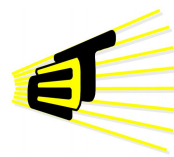


CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIENESTAR  
UNIVERSITARIO APLICANDO EL PROCESO DE  
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE  
LA ENERGÍA (SGIE)

JAIME DOMINGO LEÓN AYALA  
WILLIAN ADOLFO MENESES HERNÁNDEZ



ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA  
2014

CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIENESTAR  
UNIVERSITARIO APLICANDO EL PROCESO DE  
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE  
LA ENERGÍA (SGIE)

JAIME DOMINGO LEÓN AYALA  
WILLIAN ADOLFO MENESES HERNÁNDEZ  
Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista

Director  
HERMANN RAÚL VARGAS TORRES  
Doctor en Ingeniería Eléctrica

Codirector  
JAIRO BLANCO SOLANO  
Magíster en Ingeniería Eléctrica

ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA  
2014

*Dedico este proyecto a mis padres*

*Pedro Antonio Meneses Arevalo*

*Ludis Marina hernández de Meneses*

*A mi esposa*

*Viviana Carolina Uribe Uribe*

*A mi hija*

*Paula Valentina Meneses Uribe*

*A mi suegra*

*María Emperatriz Uribe de Uribe*

*A mis hermanos*

*Wilmar, Wilson, Mayra y Marlyn*

*y a mis amigos.*

***Willian Adolfo Meneses Hernández.***

*Los logros venideros serán el reconocimiento a las personas que estuvieron,  
están y estarán en mi corazón, hasta que cumpla todas mis metas pactadas  
en el transcurso de mi vida.*

*Esta carrera esta dedicada a estas maravillosas personas:*

*Raquel, madre paciente y comprensiva.*

*Jesús y Rebeca, abuelos consejeros que me cuidan desde el cielo.*

*Laura y Elkin, hermanos guias profesionales.*

*Amigos y Maestros que recordaré por siempre.*

***Jaime Domingo León Ayala.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderoso por guiarme, por darme las fuerzas, las ganas y el entendimiento para lograr mis objetivos y metas durante todo el transcurso de mi vida y en especial durante mi desarrollo como ingeniero.

A mi mamá por todo su amor, por el apoyo que me brindo y sus oraciones que hicieron que esto fuera posible.

A mis hermanos por su paciencia y comprensión.

A mi suegra, esposa e hija que siempre estuvieron a mi lado dandome su amor, apoyo y fuerza.

Al Dr. Hermann Raúl Vargas, director del proyecto por su dirección y asesoría.

Al Mag. Jairo Blanco Solano, codirector del proyecto por guiarme en el desarrollo de este proyecto.

Agradezco a todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de este proyecto, amigos y profesores.

*Willian Adolfo Meneses Hernández.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme, acompañarme y ayudarme durante toda mi vida y en especial durante mi desarrollo como ingeniero.

A mi mamá por todo su amor y sus oraciones.

Al Dr. Hermann Raúl Vargas, director del proyecto por su dirección y asesoría las cuales hicieron posible la realización de este trabajo de grado.

Al Mag. Jairo Blanco Solano, codirector del proyecto por guiarme en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos William, Wilmer y Ana por su paciencia y comprensión

Agradezco a todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de este proyecto, amigos y profesores.

***Jaime Domingo León Ayala.***

## Resumen

**TÍTULO: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO APLICANDO EL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)\***

**AUTORES: JAIME DOMINGO LEÓN AYALA, WILLIAN ADOLFO MENESES HERNÁNDEZ\*\***

El buen funcionamiento energético que se debe dar a las empresas (en este caso la división de Bienestar Universitario de la Universidad Industrial de Santander) se fundamenta en la puesta en práctica de un Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), a partir de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE). El modelo dispuesto por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Colciencias), está basado en conjuntos de procedimientos y actividades que se pueden integrar al modelo de organización de Bienestar Universitario de la UIS. Esto sirve como guía para su implementación en las diferentes sub-áreas donde el consumo energético es muy alto.

En el edificio de Bienestar Universitario se implementó la caracterización energética en términos sectoriales estratégicos, para lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos. Se identificaron los equipos y máquinas que pueden tener un alto impacto en el consumo de energía, agrupandolos por sub-áreas como refrigeración/congelación, aires acondicionados, equipos de oficina, motores y otros; con el fin de hallar de forma eficiente los mayores causales de consumo en el edificio Bienestar Universitario.

Esta caracterización energética se realiza con el fin de visualizar la situación energética actual del edificio, para luego definir los puntos de ahorro más representativos y por ultimo proponer soluciones para el manejo, uso eficiente y racional de la energía en el edificio Bienestar Universitario de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

---

\*Proyecto de grado

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.

## **Abstract**

**TITLE: ENERGY CHARACTERIZATION OF APPLYING THE UNIVERSITY BUILDING BEING IMPLEMENTED SYSTEM MANAGEMENT INTEGRAL ENERGY (SGIE) \***

**AUTHORS: JAIME DOMINGO LEÓN AYALA, WILLIAN ADOLFO MENESES HERNÁNDEZ \*\***

**DESCRIPTION:**

The good energy performance that should be given to companies (in this case the Welfare division of the Industrial University of Santander) currently consists of the integration of a Model of Integrated Energy Management (MGIE), to implement a Integrated Management System for Energy (SGIE). The model provided by the Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) and the Instituto Colombiano para la Ciencia y la Tecnología (Colciencias), which is based on sets of procedures and activities that can be integrated to the model of organization of the Welfare division of UIS, this serves as a guide for implementation in the different sub-areas where energy consumption is very high.

In the Welfare division building, the energy characterization was implemented in strategic sectoral terms to achieve energy and environmental sustainability of production processes; the equipment and machines that can have a major impact on energy consumption were identified; This sectorization in order to efficiently and quickly find the biggest causes of consumption in the Welfare building of the university.

This energetic characterization was performed in order to visualize the current energy situation of the building, and then define the most representative points and finally propose saving management solutions, efficient and rational use of energy in the welfare building of the Industrial University of Santander (UIS).

---

\*Degree Project

\*\*School of Electrical Engineering.

# Índice general

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
2.1. Objetivo General . . . . .	4
2.2. Objetivos Específicos . . . . .	4
<b>3. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARAC- TERIZACIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>5</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL EDIFICIO BIENES- TAR UNIVERSITARIO</b>	<b>6</b>
4.1. Descripción del Sistema Eléctrico del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	6
4.1.1. Diagrama Topológico del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	7
4.2. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO . . . . .	8
4.2.1. ATENCIÓN EN SALUD . . . . .	8
4.2.1.1. Consultas Asistenciales . . . . .	8
4.2.2. ATENCIÓN SOCIOECONÓMICA . . . . .	9
4.2.2.1. Elaboración de la Minuta . . . . .	9
4.2.2.2. Servicio de Comedores . . . . .	9
4.2.2.3. Servicio de Cafetería . . . . .	10

<b>5. HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN BIENESTAR UNIVERSITARIO</b>	<b>13</b>
5.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA . . . . .	14
5.1.1. Análisis de Resultados del Calificador de Niveles de Gestión Energética en el Edificio Bienestar Universitario . . . . .	14
5.1.2. Resultados del Calificador de Gestión Energética . . . . .	18
5.2. DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO . . . . .	19
5.2.1. Distribución de Maquinas y Equipos de Producción . . . . .	19
5.2.2. Diagrama de Pareto Consumo Eléctrico . . . . .	22
5.2.3. Diagrama de Consumo Eléctrico por Sub-área según el Censo de Carga	23
5.2.4. Diagrama de Consumo por Sector del Edificio Bienestar Universitario .	24
5.2.5. Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario . . .	25
5.2.6. Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	26
5.2.7. Diagrama de Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario . . .	27
5.3. DIAGRAMA ENERGÉTICO PRODUCTIVO . . . . .	28
5.4. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO . . . . .	29
5.4.1. Producción Basada en Consumo de Gas . . . . .	29
5.4.2. Producción Basada en Consumo de Energía Eléctrica . . . . .	30
5.5. GRÁFICO DE CONTROL . . . . .	32
5.5.1. Análisis de Variables en el Proceso de Control de Gas . . . . .	32
5.5.1.1. Datos Gráficos de Control de Gas . . . . .	34
5.5.2. Análisis de Variables en el Proceso de Control de Energía Eléctrica . .	35
5.5.2.1. Datos Gráficos de Control de Energía Eléctrica . . . . .	35
5.6. ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T)	36
5.6.1. Tabla de Variación Relativa de la Producción y el Consumo con Gas en el Tiempo . . . . .	37

