	16	59,68	
	Compresor	1	4	3	24	72	288	
Hornos Eléctricos	Hornilla	2	0,75	6	15	90	135	984,6
	Horno (1)	1	1,44	6	15	90	129,6	
	Horno (2)	2	2,4	6	15	90	432	
	Horno (3)	2	2	6	12	72	288	
Otros	Ventilador Samurai	2	0,08	3	15	45	7,2	24,12
	Vibrador de muestras	2	0,025	1	12	12	0,6	
	Batidora	1	0,12	0,5	8	4	0,48	
	Maquina CBR Marshall	2	1,2	0,6	8	4,8	11,52	
	Calentador	1	1,2	0,5	6	3	3,6	
	Gramero Digital	3	0,01	1	24	24	0,72	
CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO kWh								11523,312

Tabla 8. Consumo total por equipos de uso final del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

EQUIPOS	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES [kWh]
Motores	3119,48
Aire acondicionado	2702,4
Iluminación	2541,45
Equipos de oficina	2151,26
Hornos Eléctricos	948,6
Otros	24,12

8.2.1 Representación del consumo total por equipos de uso final. En la figura 6 se observa el consumo total por equipos con respecto al consumo total del edificio. Los equipos con mayor consumo significativo son los motores con 27% seguido de los equipos de aire acondicionado con 24% de consumo de la energía total del edificio.

Figura 6. Consumo total en porcentaje por equipos. Autores

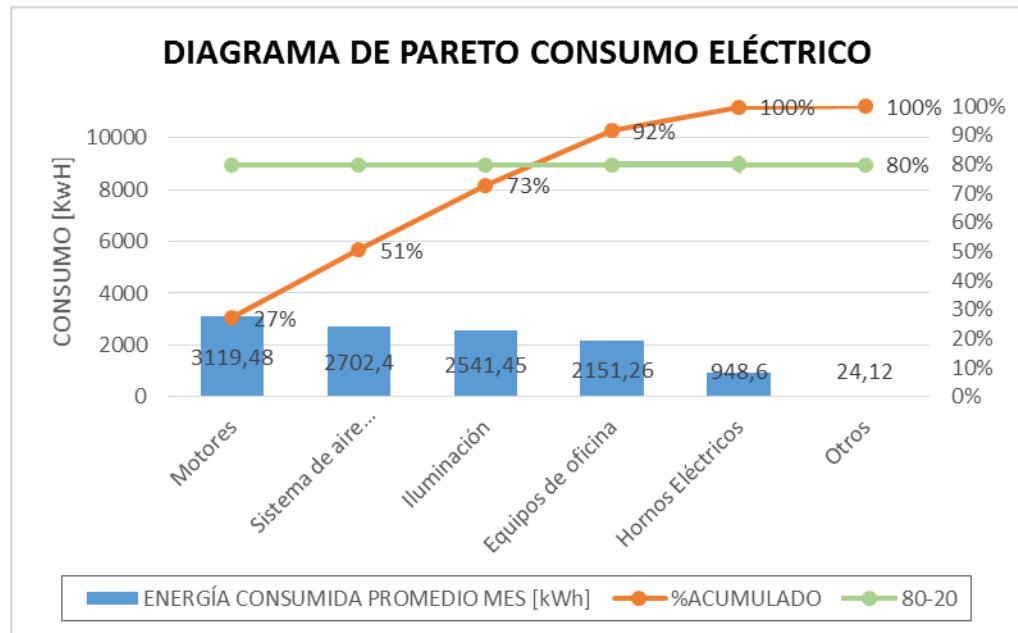


8.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico. El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que presenta información en orden descendente, desde el equipo que representa el mayor consumo hasta el equipo que consume menos energía. Especifica el porcentaje agregado de cada barra y la adición incremental de cada equipo con respecto al total [3].

Su objetivo principal es catalogar e identificar los equipos con mayor incidencia en el consumo energético del edificio, clasificándolas de acuerdo al porcentaje y el acumulado incremental de cada equipo con relación al total.

En la Figura 7, se aprecia que los equipos de mayor impacto en el consumo son: motores, sistemas de aire acondicionado, y equipos de iluminación, representando el 73% del consumo total, por lo tanto estos equipos se convierten de interés en el análisis de la caracterización energética.

Figura 7. Diagrama de Pareto Edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores



8.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA

Una vez establecido el consumo por equipo, en esta sección se va a realizar la identificación de las variables energéticas de control (Controlable, y No Controlable), que según la guía para la implementación del SGIE estas variables de control se relacionan con los siguientes factores:

- Variables operacionales (Controlable)
- Estado técnico de los equipos (Controlable)
- Condiciones Ambientales (No Controlable)
- Coordinación entre áreas (Controlable)
- Variables productivas (Controlables y No Controlables)

Cabe resaltar que en este proyecto se utiliza como variable productiva, el ingreso de estudiantes al edificio y que hacen uso de los laboratorios, y el personal que opera cada uno de los equipos instalados en el edificio, así como también el personal administrativo. Este tipo de variable no controlable se denomina variable significativa. La variable significativa para este caso es la variable que más trascendencia tiene sobre el consumo de energía en un equipo o en un proceso.

Las variables controladas en el edificio son aquellas en las cuales se puede ejercer un control en este caso serían el mantenimiento técnico de los equipos y las variables directamente observables e inmediatamente operativas como lo son:

- Iluminación: Periodo de encendido de las luminarias

- Sistemas de aire acondicionado: Humedad del aire; presión del aire; temperatura de aire del compresor; aspa motor ventilador; regulación de presión.

8.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

En esta sección se realiza un análisis detallado acerca del consumo de energía comenzando por presentar las herramientas para el análisis de caracterización energética: gráfico de control, la tendencia de consumo, los gráficos de consumo y usuarios atendidos vs tiempo, energía vs usuarios atendidos, consumo vs usuarios atendidos, consumo vs usuarios atendidos línea de meta, indicadores vs usuarios atendidos y el gráfico de tendencias o de sumas acumuladas.

8.4.1 Consumo histórico de energía eléctrica del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. A continuación se presentan los datos del consumo mensual de energía eléctrica, suministrados por medio de planta física UIS, encargado de llevar los registros de los medidores existentes en la universidad. Los datos se tomaron con respecto al consumo que hubo desde el mes de enero de 2015 hasta diciembre de 2015. Los índices de consumo presentados en la tabla 9 se utilizan para realizar la caracterización y el posterior análisis de consumo de energía.

La tarifa de energía cobrada por kWh por la empresa VATIA S.A E.S.P. se muestra en la tabla 9.

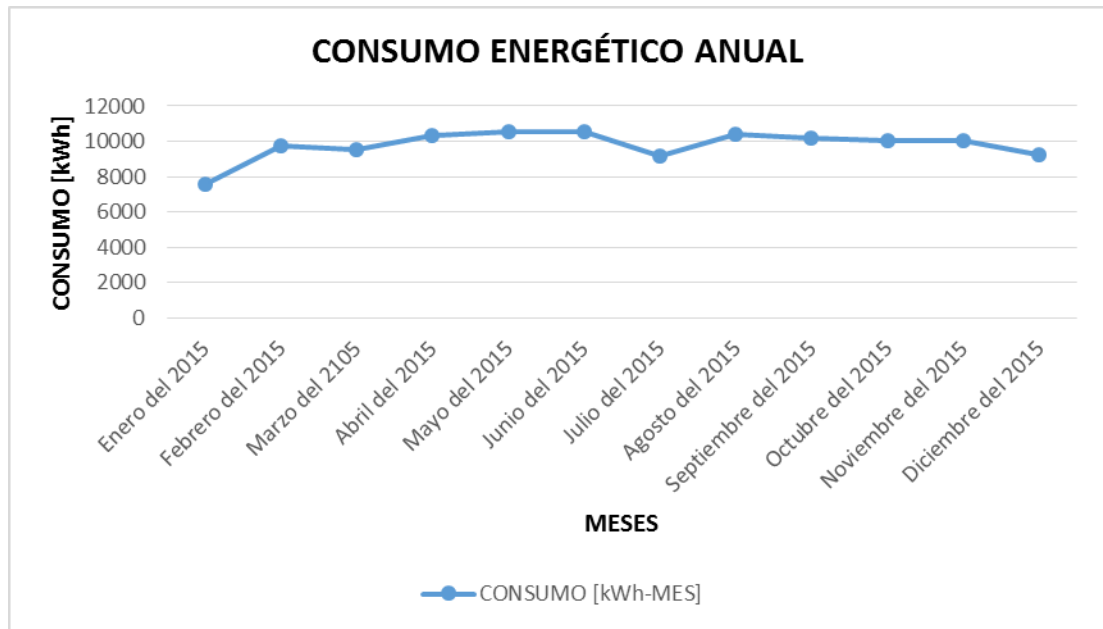
TABLA 9. Datos históricos del consumo de energía eléctrica edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

MES REGISTRADO	CONSUMO [kWh]	COSTO [\$/kWh]	TOTAL A PAGAR [\$/]
Enero del 2015	7572	294,55	2230332,60
Febrero del 2015	9756	327,51	3195187,56
Marzo del 2015	9504	375,06	3564570,24
Abril del 2015	10300	331,04	3409712
Mayo del 2015	10550	430,42	4540931
Junio del 2015	10560	370,56	3913113,60
Julio del 2015	9150	384,14	3514881,00
Agosto del 2015	10416	363,11	3782153,76
Septiembre del 2015	10200	418,81	4271862
Octubre del 2015	10014	474,51	4751743,14
Noviembre del 2015	10026	483,14	4843961,64
Diciembre del 2015	9252	488,21	4516918,92
PROMEDIO	9775	395,09	3877947,29

Fuente: Planta física UIS

En la tabla 9 se observa que el mayor consumo de energía fue en el mes de junio con un valor de 10560 kWh, debido a la carga académica y en ese periodo se llevaron a cabo ensayos de proyectos de grado en los diferentes equipos existentes en el laboratorio de caracterización de materiales. A continuación en la figura 8 se presenta la tendencia en el consumo de energía anual del edificio.

Figura 8. Tendencia del consumo en kWh de energía eléctrica. Autores



En la figura 8 se observa que en los meses de Mayo y Junio el consumo estuvo por encima del promedio 9775 kWh, con valores de 10550 y 10560 kWh respectivamente, y en el mes de Enero el consumo tuvo un comportamiento por debajo del promedio con un valor de 7572 kWh, ya que en este mes la ocupación del edificio por parte de los usuarios es mínima por el periodo de vacaciones.

8.4.2 Gráfico de control. Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones [8]. En la tabla 10 se muestra el cálculo de los datos para realizar el grafico y en la tabla 11 se muestran las variables utilizadas para realizar estos cálculos.

Tabla 10. Datos del gráfico de control. Autores

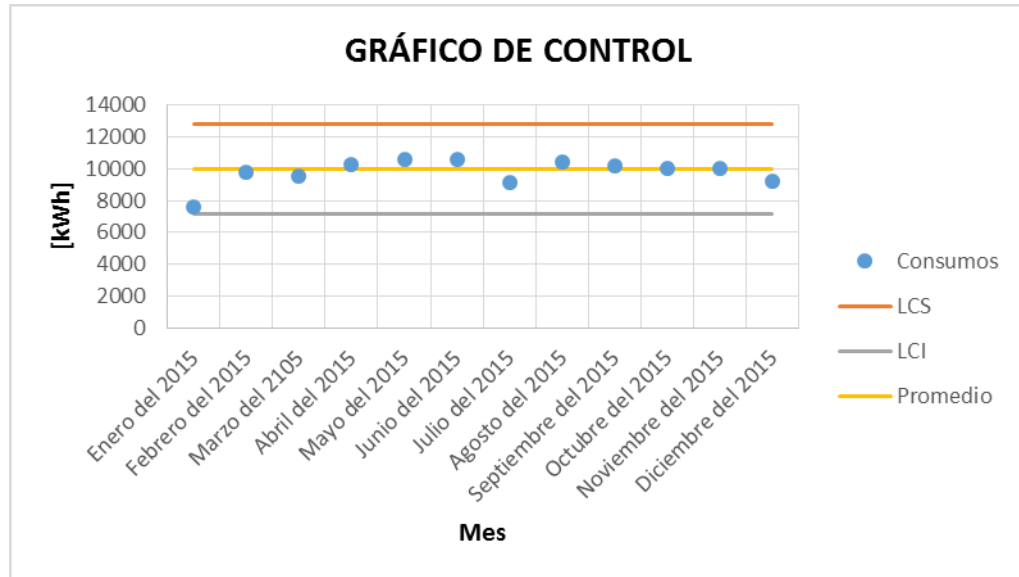
MES DE CONSUMO	CONSUMO [kWh]	CP	DS	LCS	LCI
Enero del 2015	7572	9775	841,82	12300,46	7249,54
Febrero del 2015	9756				
Marzo del 2105	9504				
Abril del 2015	10300				
Mayo del 2015	10550				
Junio del 2015	10560				
Julio del 2015	9150				
Agosto del 2015	10416				
Septiembre del 2015	10200				
Octubre del 2015	10014				
Noviembre del 2015	10026				
Diciembre del 2015	9252				

Tabla 11. Variables del gráfico de control. Autores

Consumo Promedio (CP)	9775
Desviación estándar (DS)	841,82
Límite de Control Superior (LCS)	12300,46
Límite de Control Inferior (LCI)	7249,54

Con base en la información proporcionada por la tablas 10 y 11 se realizó el gráfico de control, observando que los valores de los consumos se encuentran dentro de los límites de control, lo que exterioriza que los consumos tienen comportamientos estables. Si alguno de los valores de consumo se encontrase fuera de los límites de control se deberá analizar el consumo en ese mes en particular, para determinar la causa del incremento en ese mes y tomar acciones de corrección en este suceso.

Figura 9. Gráfico de control. Autores



8.4.3 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs tiempo (T). Consiste en un gráfico donde se visualiza la variación simultánea del consumo de energía eléctrica con las personas atendidas realizada en el tiempo [5]. En este gráfico se muestran los periodos en los que se originaron comportamientos anormales en la variación del consumo energético respecto a la variación de personas atendidas, que para este caso son los estudiantes que ingresan al edificio y hacen uso de los laboratorios, y el personal que opera los equipos de los laboratorios.

El cálculo de la variación que presenta el consumo y las personas atendidas, se realiza con la siguiente ecuación (1):

$$\%V = \frac{C_{actual} - C_{anterior}}{C_{anterior}} * 100 \quad (1)$$

Donde:

PERÍODO: Es el tiempo en que se mide el consumo y las personas atendidas, en este caso mensual.

%V = Porcentaje de variación

C_{actual} = Consumo/personas atendidas actual

$C_{anterior}$ = Consumo/personas atendidas anterior

El comportamiento de la variación es anómalo si los signos de la variable personas atendidas son diferentes o si los valores de los porcentajes son significativamente diferentes a las diferencias medidas [5].

A continuación en la tabla 12 se muestran los datos y resultados de la variación utilizados para realizar el gráfico de consumo y personas atendidas en el periodo correspondiente al año 2015.

Los datos de la cantidad de personas que asisten al edificio en el primer periodo de 2015 son datos suministrados en bruto mes a mes durante este periodo académico por la escuela de Ingeniería Civil, mientras que los datos de la cantidad de personas del segundo periodo académico de 2015 son calculados mediante la información que se muestra en el anexo C.

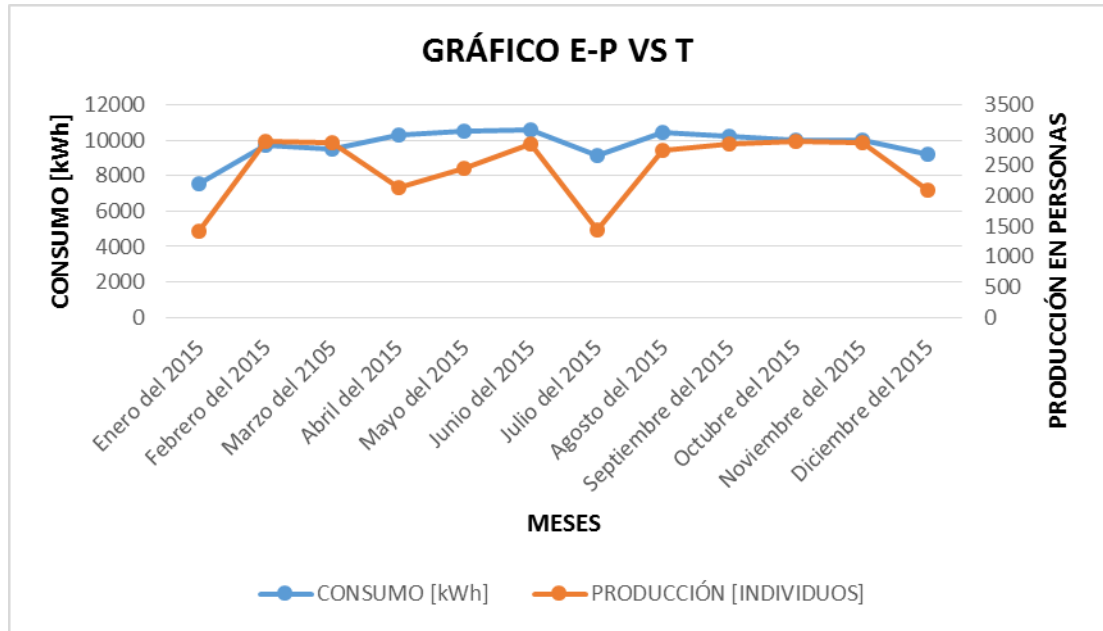
Tabla 12. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo. Autores

MES DE CONSUMO	CONSUMO MENSUAL [kWh]	% Variación E	Personas Atendidas	% Variación P	Comportamiento
Enero del 2015	7572		1430		
Febrero del 2015	9756	0,29	2892	1,02	ANÓMALO
Marzo del 2105	9504	-0,03	2871	-0,01	NORMAL
Abril del 2015	10300	0,08	2148	-0,252	ANÓMALO
Mayo del 2015	10550	0,02	2450	0,14	ANÓMALO
Junio del 2015	10560	0,00	2860	0,17	ANÓMALO
Julio del 2015	9150	-0,13	1442	-0,50	ANÓMALO
Agosto del 2015	10416	0,14	2750	0,91	ANÓMALO
Septiembre del 2015	10200	-0,02	2860	0,040	ANÓMALO
Octubre del 2015	10014	-0,018	2900	0,01	ANÓMALO
Noviembre del 2015	10026	0,001	2889	-0,004	ANÓMALO
Diciembre del 2015	9252	-0,08	2100	-0,273	ANÓMALO

En la tabla 12 se aprecia que en el mes de febrero se presenta un comportamiento anómalo ya que los porcentajes entre la variación del consumo y las personas atendidas son significativamente diferentes a las diferencias medidas. En el mes de enero se presenta una ocupación baja con respecto al mes de febrero debido al periodo de vacaciones de final de año. Y siendo el caso más crítico el mes de abril, debido a que este mes hubo un cese de actividades académicas por la semana mayor (semana santa).

En la figura 10 se observa que el mes de julio presenta bajas producciones, sin embargo el consumo no desciende debido a que el edificio cuenta con motores que permanecen encendidos para realizar ensayos en materiales.

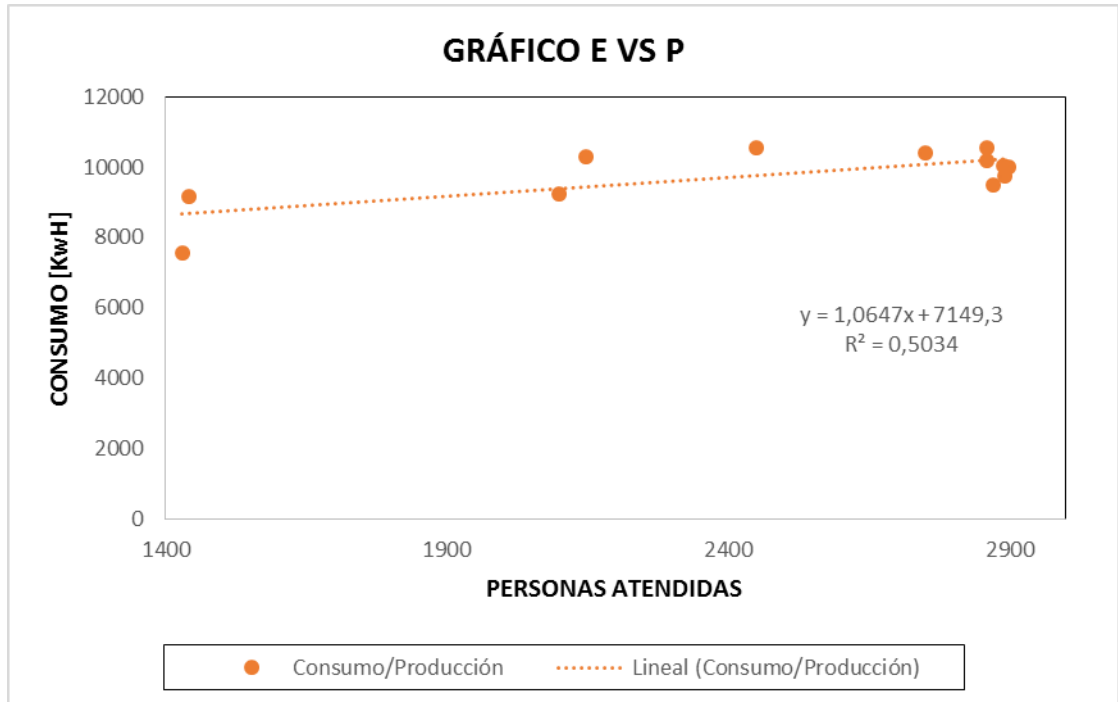
Figura 10. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T). Autores



8.4.4 Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P). Este gráfico revela en qué medida se ve afectado el consumo por las variaciones de personas atendidas, permitiendo calcular la correlación que existe entre estas dos variables.

En la figura 11 se dará a conocer el comportamiento del consumo (E) vs las personas atendidas (P), utilizando los datos del consumo mensual en el año 2015.

Figura 11. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) (Línea Base). Autores



El coeficiente de correlación que se encontró para este caso es 0,5034 siendo este un valor fuerte dentro del criterio de confiabilidad mostrado en la tabla 6 de la guía SGIE [3], muestra que la correlación entre el consumo y la cantidad de personas atendidas es alta. En la figura 11 se muestra la ecuación que representa el comportamiento del consumo respecto a la producción:

$$E = 1,0647 * P + 7149,3 \quad (2)$$

El valor de 7149,3 kWh es la energía no asociada a las personas atendidas. Este valor representa el 73,14 % del consumo promedio de la energía eléctrica, este indicador revela que el consumo no depende del nivel de personas atendidas y este puede ser generado por los siguientes factores.

- Iluminación: La iluminación de este edificio siempre está encendida en las oficinas del segundo piso y en el subsótano, por consiguiente este consumo no depende de la cantidad de personas que ingresen al edificio.
- Equipos de laboratorio: Los equipos utilizados en el laboratorio por los estudiantes y personal del edificio para realizar las pruebas y ensayos de materiales, se dejan encendidos durante la

mayor parte del día ya que varios grupos de estudiantes hacen uso de estos. Esto ocasiona que durante algunas horas los equipos permanezcan encendidos sin presentar un uso específico.

- Aires acondicionados: el sistema de aire acondicionado funciona en las oficinas donde permanece encendido durante toda la jornada laboral sin importar si hay o no personas en éstas áreas

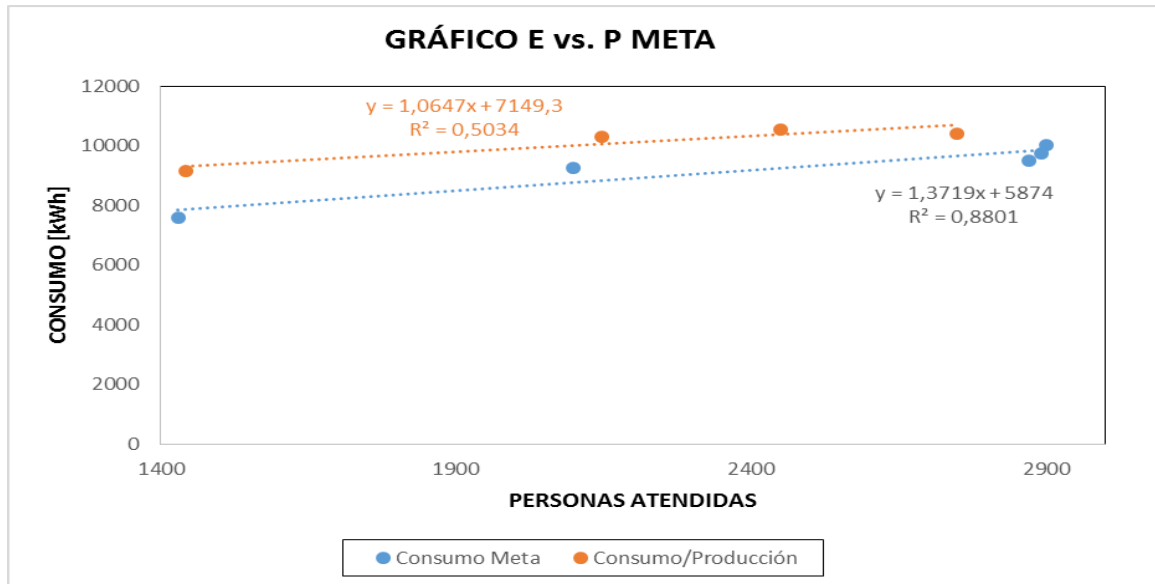
Por lo mencionado anteriormente, se aprecia el hecho de que el porcentaje de la energía no asociada con las personas atendidas debe ser mínimo para reducir las pérdidas energéticas en el edificio.

8.4.5 Gráfico E vs P para identificación de metas. Es importante establecer ciertas metas realizables que reduzcan el consumo, disminuyan las pérdidas de dinero y mejoren el uso final eficiente de la energía eléctrica.

La meta de consumo para una cantidad de personas atendidas dado se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo vs. Personas atendidas hallado para los niveles por debajo de la media [8].

En la figura 12 se muestra el gráfico E Vs P Meta donde se observa la línea de tendencia meta del consumo y su respectiva ecuación.

Figura 12. Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P) (Meta). Autores



La finalidad del gráfico E vs. P Meta es mostrar la tendencia de los consumos bajos para niveles altos de personas atendidas, y establecer las medidas correctivas correspondientes para lograr tener un comportamiento similar a la línea de tendencia de meta.

En cuanto a la energía no asociada a las personas atendidas se aprecia una reducción de 7149,3 kWh a 5874 kWh, que equivale a un 17,84% de la energía no asociada.

8.4.6 Descripción de la variabilidad del consumo en el gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P). El gráfico IC vs. P se utiliza para establecer metas de índices de consumos en función de las personas atendidas, para evaluar el desempeño de la eficiencia energética del edificio en un periodo mensual. Este diagrama es muy útil para determinar el punto crítico de la producción del edificio, y factores que influyen en las variaciones del índice de consumo [8].