5.6.2.	Gráfica de Energía y Producción en el Tiempo (E-P vs T) con Gas . . . .	38
5.6.3.	Tabla de Variación Relativa de la Producción y el Consumo con Energía Eléctrica en el Tiempo . . . . .	40
5.6.4.	Gráfica de Energía y Producción con Energía Eléctrica en el Tiempo . .	41
5.7.	<b>ANÁLISIS DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN (E vs P)</b> . . . . .	43
5.7.1.	Gráfica de Consumo vs Producción con Gas (E vs P) . . . . .	44
5.7.2.	Gráfico de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (E vs P) . .	46
5.8.	<b>GRÁFICO DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN META (E vs P META)</b> . . . . .	48
5.8.1.	Gráfico Consumo vs Producción Meta con Gas (E vs P META) . . . . .	48
5.8.2.	Gráfico de Consumo vs Producción Meta con Energía Eléctrica (E vs P META) . . . . .	49
5.9.	<b>DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN (IC vs P)</b> . . . . .	50
5.9.1.	Datos Índice de Consumo vs Producción con Gas (IC vs P) . . . . .	51
5.9.2.	Gráfico de Índice de Consumo vs Producción con Gas (IC vs P) . . . . .	52
5.9.3.	Datos Índice de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (IC vs P)	53
5.9.4.	Gráfico de Índice de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (IC vs P) . . . . .	54
5.10.	<b>GRÁFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULADAS (CUSUM)</b> . .	54
5.10.1.	Gráfico de Tendencia de Gas . . . . .	54
5.10.2.	Tabla de Tendencia Consumo de Gas . . . . .	55
5.10.3.	Gráfico de Tendencia Consumo de Gas . . . . .	55
5.10.4.	Tabla de Tendencia Consumo de Energía Eléctrica . . . . .	56
5.10.5.	Gráfico de Tendencia Consumo de Energía Eléctrica . . . . .	57
5.11.	<b>REPORTE DEL SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA</b> . .	58
5.11.1.	Tabla de Reporte de Caracterización Energética de Gas . . . . .	58
5.11.2.	Tabla de Reporte de Caracterización Energética de Energía Eléctrica . .	60
5.12.	<b>COSTO POR CONSUMO DE ENERGÍA</b> . . . . .	61

**6. RECOMENDACIONES PARA HACER USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE**

---

<b>GAS</b>	<b>62</b>
6.1. PLANEACIÓN . . . . .	62
6.2. ADMINISTRACIÓN . . . . .	63
6.3. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN/CONGELACIÓN . . . . .	64
6.4. AIRES ACONDICIONADOS . . . . .	70
6.5. SISTEMA DE VAPOR . . . . .	72
6.6. EQUIPOS DE CÓMPUTO . . . . .	76
6.7. MOTORES . . . . .	76
6.8. ILUMINACIÓN . . . . .	78
6.8.1. Conceptos de Iluminación . . . . .	82
6.8.2. Mediciones de iluminancia . . . . .	83
6.9. OTROS . . . . .	85
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>92</b>

# Índice de figuras

4.1. Diagrama Topológico de Bienestar Universitario . . . . .	7
4.2. Diagrama del Proceso Productivo de Bienestar Universitario . . . . .	11
4.3. Estructura Organizacional de Servicios y Programas del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	12
5.1. Calificación Buenas Prácticas de Gestión Energética . . . . .	18
5.2. Diagrama de Pareto Consumo Eléctrico . . . . .	22
5.3. Diagrama de Consumo Eléctrico por sub-área según senso de Carga . . . . .	23
5.4. Diagrama de Consumo por Sector . . . . .	24
5.5. Diagrama de Consumo de Gas por Meses . . . . .	27
5.6. Tendencia Consumo de Gas . . . . .	27
5.7. Diagrama Energético Productivo . . . . .	28
5.8. Gráfica Control de Gas . . . . .	34
5.9. Gráfica Control de Energía Eléctrica . . . . .	36
5.10. Gráfica de Energía y Producción vs Tiempo (E-P vs T) con Gas . . . . .	38
5.11. Gráfica de Energía y Producción vs Tiempo E-P vs T de Energía Eléctrica . . . . .	41
5.12. Gráfica de Consumo vs Producción E vs P de Gas . . . . .	44
5.13. Gráfica de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica E vs P . . . . .	47
5.14. Gráfica de Consumo vs Producción de Gas E vs P meta . . . . .	48
5.15. Gráfica de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica E vs P meta . . . . .	49
5.16. Gráfica de Índice de Consumo vs Producción de Gas IC vs P . . . . .	52
5.17. Gráfica de Índice de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica IC vs P . . . . .	54

5.18. Tendencia Consumo de Gas . . . . .	55
5.19. Tendencia Consumo de Energía Eléctrica . . . . .	57
5.20. Costo de la Energía Mensual . . . . .	61
6.1. Techo de Bienestar Universitario . . . . .	64
6.2. Bobinas expuestas al polvo en Bienestar Universitario . . . . .	65
6.3. Cuarto Frío 1 . . . . .	66
6.4. Cuarto Frío 2 . . . . .	66
6.5. Imagen 3D Cuarto Frío 2 . . . . .	67
6.6. Refrigeradores expuestos a rayos Solares . . . . .	67
6.7. Deterioro del Aislante de las puertas de los cuartos Fríos . . . . .	68
6.8. Congelador 1 abierto en Uso . . . . .	68
6.9. Congelador 2 abierto en Uso . . . . .	69
6.10. Llenado de Cuartos Fríos . . . . .	69
6.11. Aires Acondicionados a la intemperie . . . . .	70
6.12. Deterioro del Aislante del Aire Acondicionado . . . . .	71
6.13. Deterioro del Aislante del Aire Acondicionado . . . . .	71
6.14. Unión de la Tubería de Vapor . . . . .	73
6.15. Estado de la Tubería de Vapor . . . . .	73
6.16. Estado Actual de la Caldera . . . . .	74
6.17. Aislamiento Térmico de la Tubería Deteriorado . . . . .	74
6.18. Marmitas . . . . .	75
6.19. Distribución de Vapor a las Marmitas . . . . .	75
6.20. Motor del Ventilador de la Caldera . . . . .	77
6.21. Motor de la Bomba de Agua de la Caldera en Funcionamiento . . . . .	78
6.22. Iluminación de Cafetería en Horas Diurnas . . . . .	79
6.23. Totalizador 1 Tablero Central . . . . .	85
6.24. Totalizador 2 Tablero Central . . . . .	86
6.25. Protecciones del Tablero Central con altas Temperaturas y Tablero de la Caldera . . . . .	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

VII

7.1. Costo por Consumo de Energía . . . . .	89
7.2. Consumo por Individuo Mensual . . . . .	89

# Índice de tablas

4.1. Tableros de Distribución Eléctrica de Bienestar Universitario . . . . .	7
5.1. Análisis de Resultados del Calificador de Niveles de Gestión Energética . . . . .	17
5.2. Máquinas y Equipos de Producción . . . . .	21
5.3. Consumo para el Pareto . . . . .	22
5.4. Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	25
5.5. Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	26
5.6. Producción basada en Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	29
5.7. Producción basada en Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario . . . . .	31
5.8. Consumo de Gas . . . . .	33
5.9. Variables en el proceso de control de Gas . . . . .	33
5.10. Datos Gráficos de control de Gas . . . . .	34
5.11. Variables en el Proceso de Control de Energía Eléctrica . . . . .	35
5.12. Datos Graficos de Control de Energía Eléctrica . . . . .	35
5.13. Variación Relativa de la Producción y el Consumo de Gas en el Tiempo . . . . .	37
5.14. Variación Relativa de la Producción y el Consumo de Energía Eléctrica en el Tiempo . . . . .	40
5.15. E vs P (Gas) . . . . .	44
5.16. E vs P (Energía Eléctrica) . . . . .	46
5.17. Datos Índice de Consumo vs Producción de Gas IC vs P . . . . .	51
5.18. Datos Índice de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica IC vs P . . . . .	53

---

5.19. Tendencia Consumo de Gas . . . . .	55
5.20. Tendencia Consumo de Energía Eléctrica . . . . .	56
5.21. Reporte de Caracterización Energética de Gas . . . . .	58
5.22. Reporte de Caracterización Energética de Energía Eléctrica . . . . .	60
6.1. Motores de Mayor Consumo y Mayor Tiempo de Operación . . . . .	77
6.2. Lámparas de Consumo Diurno . . . . .	79
6.3. Inventario Global de Lámparas en Bienestar Universitario . . . . .	81
6.4. Descripción Lámparas T8 y T5 . . . . .	82
6.5. Descripción Lámparas T12 . . . . .	82
6.6. Zonas con Lámparas T12 con Consumo Regular . . . . .	83
6.7. Niveles de Iluminancia permitidos por la ESSA . . . . .	84
7.1. Ahorros sin inversión en Bienestar Universitario . . . . .	90
7.2. Ahorros con inversión en Bienestar Universitario . . . . .	90
7.3. Inversión en Bienestar Universitario . . . . .	90

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A .....	92
ANEXO B .....	99

# Glosario

- **Centro de Costo Energético:** Área de flujograma del proceso productivo que cuenta con medición de los consumos energéticos y del flujo de material.(Unidad de Planeación Minero Energética )
- **Diagrama Energético Productivo:** Es el flujograma del proceso presentado por centros de costo energético y donde se reflejan: los flujos de materiales, flujos de energía, porcentaje de energía en cada centro de costo.(Unidad de Planeación Minero Energética )
- **Diagrama de Pareto:** Diagrama que representa el 20% de las causas que provocan el 80% de los efectos de un fenómeno dado. (Unidad de Planeación Minero Energética )
- **Eficiencia Energética:** Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Unidad de Planeación Minero Energética )
- **Indicador de Eficiencia:** Relación entre la energía consumida y la energía que debería haberse gastado en un proceso.(Unidad de Planeación Minero Energética )
- **Sistema de Gestión Integral de la Energía:** Conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones que permite la materialización de la política, los objetivos y las metas de eficiencia energética a través de una participación activa de los trabajadores en relación con la tecnología y los procesos. (Unidad de Planeación Minero Energética )

# INTRODUCCIÓN

El consumo energético actual en el mundo ha venido incrementando en los últimos años y lo seguirá haciendo debido a factores políticos, económicos y a los desarrollos tecnológicos, todo esto ligado a la competitividad que se viene presentando en las empresas en cuanto a su producción. Lamentablemente este aumento energético ha implicado al deterioro del medio ambiente, causado por los desechos de las fuentes generadoras de energía; ya que éstas provienen de fuentes de combustibles fósiles como el petróleo, gas, carbón u otros. Debido a estas condiciones de generación que se vienen presentando y al aumento de los precios en los productos, las empresas están buscando soluciones que les permitan generar ahorros. El ahorro energético implica no sólo la reducción del consumo, sino también la reducción de emisiones que afectan al medio ambiente. El consumo energético es el más fácil de controlar, pero para su reducción es indispensable un control continuo y una gestión adecuada de la información. La Universidad Industrial de Santander necesita encaminarse en esta dirección, por lo tanto se quiere que sus directivas generen alternativas de ahorro en cuanto al consumo de energía creando un comité URE (Uso Racional de Energía) el cual es un programa encaminado a desarrollar actividades que generan ahorro en el consumo de energía. Algunas de las actividades que permiten generar ahorro son:

- Recolección de datos de consumo de energía para detectar las áreas y equipos con mayor impacto.
- Llevar acabo diagnósticos del sistema eléctrico general realizado por la UIS.
- Inspección y corrección de fugas en el sistema de vapor y aire acondicionado, cambio de luminarias de baja eficiencia por las de alta eficiencia.
- Fomentar cultura de ahorro energético en toda la comunidad UIS.

La caracterización energética es un procedimiento de análisis cuantitativo y cualitativo que permite evaluar la eficiencia con las que se emplean los tipos de energía (eléctrica y gas) en el proceso productivo. Tal caracterización debe permitir evaluar la situación energética, determinando anomalías presentadas en cuanto a consumo real y focos de desperdicio energético; para formular medidas a corto, mediano y largo plazo.

Como resultado de la caracterización energética efectuada en el área de Bienestar Universitario, se logró identificar las sub-áreas claves de seguimiento como: refrigeración/congelación, aires acondicionados e iluminación.

Para llevar a cabo este proyecto de investigación se utilizó el Programa de Gestión Integral de la Energía para el Sector Productivo Nacional, elaborada por la UPME (unidad de planeación minero energética) y Colciencias, ejecutado por los grupos de investigación de la Universidad del Atlántico y de la Universidad Autónoma de Occidente. Esta Guía sirve como herramienta metodológica y permite obtener el modelo específico para cualquier empresa, independientemente de su nivel de desarrollo y del sistema de gestión organizacional que tenga implementado.

# Capítulo 1

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) es un sistema de gestión integrado por el conjunto de factores estructurados mediante normas, procedimientos y actuaciones que permite la materialización de las políticas, los objetivos y las metas de eficiencia energética, a través de una participación activa de los trabajadores en relación con las tecnologías y los procesos. El SGIE constituye una parte del sistema general de gestión de la empresa.<sup>1</sup>

La Universidad Industrial de Santander en su afán de aportar un mejor servicio a su comunidad, ha presentado cambios en los últimos años. Uno de esos cambios es crear un programa a cargo de Bienestar Universitario para brindar combos saludables a bajo precio para la comunidad UIS; también se ha incrementado el número de servicios de comedores estudiantiles y almuerzos corrientes en cafetería. Debido a estos cambios se ha generado un incremento en los consumos de energía eléctrica y de gas, y por ende se acarrea en un mayor gasto financiero.

En el edificio de Bienestar Universitario de la UIS, es la primera vez que se realiza una caracterización energética, la cual busca localizar y mejorar los impactos energéticos que se presentan en la productividad de éste.

El problema planteado en este proyecto consiste en identificar equipos (inventario de equipos), localizar las zonas de alto consumo energético, la utilidad, los gastos, todo esto con el fin de obtener una reducción de consumo de energía y a su vez reducir el impacto que se puede tener en el medio ambiente, dando unas pautas de análisis y conciencia en los directivos y empleados del edificio de Bienestar Universitario para que se puede mantener el sistema planteado.

---

<sup>1</sup>Sistema de Gestión Integral de la Energía. Guía para la implementación.

# Capítulo 2

## OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

- Caracterizar el edificio Bienestar Universitario de la UIS, aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE).

### 2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética del edificio Bienestar Universitario.
- Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones y funcionamiento realizado en el edificio Bienestar Universitario.
- Desarrollar un plan de entrenamiento y evaluación del personal asegurando buenas prácticas en el uso de la energía.

# Capítulo 3

## METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Para llevar a cabo la caracterización energética en el edificio Bienestar Universitario se realizaron estudios preliminares para posteriormente recopilar y analizar datos de consumos de energía (eléctrica y gas) en toda el área del edificio.

A continuación se enuncian las actividades realizadas:

- Estudio del Modelo de Gestión Integral de la Energía
- Realización de mediciones
- Identificación de las sub-áreas a analizar
- Realización de encuestas
- Uso de Software de caracterización energética
- Análisis de datos

# Capítulo 4

## DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL EDIFICIO

### BIENESTAR UNIVERSITARIO

#### 4.1. Descripción del Sistema Eléctrico del Edificio Bienestar Universitario

En el edificio de Bienestar Universitario se realizan labores de tipo médicas, servicio de comedores y de tipo administrativas, las cuales van a servir como base de producción para este proyecto.

Dentro del edificio no hay un medidor que esté censando el consumo de energía permanentemente, por ello se instaló un analizador de redes marca DRANETZ Power Visa 440S, para medir el consumo de energía en todo el área de Bienestar Universitario desde el 17 de mayo del 2014 al 18 de junio del 2014 ubicado en el transformador que alimenta el edificio y que tiene las siguientes características:

#### **Transformador Trifásico: 300 kVA 13200/220 V**

El edificio de Bienestar Universitario es alimentado desde la subestación de administración 2, donde se encuentra el transformador. De esa subestación sale una acometida a un tablero general de baja tensión ubicado en la oficina de servicios auxiliares 111, al lado de la farmacia. Este tablero general de acometidas cuenta con 24 tableros de interruptores automáticos que se distribuyen en los tres pisos del edificio y el sótano.