Este diagrama se realiza después de haber obtenido la ecuación (2), $E = 1,0647 * P + 7149,3$ del diagrama E vs. P, la cual es de la forma $E = m * p + E_0$. 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 curva se obtiene de la siguiente expresión:

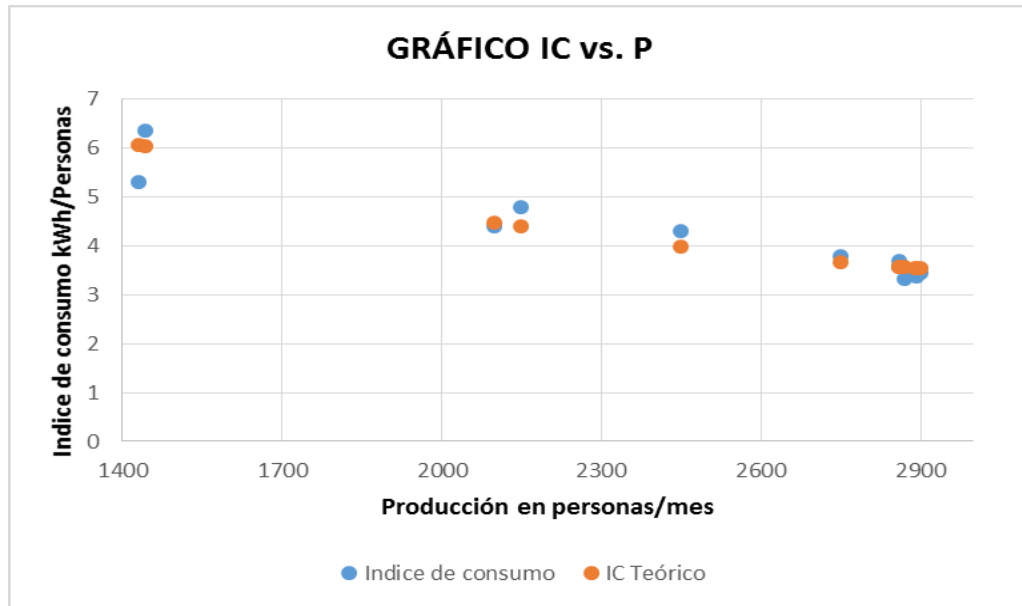
$$IC = m + \frac{E_0}{P}$$

En la tabla 13 se hallan los datos para determinar el comportamiento de la curva.

Tabla 13. Datos del gráfico índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P). Autores

MES DE CONSUMO	CONSUMO MENSUAL [kWh]	Personas Atendidas	IC	CT	ICT
Enero del 2015	7572	1430	5,2951049	8671,821	6,06421049
Febrero del 2015	9756	2892	3,37344398	10228,4124	3,53679544
Marzo del 2015	9504	2871	3,31034483	10206,0537	3,55487764
Abril del 2015	10300	2148	4,79515829	9436,2756	4,39305196
Mayo del 2015	10550	2450	4,30612245	9757,815	3,98278163
Junio del 2015	10560	2860	3,69230769	10194,342	3,56445524
Julio del 2015	9150	1442	6,34535368	8684,5974	6,02260569
Agosto del 2015	10416	2750	3,78763636	10077,225	3,66444545
Septiembre del 2015	10200	2860	3,56643357	10194,342	3,56445524
Octubre del 2015	10014	2900	3,45310345	10236,93	3,52997586
Noviembre del 2015	10026	2889	3,47040498	10225,2183	3,53936251
Diciembre del 2015	9252	2100	4,40571429	9385,17	4,46912857

Figura 13. Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P). Autores



En la figura 13 se observa que el índice de consumo varía entre 3,31 y 6,34 kWh/Personas. Cabe mencionar que el valor crítico del número de personas atendidas se encuentra alrededor de 2100 personas mensuales, mientras que el promedio de ingreso de personas al edificio es de 2466. Producciones que se encuentran por debajo del punto crítico representan una zona de ocupación de baja eficiencia energética generando un aumento en la energía no asociada a las personas que utilizan el edificio.

8.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas CUSUM. Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del edificio en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un periodo base dado [8]. Para la elaboración del gráfico se escogió como periodo base 6 meses los cuales corresponden a un semestre académico, con el fin de mostrar la tendencia que muestran los consumos del periodo académico.

Para el periodo académico seleccionado se estableció la relación entre E y P según el método de mínimos cuadrados, obteniendo la siguiente ecuación: $E_t = 1,409P + 5812,2$ kWh. Operando los valores de personas atendidas en la ecuación se calcula un (Et) que corresponde a la energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual.

En la tabla 14 se muestran los datos utilizados para la realización del gráfico de tendencias.

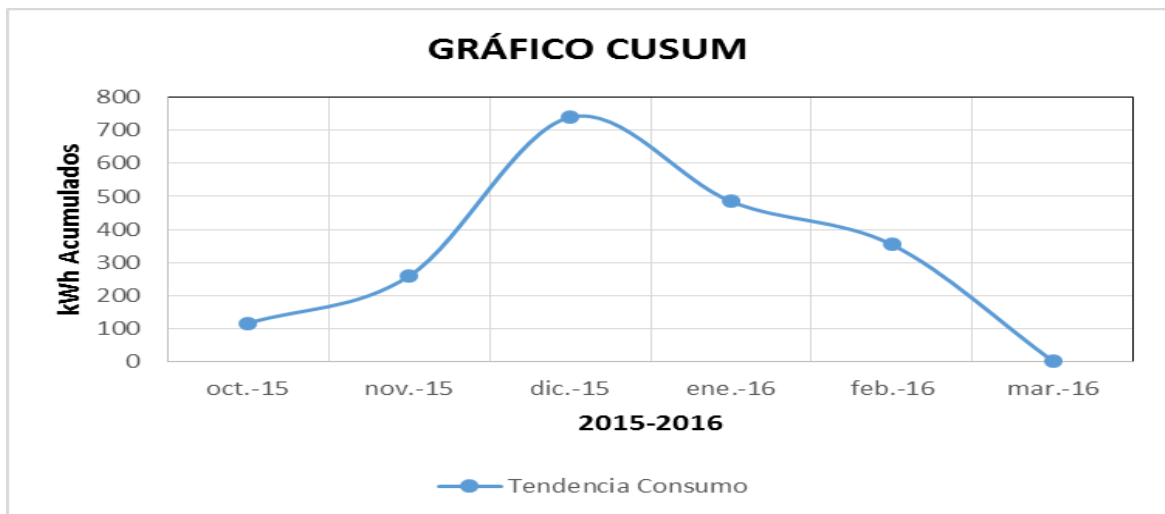
Tabla 14. Datos del gráfico sumas acumulativas CUSUM. Autores

Mes	Ea (kWh)	Personas Atendidas	$E_t=1,409P+5812,2$	Ea-Et	Suma Acumulativa
oct-15	10014	2900	9898,3	115,7	115,7
nov-15	10026	2889	9882,801	143,199	258,899
dic-15	9252	2100	8771,1	480,9	739,799
ene-16	7572	1430	7827,07	-255,07	484,729
feb-16	9756	2892	9887,028	-131,028	353,701
mar-16	9504	2871	9857,439	-353,439	0,262

En la figura 14 se muestra el gráfico de sumas acumulativas donde se puede ver la tendencia del consumo en el periodo base seleccionado. Se observa que hay un aumento significativo en el uso de la energía en los meses de noviembre y diciembre ya que en estos meses el edificio utilizó en gran parte los equipos y máquinas para la prestación de servicios a empresas no vinculadas con la universidad. En el mes de febrero y marzo se observa un descenso considerable en el consumo debido a que en estos meses se está finalizando semestre y la producción de personas disminuye considerablemente. Como se mencionó anteriormente el consumo no está directamente

relacionado con el número de personas, luego el gráfico de tendencias va a tener fluctuaciones en cualquier periodo de acuerdo con el tiempo de uso de los equipos y maquinas del edificio.

Figura 14. Gráfico sumas acumulativas CUSUM. Autores



8.4.8 Reporte del comportamiento del consumo energético en el edificio. A continuación se mostrara un informe con los indicadores de consumo y producción en el periodo establecido, así como también una estimación del ahorro en pesos que representa un ahorro en el consumo eléctrico. Según las herramientas de caracterización propuestas por la metodología SGIE, se obtiene un ahorro mensual de 1275,30 kWh que equivale a un ahorro en COP de \$ 503858,277. Estos valores se calculan a partir de la diferencia entre la energía no asociada a la producción de la línea Base (7149,3 kWh) y la energía no asociada a la producción de la línea meta (5874 kWh), posteriormente el valor de ésta diferencia se multiplica por el costo energético (\$/kWh 395,09). Los resultados obtenidos se pueden ver en la tabla 15 y 16.

Tabla 15. Informe de consumo energético. Autores

REPORTE DE MONITOREO DE LA CARACTERIZACION ENERGETICA	
Fecha	15/11/2015
Costo energético	\$395,09
Valores línea base (Datos filtrados)	
Periodo	Enero 2015 a Diciembre 2015
Producción máxima (Personas/mes)	2900
Producción mínima (Personas/mes)	1430
Producción promedio (Personas/mes)	2466
Consumo de energía máximo (kWh)	10560
Consumo de energía mínimo (kWh)	9150
Consumo de energía promedio (kWh)	9976
Fiabilidad inicial	100
Línea base	$E=1,0647 \cdot P+7149,3$
Correlación	$R=0,5034$
Tipo de control	Fuerte
Energía no asociada a la producción línea base	
Energía no asociada a la producción periodo base (kWh)	7149,3
Energía no asociada %	73,14
Valores línea meta	
Producción máxima (Personas/mes)	2900
Producción mínima (Personas/mes)	1430
Producción promedio (Personas/mes)	2438
Consumo de energía máximo (kWh)	10014
Consumo de energía mínimo (kWh)	7572
Consumo de energía promedio (kWh)	9219,6
Línea base	$E=1,3719 \cdot P+5874$
Correlación	$R=0,8801$
Energía no asociada a la producción línea meta	
Energía no asociada a la producción línea meta (kWh)	5874
Energía no Asociada %	17,84

Tabla 16. Resultados ahorro de energía. Autores

	Ahorro (kWh)	Ahorro (\$)
Hora	1,77125	699,803
Diario	42,510	16795,276
Mensual	1275,3	503858,277
Anual	15303,6	6046299,324

En la tabla 16 se puede apreciar los ahorros que se obtienen aplicando las herramientas propuestas por la guía para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGIE) basado en la ISO 50001, dando como resultado, un ahorro por hora de 1,771 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 699,803. Un ahorro diario de 42,510 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 16795,276. Y un ahorro Mensual de 1275,30 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 503858,277. Teniendo en cuenta estos datos se obtiene un ahorro anual de 15303,6 kWh equivalentes a \$ 6046299,324.

9. ANÁLISIS ENERGÉTICO EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN

El objetivo del análisis energético es identificar las oportunidades, las soluciones y las medidas o proyectos de ahorro energético en los equipos y procesos claves del edificio, identificando las áreas críticas de consumo de energía [3].

Para ello se lleva a cabo una inspección minuciosa de las instalaciones, realizando un análisis energético detallado de los consumos y la forma en que se usa la energía. En este capítulo se realiza una auditoría energética de los flujos de energía del edificio que contienen:

- Niveles de iluminación
- Análisis termográfico
- Calidad de la potencia eléctrica

9.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.

El sistema de iluminación representa el 22% del consumo de energía eléctrica del edificio Álvaro Beltrán Pinzón. De tal manera que una mejor inspección en el sistema de iluminación puede ayudar en su ahorro energético. Con el fin de estimar el estado actual de la iluminación, se efectuó la medición de la iluminancia con los procedimientos establecidos en la sección 490 del Reglamento

Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), de esta manera se pretende identificar si el diseño de iluminación del Álvaro Beltrán Pinzón cuenta con las condiciones necesarias para suministrar una calidad de energía lumínica suficiente.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO

Luxómetro. Permite medir el nivel de luminancia (Lux) existente en el recinto; se trata de un fotómetro análogo, compacto, consta de una celda circular la cual es altamente sensible a la luz. La intensidad lumínica que exista en el sitio se mostrara en el display.

En la figura 15 se muestra el Luxómetro utilizado y en la tabla 17 se encuentran sus especificaciones.

Tabla 17. Especificaciones del Luxómetro LM-120. Autores

Especificaciones	LM-120
Marca	Amprobe
Sensor	Foto diodo de silicio y filtro
Frecuencia de muestreo	2,5 veces por segundo
Alcance	20, 200, 2000, 20000, 200000 lux 20, 200, 2000, 20000 fc
Resolución	0,01 fc/lux
Visualización	Pantalla de cristal líquido de 3 $\frac{3}{4}$ dígitos (LCD) con lectura máxima de 1999
Fuente de alimentación	9V NEDA 1604, IEC 6F22, batería 006P/200h

Figura 15. Luxómetro Amprobe LM-120




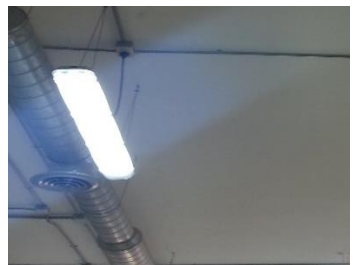
Modo de uso

Se ubica en la posición del recinto a analizar, perpendicular a la fuente de luz, se retira la tapa del sensor y se selecciona la magnitud de lux, la escala de iluminancia y el rango de lectura. Una vez finalizado el procedimiento se procede a cubrir con la tapa para proteger el sensor y el filtro.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En la tabla 18 se muestra la descripción de los diferentes tipos de luminarias instaladas en el Álvaro Beltrán Pinzón, y las respectivas características del área medida.

Tabla 18. Descripción del sistema de iluminación Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Tipo	Descripción	Marca /cantidad	Ubicación
1	<p>TCS F2x32 W/841 24C 120-277</p> 	Philips / 6	 <p>Aula de clase, salas del sótano y del primer piso</p>



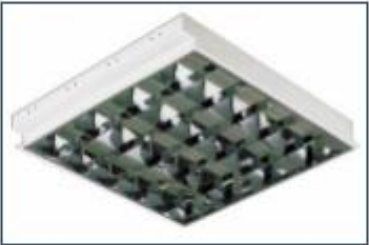







Tipo	Descripción	Marca /cantidad	Ubicación
2	<p>F96T8-SPX50 2x58 W</p> 	Philips / 36	 <p>Salas del sótano, primer piso y pasillos</p>
3	<p>EPH HERMETICO</p> 	Philips / 35	 <p>Oficinas y sala de profesores</p>
4	<p>AL500LA</p> 	Philips / 5	 <p>Lab estructuras, Área común</p>
5	<p>Eco Home mini 9 W</p> 	Philips / 35	 <p>Oficinas y Pasillos</p>
6	<p>TPS020</p> 	Philips / 11	 <p>Lab Ensayos, Aula de clase</p>

Tabla 19. Descripción paredes, pisos y techos del Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Descripción Paredes, Pisos y Techos					
Descripción	Condición de la superficie				
	Material	Color	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Cemento	Gris, blanco, marrón		X	
Piso	cemento	Gris		X	
Techo	Cemento	Gris, blanco	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón			X
Condición de luminarias: Buena					

MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA

Se debe tener en cuenta que el nivel de iluminancia del recinto se expresa en función del nivel de iluminancia promedio en el plano de trabajo. Por lo tanto, se deben cumplir los valores estipulados en la Tabla 410.1 del RETILAP según las actividades realizadas en el edificio.

Aplicando al uso del instrumento de medida especificado en la tabla 17 se midieron los niveles de iluminancia al interior del edificio. Las medidas realizadas se tomaron a la altura del plano de trabajo y a una altura sobre el suelo de unos 80 cm aproximadamente. Los espacios al interior del edificio fueron divididos en retículas cuadradas y dependiendo el tipo de distribución de las luminarias se aplicó la ecuación correspondiente para el cálculo de la iluminancia promedio según el RETILAP.

El factor de uniformidad establece el tipo de iluminación entre la zona de trabajo y su entorno inmediato, para valores mayores a 0,8 el tipo de iluminación es general, y para valores mayores a 0,5 la iluminación es localizada.

SALONES

Se puede observar que los valores de iluminación medios son elevados, teniendo en cuenta que el nivel de iluminación recomendado es de 500 [Lux], ya que, solo se requiere necesidad visual normal. Los factores de uniformidad de los salones son de 0,9 y 0,89 respectivamente, lo cual indica tipo de iluminación general, los valores se muestran en la tabla 20.

Tabla 20. Nivel de Iluminación Salones del Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Salon piso 1		(%) cumplimiento	Salon piso 2		(%) cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
700	718,3	143,66	685	708,6	141,72
860			840		
660			650		
650			630		
830			831		
830			823		
645			650		
644			628		
646			640		
Fact. Uniformidad			0,9		

(%) cumplimiento = $(Em/500)*100$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

SÓTANO

En el sótano del edificio se observa que las cinco salas que se encuentran ubicadas en este lugar están por debajo del límite recomendado de 500 [Lux]. Todas con un factor de uniformidad de 0,5 lo cual indica tipo de iluminación localizada, ver Tabla 21.

Tabla 21. Nivel de Iluminación Sótano Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 1		(% cumplimiento	Sala 2		(% cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
95	164,6	32,91	60	130,1	26,02
120			65		
200			64		
120			177		
430			209		
85			176		
110			100		
230			155		
91			165		
Fact. Uniformidad			0,52		
Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 3		(% cumplimiento	Sala 4		(% cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
164	321	64,2	170	333,22	66,64
360			200		
200			219		
470			640		
550			560		
170			175		
670			770		
185			170		
170			165		
Fact. Uniformidad			0,51		
Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 5		(% cumplimiento			
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]				
120	236,56	47,31			
135					
200					
560					
565					
114					
136					
140					
159					
Fact. Uniformidad	0,51				

(%) cumplimiento = (Em/500)*100

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

PRIMER PISO

En el primer piso se puede observar que el valor de iluminación media se mantiene por debajo del límite de 500[Lux] para las salas 1, 2 y 3, con factor de uniformidad de 0,24, 0,22 y 0,5 respectivamente, mientras que la sala 4 sobrepasa el valor recomendado de 500[Lux] y tiene factor de uniformidad de 0,56. Para los valores de uniformidad bajos se recomienda utilizar el mismo tipo de luminaria, ya que estas salas actualmente tienen instaladas lámparas de diferente potencia y luminosidad, lo cual difiere con el diseño inicial. Ver Tabla 22.

Tabla 22. Nivel de Iluminación Primer Piso Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 1		(% cumplimiento	Sala 2		(% cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
57	84	16,8	135	179,11	35,82
64			135		
20			166		
90			185		
125			625		
190			146		
40			100		
110			80		
60			40		
Fact. Uniformidad			0,24		
Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 3		(% cumplimiento	Sala 4		(% cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
165	324,89	64,98	350	626,67	125,33
358			650		
205			600		
465			760		
545			780		
164			600		
665			600		
186			600		
171			700		
Fact. Uniformidad			0,5		

(%) cumplimiento = $(Em/500)*100$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

OFICINAS

En las oficinas se puede observar que los valores de iluminación media se mantienen por debajo del límite de 500 [Lux], con factor de uniformidad de 0,55 y 0,58 para las oficinas del primer y segundo piso respectivamente, mientras que el área de los profesores tiene factor de uniformidad de 0,33 lo que indica que los cubículos de las oficinas se ubican diferente según el diseño inicial. Ver Tabla 23.

Tabla 23. Nivel de Iluminación Oficinas Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
oficinas primer piso		(%) cumplimiento	Oficinas segundo piso		(%) cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
95	118	23,6	135	154,33	30,87
110					
180					
105					
125					
190					
65					
110					
82					
Fact. Uniformidad			0,55		
Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
oficina profesores		(%) cumplimiento			
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]				
320	317,11	63,42			
230					
105					
620					
800					
110					
240					
320					
109					
Fact. Uniformidad	0,33				

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/500)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

ZONAS COMUNES

En los pasillos se puede observar valores de iluminación medio alto para el segundo piso, con valor de uniformidad de 0,6, por lo tanto se recomienda ajustar estos niveles a un valor recomendado de 100 [Lux], por otro lado se observan valores medios del sótano y primer piso debajo del límite recomendado con factor de uniformidad de 0,5 y 0,59 respectivamente. Lo que indica iluminación localizada. Ver Tabla 24.

Tabla 24. Nivel de Iluminación Zonas Comunes Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 100 [Lux]					
Pasillo sótano		(% cumplimiento)	Pasillo piso 1		(% cumplimiento)
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
30	54,25	54,25	27	46	46
27			47		
132			18		
28			92		
Fact. Uniformidad	0,5		Fact. Uniformidad	0,59	
Nivel de Iluminancia Recomendado 100 [Lux]					
Pasillo piso 2		(% cumplimiento)			
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	(%) cumplimiento
128	214,25	214,25			
232					
280					
217					
Fact. Uniformidad	0,6				

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/100)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

9.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

En esta sección se expone el análisis de la inspección térmica que se realizó en el edificio a tableros eléctricos de baja tensión, totalizadores, acometida del Chiller, acometida del tablero principal de distribución del edificio y a los bornes del transformador. Este análisis se realiza con el fin de detectar posibles fallas en los equipos, como sobrecalentamiento de los conductores y equipos, y fallas en el aislamiento.

El análisis termográfico permite documentar y programar un mantenimiento preventivo para estas fallas antes de que se produzca un daño más grave, trayendo consigo costos de reparación y pérdidas de energía.

La inspección termográfica se realizó a una temperatura ambiente entre 25°C -- 30°C. Las imágenes que fueron tomadas con la Cámara Térmica Fluke Ti32 y analizadas con ayuda del software SmartView, corresponden a los siguientes elementos:

- Transformador 225 kVA, 13,2 kV — 3*220 V/127V
- Tablero General - 220V
- Totalizador Chiller 220V
- Totalizador Actuadores #1 y #2 220V
- Tablero laboratorio de estructuras
- Acometida Chiller
- Acometida Actuadores
- Acometida tablero laboratorio de estructuras

Para evaluar el estado de los elementos sometidos a la inspección termográfica, se establece un rango de valoración de temperatura, utilizando como referencia la comparación entre la temperatura del punto más caliente (T_{PC}) y la temperatura en condiciones normales de trabajo (T_{CN}) en grados centígrados, la diferencia entre estas temperaturas indicará el nivel de relevancia en que se encuentra el equipo. En la tabla 25 se muestra el rango de valoración y la relevancia que se presenta según el rango.

Tabla 25. Rango de valoración. Autores

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

En la tabla 26 se muestran las acciones que se deben realizar en cada caso según el nivel de relevancia que presente el equipo.

Tabla 26. Actuaciones según nivel de urgencia de la falla. Autores

Urgencia	Detalle
Próximo estudio	No es necesario 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, tener 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.

EQUIPO UTILIZADO

Cámara termográfica

En la inspección se utilizó la cámara termográfica FLUKE Ti32 como la que se muestra en la figura 16, capaz de registrar la temperatura de los equipos por medio de las emisiones de infrarrojos medios del espectro electromagnético de los cuerpos detectados, apta para obtener imágenes a distancia de la distribución de temperatura de cualquier superficie. Las especificaciones generales se muestran en la tabla 27.

Figura 16. Cámara termográfica Ti32



Especificaciones técnicas generales

Tabla 27. Especificaciones de la cámara termográfica FLUKE Ti32. Autores

Especificación	Ti32
Marca	FLUKE Ti32
Rango de medida de la temperatura (no calibrado por debajo de -10 °C)	de -20 °C a +600°C
Precisión de la medida de temperaturas	± 2 °C o 2 % (a 25°C nominales, la mayor de ambas)
Tipo de detector	Matriz de plano focal de 320 X 240, microbolómetro no refrigerado
Sensibilidad térmica (NETD)	≤ 0,045 °C a 30 °C (45 mK)
Total de píxeles	76,800
Banda espectral Infrarroja	7,5 μm a 14 μm (onda larga)
Distancia focal mínima	46 cm (aprox. 18 pulg.)
Tipo de batería/ Tiempo de funcionamiento	Dos baterías recargables y reemplazables (ión Litio) / 4+ horas por batería
Funcionamiento CA	Adaptador/cargador de CA de 110/230 V CA, 50/60 Hz
Peso (incluyendo la batería)	1,05 kg
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

Modo de empleo

La cámara termográfica dispone de una serie de modos de ajuste para las diferentes funcionalidades, cuenta con tres botones en el panel principal y un anillo rodante en el frente para graduar la calidad de la imagen, visualizando en la pantalla datos como: intervalo y nivel térmico, paleta de colores, rango de temperaturas y fusión de imágenes.

Permite consultar las diferentes opciones brindando la posibilidad de enfoque con una sola mano, corrección de la emisividad, compensación de temperatura reflejada de fondo y corrección de la transmitancia, aumentando la precisión de las medidas en la mayoría de las situaciones. Tiene una interfaz de usuario mediante el software SmartView capaz de generar informes con registros detallados de la inspección.

REGISTRO TERMOGRÁFICO

Tabla 28. Inspección termográfica en bornes del transformador. Autores

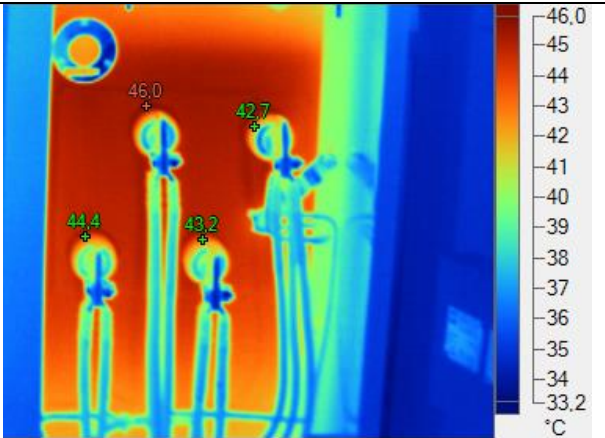

Bornes del transformador			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 29. Inspección termográfica bornes de entrada totalizador tablero general 220 V. Autores

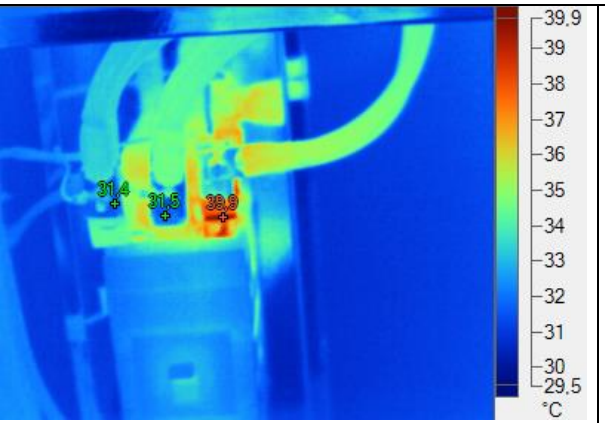

Bornes de entrada totalizador TG 220 V			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 30. Inspección termográfica bornes de salida totalizador tablero general 220 V. Autores

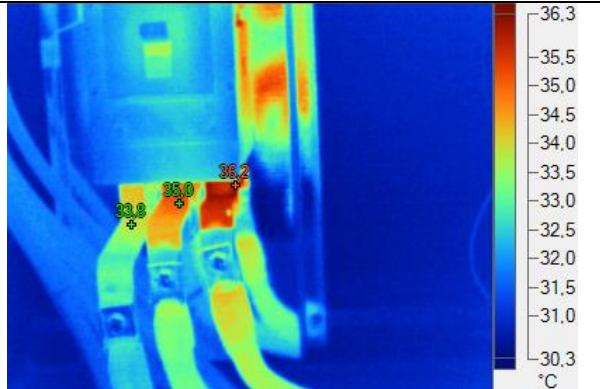

Bornes de salida totalizador TG 220 V			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 31. Inspección termográfica totalizador Chiller 220 V. Autores

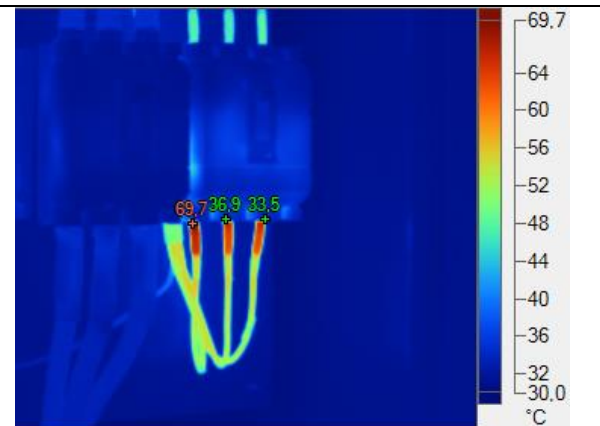

Totalizador Chiller 220 V			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar seguimiento
Actuación: Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado.			