4.1.1. Diagrama Topológico del Edificio Bienestar Universitario

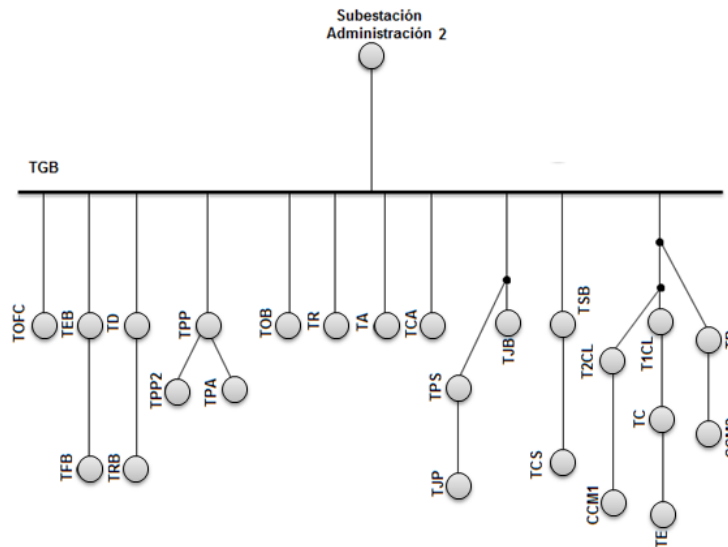


Figura 4.1: Diagrama Topológico de Bienestar Universitario  
 FUENTE: PROYECTO DE GRADO LLAMADO “ESTUDIO Y REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS BIENESTAR UNIVERSITARIO, INGENIERÍA MECÁNICA Y LA PERLA”

Dónde: TGB= tablero general de baja tensión

NOMBRE DEL TABLERO	UBICACIÓN
T1CL	Caldera
T2CL	Caldera
CCM1	Motores de bombas y ventilador de caldera
TC	Área de pique
TE	Baños comedores
CCM2	Cuartos fríos cocina comedores
TB	Cocina comedores
TA	Cocina comedores
TCA	Cafetería bienestar
TRB	Sala de reflexión
TD	Salón comedores
TOFC	Oficina 201
TJB	Jefatura bienestar
TPA	PAMRA
TPP	Programas preventivos
TPP2	Programas preventivos
TJP	Caja-taco ARPAUIS
TPS	ARPAUIS
TCS	Psico-orientación
TSB	Psico-orientación
TFB	Fisioterapia
TEB	Enfermería
TOB	Odontología
TR	Rack

Tabla 4.1: Tableros de Distribución Eléctrica de Bienestar Universitario

## **4.2. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BIENESTAR UNI- VERSITARIO**

En este proyecto se tomó una única área de interés dentro del proceso de producción del edificio, distribuidos en dos sectores localizados en tres pisos y el sótano. Los procesos desarrollados en esta división son un complemento al proceso académico, que brinda un mantenimiento del mejor estado de bienestar físico y mental posible de los estudiantes.

### **4.2.1. ATENCIÓN EN SALUD**

Comprende la prestación de servicios de salud en el primer nivel de atención a los estudiantes que pagan los derechos de salud en su matrícula. La atención en salud cuenta con 31 empleados que están efectuando en promedio un total de 4000 citas mensuales, que se establecen en 8 consultorios médicos incluyendo odontología. Cada consultorio cuenta con una unidad Split de aire acondicionado y su respectiva luminaria y equipo de oficina. Esta atención comprende:

#### **4.2.1.1. Consultas Asistenciales**

Abarcan medicina general, odontología general, fisioterapia, nutrición, psicología, trabajo social y psicopedagogía. En el caso donde los profesionales de consultas asistenciales así lo dispongan, se presta el servicio de consulta especializada en ginecología, psiquiatría, homeopatía, sexología y medicina familiar. El servicio de enfermería está relacionado con inyectología, curaciones, pequeña cirugía, lavado de oídos, toma de tensión arterial, primeros auxilios y suministro de medicamentos de acuerdo con la situación presentada. Se proveerán medicamentos básicos formulados en consulta médica general en la farmacia de Bienestar Universitario.

Las consultas asistenciales se programan vía internet o presencial en secretaria de salud de Bienestar Universitario, el cual remite al estudiante a una disponibilidad del profesional de la salud en un horario establecido por la sección salud.

Anexo a este proceso se encuentra el programa EDUCATIVO-PREVENTIVO, en el cual se encuentran mejoramiento académico, salud sexual y reproductiva y vida sana.

### 4.2.2. ATENCIÓN SOCIOECONÓMICA

Está dirigido a apoyar económicamente a los estudiantes de bajos recursos, para contribuir al mejoramiento de su calidad de vida. La sub-área de comedores y cafetería cuenta con 56 empleados que están produciendo 4670 comidas al día en promedio. Estas comidas se elaboran en tres diferentes cocinas, las cuales cuentan con una caldera a gas, marmitas, refrigeradores, un extractor y equipos industriales con motores para el procesamiento de alimentos.

#### 4.2.2.1. Elaboración de la Minuta

Una minuta es el detalle del menú a preparar en el día. Con la elaboración de las minutas se pretende describir las actividades diarias por concepto de desayuno, almuerzo y comida del servicio de comedores, el almuerzo del servicio de cafetería y los combos saludables. La elaboración de la minuta está a cargo de los profesionales en nutrición con los que cuenta la sección de comedores y cafetería; se realiza una vez a la semana, se entrega al almacenista y a los jefes de cocina de los dos servicios (cafetería y comedores).

La atención socio-económica comprende:

- Servicio de comedores (3800 comidas diarias)
- Servicio de cafetería (120 comidas fijas + 250 comidas diarias promedio  $\pm$  15 % de variabilidad).
- Combos saludables (500 almuerzos promedio  $\pm$  10 %).

#### 4.2.2.2. Servicio de Comedores

Este servicio se presta a los estudiantes que cumplan alguno de los siguientes requisitos:

1. Los valores más bajos de matrícula
2. Cursar un mínimo de 11 créditos durante el semestre que tomará.
3. Tener el servicio de residencia estudiantil masculina y auxiliatura para vivienda femenina.
4. No tener sanción disciplinaria.

El proceso que se lleva para la selección de los estudiantes favorecidos para comedores es el mismo que se lleva a cabo para la selección de estudiantes que aplican a las carreras de la Universidad Industrial de Santander; esto quiere decir que la universidad cuenta con un número limitado de cupos para asignar y atender la demanda. Al definir un número de almuerzos para estudiantes se seleccionan los primeros estudiantes que cumplan con los ya mencionados requisitos en su orden.

### 4.2.2.3. Servicio de Cafetería

Se ofrece a toda la comunidad UIS, en la modalidad de almuerzos y lonchería, cumpliendo aspectos higiénico-sanitarios, calidad físico-organoléptica de los alimentos, ambiente adecuado y calidad en el servicio ofrecido. Este servicio tiene una clasificación basada en el tipo de cliente, de esta manera podemos encontrar tres tipos:

- **Corrientes y lonchería:** comprende almuerzos corrientes, almuerzos económicos, lonchería y los productos ofrecidos después de las 4 de la tarde que corresponden a meriendas para todo tipo de personal de la universidad.
- **Especiales:** está conformada por la preparación de alimentos diferentes a los establecidos por las minutas.
- **Combos saludables:** es un producto de fácil adquisición por el precio muy bajo, que busca suplir las necesidades alimenticias de estudiantes y demás miembros de la comunidad universitaria que presenten dificultades para acceder a otros servicios de alimentación en horas del mediodía. Cabe resaltar que los implementos utilizados para la elaboración del combo saludable son los mismos del servicio de comedores tales como utensilios de cocina, fogones, marmitas etc.

Los almuerzos se programan dos semanas antes a su postura, tomando como referencia el número de ventas de la semana inmediatamente anterior a lo planeado para esta semana.

La cantidad de almuerzos depende de la temporada en la que se esté, ya que al finalizar el semestre baja la producción de almuerzos y lonchería.

La sección de cafetería rota durante un mes cuatro variados menús, o sea cada semana se tiene un menú diferente entre almuerzos económicos, almuerzos corrientes y combos saludables que se brindan a la comunidad UIS lo que hace variar el consumo de gas.

En la figura 2.2 se describe el diagrama del proceso productivo.

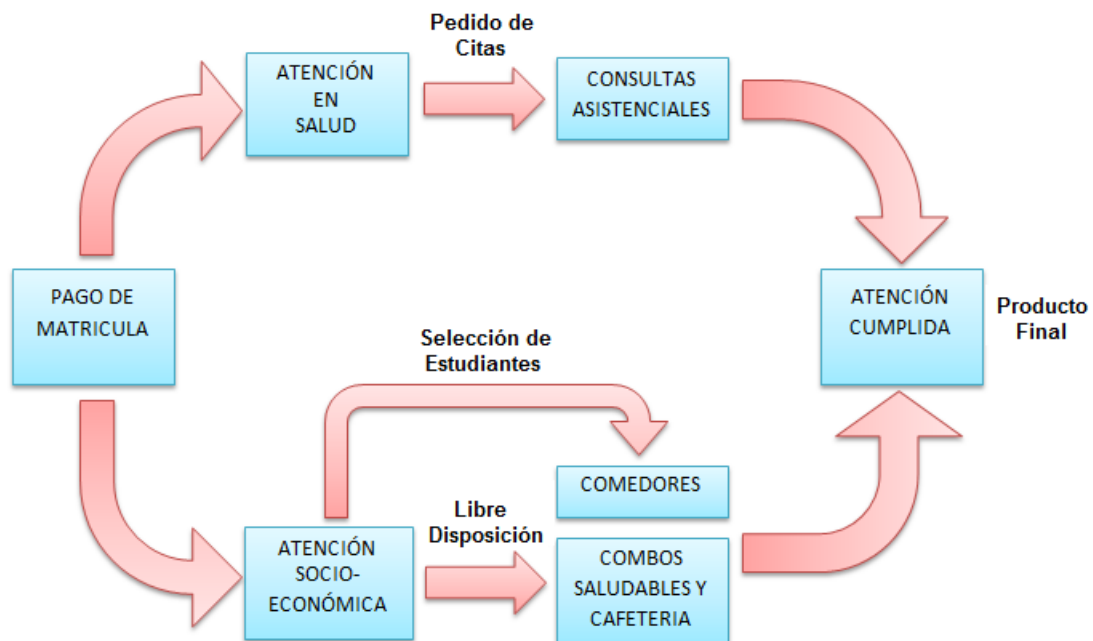


Figura 4.2: Diagrama del Proceso Productivo de Bienestar Universitario

Los programas de atención en salud y atención socio-económica propenden por el mejoramiento de la calidad de vida de los estudiantes, contribuyendo al mejoramiento del bienestar físico y mental de éstos.

El producto final tiene el propósito de hacer efectivos los derechos a la educación, la participación y la igualdad de oportunidades en el marco de la equidad social, para brindar una mejor calidad de vida a los estudiantes.

En la figura 2.3 se describe la estructura organizacional de servicios y programas del edificio Bienestar Universitario.

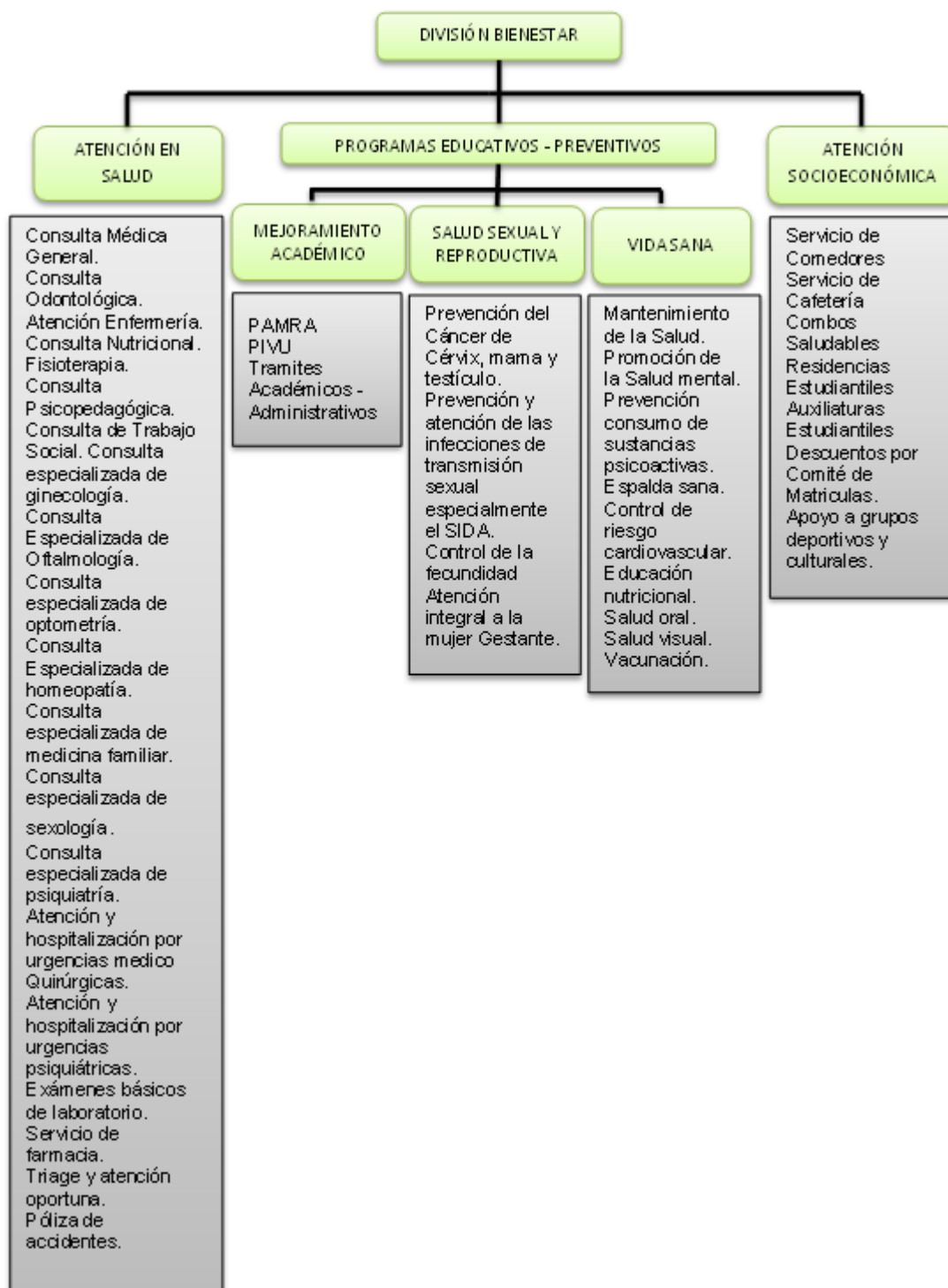


Figura 4.3: Estructura Organizacional de Servicios y Programas del Edificio Bienestar Universitario

Fuente: Portafolio de Programas y Servicios de Bienestar Universitario

# Capítulo 5

## HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA EN BIENESTAR UNIVERSITARIO

En esta etapa se busca determinar posibles anomalías en el comportamiento de los consumos de energía eléctrica y gas a través del tiempo, comparando históricos de producciones, identificando mejoras o desaciertos en las políticas productivas y energéticas.

Para la realización de la caracterización energética del sistema eléctrico y de gas del edificio de Bienestar Universitario se hace uso de las herramientas propuestas en el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE):

- Aplicación del calificador de niveles de gestión energética.
- Recopilación y revisión de consumos eléctricos y de gas acerca de los consumos de energía y demanda para áreas y equipos.
- Se realizan diagramas de Pareto de consumo energético por sub-áreas para definir la de mayor consumo.
- Descripción del diagrama energético productivo.
- Se evalúan los resultados de la medición del edificio Bienestar Universitario para el análisis de datos y cálculos preliminares.
- Se procede a elaborar un informe del diagnóstico energético, partiendo de una línea base de operación del sistema energético y el resumen de oportunidades de ahorro.
- Se identifican oportunidades para el uso eficiente de la energía a través de las buenas prácticas y/o reemplazando equipos.

- Se evalúan los aspectos técnicos y económicos de las oportunidades de ahorro identificadas de los equipos de consumo final.

### **5.1. APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA**

El modelo de Gestión Integral de la Energía cuenta con un software disponible en la UPME que permite evaluar en las empresas el nivel, con respecto a la gestión energética. De acuerdo con los resultados obtenidos, el calificador dará una estimación a cada uno de los ítems para llegar a una calificación total, con calificación desde 0 a 5, siendo 0 la calificación más baja y 5 la más alta.

#### **5.1.1. Análisis de Resultados del Calificador de Niveles de Gestión Energética en el Edificio Bienestar Universitario**

La tabla 5.1 muestra la evaluación de toda la estructura organizacional de Bienestar Universitario en cuanto a su nivel de Gestión Energética; para ello se ejecutaron encuestas con el fin de identificar el estado actual del edificio.

## 5.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA

15

ÁREA	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
PLANEACIÓN	2,2	No existen metas a nivel del edificio Bienestar Universitario y a nivel de sub-áreas cuyo cumplimiento permitan lograr la política y los objetivos energéticos o generales del edificio bienestar universitario. No existe un procedimiento establecido para determinar el indicador de eficiencia energética que puede alcanzar el área o centro de costo en función del nivel de producción presupuestado. No están identificadas y cuantificadas en cada sub-área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.
GERENCIA	2,4	No existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel del edificio Bienestar Universitario y a nivel de sub-áreas. No existen indicadores energéticos a nivel de edificio y a nivel de sub-áreas que son chequeados con frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros. No existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada sub-área.
PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN	2,9	No existen procedimientos ni controles en las sub-áreas para que los trabajadores actúen siempre en dirección del menor gasto energético posible. No están capacitados y entrenados los trabajadores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora.
MANTENIMIENTO	3,6	No existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en el área que permita medir los gastos energéticos unitarios de los productos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo. . Se planifica el programa de mantenimiento correctivo y preventivo a todos los equipos y maquinarias en función del orden de prioridad establecido y los resultados son debidamente documentados.