Tabla 32. Inspección termográfica totalizador Actuator 1. Autores

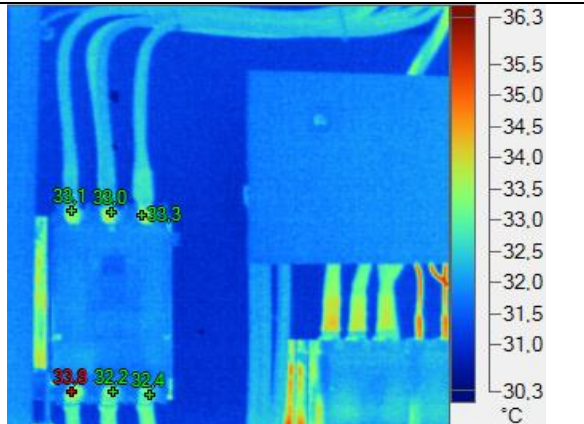

Totalizador Actuator 1- 220 V			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 33. Inspección termográfica totalizador Actuator 2. Autores

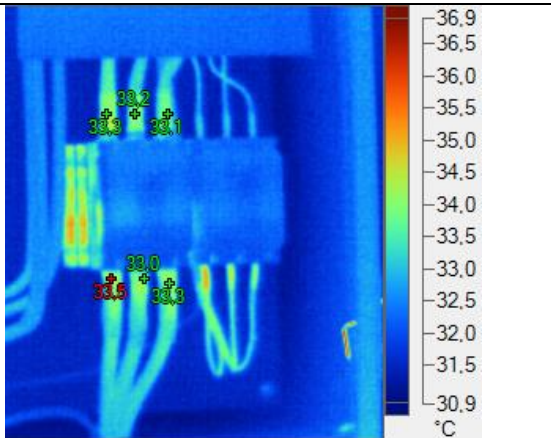

Totalizador Actuator 2- 220 V			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 34. Inspección termográfica tablero laboratorio de estructuras. Autores

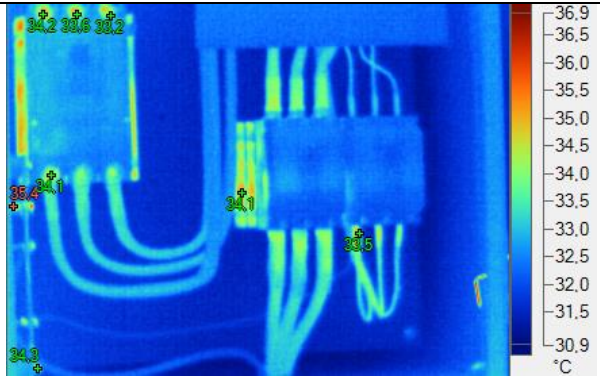

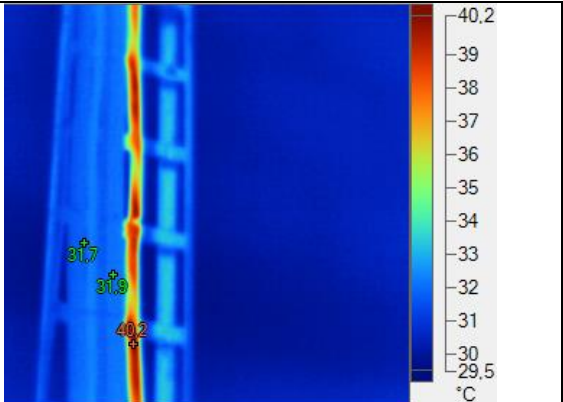
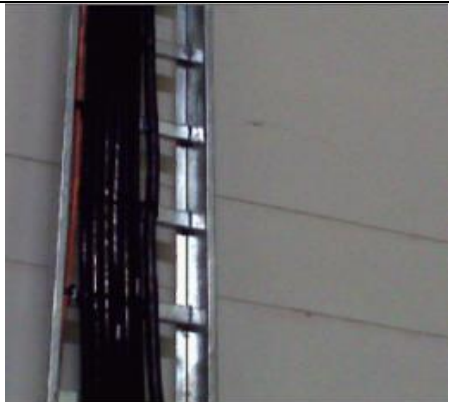
Tablero laboratorio de estructuras			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
Actuación: ninguna			

Tabla 35. Inspección termográfica Acometida Chiller. Autores

Acometida Chiller			
			
Observaciones: En condiciones normales de trabajo no presenta puntos de sobrecalentamiento crítico			
Relevancia	Leve	Urgencia	Realizar Seguimiento
Actuación: Realizar un seguimiento para ver la evolución del punto caliente o crítico usando la metodología y el personal más adecuado.			

Como se puede observar en la tabla 31 totalizador Chiller presenta el punto más crítico de consumo en el edificio, por tal motivo se realiza un estudio de curva de calentamiento de la acometida instalada que suministra la energía a la máquina para evaluar si los conductores fueron bien

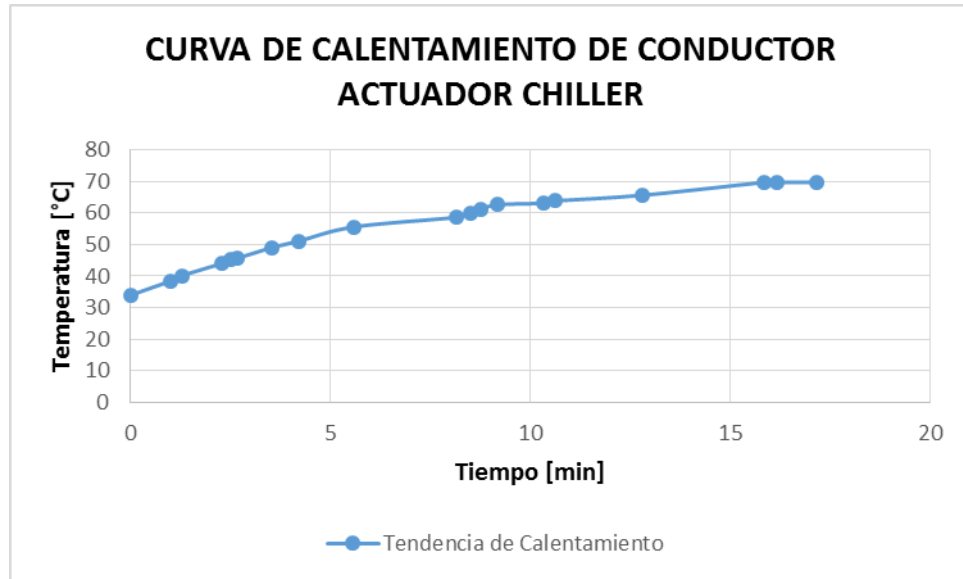
dimensionados y pueden soportar la corriente que la carga instalada demanda. A continuación se muestra la tabla 36 de temperatura vs tiempo de la acometida.

Tabla 36. Datos curva de Calentamiento Conductor Chiller. Autores

Temperatura [°C]	Tiempo [min]
34	0
38,5	1
40,1	1,27
44	2,27
45,1	2,49
45,7	2,673
49	3,523
51,1	4,206
55,6	5,596
58,6	8,146
59,9	8,516
61,3	8,766
62,6	9,186
63,1	10,336
63,8	10,606
65,6	12,806
69,7	15,856
69,71	16,176
69,709	17,176

De la anterior tabla se obtuvo el gráfico de tendencia de la curva de calentamiento de la acometida que se muestra en la figura 17.

Figura 17. Gráfico curva de tendencia de temperatura acometida actuador Chiller



Para este estudio se realizó la toma de datos después de 2 min de haber encendido la máquina, luego de este tiempo, los datos se tomaron con un intervalo de alrededor de 1 minuto con el fin de encontrar el punto de temperatura donde se estabiliza la curva.

Se puede observar que la temperatura tiende a incrementarse exponencialmente desde el primer punto en la toma de datos hasta alcanzados los 16 minutos, donde la curva se estabiliza a una temperatura constante de 69,7 °C.

El tipo de conductor utilizado en la acometida es 4x8 AWG-THW 8,4 mm^2 , las especificaciones se muestran en la tabla 37. [10]

Tabla 37. Capacidades de corriente (A) permisibles para conductores aislados para 0 a 2000 V nominales. Para no más de 3 conductores en canalización, cable o directamente enterrados. Temperatura ambiente 30 °C

Conductor		Temperatura nominal del conductor					
		60 °C TW		75 °C THW		90 °C XLP	
Sección transv. [mm ²]	Calibre AWG ó kcmil	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
0,82	18	-	-	-	-	14	-
1,31	16	-	-	-	-	18	-
2,08	14	20*	-	20*	-	25	-
3,3	12	25*	20*	25*	20*	30*	25*
5,25	10	30	25	35*	30*	40*	35*
8,36	8	40	30	50	40	55	45
13,29	6	55	40	65	50	75	60
21,14	4	70	55	85	65	95	75
26,66	3	85	65	100	75	110	85
33,62	2	95	75	115	90	130	100
42,2	1	110	85	130	100	150	115
53,5	0	125	100	150	120	170	135
67,44	00	145	115	175	135	195	150
85,02	000	165	130	200	155	225	175
107,21	0000	195	150	230	180	260	205
126,67	250	215	170	255	205	290	230
152,01	300	240	190	285	230	320	255
177,34	350	260	210	310	250	350	280
202,68	400	280	225	335	270	380	305
253,35	500	320	260	380	310	430	350
304,02	600	355	285	420	340	475	385
354,69	700	385	310	460	375	520	420
380,02	750	400	320	475	385	535	435
405,36	800	410	330	490	395	555	450
456,03	900	435	355	520	425	585	480
506,7	1000	455	375	545	445	615	500
633,38	1250	495	405	590	485	665	545
760,05	1500	520	435	625	520	705	585
886,73	1750	545	455	650	545	735	615
1013,4	2000	560	470	665	560	750	630

De acuerdo con esta tabla se establece que la selección del conductor para la acometida Chiller Actuador cumple de acuerdo con el estudio realizado ya que la temperatura máxima alcanzada por el conductor en condiciones normales de operación es de 69,7°C y la temperatura según la tabla que puede soportar el conductor sin presentar falla es de 75°C.

Por corriente también cumple ya que el conjunto Actuador Chiller consume una corriente de 120 A y esta alimentado por 3 conductores #8 AWG-THW y cada uno de estos transportará una corriente de 40 A y en la tabla 37 se puede verificar que este conductor puede soportar una corriente de 50 A.

En conclusión los conductores instalados para alimentar esta carga fueron bien dimensionados evitando un sobrecalentamiento grave en este conductor y por consiguiente una posible falla crítica.

9.3 CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Al hablar de calidad de energía eléctrica se debe tener claro su definición como la ausencia de interrupciones, variaciones en la frecuencia, sobretensiones, distorsiones armónicas en la red y fluctuaciones en los niveles de tensión suministrados. Esto ocasiona fallas en los sistemas, incremento de las pérdidas de energía, operaciones erróneas de los equipos y aumento en los costos energéticos. [9]

Se puede decir que hay un problema de calidad de energía eléctrica cuando existe cualquier desviación de la tensión, la corriente o la frecuencia que provoque la mala operación de los equipos de uso final. Los efectos asociados a problemas de calidad de energía son. [9]

- ✓ Incremento en las pérdidas de energía
- ✓ Incremento del costo, deterioro de la confiabilidad, de la disponibilidad y del confort

En la tabla 38 se puede observar las normas las cuales la reglamentación colombiana acoge explícitamente para la regulación de la calidad de la energía.

Tabla 38. Normas relevantes en Colombia para la calidad de energía eléctrica. Autores

CALIDAD DE ENERGÍA - REGULACIÓN	
Norma, reglamento	Temáticas de evaluación
CREG 070 1998	Frecuencia y tensión Armónicos Flicker Factor de Potencia
NTC 5000 2002	Definiciones Términos fundamentales
NTC 1340 2004	Frecuencias aceptables Tensiones aceptables
CREG 024 2005	Definiciones Limites PST Limites THDv Limites de tensión

CALIDAD DE ENERGÍA - REGULACIÓN	
NTC 5001 2008	Limites SAGS/SWELLS Flicker Subtensiones Sobretensiones Armónicos de I Armónicos de V Muecas Desbalances
CREG 065 2012	Definiciones Desviación de f Desviación de v PST THDv, THDi y tDD

Fuente: Autores

EQUIPO DE MEDICIÓN

En esta sección se empleó el análisis de las variables registradas por el analizador Power Visa 440, para poder evaluar los posibles fenómenos de la calidad de la energía eléctrica presentados. Este procedimiento se realizó con la ayuda del ingeniero Gustavo Archila, el cual labora en la División de Planta Física de la Universidad. La medición se realizó en el transformador principal del edificio Álvaro Beltrán Pinzón el cual tiene una potencia de 225 kVA, el tiempo de medición se realizó del 5 de noviembre del 2015 al 15 de diciembre del 2015.

Las especificaciones del instrumento de medición se encuentran en la tabla 39.

Tabla 39. Especificaciones técnicas del Analizador Dranetz Power Visa 440. Autores

Especificación	Power Visa 440
Marca	Dranetz
Medición de tensión	4 entradas diferenciales, 1- 600 Vrms, AC / DC, 0.1% rdg + 0,05% FS, 256 muestras / ciclo, 16 bits ADC
Medición de corriente con CTs	4 entradas con CTs 1-6000 Arms, CT-dependientes, AC/ DC, 256 muestras/ciclo, 0,1% rdg + CTs, 16 bit ADC
Muestreo	256 muestras de ciclo, ½ pasos /ciclo
Gama de frecuencias	Resolución 10 mHz, 45-65 Hz
Parámetros medición	<ul style="list-style-type: none"> * Tensión y corriente * Transitorios de baja y media frecuencia * W, VA, VAR, TPF, DPF, Demanda, Energía, etc * THD / espectro armónico y TID / interarmónicos espectro (V, I, W) a 63º * Factor de cresta, factor K, factor de reducción de potencia del transformador.
Monitoreo/Cumplimiento	IEEE 1159 IEC 61000-4-30 Clase A EN50160 Calidad de suministro
Memoria	32 MB, 34 MB o 128 MB de alta Velocidad extraíble Compact Flash
Software	DRAN-VIEW (Windows NT, 98, ME, 2000, XP)

Figura 18. Analizador Dranetz Power Visa 440



MODO DE USO

Se posicionan las pinzas de los conectores superiores al transformador que cuenta con tipo de conexionado trifásico en estrella con tensión de 220 V. Luego con la ayuda del asistente de configuración se sigue la secuencia paso a paso donde se configura el circuito, los factores de escala para la tensión y para la corriente, entre otras posibilidades que ofrece el equipo. Finalmente se presiona el indicador “Medidor” para realizar la comprobación de rango de entrada de tensión y corriente, el cual es detectado por los dos canales, y así dar inicio a la medición.

En la figura 19 se muestra el equipo instalado en el transformador principal del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.

Figura 19. Analizador Dranetz Power Visa 440 Conectado al Transformador



VARIACIÓN DE TENSIÓN DE LARGA DURACIÓN

Son aquellas del valor R.M.S de la tensión que ocurren con una duración superior a un minuto. [9]

A continuación en la tabla 40 se muestra los límites de tensión establecidos por la CREG 04-2005 sección 6.2.1.1. Donde se establece que los valores de tensión no deben superar $\pm 10\% V_N$

Tabla 40. Límite de tensión establecido por la CREG 04-2005. Autores

Transformador 220[V]		
Voltaje mínimo permitido de fase	Voltaje nominal fase	Voltaje máximo permitido de fase
114,32 [V]	127,02 [V]	139,72 [V]

PERFILES DE TENSIÓN

En la figura 20 se muestra el comportamiento de las tensiones de fase del transformador durante el tiempo de medición que corresponde del mes de noviembre a diciembre del 2015.

El transformador presenta valores de magnitud máximos en sus fases de 133,6 [V] para la fase A, 134,1 [V] para la fase B y 134,9 [V] para la fase C, aunque estos valores son altos, se mantienen dentro del límite establecido en la tabla 40. Por otro lado, se presentaron 17 hundimientos de tensión durante el tiempo de medición, dentro de los cuales hay 5 cortes de suministro eléctrico. En la tabla 41 se describen los peores casos.

Tabla 41. Registro de los casos críticos (hundimientos de tensión). Autores

CRITERIOS	FASE	CATEGORIA	DATOS	FECHA	HORA
Menor magnitud	B	Instantáneo	2,4 V	12/12/2015	13:54:20
	B	Instantáneo	2,6 V, 0,117 S	12/12/2015	13:54:20
	B	Instantáneo	5,1 V, 0,084 S	02/12/2015	11:43:36
	B	Instantáneo	5,2 V	02/12/2015	11:43:36
Mayor duración	A	Sostenido	52,8 V, 3062,982 S	16/11/2015	5:37:14
	A	Momentáneo	16,3 V, 1,051 S	12/12/2015	17:17:47
	A	Momentáneo	66,9 V, 0,626 S	11/12/2015	8:28:36
	A	Momentáneo	64,0 V, 0,541 S	02/12/2015	15:39:31
	A	Sostenido	52,8V, 3062,982 S	16/11/2015	5:37:14

Los hundimientos de tensión son una disminución entre 0,1 y 0,9 p.u. en el valor R.M.S de la tensión con una duración de 0,5 ciclos a un minuto. Se asocian normalmente a fallas del sistema, a la energización de grandes cargas [9].

Figura 20. Tensiones promedio de fase del transformador

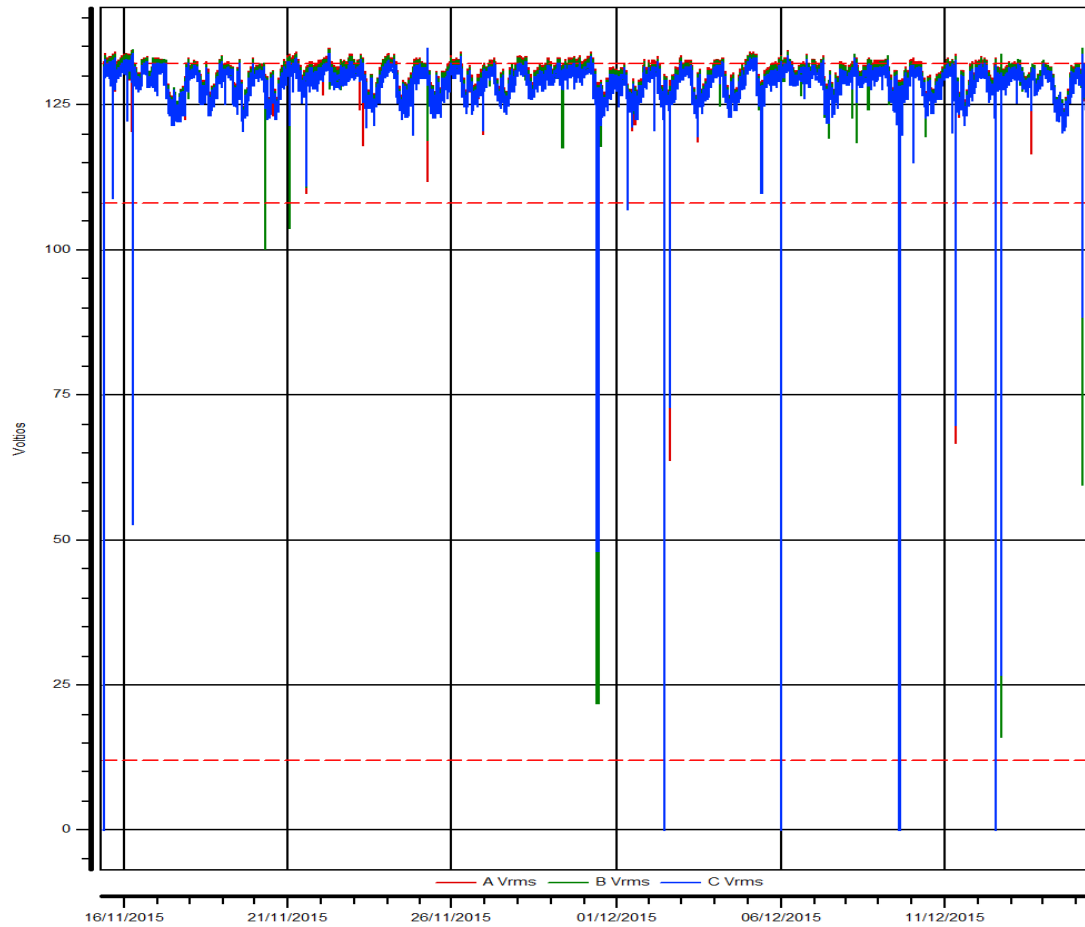


Tabla 42. Resultados estadísticos tensiones de fase. Autores

	PROMEDIO [V]	DESVIACIÓN	PERCENTIL 95
FASE A	129,79	13,22	123,16
FASE B	129,32	13,93	122,52
FASE C	128,64	13,23	120,35

Como se puede observar en la figura 20 y con los resultados de la tabla 42, las tensiones en promedio se encuentran dentro de los límites establecidos por la CREG la mayor parte del tiempo, sin embargo se aprecia hundimientos de tensión los cuales se detallan en la tabla 41.

PERFILES DE CORRIENTE

En la figura 21 se muestra el comportamiento de las corrientes de fase del transformador durante el tiempo de medición que corresponde del mes de noviembre a diciembre del 2015.

Los máximos valores en la magnitud de la intensidad de las fases fue de 283,64 A para la fase A, 280,98 A para la fase B y 251,08 A para la fase C. Se puede observar un desbalance que podría ser significativo entre la diferencia entre la fase A y la fase C de 32,56 A.

La acometida desde los bornes del lado de baja del transformador hasta el tablero principal se encuentra cableado por 3 conductores # 4/0 AWG-THWN por fase, al igual que el neutro. Estos conductores poseen una capacidad de corriente de 230 A cada uno, con lo cual suman una capacidad total de 690 A.

El día 10 de diciembre a las 10:30 am se presentó un incremento en la corriente de las tres fases, debido a un cambio en el consumo de la potencia por el arranque de los Actuadores y Chiller (Hydraulic Power Unit) que son los elementos que más consumen energía en el edificio.

Con el fin de determinar cuanta corriente circula por cada conductor en el momento de mayor consumo, se divide la corriente máxima registrada en las fases sobre el número de conductores que se disponen por cada fase.

$$I = \frac{I_{m\acute{a}x}}{N_c} = \frac{283,64 A}{3} = 94,546 A/conductor$$

Como se puede ver, por cada conductor circulan 94,546 A, cuando se presenta el mayor consumo en el edificio. Lo cual indica que la acometida opera de manera segura con las condiciones actuales de carga, pero se encuentra sobredimensionado, ya que bajo estas condiciones cada conductor opera al 41,11% de su capacidad total de corriente. Por otro lado la corriente en el neutro no supera el 20% de la corriente de fase. También se puede inferir que las fases están moderadamente balanceadas y el perfil de la corriente del neutro es muy similar al valor de la corriente que pasa por cada una de las fases.

Figura 21. Corrientes de fase del transformador

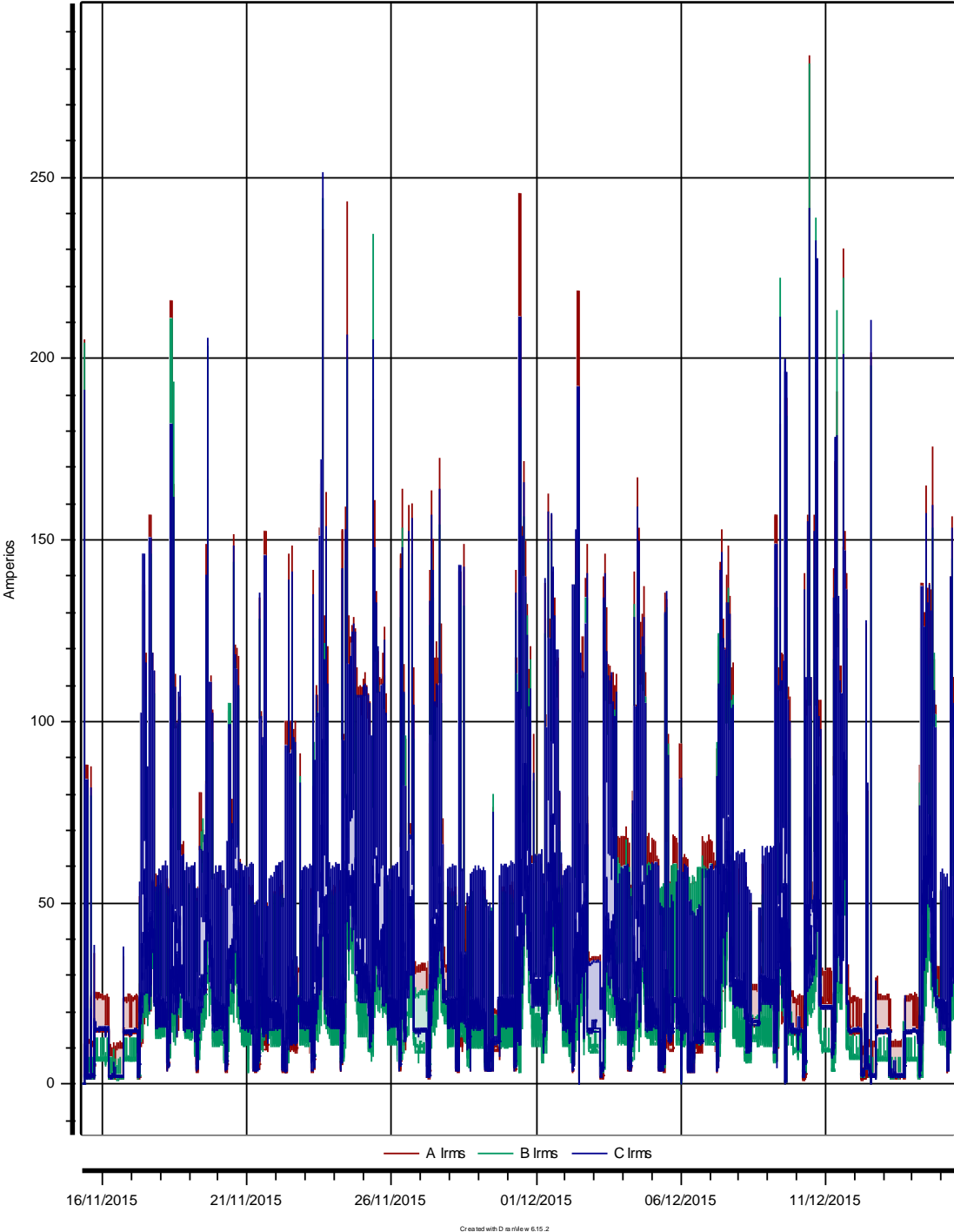


Tabla 43. Resultados estadísticos de corrientes de fase del transformador. Autores

	PROMEDIO [A]	DESVIACIÓN	PERCENTIL 95
FASE A	62,36	13,18	51,45
FASE B	59,41	13,52	50,75
FASE C	61,23	13,65	50,14

POTENCIA ACTIVA

En la figura 22 se observa el comportamiento de la demanda de potencia activa en el transformador donde se alcanza un valor pico de 29,203 kWh/h y su valor promedio es 7,283 kWh/h.