<p>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</p>	<p>3</p>	<p>La gerencia general tiene como filosofía impulsar programas de calidad en la empresa y para ello capacita adecuadamente a todos los empleados en aspectos de calidad y de mejoramiento continuo incluyendo temas de eficiencia energética de los procesos de compra, planeación, operación, producción y mantenimiento. El edificio bienestar universitario está certificado con las normas ISO 9000.</p>
<p>COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS</p>	<p>2,7</p>	<p>No existe un inventario de materias primas, trabajo en proceso y producto terminado para reducir las pérdidas originadas en el mal manejo y no se han considerado tampoco en el mismo la variación de los índices de consumo y el costo unitario de la energía en los productos. Existen programas de entrega de materias primas para mantener el inventario en un nivel óptimo según necesidades y la mayor rata de producción posible.</p>
<p>CONTABILIDAD Y FINANZAS</p>	<p>2,8</p>	<p>En el edificio Bienestar Universitario no existe implementado en cada sub-área de trabajo un sistema de contabilidad energética relacionando los consumos con las producciones realizadas que permite evaluar diariamente la eficiencia de los centros de costos, el valor de sus pérdidas y las tendencias de sus consumos. No se retroalimenta a los centros de costo de su desempeño diario de eficiencia, pérdidas e indicadores de consumo. El sistema de contabilidad y costos no provee información sobre los costos unitarios de energía de los productos a nivel del edificio y de los semiproductos a nivel de sub-áreas para la toma de decisiones. No existe un sistema para definir los costos energéticos en las sub-áreas y en el edificio, dependiendo de las características de los productos y de los procesos.</p>

## 5.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA

GESTIÓN HUMANA	2,2	El edificio Bienestar Universitario no tiene unas políticas y manuales de procedimientos escritos, conocidos y acatados por todo el personal sobre gestión energética. El edificio no tiene un programa definido para la capacitación del personal en las áreas de producción, mantenimiento y operación, para mantener y mejorar la eficiencia energética y los índices de consumo.
INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA	3,6	No se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales del edificio bienestar universitario y no están identificados los proyectos de mejora continua de los mismos. No se conoce la eficiencia energética de los procesos productivos enérgicos intensivos del edificio. No existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos en el edificio bienestar universitario sobre la eficiencia energética de cada sub-área antes que estas se produzcan.
GESTIÓN AMBIENTAL	2,9	El edificio Bienestar Universitario no mide el desempeño ambiental frente a metas y estándares pre-acordados. El edificio no mide la cuantía del desperdicio, sabe en qué etapa del proceso es generado pero no ha formulado planes para reducirlo. El edificio Bienestar Universitario no cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y sub-áreas claves.
SISTEMA DE INFORMACIÓN	2,7	No hay gestión a la vista del cumplimiento del presupuesto y los indicadores de eficiencia energética en las sub-áreas claves del edificio Bienestar Universitario. El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee el edificio no responde a las necesidades de información de las sub-áreas y no es óptimo con relación al tiempo del proceso y seguridad.
REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	0	No existe representante de la Gerencia para la eficiencia energética

Tabla 5.1: Análisis de Resultados del Calificador de Niveles de Gestión Energética

### 5.1.2. Resultados del Calificador de Gestión Energética

En la Figura 5.1 se observa la calificación de las prácticas sobre el uso y manejo de la gestión energética.

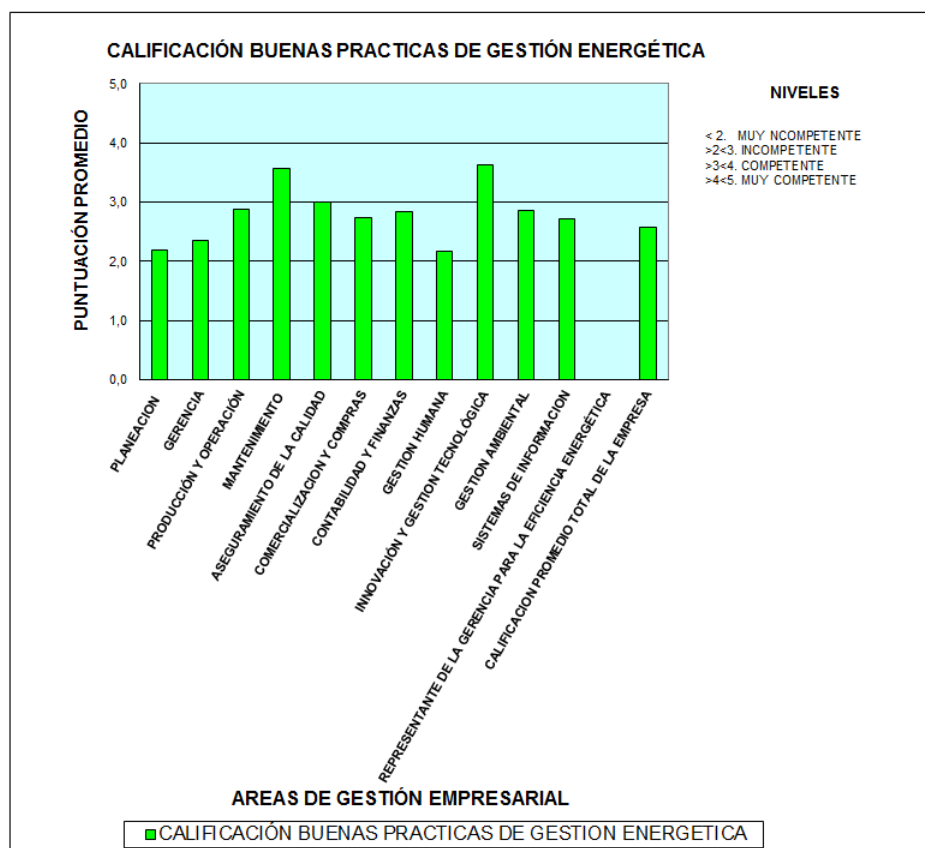


Figura 5.1: Calificación Buenas Prácticas de Gestión Energética

La figura 5.1 muestra que en el edificio se tienen dos áreas de calificación en un nivel competente que es el área de mantenimiento y el área de innovación y gestión tecnológica en las cuales se tiene un control mas detallado por parte de las directivas del edificio.

Bienestar Universitario no cuenta con un representante de la gerencia para la eficiencia energética por lo que la calificación es cero.

La puntuación promedio es muy incompetente respecto a las buenas practicas de la gestión energética, manteniéndose en una puntuación promedio de 2 a 3 puntos de calificación, esto representa un déficit para lograr eficiencia en los procesos tanto de producción como de consumo de energía (eléctrica y gas).

## **5.2. DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO**

Para determinar las sub-áreas de mayor consumo no se pudo basar en historiales de consumo de energía eléctrica ya que no se cuenta con equipos de medición en el Edificio Bienestar Universitario, pero si se tiene como referencia la medición del consumo de gas desde junio del 2013 hasta junio del 2014, presentando muy poca variación en los meses donde hay continuidad académica, esto se muestra en la tabla 5.2.

El procedimiento para determinar la sub-área de mayor consumo de energía eléctrica, se define a partir de un levantamiento de cargas para identificar la de mayor consumo, plasmándolo en un diagrama de Pareto; De esta forma se identificó que la sub-área de mayor consumo de energía es la de “refrigeración/congelación”, que están ubicadas en el sector de comedores y cafetería.

El consumo de gas se concentra en el sector especificado como “comedores y cafetería” donde se encuentran los hornos industriales, plancha, freidora, estufas industriales y la caldera que suministra vapor a las marmitas.

### **5.2.1. Distribución de Maquinas y Equipos de Producción**

Se realiza un censo de cargas por sub-areas distribuidos de la siguiente manera:

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO

20

Maquinas y Equipos de producción										
Área de producción: Bienestar Universitario										
AREA	maquina o equipo:	Número de máquinas	Hora día de uso del equipo/ de la máquina	Potencia instalada del equipo / de la máquina [KW]		Total Potencia instalada del equipo / de la máquina [KW]	consumo unitario kW	consumo total kWh/día	CONSUMO TOTAL POR AREA	SUB-AREA
				eléctrica	Gas					
ATENCIÓN EN SALUD Y SERVICIO DE COMEDORES Y CAFETERIA	TELEVISOR 50"	1	3	0,12		0,12	0,12	0,36	134,9	EQUIPOS DE OFICINA
	TELEVISOR 42"	3	3	0,15		0,45	0,12	1,08		
	SECADOR DE MANOS	3	2	1,4		4,2	1,4	8,4		
	VENTILADOR PARED	24	3	0,058		1,392	0,058	4,176		
	COMPUTADOR	76	5	0,2		15,2	0,3	114		
	IMPRESORA	48	1	0,1		4,8	0,1	4,8		
	EQUIPO DE SONIDO	4	1	0,1		0,4	0,1	0,4		
	VIDEO BEEN	2	1	0,235		0,47	0,235	0,47		
	FOTOCOPIADORA	1	1	0,9		0,9	0,9	0,9		
	PLANTA DE SONIDO YAMAHA	1	1	0,35		0,35	0,35	0,35		
	SILLA ODONTOLOGICA GNATUS	3	4	1,1		3,3	1,1	13,2	44,13	OTROS
	BIOSONIC	3	3	0,144		0,432	0,144	1,296		
	AMALGAMADOR	1	1	0,07		0,07	0,07	0,07		
	LAMPARA DE FOTOCURADO	1	1	0,144		0,144	0,144	0,144		
	LAMPARA DE FOTOCURADO	2	1	0,012		0,024	0,012	0,024		
	RAYOS X	1	1	0,92		0,92	0,92	0,92		
	AUTOCLAVE VERTICAL PAFFOR (ESTERILIZADOR)	1	1	1,8		1,8	1,8	1,8		
	DESMIVIFICADOR	1	1	0,11		0,11	0,11	0,11		
	ESTUFA ELECTRICA	1	1	0,8		0,8	0,8	0,8		
	HORNO MICROONDAS	5	2	1,5		7,5	1,2	12		
	CAFETERA	3	3	0,7		2,1	0,63	5,67		
	MAQUINA DE CAFÉ	1	3	3		3	2,7	8,1		
	ENFRIADOR DE AGUA BOTELLON	4	24	0,08		0,32	0,08	7,68	298,7	REFRIGERACIÓN/ CONGELACIÓN
	ENFRIADOR PEQUEÑO FREEZER	1	24	0,268		0,268	0,189	4,536		
	ENFRIADOR WANDER	2	24	0,173		0,346	0,138	6,6432		
	ENFRIADOR GRANDE	2	24	0,5		1	0,4	19,2		
	REFRIGERADOR FAGOR	1	24	0,65		0,65	0,52	12,48		
	CUARTO FRIO	2	24	4,234		8,468	3,599	172,747		
	NEVERA LASSELE	1	12	0,44		0,44	0,308	3,696		
	NEVERA FAGOR	1	24	1		1	0,7	16,8		
	NEVERA WHIRLPOOL	1	24	0,225		0,225	0,158	3,78		
	NEVERA WHIRLPOOL GRANDE	1	24	0,48		0,48	0,336	8,064		
NEVERA ELECTROLUX MEDIANA	1	12	0,388		0,388	0,272	3,2592			
NEVERA COCACOLA GRANDE	1	24	0,664		0,664	0,465	11,1552			
NEVERA PEQUEÑA	4	12	0,25		1	0,175	8,4			
NEVERA PONYMALTA MEDIANA	1	12	0,473		0,473	0,331	3,9732			
REFRIGERADOR TURBO AIR DELUX FREEZER	1	24	0,85		0,85	0,68	16,32			

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO 21

MEZCLADOR DE JUGOS BUNN	1	8	0,8		0,8	1,44	11,52	130,7	MOTORES
LICUADORA INDUSTRIAL	1	2	1,1		1,1	1,1	2,2		
LICUADORA INDUSTRIAL	2	2	2,2		4,4	2,2	8,8		
LICUADORA CACERA	1	1	0,3		0,3	0,3	0,3		
ESPRIMIDOR INDUSTRIAL	1	4	1		1	1	4		
LAVAPLATOS ELECTRICO	1	6	1,3		1,3	1,3	7,8		
EXTRACTOR	2	5	2,5		5	5	50		
MONTACARGA	1	5	3,6		3,6	2,52	12,6		
PELADORA DE PAPAS	1	4	0,77		0,77	0,77	3,08		
PICADORA	1	4	1,3		1,3	1,3	5,2		
REVANADORA	2	4	0,69		1,38	0,69	5,52		
EQUIPO DE FISIOTERAPIA	3	3	0,15		0,45	0,15	1,35		
CAMINADORA	1	2	0,354		0,354	0,319	0,6372		
MOTOR BOMBA DE AGUA CALDERA	1	5	2,238		2,238	2,014	10,071		
MOTOR VENTILADOR CALDERA	1	5	1,691		1,691	1,522	7,6095		
AIRE ACONDICIONADO YORK	2	6	1,98		3,96	1,782	21,384		
AIRE ACONDICIONADO YORK	1	8	1,64		1,64	1,476	11,808		
AIRE ACONDICIONADO YORK	21	8	0,615		12,915	0,554	92,988		
AIRE ACONDICIONADO LG	5	8	1,36		6,8	1,224	48,96		
AIRE ACONDICIONADO SAMSUM	1	8	0,815		0,815	0,734	5,868		
AIRE ACONDICIONADO SMARLIGHT	2	6	1,46		2,92	1,314	15,768		
AIRE ACONDICIONADO CARRIER	1	4	1,757		1,757	1,581	6,3252		
AIRE ACONDICIONADO CARRIER	1	1	1,633		1,633	1,47	1,4697		
AIRE ACONDICIONADO TEMSTARS	1	4	1,46		1,46	1,314	5,256		
AIRE ACONDICIONADO CIAC	1	0,5	2,457		2,457	2,211	1,10565		
AIRE ACONDICIONADO CIAC	1	2	2,457		2,457	2,211	4,4226		
AIRE ACONDICIONADO INTEGRAL YORK	4	3	5,43		21,72	4,887	58,644		
CALDERAS, MARMITAS Y ESTUFAS		12		117			1404	1404	CALDERA, MARMITAS Y ESTUFAS

Tabla 5.2: Máquinas y Equipos de Producción

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO 22

La tabla 5.2 representa las máquinas y los equipos con su consumo total de energía, en los cuales se encuentran distribuidos en sub-áreas de producción.

### 5.2.2. Diagrama de Pareto Consumo Eléctrico

Para la realización del diagrama de Pareto se tomaron los datos de consumo eléctrico mostrados en la tabla 5.2. Con estos datos se realizó la tabla 5.3 que muestra los consumos por sub-áreas en porcentaje y en kWh.

SUB-ÁREAS	CONSUMO DE SUB-ÁREAS [kWh]	PORCENTAJE DE CONSUMO		80-20	PORCENTAJE PROMEDIO
REFRIGERACIÓN/CONGELACIÓN	455,3424	29%	455,3424	0,8	29%
AIRES ACONDICIONADOS	429,1	56%	884,4424	0,8	27%
ILUMINACIÓN	217,01437	70%	1101,45677	0,8	14%
EQUIPO OFICINA	208,472	83%	1309,92877	0,8	13%
MOTORES	205	96%	1514,92877	0,8	13%
OTROS	67,574	100%	1582,50277	0,8	4%