Figura 22. Demanda potencia activa del transformador

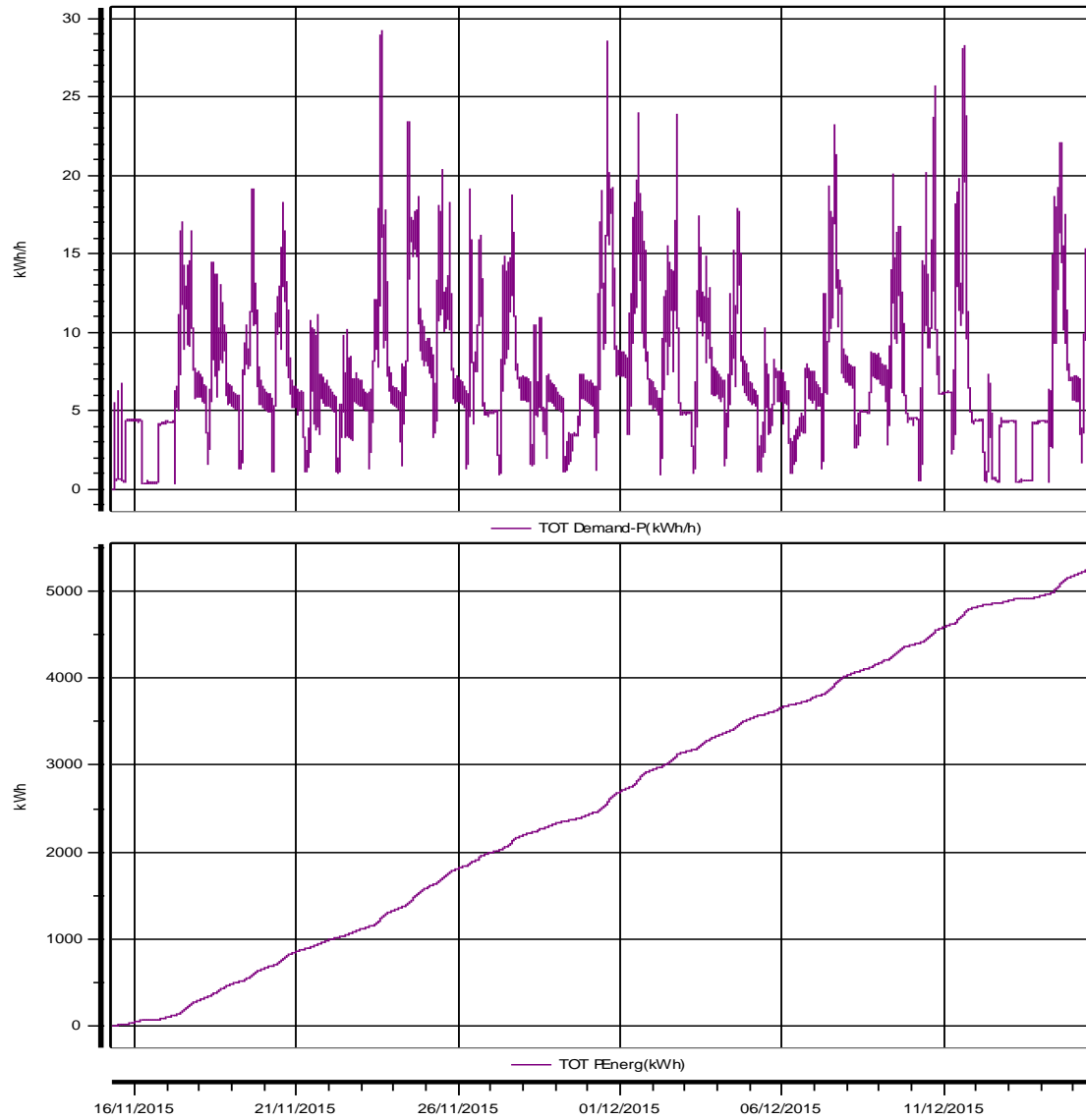


Tabla 44. Resultados estadísticos potencia activa del transformador. Autores

PROMEDIO [kW]	DESVIACIÓN	PERCENTIL 95
7,86	12,56	6,52

En la tabla 45 se muestran los datos generales de la demanda de potencia activa del transformador.

Tabla 45. Demanda potencia activa. Autores

DEMANDA POTENCIA ACTIVA	
DEMANDA	TOTAL
Min kWh/h	0,000 (en 15/12/2015 07:55:00)
Máx kWh/h	29,203 (en 23/11/2015 14:45:00)
Mediana kWh/h	6,193
Promedio kWh/h	7,286

POTENCIA REACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA

Como se observa en el cuadro de cargas el mayor consumo es debido a los motores, por tal motivo el comportamiento del factor de potencia en las tres fases es inductivo, la fase A presentó el mayor valor de potencia reactiva con 9,833 kVar.

Cabe resaltar que según la resolución de la CREG 009 de 1996 los usuarios que presentan un factor de potencia inferior de 0,9 inductivo se les establecen una penalización.

El consumo máximo de energía reactiva registrado en el periodo de análisis llega a un valor máximo de 23,516 kVar, valor que se presentó por el encendido de la maquina compuesta por dos Actuadores y el Chiller (Hydraulic Power Unit) [11]. El consumo promedio de energía reactiva total que se registro fue de 4,144 kVar, y el consumo promedio de las fases A, B, y C fueron 1,906, 1,254, y 0,985 kVar respectivamente, por lo tanto se observa que el consumo de energía reactiva promedio es bajo exteriorizando que solo presenta un incremento considerable de potencia reactiva cuando se enciende la maquina (Hydraulic Power Unit).

El factor de potencia registrado fue de 0,926, que según la resolución CREG está dentro de los límites permitidos y no sería necesaria una compensación.

En la tabla 46 se especifican los valores registrados de potencia reactiva y factor de potencia en el transformador.

Tabla 46. Valores de potencia Reactiva y Factor de potencia en el Transformador. Autores

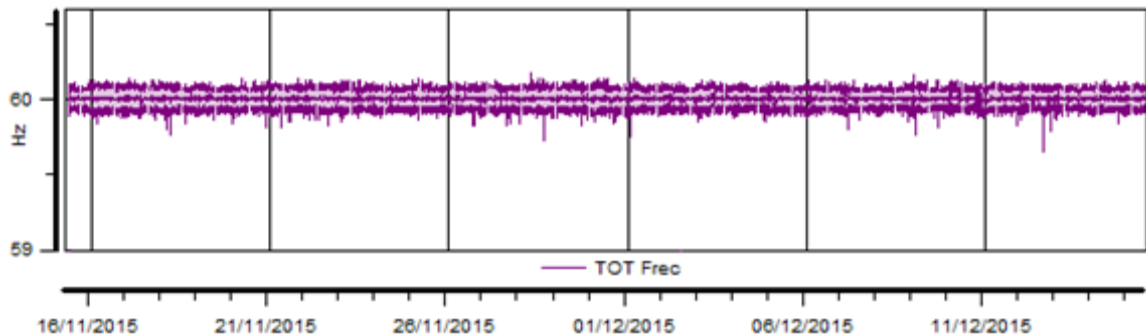
POTENCIA REACTIVA Q, A LA FREC. FUND.						
FASES	A	B	C	TOTAL [kVar]	FECHA	HORA
Min kVar	0,659	0,744	0,656	2,059	12/12/2015	17:20
Max kVar	9,833	7,808	6,814	23,516	10/12/2015	10:20
Mediana kVar	1,758	1,065	0,842	3,606	-----	-----
Promedio kVar	1,906	1,254	0,985	4,144	-----	-----
Percentil 95	1,581	1,041	0,817	-----	-----	-----

FACTOR DE POTENCIA						
FASES	A	B	C	TOTAL [kVar]	FECHA	HORA
Min kVar	0,87	0,886	0,901	0,87	12/12/2015	17:20
Max kVar	0,9102	0,923	0,925	0,925	10/12/2015	10:20
Mediana kVar	0,763	0,835	0,93	0,845	-----	-----
Promedio kVar	0,912	0,901	0,9152	0,909	-----	-----
Percentil 95	0,892	0,895	0,901	-----	-----	-----

FRECUENCIA

La frecuencia es otro aspecto importante en el estudio de la calidad de la energía, ya que un valor fuera del rango admisible puede provocar la mala operación de los equipos de uso final, lo que también afecta el bienestar y la economía de los usuarios. Los valores admisibles de frecuencia se encuentran dentro del siguiente rango: $59,8 \text{ Hz} \leq \text{Frec} \leq 60,2 \text{ Hz}$. Para las mediciones realizadas en el transformador se encontró que los datos obtenidos de frecuencia se encuentran dentro del rango deseado. En la figura 23 se muestra el grafico de frecuencia correspondiente.

Figura 23. Frecuencia del transformador



DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN

Los armónicos son tensiones o corrientes sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental del sistema, para el caso de Colombia es 60 Hz. Estas formas de onda distorsionadas son descompuestas, aplicando el modelo matemático de Fourier, en la suma de la componente fundamental más las componentes armónicas. Este fenómeno ocurre debido a las cargas no lineales conectadas al sistema.

El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual. Como una medida de distorsión, es común utilizar el criterio denominado distorsión armónica total (THD). [9]

Para el índice de medición del THDv % se tiene en cuenta la siguiente ecuación, establecida por la IEEE Std. 519-1992:

$$THDv = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} * 100\% \quad (3)$$

Los operadores del Sistema de Transmisión Nacional (STN), como los Operadores de Red (OR), deben cumplir con unas exigencias establecidas las cuales están basadas en el Estándar IEEE 519-1992. En la tabla 47 se encuentran las exigencias establecidas para los límites máximos de distorsión total de tensión.

Tabla 47. Límites máximos de distorsión total de tensión. Estándar IEEE 519-1992

TENSIÓN DEL SISTEMA	THDV MÁXIMO (%)
Niveles de Tensión 1,2 y 3	5,0
Nivel de Tensión 4	2,5
STN	1,5

Las tasas de captura utilizadas para la tabulación y análisis de la THDv del tipo comercial fueron:

- ✓ Tiempo de medición: 48 horas en los días 8 y 10 de Diciembre
- ✓ Tiempo óptimo de medición 00:01:00

En las figura 24, 25 y 26 respectivamente se muestra el comportamiento de los armónicos de tensión en las fases A, B y C del transformador.

Figura 24. Armónicos de tensión en la fase A del transformador

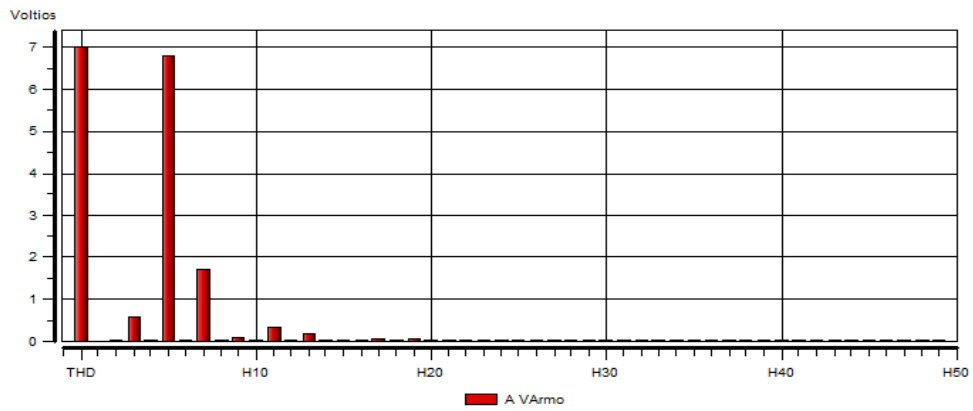
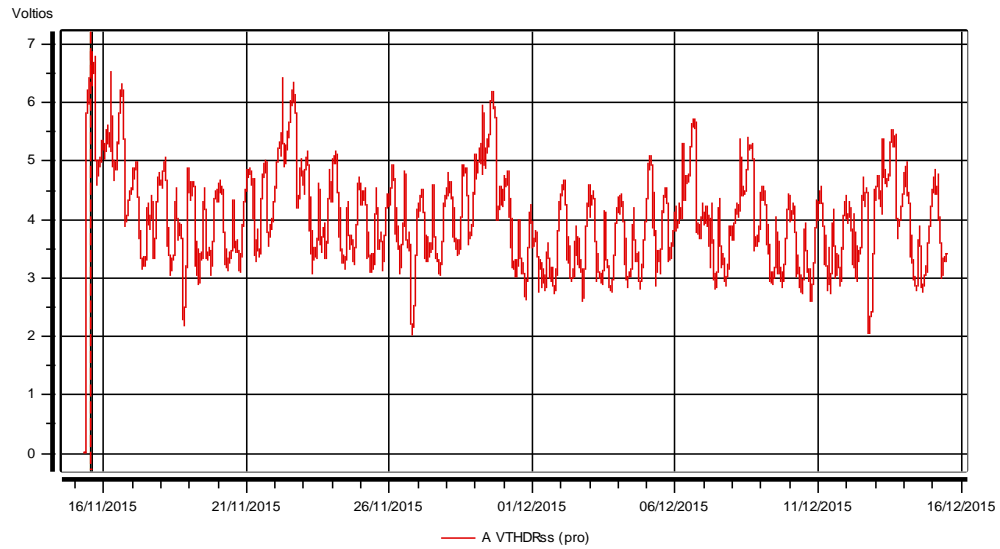


Tabla 48. Armónicos en la fase A. Autores

FASE	THDv [V]	V1 [V]	PROMEDIO [V]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase A	6,95	129,88	3,86	3,12	4,10

Figura 25. Armónicos de tensión en la fase B del transformador

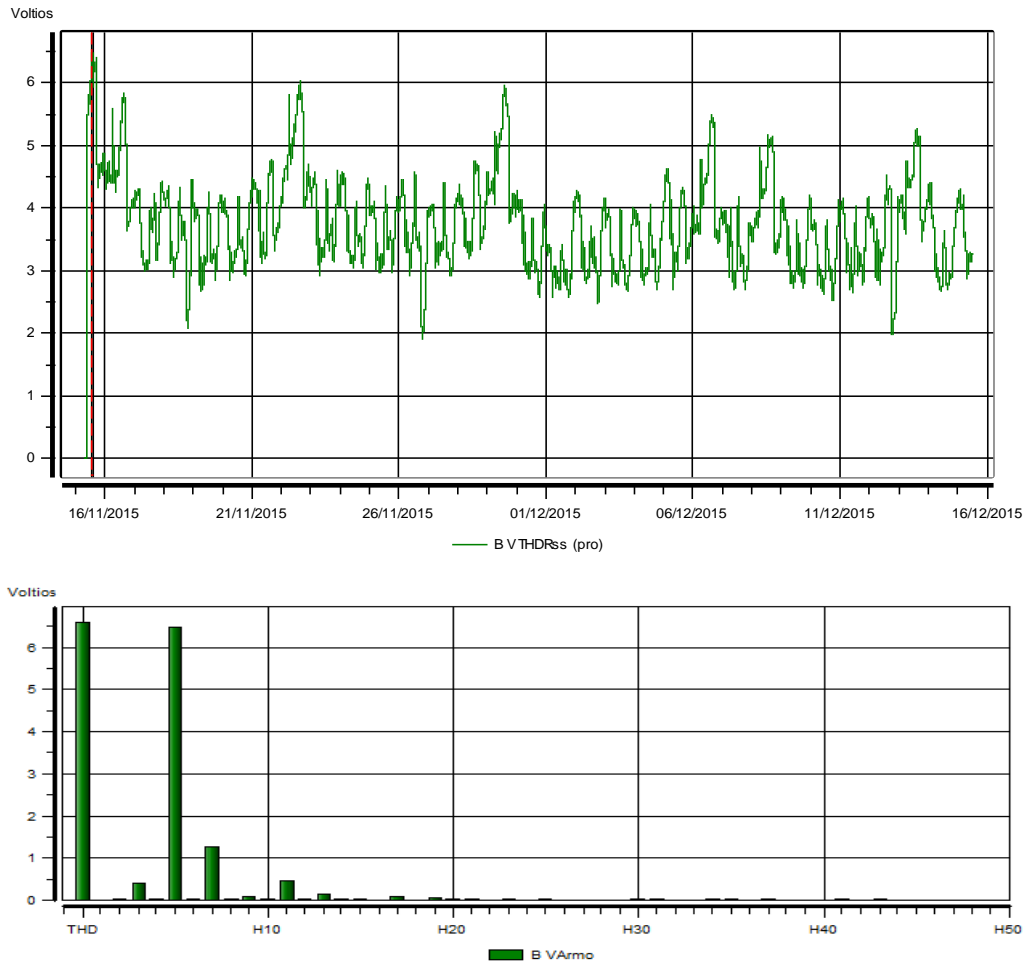


Tabla 49. Armónicos en la fase B. Autores

FASE	THDv [V]	V1 [V]	PROMEDIO [V]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase B	6,51	129,58	3,65	3,19	3,45

Figura 26. Armónicos de tensión en la fase C del transformador

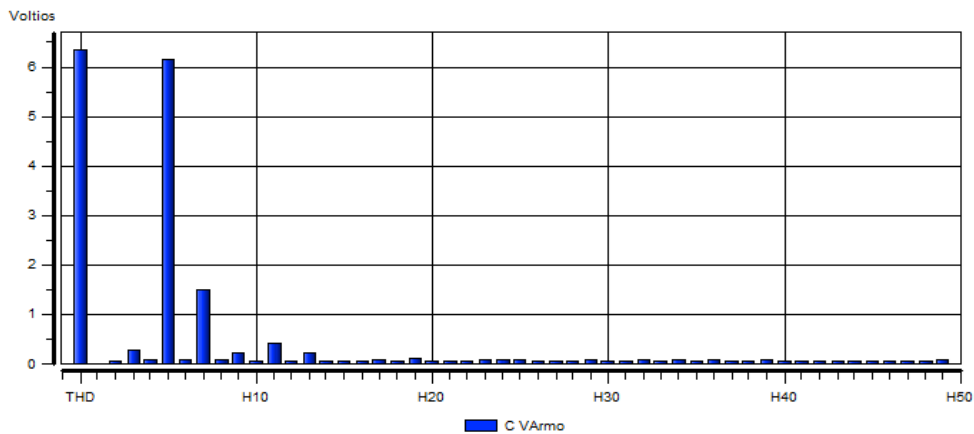
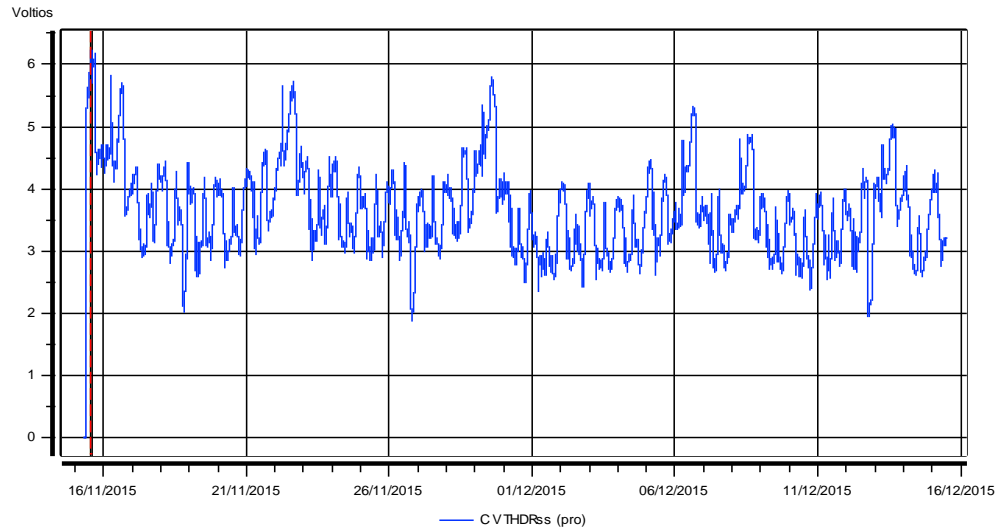


Tabla 50. Armónicos en la fase C. Autores

FASE	THDv [V]	V1 [V]	PROMEDIO [V]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase C	6,35	128,87	3,68	3,22	3,23

En la tabla 51 se muestra los resultados de distorsión armónica total de tensión calculada para el transformador los cuales no sobrepasan el valor de 5% estipulado en la tabla 47.

Tabla 51. Distorsión armónica de tensión en cada fase. Autores

Distorsión Armónica Total		
FASE	THDv [V]	%
Fase A	6,95	3,36
Fase B	6,51	3,31
Fase C	6,35	3,26

En la Tabla 51 se muestra la Distorsión armónica por fase del transformador para un periodo de una semana. Basados en el Estándar IEEE 519 – 1992, donde para los niveles de tensión 1, 2 y 3 el nivel de distorsión armónica en tensión no debe exceder del 5%, se concluye que para el transformador del edificio Álvaro Beltrán Pinzón cumple con lo expresado anteriormente.

DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE

En el desarrollo de esta sección se utilizó la distorsión total demandada TDD, establecida por la IEEE std. 519-1992. El índice TDD muestra el estado de distorsión armónica de la medición elaborada respecto al valor de corriente máxima y no como un porcentaje de la corriente fundamental. Ya que la magnitud de la componente fundamental cambia constantemente por la variación en su factor de potencia y los cambios de la carga.

La siguiente expresión se utiliza para el cálculo del TDD:

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} * 100\% \quad (4)$$

En este estudio se usa la misma tasa de captura con la que se realizó el análisis del THDv.

La tabla 52 muestra los límites máximos aceptados para la distorsión armónica de corriente.

Tabla 52. Límites máximos de distorsión total de corriente.

MÁXIMA DISTORSIÓN DE CORRIENTE ARMÓNICA EN PORCENTAJE DE IL					
Orden individual armónico (armónicos impares)					
Isc/IL	< 11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	TDD (%)
<20	4	2	1,5	0,6	5
20<50	7	3,5	2,5	1	8
50<100	10	4,5	4	1,5	12
100<1000	12	5,5	5	2	15
>1000	15	7	6	2,5	20

Donde:

Isc= máxima corriente de cortocircuito.

IL= máxima corriente requerida en condiciones normales.

En las figura 27, 28 y 29 respectivamente se muestra el comportamiento de los armónicos de corriente en las fases A, B y C del transformador.

Figura 27. Armónicos de corriente en la fase A del transformador

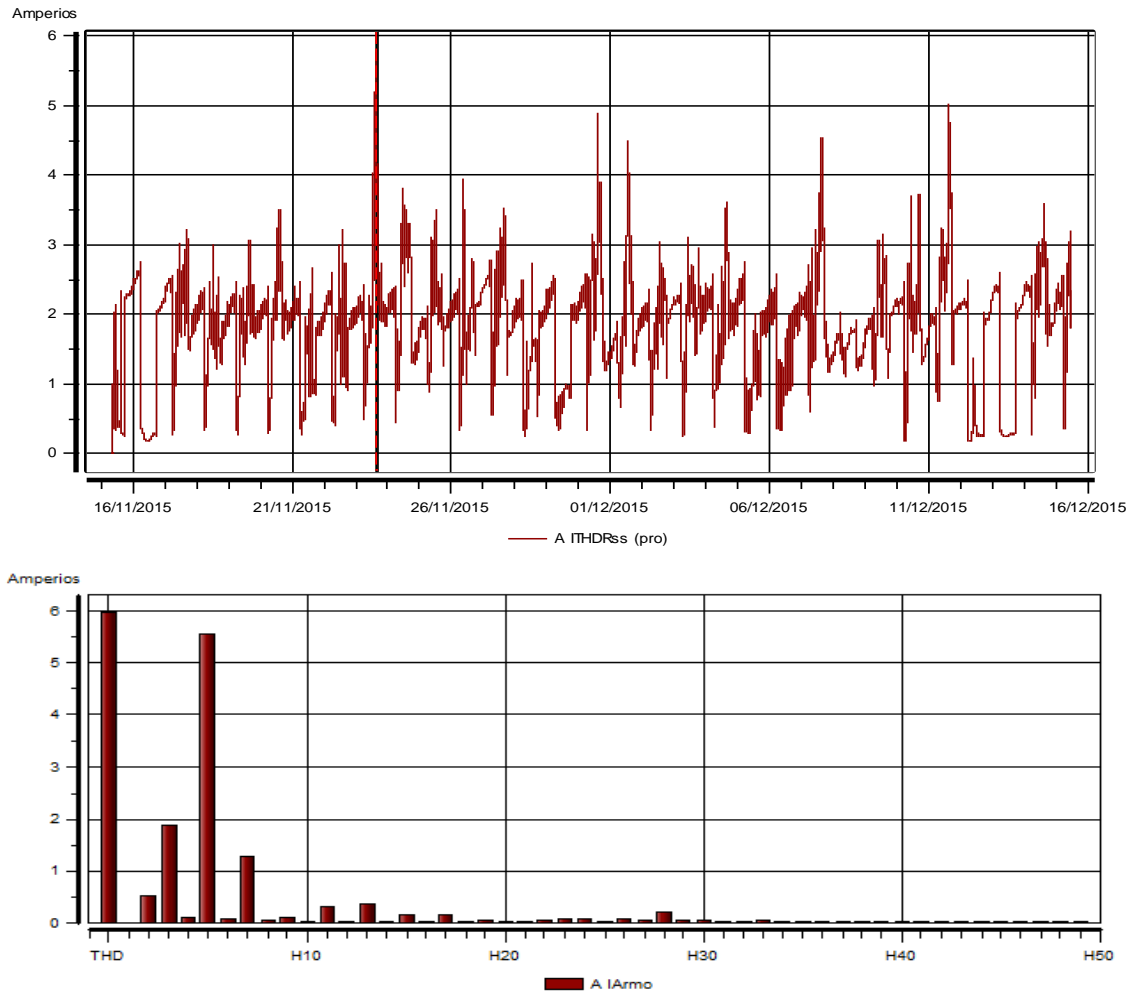


Tabla 53. Armónicos de corriente en la fase A. Autores

FASE	TDD [A]	IL [A]	PROMEDIO [A]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase A	6,00	357,537	1,71	6,23	1,81

Figura 28. Armónicos de corriente en la fase B del transformador

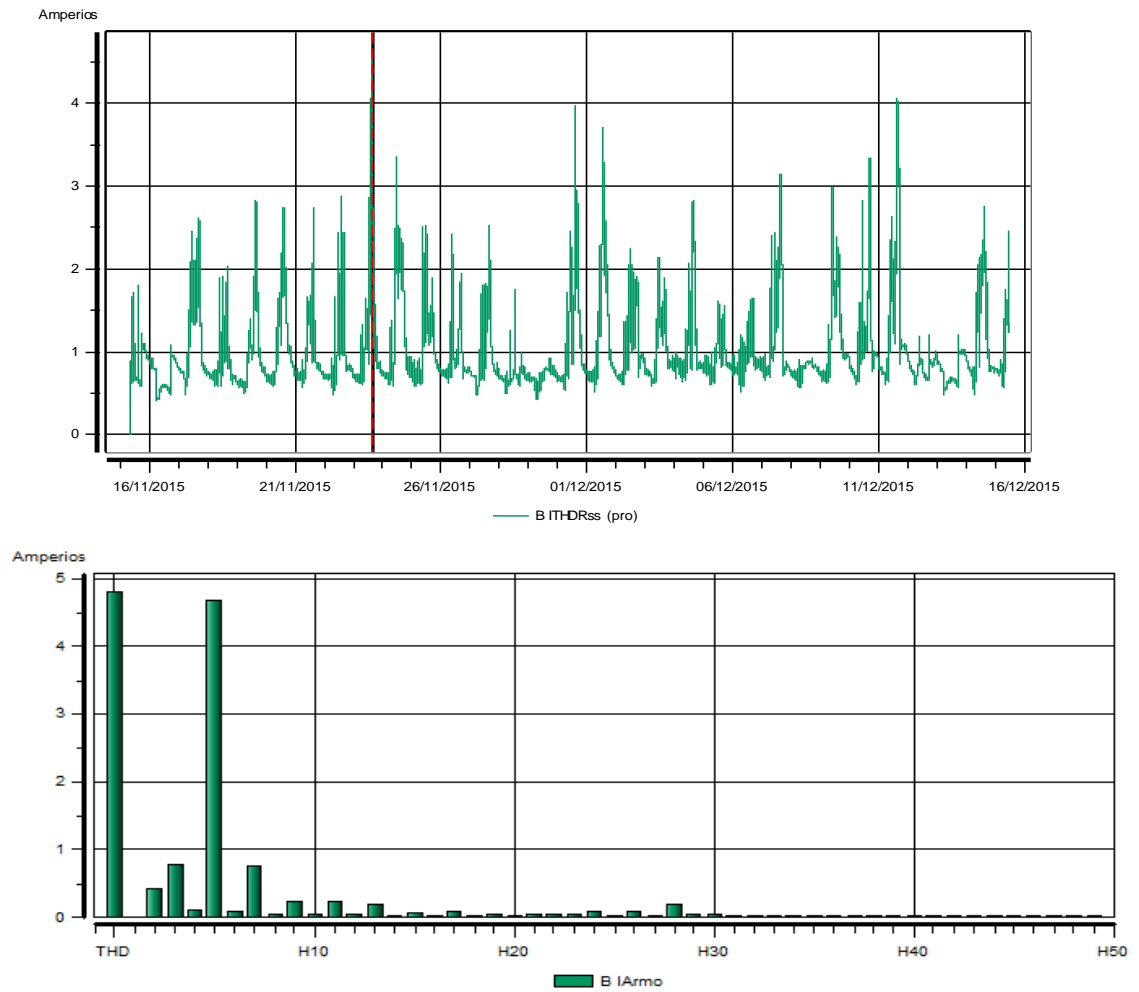


Tabla 54. Armónicos de corriente en la fase B. Autores

FASE	TDD [A]	IL [A]	PROMEDIO [A]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase B	4,55	353,428	1,30	6,55	1,10

Figura 29. Armónicos de corriente en la fase C del transformador

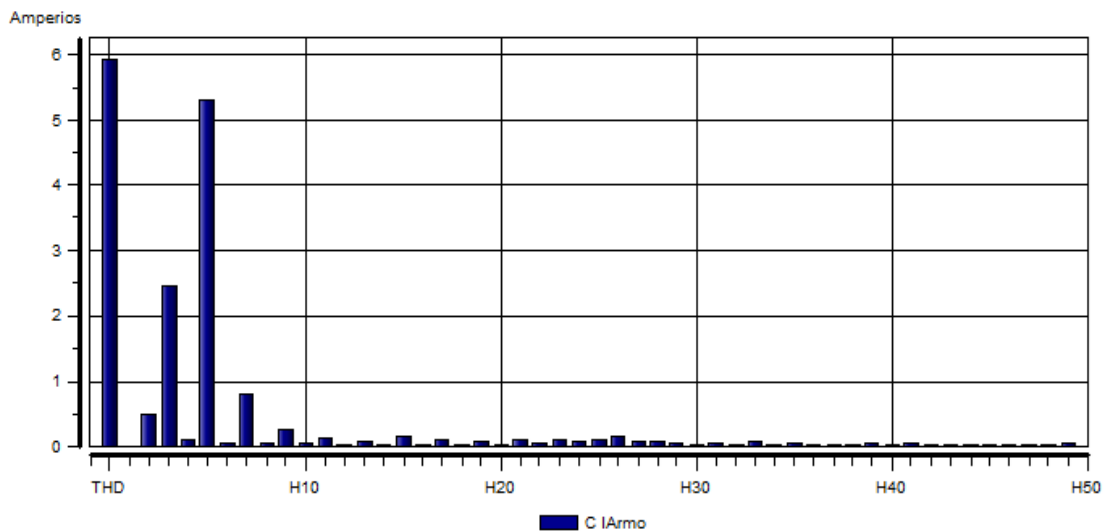
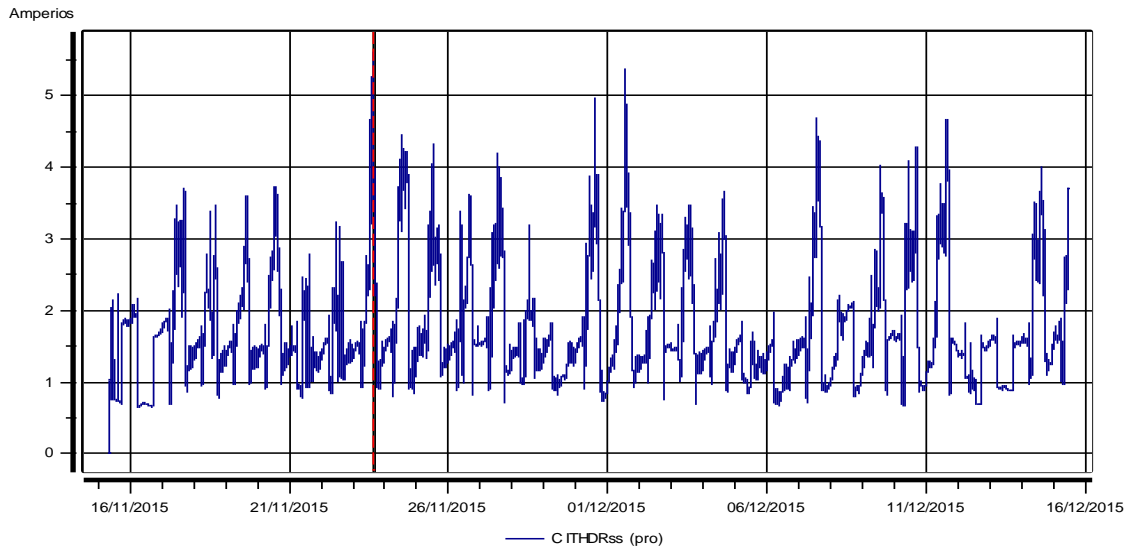


Tabla 55. Armónicos de corriente en la fase C. Autores

FASE	TDD [A]	IL [A]	PROMEDIO [A]	DESVIACIÓN	PERCENTIL
Fase C	5,97	328,356	1,66	6,32	1,89

La corriente máxima requerida por la fase A fue 357,537 (A), por la fase B 353,428 (A) y para la fase C 328,356 (A). Con un IL promedio de 346,44 A, la relación I_{sc}/IL da como resultado 49,93, por lo tanto el TDD máximo permitido será 8%.

En la tabla 56 se muestra los resultados de distorsión armónica total de corriente calculada para el transformador los cuales no sobrepasan el valor de 8% estipulado en la tabla 52.

Tabla 56. Distorsión armónica de corriente en cada fase. Autores

Distorsión Armónica Total		
FASE	TDD [A]	%
Fase A	6,00	3,25
Fase B	4,55	3,01
Fase C	5,97	3,16

10. REVISIÓN ENERGÉTICA PRELIMINAR DEL EDIFICIO LABORATORIO HIDRÁULICA

El LABORATORIO HIDRÁULICA de la Universidad Industrial de Santander fue construido en 1999 y está ubicado en el noroccidente del campus universitario, las instalaciones del laboratorio cubren un área de $752 m^2$, distribuidos en aulas de clase, sala principal laboratorio, zonas comunes, y zonas de servicios.

El edificio presta sus servicios a las escuelas de civil y geotecnia para la investigación de las condiciones necesarias para observar de la mejor forma posible los comportamientos y la variación del nivel de agua ante las diversas situaciones que se puedan presentar.

Figura 30. Vista exterior del edificio LABORATORIO HIDRÁULICA



10.1 Subestación principal edificio LABORATORIO HIDRÁULICA. Este edificio no posee subestación propia por lo que se alimenta de la salida del barraje de baja tensión del edificio de Laboratorios de Alta tensión (Eléctrica antigua), a través de una acometida subterránea de 4 conductores THW #2.

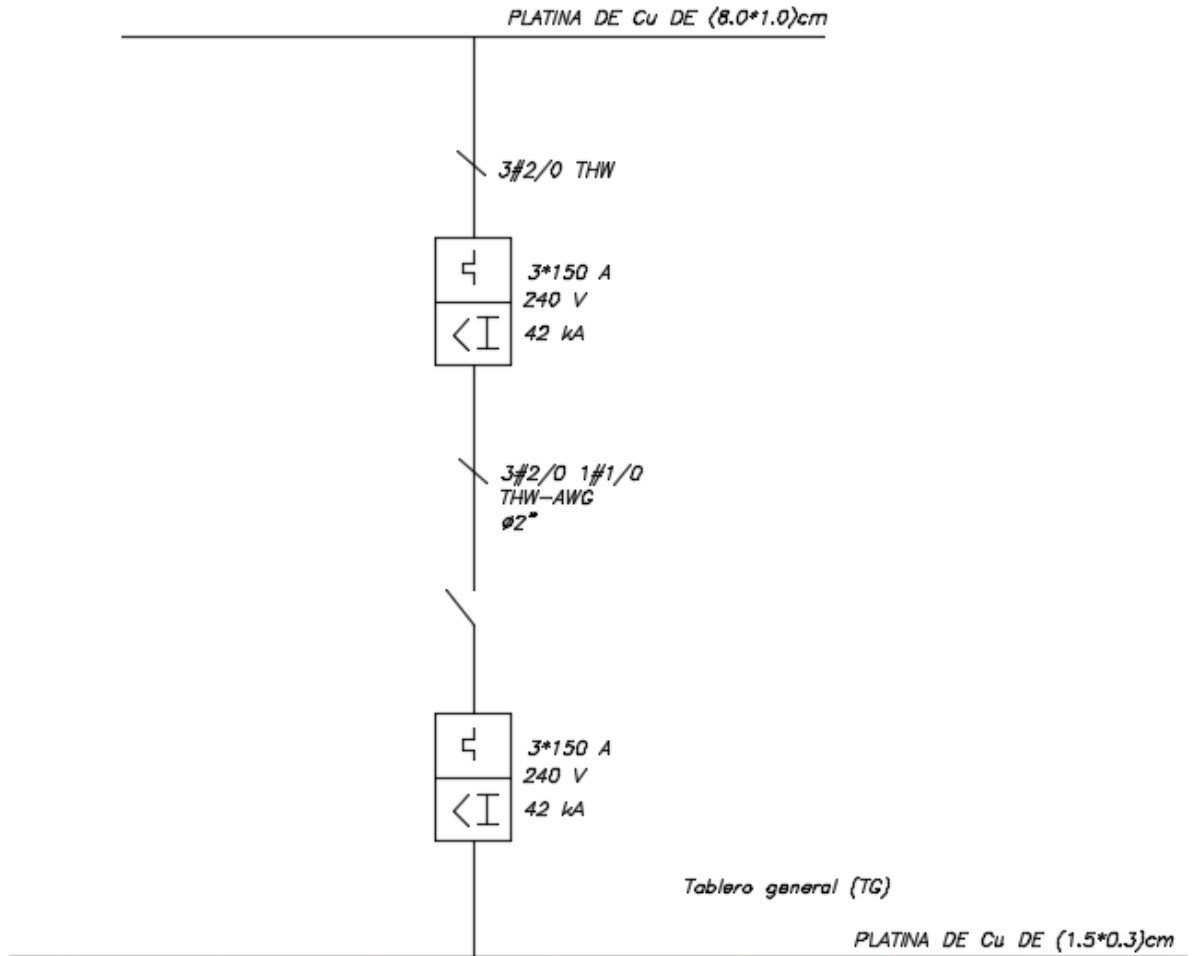
10.2 Diagrama unifilar edificio. A continuación en la tabla 57 se muestra el Tablero de distribución eléctrica del edificio Laboratorio de Hidráulica mostrando la información de cada circuito. En la figura 31 se observa el diagrama Unifilar del edificio indicando los calibres de conductores y sus respectivas protecciones.

Tabla 57. Tablero de distribución eléctrica edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

TABLERO	CIRCUITO	CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN
Tablero General TG	CM1	6#10 AWG	Control Motores de Bombas
	CM2	6#10 AWG	Control Motores de Bombas
	AC1	2#12 AWG	Aire Acondicionado
	AC2	2#12 AWG	Aire Acondicionado
	IL1	4#14 AWG	Iluminación Exterior
	IL2	4#14 AWG	Iluminación 1er piso
	IL3	2#14 AWG	Iluminación 2do piso
	TC1	5#14 AWG	Toma corrientes
TC2	5#14 AWG	Toma corrientes	

Figura 31. Unifilar del edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

Bloque 1



Bloque 2

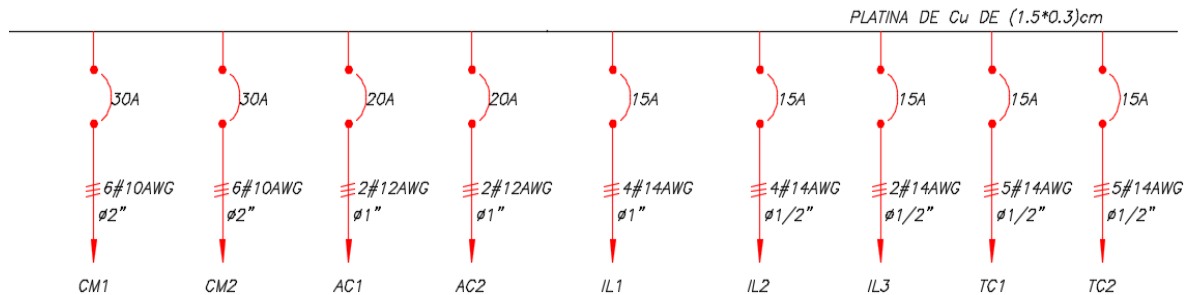


DIAGRAMA UNIFILAR MT/BT

11. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Este capítulo se centra en la implementación de las herramientas planteadas por el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), en el cual se describen los pasos para determinar los indicadores energéticos con el fin de conocer los posibles potenciales de consumo por áreas y establecer un comportamiento base energético.

11.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA ESTABLECER EL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO

Este calificador es el mismo que se aplica en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón que se encuentra en la sección 8.1.

En el anexo B se observa la encuesta mencionada anteriormente aplicada al edificio LABORATORIO DE HIDRAULICA.

La encuesta fue dirigida a la ingeniera Sully Gómez Isidro y al personal de mantenimiento. Los resultados del software calificador se muestran a continuación en la tabla 49.

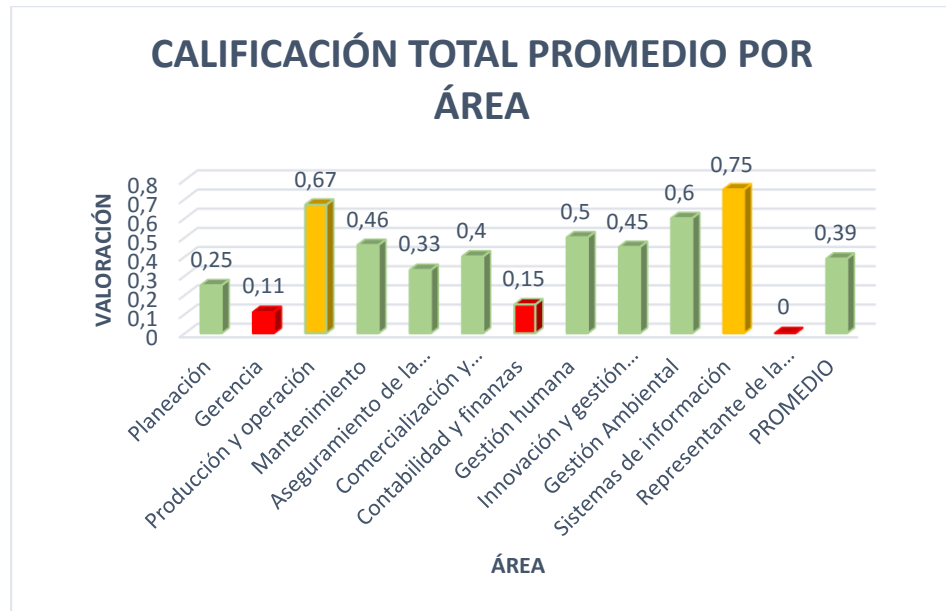
Tabla 58. Aplicación del calificador de niveles de gestión energética UPME.

Área	Calificación	Observación
Planeación	0,25	No existe una política energética insertada en la política general del edificio o de forma independiente a este.
Gerencia	0,11	No existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.
Producción y operación	0,67	Producción y la gerencia del edificio no conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y no se hace seguimiento y registro diario a los mismos.
Mantenimiento	0,46	No se realiza, documenta ni registra auditorias 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.
Aseguramiento de la calidad	0,33	La edificación no esta certificada con las normas ISO14000. Tampoco esta certificado con las normas ISO 9000.
Comercialización y compras	0,4	No esta cuantificado cuanto puede impactar la gestion de abastecimiento en el consumo y eficiencia energetica.
Contabilidad y finanzas	0,15	No se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que se consume realmente. El presupuesto de energía eléctrica no está desagregado por áreas, no existe un sistema claro para definir los costos energéticos por áreas y en el edificio dependiendo de los servicios ofrecidos.
Gestión humana	0,5	El edificio no tiene identificada 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
Innovación y gestión tecnológica	0,45	No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales para la mejora de los mismos. No existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.
Gestión Ambiental	0,6	Uno de los aspectos del desempeño ambiental que no se mide en el edificio es la eficiencia energética de sus procesos. no cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.
Sistemas de información	0,75	En el sistema de información general del edificio no se encuentran incorporados los indicadores energéticos. La gerencia no ha definido las rutas y reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde está incluido el de eficiencia energética.
Representante de la gerencia para la eficiencia energética	0	No existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en el edificio. No 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 empresa.

11.1.1 Análisis de los resultados obtenidos por el calificador de gestión energética. En la figura 32 se observa que todas las áreas calificadas se encuentran por debajo del promedio aceptable. Destacando el área de Representante de la gerencia para la eficiencia energética la cual tiene una puntuación de 0 (cero), lo que exterioriza que no existen buenas prácticas en el uso y manejo de gestión energética.

Se puede ver que el promedio está muy abajo estando entre 0 y 0,8 lo que simboliza que carece de un sistema de gestión energética, se sugiere a alta dirección establecer una comisión que defina un programa de gestión que implemente estrategias energéticas que integren todas las áreas del edificio en el manejo eficiente de la energía.

Figura 32. Histograma calificación de gestión energéticas. Calificador UPME



11.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE POTENCIALES DE CONSUMO TANTO EN EQUIPOS COMO EN ÁREAS DEL EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA.

Con el censo de carga se obtiene un estimado del consumo en kWh de cada equipo instalado en el edificio, identificando los equipos y áreas con consumos energéticos significativos.

EL proceso de censo de carga se ejecutó realizando una visita al edificio identificando los equipos instalados con sus respectivos datos de placa mostrando las características eléctricas de cada uno y su consumo energético en el edificio en kW. En la tabla 50 se muestra el censo de carga realizado donde se especifica la cantidad de equipos instalados con sus respectivas horas de trabajo y la potencia nominal de cada uno, y en la tabla 51 se detalla el consumo por áreas del censo de carga.

Cabe destacar que los motores instalados en el edificio no se encuentran en funcionamiento desde hace aproximadamente un año, ya que presentaron fallas en su funcionamiento. Solo se tienen en cuenta en el cuadro de cargas para un mayor análisis energético del edificio.

Tabla 59. Censo de Carga edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

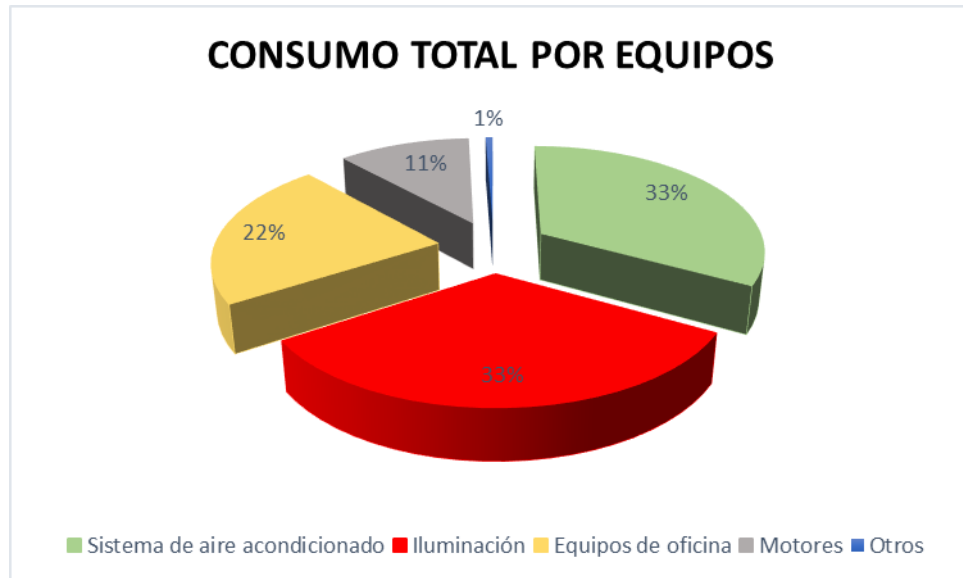
CUADRO DE CARGA EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRAULICA								
Areas	Equipos	Cantidad Equipos	Potencia Unidad [kW]	Horas/día	Día/mes	Horas/Mensuales	kWh Mensual Total	Consuma Total por equipos kWh
ILUMINACIÓN	Philips Bala TL850 2x59W	12	0,118	12	24	288	407,808	628,128
	Philips T8 865 ALTO Plus	35	0,009	12	24	288	90,72	
	Philips CONTEMPO P SIM HPI-T	3	0,15	12	24	288	129,6	
EQUIPOS DE OFICINA	Computador DELL	5	0,3	12	12	144	216	428,784
	Video Beam Sanyo	2	0,25	6	24	144	72	
	Laptop DELL	2	0,175	12	12	144	50,4	
	Impresora HP Deskjet 1735	3	0,002	1	24	24	0,144	
	Fax Scanner HP	2	0,08	1	24	24	3,84	
	Rack de Comunicaciones	1	0,15	24	24	576	86,4	
Sistema de Aire acondicionado	Unidad de aire acondicionado PAQ-03	2	1,32	10	24	240	633,6	633,6
Motores	Siemens BG 132 S/M	2	6,7	2	8	16	214,4	214,4
Otros	Ventilador Samurai	1	0,08	6	24	144	11,52	11,52
CONSUMO TOTAL DEL EDIFICIO kWh								1916,432

Tabla 60. Consumo total por equipos del edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

EQUIPOS	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES [kWh]
Sistema de aire acondicionado	633,6
Iluminación	628,128
Equipos de oficina	428,784
Motores	214,4
Otros	11,52

11.2.1 Representación del consumo total por equipos principales. En la figura 33 se observa el consumo total por equipos con respecto al consumo total del edificio. Los equipos con mayor consumo significativo es el de los sistemas de aires acondicionados e iluminación con 33% cada uno respectivamente, seguido por los equipos de oficina con 22% de consumo de la energía total del edificio.

Figura 33. Consumo total en porcentaje por equipos. Autores

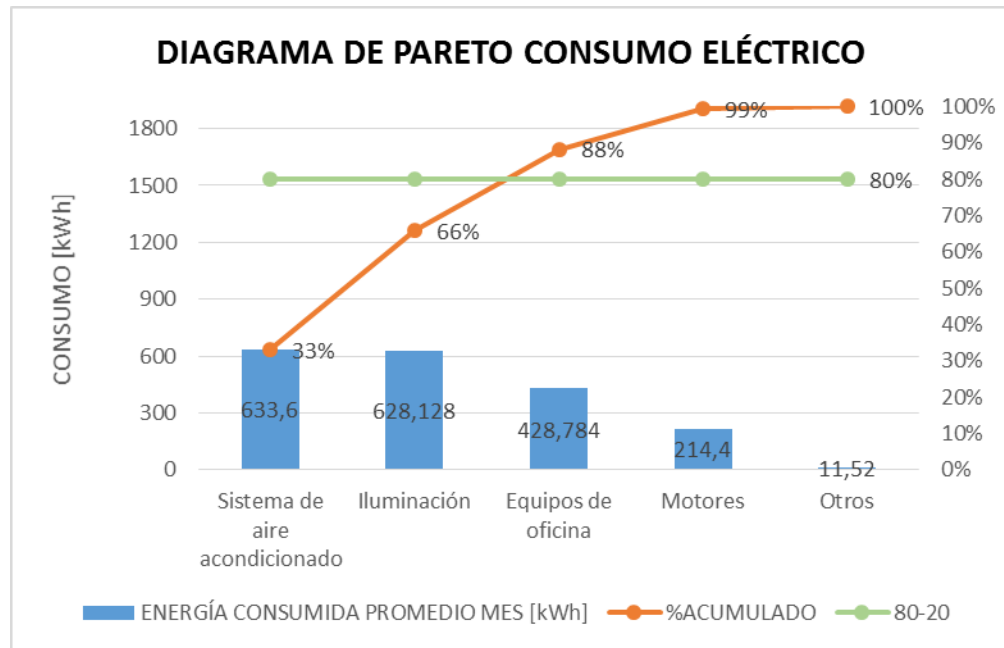


11.2.2 Diagrama de Pareto del consumo eléctrico. El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que presenta información en orden descendente, desde el equipo que representa el mayor consumo hasta el equipo que consume menos energía. Especifica el porcentaje agregado de cada barra y la adición incremental de cada equipo con respecto al total [3].

Su objetivo principal es catalogar e identificar los equipos con mayor incidencia en el consumo energético del edificio, clasificándolas de acuerdo al porcentaje y el acumulado incremental de cada equipo con relación al total.

En la Figura 34, se observa que los equipos de mayor impacto en el consumo son: sistemas de aire acondicionado, y equipos de iluminación, representando el 66% del consumo total, por lo tanto estos equipos se convierten de interés en el análisis de la caracterización energética.

Figura 34. Diagrama de Pareto Edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores



11.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA

Una vez establecidas las áreas y equipos que constituyen el mayor consumo de energía, se procedió con la identificación de las variables de control. Según la guía para la implementación del SGIE las variables de control que impactan la eficiencia energética se asocian a los siguientes factores:

- Coordinación entre áreas (Controlable)
- Variables operacionales (Controlable)
- Estado técnico de los equipos (Controlable)
- Condiciones ambientales (No controlable)
- Variables productivas (Controlables y no controlables)

Para el análisis del edificio laboratorio de hidráulica se determina como variable de producción la cantidad de estudiantes que asisten a las aulas de clase que se encuentran en el edificio, a esta variable se le denomina variable significativa, ya que esta es de la más depende el uso de energía del equipo.

Otra de las variables que se pueden controlar en el edificio es:

La iluminación: mejora en la eficiencia de los tiempos de encendido de las luminarias

11.4 ANÁLISIS DE CONSUMO DE ENERGÍA

A continuación se realizara un análisis detallado acerca del consumo de energía comenzando por presentar las herramientas para el análisis de caracterización energética: grafico de control que son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. La tendencia de consumo, los gráficos de consumo y usuarios atendidos vs tiempo, energía vs usuarios atendidos, consumo vs usuarios atendidos, consumo vs usuarios atendidos línea de meta, indicadores vs usuarios atendidos y el grafico de tendencias o de sumas acumuladas.

11.4.1 Consumo de energía eléctrica del edificio Laboratorio de Hidráulica. Para la obtención de los datos se estima un promedio de consumo mensual, considerando que el edificio no posee un medidor de energía se calcula el consumo por día de la siguiente manera: con base en el cuadro de cargas se toma el consumo en kW por equipo, luego este valor se multiplica por la cantidad de equipos que estén en uso y finalmente por el tiempo de funcionamiento. De esta manera se calcula el consumo en las aulas de clase, oficinas, sala de geología, y la posterior suma de estos consumos da como resultado el consumo por día en el edificio. Se tiene en cuenta que el consumo varía en algunos días de la semana y es igual en otros, debido a la ocupación de personas en el edificio. Esto se puede ver con más detalle en el Anexo C. De lo anterior se estima el consumo por semana constante, ya que la ocupación por cada día en específico es la misma. Por lo tanto el consumo por mes también es constante a lo largo del año. En la tabla 61 se encuentra el valor diario y mensual estimado de energía.

Los costos por kWh fueron suministrados por la división de Planta física de la UIS.

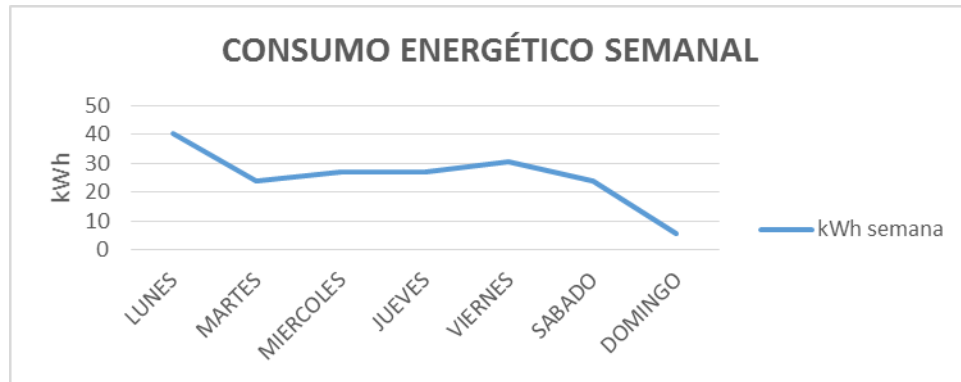
Tabla 61. Datos históricos del consumo de energía eléctrica en el edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

SEMANA REGISTRADA	CONSUMO [kWh]	CONSUMO MENSUAL [kWh]	COSTO [\$/kWh]	TOTAL A PAGAR [\$]
LUNES	40,27	1170	294,55	47115,90
MARTES	23,76		327,51	27799,20
MIERCOLES	27,062		375,06	31662,54
JUEVES	27,062		331,04	31662,54
VIERNES	30,364		430,42	35525,88
SABADO	23,76		370,56	27799,20
DOMINGO	5,4		384,14	6318,00
PROMEDIO	25,38	1170	359,04	29697,61

Como se especificó anteriormente en la tabla 61 se puede observar el consumo de energía por día y realizando el cálculo por mes se obtiene un valor de 1170 [kWh].

En la figura 35 se muestra el gráfico de consumo kWh semanal a lo largo del semestre. Se evidencia un valor constante debido a la estimación realizada.

Figura 35. Tendencia del consumo eléctrico Laboratorio Hidráulica. Autores



11.4.2 Gráfico de control Laboratorio de Hidráulica. Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones [8].

Para el desarrollo de este ítem no se tiene en cuenta el análisis estadístico y gráfico, ya que la tendencia es constante, debido a que los datos obtenidos de los consumos mensuales del edificio Laboratorio de Hidráulica se consideraron iguales en todos los meses a lo largo del año. En consecuencia, la desviación estándar de estos datos serian cero (0) y los resultados obtenidos no mostrarían la tendencia del consumo real.

11.4.3 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) Laboratorio de Hidráulica. Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con las personas atendidas realizada en el tiempo [8]. Permite ver los meses en los cuales se produjeron comportamientos anormales en la variación del consumo respecto a la variación de personas atendidas.

La variación que presenta el consumo y las personas atendidas se calcula con la siguiente formula:

$$\%V = \frac{C_{actual} - C_{anterior}}{C_{anterior}} \times 100$$

Donde:

%V = Porcentaje de variación

Cactual = Consumo/ personas atendidas actual

Canterior = Consumo/ personas atendidas anterior

Una vez obtenidos los datos, se debe tener en cuenta lo siguiente: El comportamiento de la variación es anómalo si los signos de la variable personas atendidas o si los valores de los porcentajes son significativamente diferentes a las diferencias medidas [8]. Ver tabla 62.

Tabla 62. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo en el edificio Laboratorio de Hidráulica. Autores

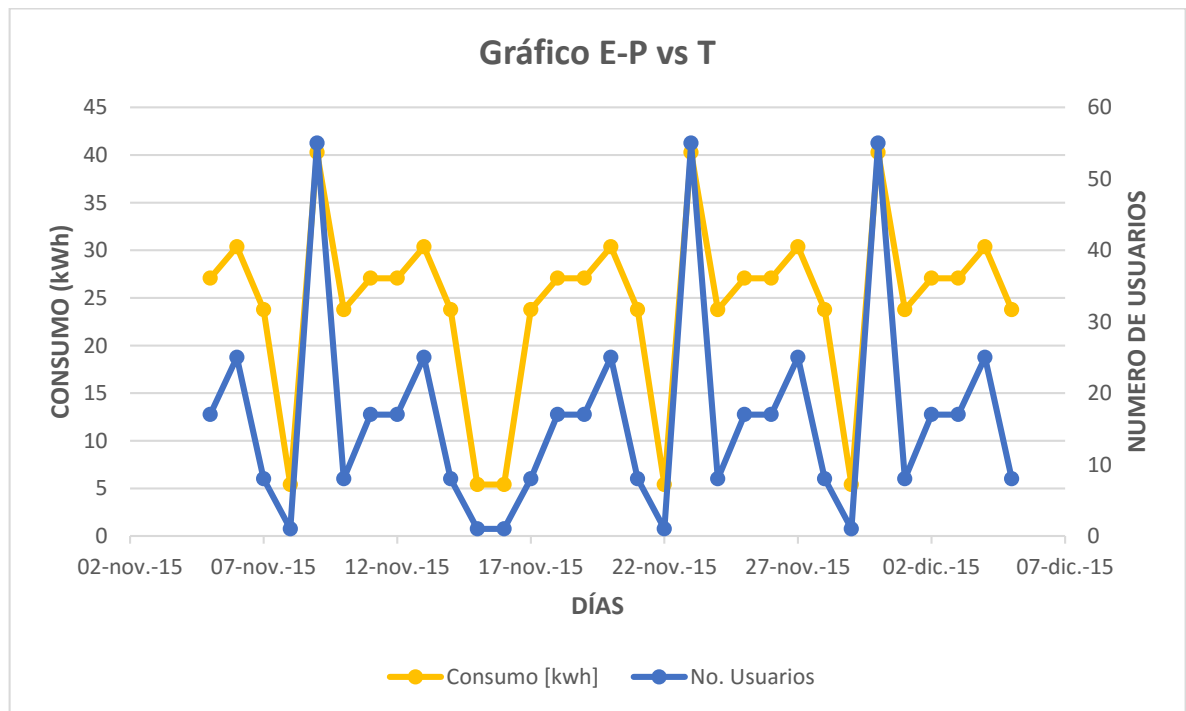
Fecha			Consumo [kWh]	% Variacion	No. Usuarios	% Variacion	Comportamiento
jueves	5	Noviembre 2015	27,062		17		
viernes	6	Noviembre 2015	30,364	12,20	25	47,06	ANÓMALO
sábado	7	Noviembre 2015	23,76	-21,75	8	-68,00	ANÓMALO
domingo	8	Noviembre 2015	5,4	-77,27	1	-87,5	ANÓMALO
lunes	9	Noviembre 2015	40,27	645,74	55	5400	ANÓMALO
martes	10	Noviembre 2015	23,76	-41,00	8	-85,45	ANÓMALO
miércoles	11	Noviembre 2015	27,062	13,90	17	112,50	ANÓMALO
jueves	12	Noviembre 2015	27,062	0,00	17	0	NORMAL
viernes	13	Noviembre 2015	30,364	12,20	25	47,06	ANÓMALO
sábado	14	Noviembre 2015	23,76	-21,75	8	-68,00	ANÓMALO
domingo	15	Noviembre 2015	5,4	-77,27	1	-87,50	ANÓMALO
lunes	16	Noviembre 2015	5,4	0,00	1	0	NORMAL
martes	17	Noviembre 2015	23,76	340,00	8	700	ANÓMALO
miércoles	18	Noviembre 2015	27,062	13,90	17	112,50	ANÓMALO
jueves	19	Noviembre 2015	27,062	0,00	17	0	NORMAL
viernes	20	Noviembre 2015	30,364	12,20	25	47,06	ANÓMALO
sábado	21	Noviembre 2015	23,76	-21,75	8	-68,00	ANÓMALO
domingo	22	Noviembre 2015	5,4	-77,27	1	-87,50	ANÓMALO
lunes	23	Noviembre 2015	40,27	645,74	55	5400	ANÓMALO
martes	24	Noviembre 2015	23,76	-41,00	8	-85,45	ANÓMALO
miércoles	25	Noviembre 2015	27,062	13,90	17	112,50	ANÓMALO
jueves	26	Noviembre 2015	27,062	0,00	17	0	NORMAL
viernes	27	Noviembre 2015	30,364	12,20	25	47,06	ANÓMALO
sábado	28	Noviembre 2015	23,76	-21,75	8	-68,00	ANÓMALO
domingo	29	Noviembre 2015	5,4	-77,27	1	-87,50	ANÓMALO
lunes	30	Noviembre 2015	40,27	645,74	55	5400	ANÓMALO
martes	1	Diciembre 2015	23,76	-41,00	8	-85,45	ANÓMALO
miércoles	2	Diciembre 2015	27,062	13,90	17	112,50	ANÓMALO
jueves	3	Diciembre 2015	27,062	0,00	17	0	NORMAL
viernes	4	Diciembre 2015	30,364	12,20	25	47,06	ANÓMALO
sábado	5	Diciembre 2015	23,76	-21,75	8	-68,00	ANÓMALO

La información de la cantidad de usuarios que hacen uso del edificio fue suministrada por la escuela de ingeniería civil de la universidad, y ésta se encuentra en el anexo C.

En la tabla 62 y en la figura 36 se aprecia que los días 8, 15, 16, 22, 29 muestran bajo consumo energético (anómalo) y baja asistencia de personal debido a que son días domingos y festivos. El consumo de energía de estos días está dado por las luminarias exteriores y algunas interiores que se encienden por la noche.

Los picos de consumo y asistencia del personal en el edificio son considerables los días lunes, ya que este día en particular es el de mayor carga académica en la semana.

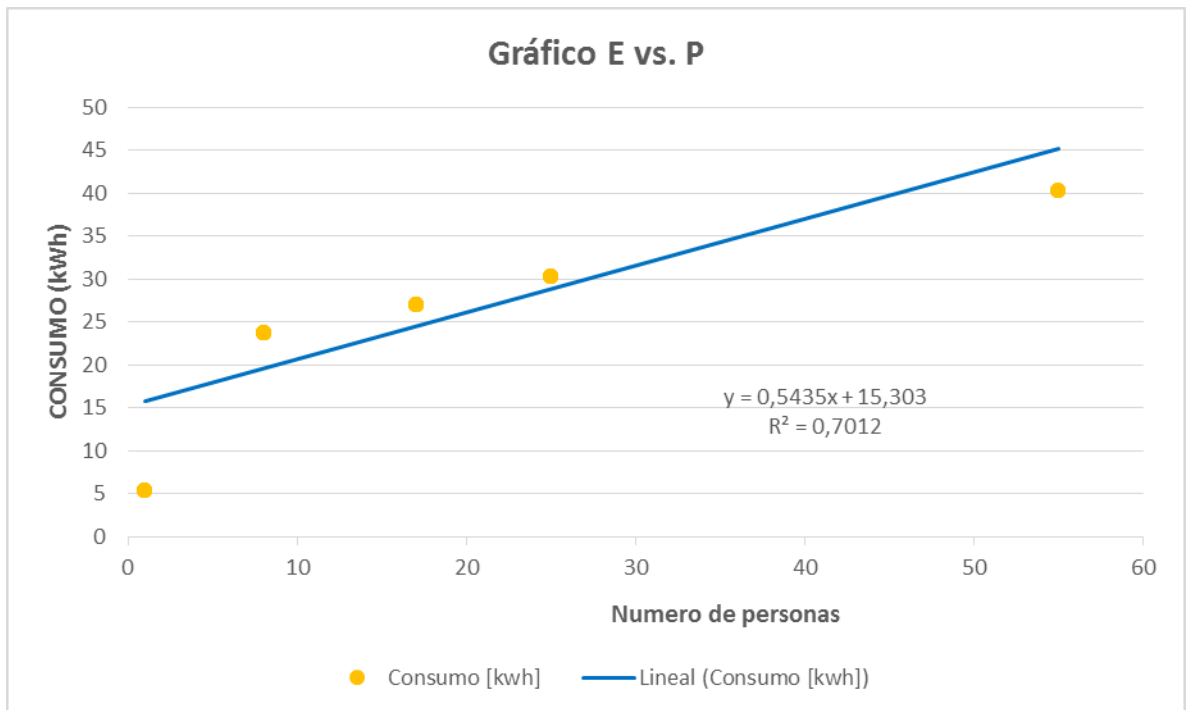
Figura 36. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T) en el edificio Laboratorio Hidráulica. Autores



11.4.4 Gráfico de consumo (E) y personas Atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica. Permite conocer en qué medida las variaciones de los consumos se deben a variaciones en las personas atendidas [8]. En pocas palabras, se puede establecer la correlación entre los parámetros a estudiar.

La figura 37 es la gráfica E vs P que se obtuvo de los datos del consumo y las personas atendidas en el mes de noviembre y parte de diciembre del 2015.

Figura 37. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica (Línea Base). Autores



El coeficiente de correlación calculado para estos datos fue de 0,7012 este valor nos indica que existe una correlación fuerte entre los dos parámetros evaluados. De la gráfica también se pudo calcular la ecuación (5) que relaciona el consumo eléctrico con el número de personas que hacen uso del edificio.

$$E = 0,5435P + 15,303 \quad (5)$$

El valor 15,303 [kWh] es la energía no asociada a las personas que hacen uso del edificio, este valor representa el 62,67 % de la energía eléctrica promedio. Por tal motivo, este porcentaje nos indica que el consumo eléctrico en el edificio no depende en gran medida del número de personas que hacen uso del mismo y puede estar generado por el siguiente factor:

- Iluminación: la iluminación del edificio Laboratorio de Hidráulica en la mayor parte del día se encuentra encendida en las oficinas ubicadas en el segundo piso y en la sala del laboratorio del primer piso, ya que, este no tiene el suficiente acceso a luz natural y los ventanales con los que

cuenta están muy opacos debido a la falta de mantenimiento, también el edificio está rodeado por arborización que obstruye el paso de luz hacia este.

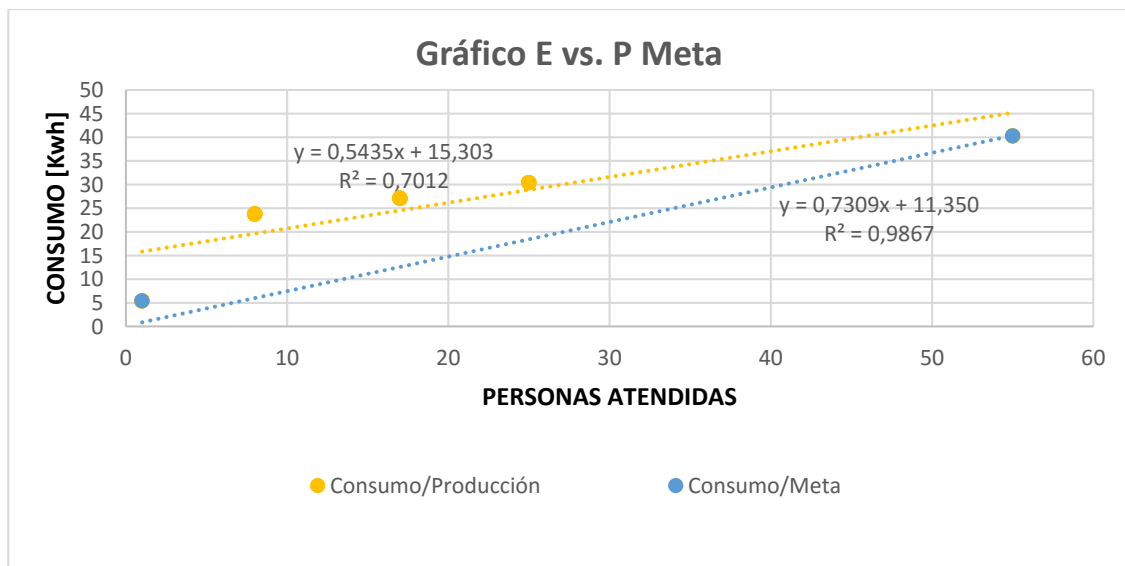
El porcentaje de la energía no asociada con las personas que hacen uso del edificio, debe ser mínimo para disminuir las pérdidas energéticas.

11.4.5 Consumo (E) y personas atendidas (P) para la identificación de metas en el Laboratorio de Hidráulica. En las metas que se plantean para la reducción del consumo eléctrico, se verá reflejado la disminución en las pérdidas energéticas, lo cual se traduce en dinero. Esto se puede lograr si se desarrollan y ejecutan las medidas adecuadas.

La meta de consumo para un número de personas atendidas dado se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo vs. Personas atendidas hallado para los niveles por debajo de la media [8]. En la ejecución del gráfico se descartaron los días domingos y festivos ya que estos presentan consumos energéticos y asistencia de personal muy por debajo del promedio de los demás días de la semana, con esto se pretende obtener un gráfico línea meta más verídico.

En la figura 38 se observa el gráfico E vs. P Meta en el cual se muestra la línea de tendencia y su respectiva ecuación.

Figura 38. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Meta Laboratorio de Hidráulica. Autores



La finalidad de la gráfica E vs. P Meta, es implantar medidas que permitan a las variables (consumo y personas atendidas), comportarse según la nueva ecuación de tendencia. Una vez se logre esto, se mejoraría la eficiencia en el edificio.

Los puntos de consumo meta de la gráfica representan puntos de bajo consumo en el edificio y buen uso del mismo.

La correlación en la línea meta es de 0,9867, el cual nos indica un mayor valor que el de la gráfica E vs P, por lo tanto, existe una excelente correlación, describiendo así la ecuación de la línea meta un mejor comportamiento entre las variables. Entre tanto, en la energía no asociada a la ocupación se aprecia una reducción de 15,303 kWh a 11,350 kWh lo cual representa una reducción del 40,42% en el consumo promedio.

11.4.6 Fenómeno de la variabilidad del consumo en diagramas de dispersión en el gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas Atendidas (P) en el Laboratorio de Hidráulica. El diagrama IC vs. P es bastante útil para establecer sistemas de gestión energética, estandarizar procesos productivos a nivel de eficiencia energética y para identificar el punto crítico de personas atendidas en el cual el consumo no varía significativamente en relación a ellas [8].

En el diagrama IC vs. P podemos encontrar una línea curva con asíntota en el eje x en el valor de la pendiente m de la ecuación $E = mP + E_0$; la cual se obtiene de la gráfica Consumo (E) vs. Personas atendidas (P). La curva se logra de la siguiente fórmula.

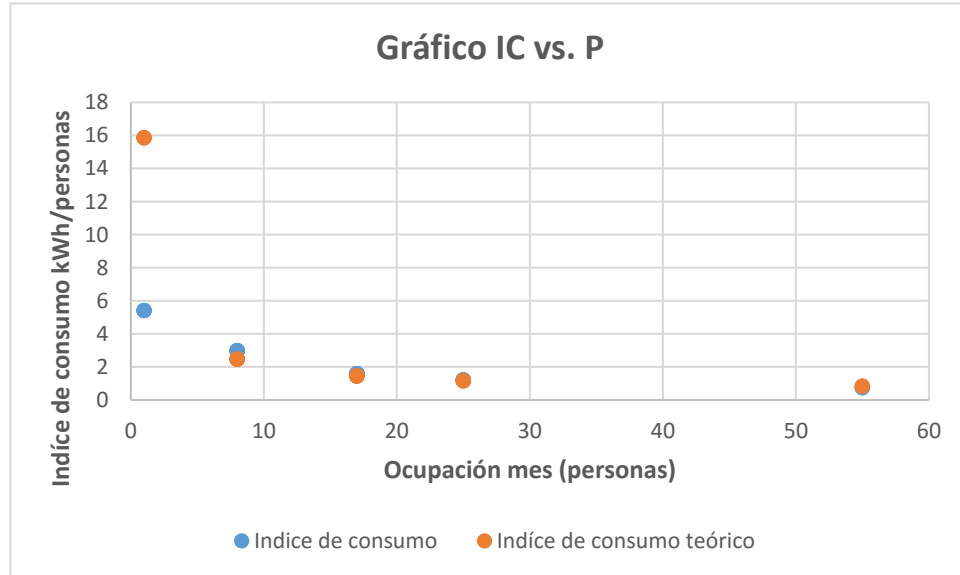
$$IC = m + E_0/P \quad (6)$$

En la tabla 63 se hallan los datos utilizados para la obtención del diagrama IC vs. P.

Tabla 63. Índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P). Autores

Fecha	Consumo [kwh]	No. Usuarios	IC	Ct	ICt
05-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
06-nov-15	30,364	25	1,21456	28,8905	1,15562
07-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
08-nov-15	5,4	1	5,4	15,8465	15,8465
09-nov-15	40,27	55	0,73218182	45,1955	0,82173636
10-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
11-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
12-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
13-nov-15	30,364	25	1,21456	28,8905	1,15562
14-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
15-nov-15	5,4	1	5,4	15,8465	15,8465
16-nov-15	5,4	1	5,4	15,8465	15,8465
17-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
18-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
19-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
20-nov-15	30,364	25	1,21456	28,8905	1,15562
21-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
22-nov-15	5,4	1	5,4	15,8465	15,8465
23-nov-15	40,27	55	0,73218182	45,1955	0,82173636
24-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
25-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
26-nov-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
27-nov-15	30,364	25	1,21456	28,8905	1,15562
28-nov-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
29-nov-15	5,4	1	5,4	15,8465	15,8465
30-nov-15	40,27	55	0,73218182	45,1955	0,82173636
01-dic-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375
02-dic-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
03-dic-15	27,062	17	1,59188235	24,5425	1,44367647
04-dic-15	30,364	25	1,21456	28,8905	1,15562
05-dic-15	23,76	8	2,97	19,651	2,456375

Figura 39. Gráfico Índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P) Laboratorio de Hidráulica. Autores



En la figura 39 se aprecia que el índice de consumo varía entre 0,7321 y 5,4 kWh/personas, se observa un valor crítico del número de personas atendidas alrededor de 17 personas diarias, cabe tener en cuenta que el promedio de personas que asisten en el día es de 17 personas, esto se debe al poco uso que presenta el edificio.

Valores de ocupación por debajo del punto crítico resulta una zona de ocupación de baja eficiencia energética generando un aumento en la energía no asociada a las personas que hacen uso del edificio.

11.4.7 Gráfico de tendencia o de sumas acumuladas CUSUM. En el Laboratorio de Hidráulica. Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del edificio en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un periodo base dado [8].

Para realizar un adecuado estudio se recomienda evaluar en un periodo de seis meses, ya que, este es el tiempo de duración promedio de un semestre académico.

Para este caso, la información que se arroje de este análisis en el estudio aplicado al Laboratorio de Hidráulica, no mostraría una tendencia variable en el periodo dicho, ya que los consumos se consideraron constantes en todos los meses debido al poco uso que presenta el edificio y las personas que hacen uso del mismo son estudiantes que asisten a las dos únicas aulas con las que se cuenta. Por tal motivo el flujo de personas también es constante en el periodo evaluado.

11.4.8 Reporte del comportamiento del consumo energético en el edificio. En la sección 11.4.4 se puede observar la línea base, donde se nota la baja dependencia energética con respecto al uso de las personas que ingresan al edificio. Lo que evidencia una mala correlación entre las variables: consumo, personas.

La baja correlación se debe al casi inexistente uso del edificio, y la mayoría del consumo está dado por el sistema de iluminación. Puesto que en el edificio se tiene como función principal el área de hidráulica y cuenta en su mayor extensión con un laboratorio especializado en este tema. Pero debido a la falta de mantenimiento entro en desuso hace aproximadamente un año. Lo que ocasiono que el edificio solo preste al servicio de la comunidad académica dos aulas de clase y tres oficinas.

Para que exista una mayor dependencia entre las variables, es primordial que la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Civil, la cual está encargada de este edificio, pongan en marcha un plan de mantenimiento correctivo de los elementos y maquinarias que se encuentran instalados allí, para su posterior uso. Hasta que no se desarrollen estas medidas en el Laboratorio de Hidráulica no se puede establecer solución a esta problemática de la ineficiencia energética.

A continuación se mostrara un informe con los indicadores de consumo y producción en el periodo establecido, así como también una estimación del mejoramiento económico que representaría un ahorro en el consumo eléctrico. Los resultados obtenidos se pueden ver en la tabla 64 y 65.

Tabla 64. Informe de consumo energético. Autores

REPORTE DE MONITOREO DE LA CARACTERIZACION ENERGETICA	
Fecha	05/11/2015
Costo Energético	\$395,09
Valores línea base (Datos filtrados)	
Periodo	Ene 2015 a Dic 2015
Producción máxima (Personas/mes)	520
Producción mínima (Personas/mes)	510
Producción promedio (Personas/mes)	515
Consumo de energía máximo (kWh)	1916,432
Consumo de energía mínimo (kWh)	1702,03
Consumo de energía promedio (kWh)	1809,231
Fiabilidad inicial	100
Línea base	$E=0,5435P+15,303$
Correlación	$R=0,83$
Tipo de control	Fuerte
Energía no asociada a la producción línea base	
Energía no asociada a la producción periodo base (kWh)	15,303
Energía no asociada %	62,67
Valores línea meta	
Producción máxima (Personas/mes)	515
Producción mínima (Personas/mes)	505
Producción promedio (Personas/mes)	510
Consumo de energía Máximo (kWh)	1800
Consumo de energía Mínimo (kWh)	1700
Consumo de energía Promedio (kWh)	1750
Línea base	$E=0,7309P+11,350$
Correlación	$R=0,9933$
Energía no asociada a la producción línea meta	
Energía No Asociada a la Producción línea meta (kWh)	11,35
Energía no Asociada %	40,42

Tabla 65. Resultados ahorro de energía. Autores

	Ahorro (kWh)	Ahorro (\$)
Hora	0,005	2,169
Diario	0,132	52,060
Mensual	3,953	1561,79077
Anual	47,436	18741,48924

En la tabla 65 se pueden apreciar los ahorros que se obtienen aplicando las herramientas propuestas por la guía para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía (SGIE) basado en la ISO 50001, dando como resultado, un ahorro por hora de 0.005 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 2,169. Un ahorro diario de 0.132 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 52,060. Y un ahorro Mensual de 3,953 kWh los cuales representan un ahorro de \$ 1561,79077. Teniendo en cuenta estos datos se puede tener en cuenta un ahorro anual de 47.436 kWh equivalentes a \$ 18741,48924. Estos valores representan un ahorro mínimo ya que como se menciona anteriormente el edificio presenta poco uso.

12. ANÁLISIS ENERGÉTICO EDIFICIO LABORATORIO DE HIDRÁULICA

El análisis energético tiene como objetivo identificar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía. Este análisis se efectúa con el fin de establecer el punto de partida para la aplicación de la metodología y control del programa de ahorro de energía, permitiendo identificar las áreas críticas de consumo y sus posibles fuentes de ahorro en todo el sistema.

En éste capítulo se realiza una auditoria energética de los flujos de energía del edificio Laboratorio de Hidráulica, donde solo se tienen en cuenta los estudios de los niveles de iluminación, ya que el edificio tiene poca carga instalada actualmente y realizar un análisis termográfico y de calidad de la energía es irrelevante, debido al escaso uso que tiene el edificio.

- Niveles de iluminación

Para el edificio Laboratorio de Hidráulica solo se realizara el estudio de niveles de iluminación, ya que en estos momentos la iluminación es el punto crítico de consumo, debido a que el edificio solo está prestando sus servicios en dos aulas de clase. Por tal motivo realizar análisis de Termografía y de calidad de la energía eléctrica sería improductivo en las condiciones actuales en las que se encuentra el edificio.

12.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EDIFICIO LABORATORIO HIDRÁULICA.



El sistema de iluminación representa el 33% del consumo de energía eléctrica del edificio Laboratorio de Hidráulica. De tal manera que una mejor inspección en el sistema de iluminación puede ayudar en su ahorro energético. Con el fin de estimar el estado actual de la iluminación, se efectuó la medición de la iluminancia con los procedimientos establecidos en la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), de esta manera se pretende identificar si el diseño de iluminación del Laboratorio de Hidráulica cuenta con las condiciones necesarias para suministrar una calidad de energía lumínica suficiente.

Para realizar este estudio se utiliza el equipo descrito en la tabla 17.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En la tabla 67 se muestra la descripción de los diferentes tipos de luminarias instaladas en el Laboratorio de Hidráulica, y las respectivas características del área medida.

Tabla 66. Descripción del sistema de iluminación Laboratorio de Hidráulica. Autores

Tipo	Descripción	Marca /cantidad	Ubicación
1	<p>TCS F2x32 W/841 24C 120-277</p> 	Philips / 4	 <p>Sala geología</p>




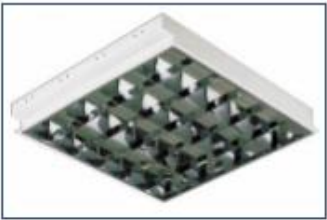

Tipo	Descripción	Marca /cantidad	Ubicación
2	<p>F96T8-SPX50 2x58 W</p> 	Philips / 12	 <p>Sala hidráulica</p>
3	<p>F20T12/D</p> 	Sylvania / 3	 <p>Oficinas</p>
4	<p>CONTEMPO P SIM HPI-T</p> 	Philips / 3	 <p>Exterior edificio</p>
5	<p>EPH HERMETICO</p> 	Philips / 21	 <p>Salones de clase</p>

Tabla 67. Descripción paredes, pisos y techos del Laboratorio de Hidráulica. Autores

Descripción Paredes, Pisos y Techos					
Descripción	Condición de la superficie				
	Material	Color	Limpia	Media	Sucia
Paredes	Cemento	Gris, blanco	X		
Piso	Baldosas	Amarillo, rojo, gris		X	
Techo	Cemento	Gris, blanco	X		
Superficie de trabajo	Madera	Marrón		X	
Condición de luminarias: Medias					

MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA

Se debe tener en cuenta que el nivel de iluminancia del recinto se expresa en función del nivel de iluminancia promedio en el plano de trabajo. Por lo tanto, se deben cumplir los valores estipulados en la Tabla 410.1 del RETILAP según las actividades realizadas en el edificio.

Aplicando al uso del instrumento de medida especificado en la tabla 66 se midieron los niveles de iluminancia al interior del edificio. Las medidas realizadas se tomaron a la altura del plano de trabajo y a una altura sobre el suelo de unos 80 cm aproximadamente. Los espacios al interior del edificio fueron divididos en retículas cuadradas y dependiendo el tipo de distribución de las luminarias se aplicó la ecuación correspondiente para el cálculo de la iluminancia promedio según el RETILAP.

El factor de uniformidad establece el tipo de iluminación entre la zona de trabajo y su entorno inmediato, para valores mayores a 0,8 el tipo de iluminación es general, y para valores mayores a 0,5 la iluminación es localizada.

SALONES

Se puede observar que los valores de iluminación medios son elevados, teniendo en cuenta que el nivel de iluminación recomendado es de 500 [Lux], ya que, solo se requiere necesidad visual normal. Los factores de uniformidad de los salones son de 0,87 lo cual nos indica tipo de iluminación general, ver Tabla 69.

Tabla 68. Nivel de Iluminación Salones del Laboratorio de Hidráulica. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]							
Salon piso 1		(% cumplimiento	Salon piso 2		(% cumplimiento		
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]			
628	716	143,2	605	692,8	138,56		
848			835				
621			635				
628,1			620				
816,6			815				
816,6			810				
630			640				
630			638				
630			637				
Fact. Uniformidad			0,87			Fact. Uniformidad	0,87

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/500)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

SALA HIDRÁULICA

En la sala de hidráulica se observa un comportamiento distinto en los dos salones que la componen, pero cuentan con la particularidad que ambos se encuentran por debajo del límite recomendado de 500 [Lux]. La sala 1 tiene un factor de uniformidad de 0,59 lo cual indica tipo de iluminación localizada, por otra parte la sala 2 tiene un factor de luminosidad de 0,3 lo cual indica que las mesas de trabajo se ubicaron de manera diferente al diseño inicial, ver Tabla 70.

Tabla 69. Nivel de Iluminación Sala Laboratorio de Hidráulica. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Sala 1		(% cumplimiento)	Sala 2		(% cumplimiento)
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
110	165,6	33,12	220	336,1	67,22
100			200		
100			219		
580			640		
97			560		
160			110		
115			770		
105			156		
123			150		
Fact. Uniformidad			0,59		

(%) cumplimiento = $(Em/500)*100$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

SÓTANO

En el sótano se puede observar que el valor de iluminación media se mantiene por debajo del límite de 500[Lux], con factor de uniformidad de 0,26, aunque este valor es bajo se debe tener en cuenta que esta parte del edificio es de poco acceso al personal, se recomienda una mejor distribución de las luminarias para mejorar el factor de uniformidad. Ver Tabla 71.

Tabla 70. Nivel de Iluminación Sótano Laboratorio de Hidráulica. Autores

Nivel de Iluminación Recomendado 500[Lux]		
Sala 1		(% cumplimiento)
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
110	406,53	81,31
700		
105		
110		
700		
104		
109		
700		
106		
Fact. Uniformidad		

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/500)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

OFICINAS

En las oficinas se puede observar que los valores de iluminación media se mantienen por debajo del límite de 500 [Lux], con factor de uniformidad de 0,4, lo que indica que los cubículos de las oficinas se ubican diferente según el diseño inicial. Ver Tabla 72.

Tabla 71. Nivel de Iluminación Oficinas Laboratorio de Hidráulica. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Oficina 1		(% cumplimiento)	Oficina 2		(% cumplimiento)
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
320	177,8	35,56	318	179,75	37,95
80			85		
240			241		
71			75		
Fact. Uniformidad	0,4		Fact. Uniformidad	0,42	
Nivel de Iluminancia Recomendado 500 [Lux]					
Oficina 3		(% cumplimiento)			
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media				
320	177,8	35,56			
80					
240					
71					
Fact. Uniformidad	0,4				

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/500)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

ZONAS COMUNES

En los pasillos se puede observar valores de iluminación media altos, por lo tanto se recomienda ajustar estos niveles a un valor recomendado de 100 [Lux], también se observan valores de factor de uniformidad de 0,77 y 0,78 lo que indica iluminación localizada. Ver Tabla 73.

Tabla 72. Nivel de Iluminación Zonas Comunes Laboratorio de Hidráulica. Autores

Nivel de Iluminancia Recomendado 100 [Lux]					
Piso 1		(% cumplimiento	Piso 2		(% cumplimiento
Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]		Iluminancia [Lux]	Iluminancia Media [Em]	
135	114,75	114,75	128	103,25	103,25
90			80		
134			115		
100			90		
Fact. Uniformidad	0,78		Fact. Uniformidad	0,77	

$$(\%) \text{ cumplimiento} = (Em/100)*100$$

Niveles de iluminancia recomendados para trabajo en interiores tomado de diagnóstico energético de sistema de iluminación de la UPME.

13. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA PARA LOS EDIFICIOS ÁLVARO BETRÁN PINZÓN Y LABORATORIO HIDRÁULICA

Saber identificar y dar soluciones óptimas a los problemas de ahorro energético presentes en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio de Hidráulica es una de las principales metas del diagnóstico energético. Entre las soluciones más adecuadas a estos problemas se plantearon los siguientes métodos de ahorro los cuales se clasificaron de la siguiente manera: Los que requieren cambios tecnológicos y los que No requieren cambios tecnológicos en sus equipos.

Los principales equipos de consumo en los cuales se considera aplicar los métodos de ahorro mencionados anteriormente son:

- Equipos de iluminación
- Equipos de aires acondicionados
- Creación de una cultura energética

Ya que estos factores impactan de manera significativa en el consumo energético de los edificios.

13.1 Sistemas de iluminación

La energía asociada al consumo de los sistemas de iluminación en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio Hidráulica representa un valor significativo en el cobro de la tarifa eléctrica mensual de cada uno de éstos. Por tal motivo cualquier método de ahorro que se implemente para reducirlo se verá reflejado en la disminución del consumo eléctrico total de los edificios.

Entre los métodos de ahorro mencionados se encuentra los que no requieren cambios tecnológicos en sus equipos y esto lo podemos ver en:

Uso adecuado de la iluminación y el aprovechamiento de luz natural

El edificio Álvaro Beltrán Pinzón por encontrarse en una zona baja de la Universidad Industrial de Santander y en la parte trasera del edificio estar rodeado por el muro que encierra toda la Universidad, tiene poco acceso a la luz natural, por tal motivo en el sótano del edificio se tiene la necesidad de encender las luces gran parte del día por ser una zona oscura. Por otro lado los pisos uno y dos del edificio si cuentan con ventanas grandes donde se aprovecha la luz natural.

A continuación en la tabla 74 se muestra el consumo de las luminarias ubicadas en el sótano del edificio las cuales son las que tienen más incidencia en el consumo del sistema de iluminación. El consumo estimado en los tipos de luminarias utilizadas se calcula con la información de potencia en watts de cada lámpara del fabricante y luego se multiplica por el número de luminarias instaladas y por el tiempo de uso.

Tabla 73. Consumo luminarias en el sótano edificio Álvaro Beltrán Pinzón. Autores

TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	HORAS ENCENDIDAS	CONSUMO ESTIMADO Wh día
F96T8–SPX50 2x35 W	12	9	3780
TCS F2x32 W/841 24C	2	9	630
Total Consumo kWh día			4,41

Como se puede ver la potencia consumida en un día es de 4,41 kWh, lo que equivale a 114.66 kWh en un mes con un precio promedio de 395,09 \$/kWh, lo que representa un costo de \$ 45301,02 mensual. Como estas luminarias no se pueden apagar debido a la necesidad de luminosidad en el sótano, se recomienda que las personas que hacen uso continuo de esta parte del edificio apaguen las luces de las salas que no se usan para así poder reducir el consumo eléctrico.

Por su lado el edificio Laboratorio de Hidráulica se encuentra ubicado en una zona rodeada por arborización, lo que disminuye un poco el acceso a luz natural. Dentro del edificio se encuentra la sala de prácticas de hidráulica la cual tiene una gran área, y aunque tiene las suficientes ventanas para acceder a la luz natural se encuentran muy opacas debido a la falta de mantenimiento lo que ocasiona que se enciendan las luces en horas del día donde sería mejor aprovechar la luz solar.

A continuación se muestra la tabla 75 donde se muestra el consumo de las luminarias ubicadas en la sala de prácticas de hidráulica del edificio las cuales son las que tienen más incidencia en el consumo del sistema de iluminación.

Tabla 74. Consumo luminarias en la sala de prácticas de hidráulica. Autores

TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	HORAS ENCENDIDAS	CONSUMO ESTIMADO Wh día
F96T8–SPX50 2x35 W	6	6	1260
F20T12/D 1x35W	4	6	840
Total Consumo kWh día			2,1

Como se puede ver la potencia consumida en un día es de 2,1 kWh, lo que equivale a 54,6 kWh en un mes con un precio promedio de 395,09 \$/kWh, lo que representa un costo de \$ 21571,91 mensual. Se recomienda que las personas que hacen uso continuo de esta parte del edificio apaguen las luces de la sala cuando no esté en uso para así poder reducir el consumo eléctrico.

Entre los métodos de ahorro mencionados se encuentra los que requieren cambios tecnológicos en sus equipos y esto lo podemos ver en:

Eficiencia energética de los componentes

En el mercado existen varios tipos de luminarias, las cuales varían según su potencia, duración y luminosidad. En este caso se hablará de las luminarias con clasificación energética alta, puesto que de estas se puede obtener un ahorro energético. Para realizar un estudio de sustitución de las luminarias, se tiene en cuenta los datos técnicos de las luminarias de alta eficiencia, también se consideró el costo de la energía de \$395,09 kWh.

En los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio de Hidráulica se usa en mayor proporción la luminaria tipo T8 a continuación se muestra la tabla 76 la cual fue sustraída del RETILAP, donde se muestra la descripción de las lámparas T8 y T5.

Tabla 75. Descripción lámparas T8 y T5. Autores

TIPO	POTENCIA (W)	EFICIENCIA (Lm/W)	TIPO	POTENCIA (W)	EFICIENCIA (Lm/W)
T8 (26 mm de diámetro)	14 a 25	68	T5 (16 mm de diámetro)	14 a 25	80
	26 a 30	72		26 a 30	83
	31 a 40	78		31 a 40	85
	41 a 50	79		41 a 50	87
	> de 50	85		> de 50	90

En el edificio Álvaro Beltrán Pinzón hay un total de 86 lámparas tipo T8, que representan un consumo aproximado de 469,56 kWh/mes lo que equivale a un costo de \$ 185.518,46 mensual. Al reemplazar estas luminarias por T5 de 25 W, con eficacia de luminosidad igual se obtendría un ahorro mensual de \$ 53005,2. La inversión que ocasiona reemplazar las luminarias T8 por T5 tendrá un costo de \$ 3431400 y con los ahorros en el consumo de energía la inversión se recuperará en aproximadamente 2 años. El costo total de la inversión se calcula multiplicando el precio por unidad de cada lámpara tipo T5 por la cantidad de luminarias a reemplazar.

El precio por unidad de las lámparas tipo T5 es de \$ 39,900

Por otro lado, el edificio Laboratorio de Hidráulica tiene en total 32 lámparas tipo T8, que representa un consumo de 116,48 kWh/mes lo que equivale a un costo de \$ 46,020 mensual. Estos valores son aproximados ya que se calcularon con horas de uso promedio basados en los demás edificios, Debido a que el edificio tiene poco uso. Al reemplazar estas luminarias por T5 de 25 W, con eficacia de luminosidad igual se obtendría un ahorro mensual de \$ 13148,6. La inversión que ocasiona reemplazar las luminarias T8 por T5 tendrá un costo de \$ 1276800 y con los ahorros en el consumo de energía la inversión se recuperará en aproximadamente 8 años. Por tal motivo el cambio de estas luminarias no sería viable, ya que el ahorro no sería significativo realizando esta inversión, pero se deja planteado como una solución a la problemática de los sistemas de iluminación una vez que el edificio presente más uso en estos equipos.

Instalación de sistema de control de la iluminación

Para las modificaciones futuras de los sistemas de iluminación en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio de Hidráulica se deja planteada la siguiente recomendación para su posterior implementación; La instalación de sistemas de detección el cual debe contar con un tiempo límite de encendido de las luminarias en áreas como los pasillos y escaleras, esto con el fin de realizar un uso más eficiente de la energía.

Como se puede observar aplicando los métodos para incrementar el ahorro mencionado en el plan de medidas de uso eficiente de la energía en los edificios se logra obtener el siguiente ahorro:

En el edificio Álvaro Beltrán Pinzón se obtuvo como resultado un ahorro mensual de \$ 98306,29 lo que equivale a un ahorro anual de \$ 1179675,48 representando esto un ahorro de 2,49% del valor anual total.

Para el edificio de Laboratorio de Hidráulica se obtuvo un ahorro mensual de \$ 34720,5 lo que equivale a un ahorro anual de \$ 416646,02 representando un ahorro de 4,59% del valor anual total.

A continuación en la tabla 77 se muestra el resumen de los ahorros anuales totales para cada edificio

Tabla 76. Ahorro anual de los sistemas de iluminación. Autores

EDIFICIO	AHORRO ANUAL [\$]	AHORRO TOTAL ANUAL [%]
Álvaro Beltrán Pinzón	1179675,48	2,49
Laboratorio Hidráulica	416.646,02	4,59

13.2 Sistema de aire acondicionado

El edificio Álvaro Beltrán Pinzón cuenta con un sistema de aire acondicionado YORK ubicado en la tarraza del edificio y unidades de aire mini Split ubicadas en cada una de las oficinas. El edificio de Laboratorio de Hidráulica cuenta con dos unidades tipo mini Split ubicadas en sus dos aulas de clase.

Según el registro que se tiene de los edificios acerca del mantenimiento de los equipos, no se están cumpliendo con las fechas establecidas, lo que implica que alguno de estos equipos pueda ocasionar una falla y se deba llevar a cabo un mantenimiento correctivo y no un mantenimiento preventivo para administrar las posibles fallas.

A continuación se describen las fallas que se generan en alguno de los componentes de aire acondicionado por insuficiencia de mantenimiento:

- Fallas en los filtros de aire: la falta de mantenimiento de estos filtros hace que el sistema deba trabajar más para extraer calor lo que implica un gasto de energía mayor.
- El equipo de enfriamiento YORK se encuentra ubicado en la terraza del edificio cubierto por una carpa armable donde la incidencia solar es alta, generando un calentamiento en el gas refrigerante R410A ocasionando una falla en el motor del evaporador. Se recomienda una mayor cobertura para el equipo, así evitaría que se sobrecalentara y reduciría el consumo de energía.

Recomendaciones para mejorar la eficiencia del sistema de aire acondicionado

- Se recomienda cerrar las puertas de las oficinas y salones del edificio cuando estén en uso para mejorar la eficiencia del sistema de aire acondicionado hasta en un 30%.
- Cubrir las orillas de las ventanas donde se puedan presentar infiltraciones de aire mediante mecanismos sencillos como el uso de silicona o material adhesivo.

En la tabla 78 y 79 se muestran los cálculos realizados para cada edificio sin aplicar cambios tecnológicos en los equipos, basándose en la reducción del tiempo de funcionamiento del equipo.

Tabla 77. Ahorro mensual en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón reduciendo el tiempo de trabajo del sistema de aire acondicionado en una hora. Autores

EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO MES KWh	CONSUMO KWh REDUCIENTO 1 HORA EL TIEMPO DE OPERACIÓN
Aire acondicionado YORK	2	792	657,33
Mini split PAQ-04	4	564	485,23
COSTO TOTAL MES KWh		1356	1142,56
AHORRO MENSUAL TOTAL \$			84328,01

Tabla 78. Ahorro mensual en el edificio Laboratorio Hidráulica reduciendo el tiempo de trabajo del sistema de aire acondicionado en una hora. Autores

EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO MES KWh	CONSUMO KWh REDUCIENTO 1 HORA EL TIEMPO DE OPERACIÓN
Mini split	2	633,6	554,4
COSTO TOTAL MES KWh		633,6	554,4
AHORRO MENSUAL TOTAL \$			31291,128

Como se puede observar aplicando los métodos para incrementar el ahorro mencionado en el plan de medidas de uso eficiente de la energía en los edificios, se logró obtener los siguientes resultados:

En el edificio Álvaro Beltrán Pinzón se obtuvo como resultado un ahorro mensual de \$ 84.328,01 lo que equivale a un ahorro anual de \$ 1'011.936,12 representando esto un ahorro 2.14% del valor anual total.

Para el edificio de Laboratorio de Hidráulica se obtuvo un ahorro mensual de \$ 31.291,1 lo que equivale a un ahorro anual de \$ 375.493,5 representando un ahorro del 4.13% del valor anual total.

A continuación en la tabla 80 se muestra el resumen de los ahorros anuales totales para cada edificio

Tabla 79. Ahorro anual de los sistemas de aire acondicionado. Autores

EDIFICIO	AHORRO ANUAL [\$]	AHORRO TOTAL ANUAL [%]
Álvaro Beltrán Pinzón	1011936,12	2,14
Laboratorio Hidráulica	375493,536	4,13

13.3 SISTEMAS DE CÓMPUTO

Los sistemas de cómputo son un punto crítico en el consumo energético debido a que son cargas de tipo no lineal lo que ocasiona la generación de armónicos y distorsión en la señal, causando ineficiencia en la calidad de la energía.

Actualmente en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón solo se encuentran en uso continuo nueve computadores y en el Laboratorio de Hidráulica tres, por tal motivo un análisis de ahorro de energía para estos equipos sería irrelevante ya que el consumo que generan es mínimo con respecto a las demás cargas. Aunque este valor es mínimo cabe recomendar utilizar la opción de modo de ahorro de energía que poseen los computadores para minimizar su consumo.

13.4 AHORROS ENERGÉTICOS TOTALES

Una vez finalizada la metodología utilizada en el plan de medidas de uso eficiente de la energía se observa que siguiendo las recomendaciones dadas se pueden lograr resultados satisfactorios los cuales se muestran a continuación en la tabla 81.

Los valores de ahorro total anual se calculan mediante la suma de los ahorros anuales de los equipos de iluminación y aires acondicionados descritos anteriormente.

Tabla 80. Ahorro total anual. Autores

EDIFICIO	AHORRO ANUAL ILUMINACION [€]	AHORRO ANUAL AIRE ACONDICIONADO [€]	TOTAL AHORRO ANUAL [€]
Álvaro Beltrán Pinzón	1179675,48	1011936,12	2191611,6
Laboratorio Hidráulica	416646,02	375493,536	792139,56

13.5 CULTURA ENERGÉTICA

CAMPAÑA DE CULTURA ENERGÉTICA

La iniciativa de realizar una campaña para las buenas prácticas energéticas en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio de Hidráulica es fruto de un profundo proceso de transformación interna, que pretende concientizar a los usuarios del edificio y personal administrativo a cerca del consumo inadecuado de energía, promoviendo las buenas prácticas energéticas, generando hábitos hacia un uso racional de la energía y llevando a cabo gestiones que permitan abrir un nuevo camino hacia una cultura de consumo energético eficiente. Se elaboró un boceto con un logotipo y afiche para originar una motivación hacia el ahorro energético en los usuarios. En el afiche se presentan las recomendaciones más importantes para ahorrar energía que todos los usuarios pueden aprender. El logotipo y el afiche se muestran en las figuras 41 y 42 respectivamente.

Figura 40. Logotipo de la campaña de cultura energética



Figura 41. Afiche de la campaña de cultura energética



14. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- ✓ Por medio del análisis realizado en el plan de medidas para uso eficiente de la energía se demuestra que se puede obtener un ahorro significativo aplicando mejoras en los sistemas de iluminación y aire acondicionado en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio Hidráulica planteando un ahorro anual de \$ 2191611,6 y \$ 792139,56 respectivamente.
- ✓ Al estudiar y analizar las herramientas de gestión en la caracterización como el diagrama de Pareto en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón, permitió encontrar que los equipos de uso final que representan un consumo significativo son los motores, sistema de aire acondicionado y equipos de iluminación. No se pueden realizar recomendaciones de uso racional y eficiente en los motores de alto consumo energético debido a la falta de periodicidad en la operación de los mismos, los equipos que se priorizaron al momento de proponer medidas correctivas que ayuden a reducir el consumo energético fueron los sistemas de aire acondicionado y equipos de iluminación.
- ✓ Al estudiar y analizar las herramientas de gestión en la caracterización como el diagrama de Pareto en el edificio Laboratorio Hidráulica se encontró que los equipos de uso final que representan un consumo significativo son: sistema de aire acondicionado y equipos de iluminación estos equipos se priorizaron al momento de proponer medidas correctivas que ayuden a reducir el consumo energético.
- ✓ En el diagrama consumo vs personas atendidas en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón se obtuvo un valor de energía no asociada a las personas atendidas de un total anual de 15303,6 kWh, representado \$ 6046299,324 valor significativo que invita a realizar prácticas encaminadas al uso racional y eficiente de la energía.
- ✓ En el diagrama consumo vs personas atendidas realizado en el edificio Laboratorio Hidráulica se obtuvo un valor de energía no asociada a las personas atendidas de un total anual de 47,436 kWh, representado \$ 18741,48 valor significativo que invita a realizar prácticas encaminadas al uso racional y eficiente de la energía.
- ✓ Las encuestas que se llevaron a cabo en los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio Hidráulica propuestas por la UPME, dejan como evidencia que en estos edificios no existe una política energética que permita regular el consumo y mejorar la eficiencia del sistema eléctrico.
- ✓ Mediante la caracterización energética realizada en el edificio Laboratorio Hidráulica se consta el poco uso que presenta actualmente, debido a que la mayoría de los equipos existentes se encuentran fuera de servicio por falta de mantenimiento, lo cual ocasiona que no se pueda implementar de manera efectiva la metodología del sistema de gestión integral de la energía, ya

que no hay diversidad de carga a la cual aplicar mejoras energéticas. Por tal motivo es primordial que la Universidad Industrial de Santander y la escuela de Ingeniería Civil la cual está encargada de este edificio pongan en marcha un plan de mantenimiento correctivo de los elementos y maquinarias que se encuentran instalados allí para su posterior uso. Hasta que no se desarrollen estas medidas en el Laboratorio de Hidráulica no se puede obtener los resultados adecuados al establecer una metodología del sistema de Gestión Integral de la Energía.

- ✓ Mediante el estudio del sistema de iluminación del edificio Álvaro Beltrán Pinzón se pudo evidenciar que en una misma área existen distintos tipos de luminaria con diferentes consumos de potencia e índice de eficiencia lumínica (Lm/w), lo cual ocasiona que el factor de uniformidad sea bajo, causando que se pierda el confort lumínico en la zona de trabajo.
- ✓ En el análisis de las herramientas de caracterización para el edificio Laboratorio de Hidráulica, se calculó un promedio de consumo mensual, ya que este edificio carece de carga diversificada y actualmente se encuentra en desuso su laboratorio de hidráulica, solo están en funcionamiento dos aulas de clases, tres oficinas y una sala pequeña la cual está en uso por la escuela de geología. Como el edificio lleva en esta situación más de un año, la tendencia de su consumo de energía mensual es aproximadamente el mismo a lo largo del año con un valor estimado de 1170 kWh, según el censo de carga.
- ✓ En el análisis termográfico realizado en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón se evidenció un punto crítico de calentamiento en los conductores de la acometida del Chiller de la máquina (Hydraulic Power Unit), por lo tanto se realizó un estudio de calentamiento de la acometida con el fin de verificar si el dimensionamiento del conductor seleccionado es el adecuado. Del estudio se comprobó que la temperatura del conductor alcanza un valor estable en 69,7°C. una vez identificado este valor se realizó una comparación con las especificaciones térmicas y eléctricas del conductor instalado 8 AWG-THW, concluyendo que éste cumple satisfactoriamente con los requerimientos de temperatura y corriente demandados por la carga.
- ✓ Se ejecutó la metodología presentada por el sistema de gestión integral de la energía (SGIE), en el cual se realizó la caracterización energética de los edificios Álvaro Beltrán Pinzón y Laboratorio de Hidráulica, donde se identificaron los equipos de mayor consumo, los indicadores y las variables que afectan directamente el uso eficiente de la energía y reducen las posibilidades de mejorar el rendimiento energético.
- ✓ Teniendo en cuenta la crisis energética actual de Colombia debido a la influencia del fenómeno del niño y que el país depende en un 70% de la generación hidráulica lo cual ocasionó que el sistema eléctrico nacional se encuentre en un estado crítico ad portas del colapso, se realizó una campaña de concientización energética con el propósito de promover las buenas prácticas para el uso racional de la energía y lograr reducir el consumo de energía.

REFERENCIAS

- [1] ley 697 del 2001 articulo 3. Definiciones -- aprovechamiento optimo
- [2] UPME. Objetivo -- www.upme.gov.co
- [3] PRÍAS, Omar Fredy y ROJAS, David Bernardo. Implementación de un Sistema de Gestión de Energía, Guía con base en la norma ISO 50001. 1 ed. Bogotá D.C. 2013. p.50.
- [4] Campos J; Lora E; Merino L; Tovar I; Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética; Guía para la implementación, Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en la página web: <URL:<http://www.tsi3eatgovtco/Portals/0/Gie/Docs/cartilla.pdf>>
- [5] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, medios de comunicación, disponible en la página web: <URL:<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/mediosComunicacion/catedraLibre/Octubre2010/articulo3.html>>
- [6] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Investigación extensión, laboratorio materiales, disponible en la página web: <URL:<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/acreditacionLaboratorios/laboratorioMateriales/index.html>>
- [7] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. División de mantenimiento tecnológico [en línea]. Disponible en internet: <URL:<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>>.
- [8] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA e INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética. Manual de procedimientos [en línea]. Disponible en: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>>.
- [9] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Calidad de la Energía Eléctrica [en línea]. Disponible en: <URL:<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>>.
- [10] ESSA. Norma Técnica ESSA pdf
- [11] HYDRAULIC POWER UNIT series 505 SilentFlo. Model 505.30.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- Calidad de la Energía Eléctrica UPME [en línea]
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
- Cámara termográfica industriales de la serie Ti de Fluke [en línea].
http://www.adlerinstrumentos.es/imagenes_web/productos/Catalogo%20termografia%20Ti9-10-25-32.pdf
- Catalogo Lámparas Fluorescentes [en línea]. <http://www.sylvaniacolombia.com/tubos-fluorescentes>
- COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Ley No, 697 (3 de octubre de 2001). Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía. Bogotá. D.C 2001
- COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP) Bogotá D.C 30 de marzo de 2010.
- DOMINGO, Jaime y MENESES, William Adolfo. Caracterización energética del edificio bienestar universitario aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Trabajo de grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2014. 121 p.
- Estudio predictivo mediante termografía por infrarrojos de la empresa [en línea].
http://www.termografics.com/pdf/ejemplo_informe_termografics.pdf
- Guía Alumbrado interior de edificaciones residenciales Universidad Nacional de Colombia [en línea].
http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf
- Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas [en línea].
http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf
- Guía técnica de iluminación eficiente sector residencial y terciario [en línea]
<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficientesector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>
- Guía termográfica para aplicaciones en edificios y energía renovable [en línea].
http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820325/T820325_ES.pdf
- Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética [en línea]
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Sistema de gestión de la energía: requisitos con orientación para su uso. NTC-ISO 50001. Bogotá D.C.: El instituto, 2008.



Programa de ahorro y energía, distorsión armónica [en línea].
<http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>

PUENTES, Andrés Felipe y JONES, Juan Camilo. Caracterización del centro de tecnologías de información y comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE). Trabajo de grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, 2014. 153 p.

Universidad Industrial de Santander [en línea].
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administración/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>



ANEXOS

ANEXO A. Encuesta de la UPME para la caracterización energética realizada en el edificio Álvaro Beltrán Pinzón



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 001	FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA																	
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA			ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN				NIT		890.201.213-4								
DIRECCIÓN		CARRERA 27 CALLE 9			TELÉFONO		6344000		FAX								
REGIÓN		SANTANDER			CIUDAD		BUCARAMANGA										
BARRIO		LA UNIVERSIDAD			CÓDIGO POSTAL												
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO					C.C				CARGO								
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA					C.C				CARGO								
ACTIVIDAD INDUSTRIAL		SERVICIOS EDUCATIVOS			EMAIL												
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA																	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES		25		HORARIO LABORAL		DE		6:00		A.M		A		8:00		A.M	
										P.M						P.M	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO				PRODUCCIÓN MENSUAL				PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO									
TURNOS		N° DE TRABAJADORES		HORARIO				N° PARADAS POR VACACIONES (P.P.V)									
1				DE		A.M		A		A.M		MES P.P.V		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12	
						P.M				P.M		N° DE DÍAS P.P.V					
2				DE		A.M		A		A.M		N° PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M)					
						P.M				P.M		MES P.P.M		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12	
3				DE		A.M		A		A.M		MES P.P.M		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12	
						P.M				P.M		N° DE DÍAS P.P.B.P					
4				DE		A.M		A		A.M		MES P.P.M		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12	
						P.M				P.M		N° DE DÍAS PARADAS AL AÑO					
N° DE DÍAS P.P.M		N° DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)		MES P.P.B.P		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12		N° DE DÍAS P.P.B.P							
N° DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)		N° DÍAS DE P.O.M		MES P.O.M		1 2 3 4 5 6		7 8 9 10 11 12		N° DE DÍAS PARADAS AL AÑO							
ESPECIFIQUE P.O.M																	



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
CÓDIGO: 001	FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	PÁGINA 2 DE 3	
			HOJA N°:	

3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO						
¿LA EMPRESA REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?					SI	NO
¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:			DÍA	MES	1	AÑO
¿CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?						
MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE LABORATORIO, ILUMINACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO UNA VEZ AL AÑO						
ADEMÁS SE REALIZA UNA INSPECCIÓN A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DEL EDIFICIO PROGRAMADA POR LA DIVISIÓN DE PLANTA FÍSICA						
DE LA UIS CADA AÑO						



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

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
Código: 002	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 2 de 10	
			Hoja N°:	



TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELECTRICIDAD	OFICIAL		
3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA			
¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?			SI NO
¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?	SI NO	SI EXISTE ESCRIBALO	
¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?			
¿QUÉ PROYECTOS (EN EJECUCIÓN O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?			
¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?	SI NO	¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?	SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?			
¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?			SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON SUS INTEGRANTES Y CUÁLES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?			
INTEGRANTES	FUNCIONES		

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	PÁGINA 4 DE 10
				HOJA N°:

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

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

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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
CÓDIGO: 002		FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	PÁGINA 6 DE 10
				HOJA N°:



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

¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO EN SU EMPRESA?



SI	NO
----	-----------

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



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

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



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

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



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

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

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



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	Código: 002	FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	PÁGINA 10 DE 10
				HOJA N°

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



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	CÓDIGO: 003	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 1 DE 7
				HOJA N°:

**FORMATO SOBRE USO DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DE LA
 EMPRESA, DIRIGIDO AL PERSONAL DE OPERACIÓN**



1. FICHA DE INSCRIPCIÓN			
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO			
EMPRESA OBJETIVO		ÁREA OBJETIVO	
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO			
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO	DD	MM	AAAA
INDIQUE LAS FUENTES DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS QUE USTED HAYA IDENTIFICADO EN LA EMPRESA Y EL LUGAR			
TIPO DE PÉRDIDA	LUGAR	OBSERVACIONES	
FUGAS DE VAPOR	-----	-----	
FUGAS DE CONDENSADO	-----	-----	
FUGAS DE GAS			
FUGAS DE REFRIGERANTE			
DRENAJES O DESECHOS AL VERTEDERO DE AGUA CALIENTE, AGUA FRÍA			
MOTORES SUB-CARGADOS CON BAJO FACTOR DE POTENCIA.	COMPRESOR		
FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO			
DETERIORO O MAL AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE VAPOR O FRÍO			
FALTA DE AISLAMIENTO EN TUBERÍAS Y TANQUES DE TRANSPORTE O ACUMULACIÓN DE VAPOR, AGUA CALIENTE O FRÍA.			
SISTEMAS DE CABLEADO ELÉCTRICO EN MAL ESTADO CON POSIBLES FUGAS POR NEUTRO O A TIERRA.			
DEMASIADA SALIDA DE AGUA POR LA PARTE SUPERIOR DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO			
SISTEMAS DE CONTROL QUE NO FUNCIONAN EN COMPRESORES, CALDERAS, CUARTOS FRÍOS ETC.			
INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN IMPORTANTE QUE NO FUNCIONA O ESTÁ DESCALIBRADA.		No se realiza medición continua del sistema eléctrico	

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	Código: 003	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 2 de 7	
				Hoja N°:	

TIPO DE PÉRDIDA	LUGAR	OBSERVACIONES	
CAIDA DE PRESIÓN EXCESIVA EN TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO O VAPOR			
SERPENTINES O DIFUSORES DE LAS CÁMARAS FRÍAS O LOCALES REFRIGERADOS TAPADOS DE HIELO O ESCARCHA.			
LOCALES A TEMPERATURAS FRÍAS CON PUERTAS O VENTANAS ABIERTAS AL EXTERIOR O SIN CORTINAS PLÁSTICAS O DE AIRE.			
TUBOS O ALETAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR, CONDENSADORES EN MAL ESTADO	_____		
AGREGUE OTRAS QUE NO ESTÉN ARRIBA RELACIONADAS.			
MARQUE SI O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS RELACIONADAS CON LOS EQUIPOS QUE POSEE SU EMPRESA			
Nº	PREGUNTAS	SI	NO
AIRE COMPRIMIDO			
1	¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL PARA COORDINAR MÚLTIPLES COMPRESORES INSTALADOS?		X
2	¿EXISTE LA CULTURA DE APAGAR LOS COMPRESORES DE RESERVA HASTA QUE SEAN NECESARIOS?	X	
3	¿HA OBSERVADO AGUA EN LAS TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO?	X	
4	¿LAS ADMISIONES DE AIRE DEL COMPRESOR SE ENCUENTRAN DENTRO DEL CUARTO DE COMPRESORES?	X	
5	¿SE EXTRAER EL CALOR QUE EMITEN LOS ENFRIADORES DE ACEITE DE LOS COMPRESORES DEL CUARTO DE COMPRESORES?		
6	¿SE CHEQUEA EL ESTADO DE LIMPIEZA Y DE LAS ALETAS DEL ENFRIADOR DE ACEITE DEL COMPRESOR?		
7	¿SE MONITOREAN LAS CAIDAS DE PRESIÓN A TRAVÉS DE LOS FILTROS DE SUCCIÓN Y DESCARGA?		X
8	¿EL AIRE COMPRIMIDO SE USA PARA SACUDIR Y REMOVER LA SUCIEDAD O EL POLVO?		X



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	Código: 003	FECHA: 08/11/2006	VERSIÓN: 02	PÁGINA 3 DE 7
				HOJA N°:

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
9	¿HACEN PRUEBAS PARA DETECTAR SI EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO TIENE FUGAS?	X	
10	¿EXISTEN FUGAS EN LOS JUEGOS DE FILTROS / REGULADORES DE LAS VÁLVULAS DE DRENAJE DE AIRE COMPRIMIDO?		
11	¿ALGUNAS VÁLVULAS DE CAUCHO TIENEN FUGAS CONTINUAS DESPUÉS DE CIERTO TIEMPO DE USO?	X	
COMPRESORES DE REFRIGERANTE			
12	¿EXISTEN COMPRESORES QUE TRABAJAN A CARGAS MUY VARIABLES?		X
13	¿SE VERIFICA LA TEMPERATURA DEL ACEITE PARA QUE NO SEA MUY ELEVADA (DEGRADACIÓN DEL ACEITE Y BAJA VISCOSIDAD) NI MUY BAJA (CONTAMINACIÓN POR CONDENSADOS)?	X	
14	¿LOS FILTROS DE ACEITE SON LIMPIADOS Y/O CAMBIADOS CON REGULARIDAD?		X
15	¿EXISTEN COMPRESORES CON RELACIÓN DE COMPRESIÓN (P DESCARGA / P SUCCIÓN) MUY ALTA O QUE SE HA ELEVADO CON EL TIEMPO?		
16	¿EXISTEN SEPARADORES DE ACEITE FUERA DE SERVICIO?		
17	¿EXISTEN COMPRESORES CON FUGAS DE ACEITE SIGNIFICATIVAS?		
ACCIONAMIENTOS			
18	¿SE VERIFICA EL ALINEAMIENTO PRECISO DE LOS ACCIONAMIENTOS?	X	
19	¿LA TENSIÓN DE LAS CORREAS SE VERIFICA CON REGULARIDAD?		
20	¿HAN SIDO ELIMINADAS LAS POLEAS DE PASO VARIABLE?		
21	¿SE USAN CORREAS SINCRÓNICAS COMO ALTERNATIVA NO DESLIZANTE PARA REEMPLAZAR LAS CORREAS EN V?		
22	¿SE USAN LUBRICANTES SINTÉTICOS PARA CAJAS DE ENGRANAJES DE GRAN TAMAÑO?	X	
CHILLERS (RACK ENFRIADORES DE AGUA)			
23	¿LA TEMPERATURA DEL AGUA FRÍA A LA SALIDA DEL CHILLER ES DEMASIADO BAJA RESPECTO A LA QUE SE REQUIERE EN EL PROCESO?		
24	¿LA TEMPERATURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL CHILLER ES SUPERIOR A 34 °C?		
25	¿ES POSIBLE SABER CUÁNDO LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DEL CHILLER ESTÁN INCRUSTADOS O SUCIOS?		
26	¿EL FLUJO DE AGUA FRÍA QUE SALE DEL CHILLER ES CONSTANTE?	X	

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	Código: 003	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 4 de 7
				Hoja N°:



Nº	PREGUNTAS	SI	NO
27	EN CASO QUE EL FLUJO DE AGUA FRÍA NO SEA SIEMPRE CONSTANTE, ¿SE REGULA ESTE FLUJO DE ACUERDO A LA NECESIDAD DEL PROCESO?	X	
28	¿SE HAN REEMPLAZADO CHILLERS Y COMPRESORES VIEJOS CON MODELOS DE ALTA EFICIENCIA?	X	
29	¿USTED CONSIDERA QUE LOS CONDENSADORES (TORRES) NO SATISFACEN LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO REQUERIDA?		
30	¿HAY INSTALADO ALGÚN MOTOR DE ALTA EFICIENCIA EN EL SISTEMA?		
31	¿SE HA MEDIDO EL FACTOR DE POTENCIA DE LOS MOTORES DE LOS COMPRESORES?		
32	¿SE PUEDE DETERMINAR LA FALTA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA?		
33	¿SE ESTÁ PENDIENTE DE ESTA SITUACIÓN?		
34	¿SE CAMBIA EL REFRIGERANTE Y EL ACEITE EN EL MOMENTO APROPIADO?	X	
35	¿TODOS LOS CHILLERS TRABAJAN EN PARALELO?		
36	¿LOS CHILLERS ESTÁN PROGRAMADOS PARA ENTRAR DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DEL PROCESO?		
37	¿SE CONOCE LA VARIACIÓN DE LA DEMANDA DE FRÍO DEL PROCESO DURANTE EL DÍA?		
38	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA COMPRESOR?	X	
39	¿SE CONOCE LA EFICIENCIA INDIVIDUAL DE CADA CHILLER?		
40	¿HA SIDO ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE EFICIENCIA-MANTENIMIENTO PARA LOS CHILLERS?		X
TORRES DE ENFRIAMIENTO			
41	¿SE APAGAN LOS VENTILADORES DE LAS TORRES CUANDO LA TEMPERATURA DEL AGUA DE SALIDA O LA PRESIÓN DE CONDENSACIÓN, ES INFERIOR A LA REQUERIDA?		
42	¿LA TORRE ENTREGA LA TEMPERATURA DE AGUA DE SALIDA QUE SE SEÑALA EN LOS MANUALES DE OPERACIÓN?	X	
43	¿SON APAGADOS LOS VENTILADORES QUE NO SE NECESITAN CUANDO LAS CARGAS SON REDUCIDAS O EN HORAS DE LA NOCHE?	X	
44	¿ESTÁN LOS RELLENOS DAÑADOS, EN MAL ESTADO O LLENOS DE ALGAS?		
45	¿SE MANTIENE EL RÉGIMEN QUÍMICO PARA MINIMIZAR EL CRECIMIENTO DE ALGAS QUE CONTRIBUYEN AL ENSUCIAMIENTO?		X
46	¿SE INSPECCIONAN Y LIMPIAN PERIÓDICAMENTE LAS BOQUILLAS TAPONADAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO?		

ANEXO B. Encuesta de la UPME para la caracterización energética realizada en el edificio Laboratorio de Hidráulica



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
Código: 001	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	PÁGINA 1 DE 3	
				HOJA N°:

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA																									
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA			LABORATORIO DE HIDRÁULICA			NIT			890.201.213-4																
DIRECCIÓN		CARRERA 27 CALLE 9		TELEFONO		6344000		FAX																	
REGIÓN		SANTANDER		CIUDAD		BUCARAMANGA																			
BARRIO		LA UNIVERSIDAD		CÓDIGO POSTAL																					
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO			C.C		CARGO																				
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA			C.C		CARGO																				
ACTIVIDAD INDUSTRIAL		SERVICIOS EDUCATIVOS		EMAIL																					
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA																									
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES		25		HORARIO LABORAL		DE		6:00		A.M		A		8:00		A.M									
										P.M						P.M									
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO				PRODUCCIÓN MENSUAL				PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO																	
TURNOS		N° DE TRABAJADORES		HORARIO				N° PARADAS POR VACACIONES (P.P.V)																	
1				DE		A.M		A		A.M		MES		1		2		3		4		5		6	
						P.M				P.M		P.P.V		7		8		9		10		11		12	
2				DE		A.M		A		A.M		N° DE DÍAS P.P.V													
						P.M				P.M															
3				DE		A.M		A		A.M		N° PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M)													
						P.M				P.M															
4				DE		A.M		A		A.M		MES P.P.M		1		2		3		4		5		6	
						P.M				P.M				7		8		9		10		11		12	
N° DE DÍAS P.P.M		N° DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)		MES		P.P.B.P		1		2		3		4		5		6		N° DE DÍAS P.P.B.P					
								7		8		9		10		11		12							
N° DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)		N° DÍAS DE P.O.M		MES		P.O.M		1		2		3		4		5		6		N° DE DÍAS PARADAS AL AÑO					
								7		8		9		10		11		12							
ESPECIFIQUE P.O.M																									



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
CÓDIGO: 001	FECHA: 08/11/2006	VERSION: 02	PÁGINA 2 DE 3	
			HOJA N°:	

3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO					
¿LA EMPRESA REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?				SI	NO
¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:		DÍA	6	MES	AÑO
¿CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?					



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

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
Código: 002		Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 2 de 10
				Hoja N°:



TIPO DE TARIFA GAS		TIPO DE TARIFA DIESEL	
TIPO DE TARIFA ELECTRICIDAD		OFICIAL	
3. INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA EMPRESA			
¿EXISTE ACTUALMENTE UN PROBLEMA CONCRETO CON RESPECTO A LA ENERGÍA?			SI NO
¿EXISTE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA GERENCIA?		SI NO	SI EXISTE ESCRIBALO
¿SI HAY UNA POLÍTICA ESTABLECIDA, ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS QUE LA SOPORTAN?			
¿QUÉ PROYECTOS (EN EJECUCIÓN O PLANEADOS) PERMITEN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS OBJETIVOS?			
¿EXISTE UNA ADMINISTRACIÓN ENERGÉTICA ORGANIZADA Y ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA?		SI NO	¿EXISTE UN RESPONSABLE EN ASUNTOS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?
			SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES DE ESTA PERSONA?			
¿EXISTE UN COMITÉ DE ENERGÍA EN LA EMPRESA?			SI NO
SI EXISTE, ¿CUÁLES SON SUS INTEGRANTES Y CUÁLES LAS FUNCIONES QUE ESTOS CUMPLEN?			
INTEGRANTES		FUNCIONES	

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	Código: 002	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 4 de 10
				Hoja N°:



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

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS				
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 08/11/2005	VERSIÓN: 02	PÁGINA 6 DE 10	
				HOJA N°:	



¿CUÁLES SON LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN ENERGÉTICOS EN SU EMPRESA? (E.J. INVERSIÓN, PERÍODO DE RECUPERACIÓN MÁXIMOS Y TIR)				
¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO EN SU EMPRESA?			SI	NO
DEL SIGUIENTE LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO PREDICTIVO, SEÑALE CUAL O CUALES REALIZA SU EMPRESA Y CON QUE FRECUENCIA:				
ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)	
	SI	NO		
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS ELÉCTRICOS		X		
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CÁMARAS FRÍAS)		X		
TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS		X		
TERMOGRAFÍA A MOTORES		X		
ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES		X		
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS		X		
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO		X		
ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR		X		
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN		X		
AJUSTES DE COMBUSTIÓN		X		
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS		X		
MEGUEO DE MOTORES		X		
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES		X		
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES		X		
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR		X		
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS)		X		
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES		X		
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS		X		
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS		X		
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN		X		
CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		X		

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS			
	UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA			
	Código: 002	Fecha: 08/11/2006	Versión: 02	Página 7 de 10
				Hoja N°:



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

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

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

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

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

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

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

ANEXO C

INFORMACION PARA EL CÁLCULO DE PERSONAS ATENDIDAS EN CADA UNO DE LOS EDIFICIOS

U.I.S. SISTEMA ACADEMICO Pagina :14
 <hor_c004> MODULO DE ACADEMICO Oct/14/2015 15:50

LISTADO DE HORARIO DEL AULA

AÑO : 2015 PERIODO : 2
 EDIFICIO : 48 ALVARO BELTRAN PINZON - CARACTERIZACION DE MATERIA
 AULA : 04

Hora	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
6-7		2410201	2410202			
7-8		2410201	2410202			
8-9	24096B1	24102B2	24102B1	24096B2	24096B3	
9-10	24096B1	24102B2	24102B1	24096B2	24096B3	
10-11	24096D1	24096D2	24102D1	24096D3	24096D4	
11-12	24096D1	24096D2	24102D1	24096D3	24096D4	
12-13	23027F1			24096F1	24096F2	
13-14	23027F1			24096F1	24096F2	
14-15	23027H1	24096H1	24102H1	23027H2	23027H3	
15-16	23027H1	24096H1	24102H1	23027H2	23027H3	
16-17	23027J1	24102J1	24102J2	23027J2	23027J3	
17-18	23027J1	24102J1	24102J2	23027J2	23027J3	
18-19		24102L1	24102L2			
19-20		24102L1	24102L2			
20-21						
21-22						

ASIGNATURAS

23027 LABORATORIO DE MATERIALES - Grupos 11 personas (7 grupos).
 24096 CARACTERIZACION DE MATERIALES I - Grupos 10 personas (14 grupos).
 24102 CARACTERIZACION DE MATERIALES II - Grupos 9 personas (10 grupos).

$K = K + K$
 $K = 071451 \cdot 320 + 44082 = 150531 [RN]$
 $K = 071451 \cdot c + pm + q$

Nº = 337001 LISTADO DE HORARIO DEL AULA

ANO : 2015 PERIODO : 2
 EDIFICIO : 48 ALVARO BELTRAN PINZON - CARACTERIZACION DE MATERIA
 AULA : 02

HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
6-7						
7-8						
8-9						
9-10	24090L1	24090D2	24090L3	24090L2	24090D1	
10-11	24090L1	24090D2	24090L3	24090L2	24090D1	
11-12	24090L1	24090D2	24090L3	24090L2	24090D1	
12-13						
13-14	24090B1	24090B2	24090B3			
14-15	24090B1	24090B2	24090B3			
15-16	24090B1	24090B2	24090B3			
16-17		24090D3				
17-18		24090D3				
18-19		24090D3				
19-20						
20-21						
21-22						

ASIGNATURAS

24090 TOPOGRAFIA

Grupos 9 personas (a grupos)

DISEÑO Y COMPLETADO DE TV ALTA C-D

$$K_{\text{completo C-D}} = \frac{8}{1e + 54 + 2 \cdot 12} = 51.9 \text{ (kW)}$$

$$K_{\text{completo B-C}} = \frac{8}{1e + 54 + 2 \cdot 12} = 51.9 \text{ (kW)}$$

LISTADO DE HORARIO DEL AULA

AÑO : 2015 PERIODO : 2
 EDIFICIO : 28 LAB. DE HIDRAULICA
 AULA : 101

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6-7	24104J3				24104D3	0
7-8	24104J3				24104D3	0
8-9	24104J1					0
9-10	24104J1					0
10-11	24104J2			24104D1		0
11-12	24104J2			24104D1		0
12-13	24104J4		24104J5			0
13-14	24104J4		24104J5			0
14-15	24104J6				24104D2	0
15-16	24104J6				24104D2	0
16-17						0
17-18						0
18-19						0
19-20						0
20-21						0
21-22						0

ASIGNATURAS

24104 HIDRAULICA (5 + Grupos 10 personas (a grupos))

$$M^{total} = \left(30 \frac{W}{KW}\right) \cdot (48 W) = 1440 \frac{W}{KW}$$

$$M^{grupo} = \left(30 \frac{W}{KW}\right) \cdot (0.32 \cdot 0.22) = 5.28 \frac{W}{KW}$$

$$M^{total} = 1440 \frac{W}{KW}$$

UNIVERSIDAD ESTADUNIDENSES DE LA ALCA DEL ERE 3 DEL NILET

LISTADO DE HORARIO DEL AULA

ANO : 2015 PERIODO : 2
 EDIFICIO : 48 ALVARO BELTRAN PINZON - CARACTERIZACION DE MATERIA
 AULA : 07

Hora	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
6-7	24094B6	24094E1	24094E2			
7-8	24094B6	24094E1	24094E2			
8-9	24094K3	24094K2	24094L2	24094K1	24094E3	
9-10	24094K3	24094K2	24094L2	24094K1	24094E3	
10-11	24094D1	24094D2	24094D3	24094L1	24094L3	
11-12	24094D1	24094D2	24094D3	24094L1	24094L3	
12-13						
13-14						
14-15	24094B1				24094B3	
15-16	24094B1				24094B3	
16-17	24094B2				24094B5	
17-18	24094B2				24094B5	
18-19	24094B4					
19-20	24094B4					
20-21						
21-22						
ASIGNATURAS						
24094 ANALISIS ESTRUCTURAL	Grupos 9 personas (18 grupos)					