Tabla 5.3: Consumo para el Pareto

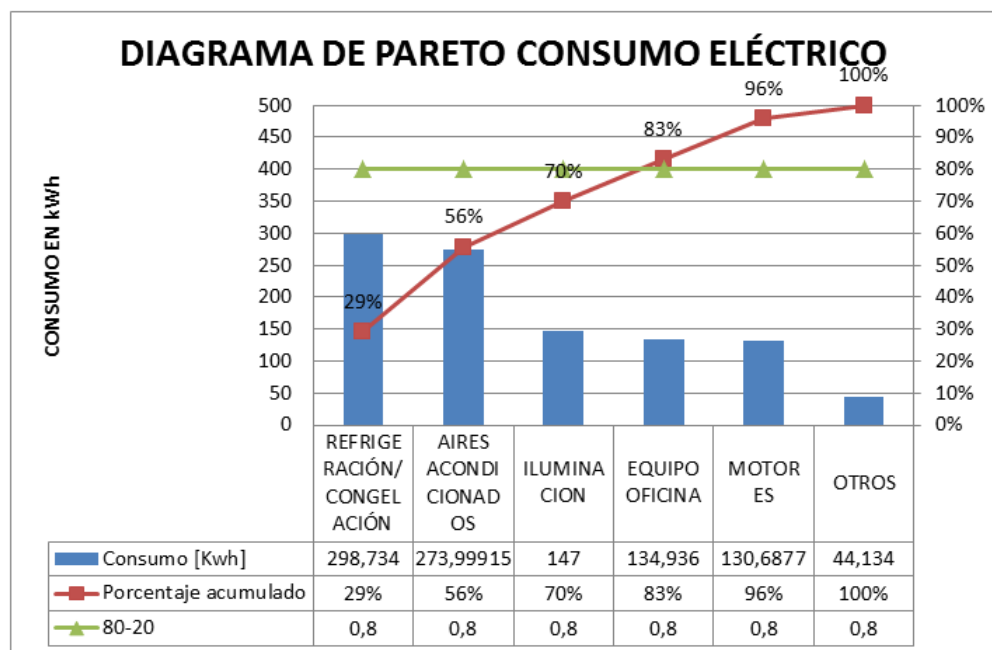


Figura 5.2: Diagrama de Pareto Consumo Eléctrico

## 5.2 DETERMINACIÓN DE LAS SUB-ÁREAS DE MAYOR CONSUMO ENERGÉTICO EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO 23

De acuerdo con el diagrama de Pareto de la figura 5.2, se observa que el mayor consumo de energía se presentó en las sub-áreas de “refrigeración/congelación”, “aires acondicionados” y “iluminación” con un porcentaje de 29%, 27% y 14% respectivamente; por ello se realizaron recomendaciones en el capítulo 4, teniendo en cuenta que se convierten en las sub-áreas de mayor interés para la realización de este proyecto y serán analizadas detalladamente más adelante.

### 5.2.3. Diagrama de Consumo Eléctrico por Sub-área según el Censo de Carga

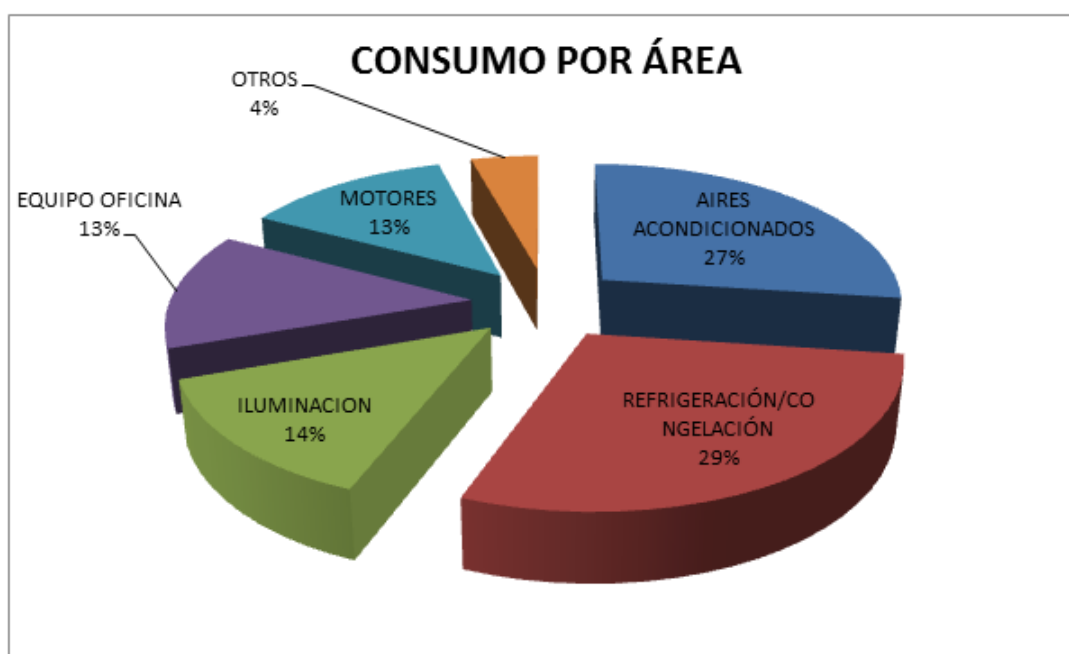


Figura 5.3: Diagrama de Consumo Eléctrico por sub-área según senso de Carga

Se puede observar en la figura 5.3 que el consumo es muy parejo entre las sub-áreas de “aires acondicionados” y “refrigeración/congelación”, las cuales poseen una gran cantidad de equipos que permanecen las 24 horas del día funcionando.

**5.2.4. Diagrama de Consumo por Sector del Edificio Bienestar Universitario**

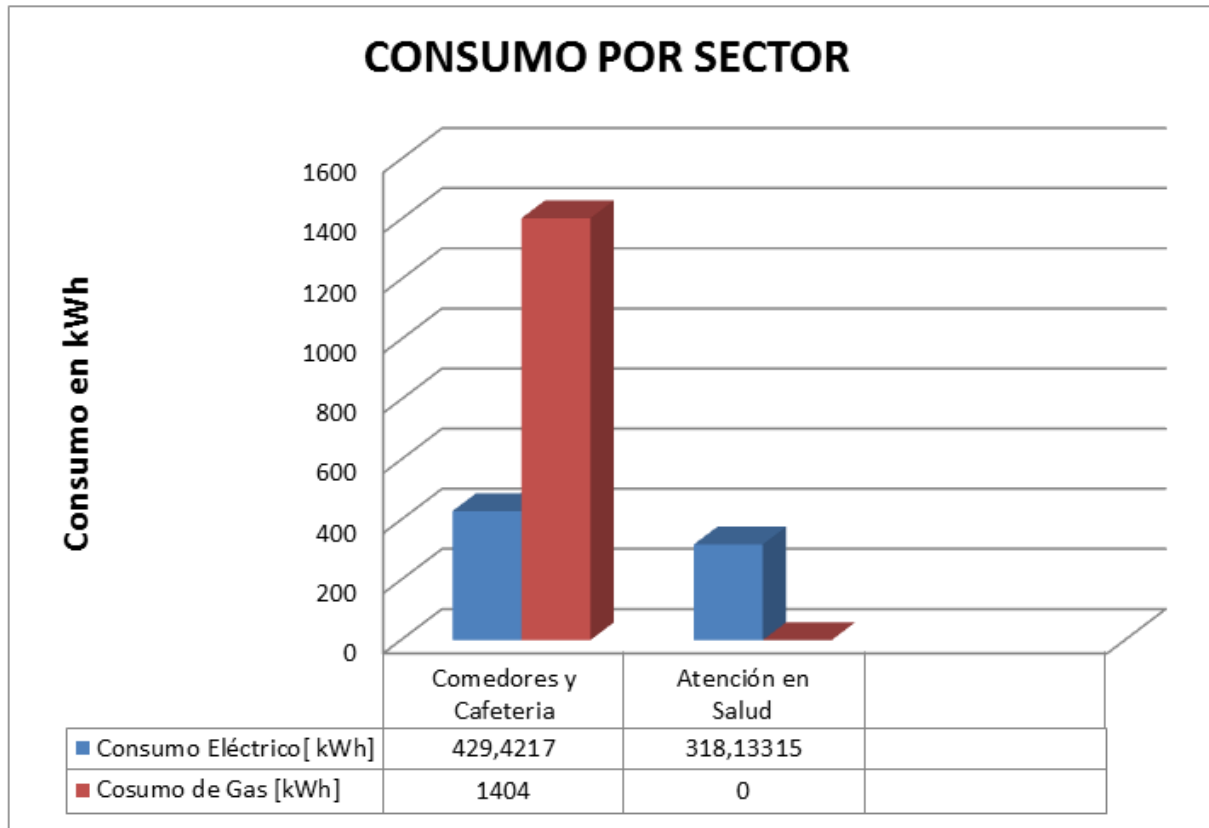


Figura 5.4: Diagrama de Consumo por Sector

En la figura 5.4 se observa que en la sub-área de “comedores y cafetería” se tiene el mayor consumo tanto de energía eléctrica como de gas, estando muy por encima el consumo de gas ya que allí se producen una gran cantidad de alimentos procesados.

**5.2.5. Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario**

FECHA	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA [KWH]
17/05/2014	108,36
18/05/2014	208,4
19/05/2014	842,04
20/05/2014	835,8
21/05/2014	825,2
22/05/2014	862,4
23/05/2014	837,4
24/05/2014	292,6
25/05/2014	201,6
26/05/2014	1098
27/05/2014	974,2
28/05/2014	984
29/05/2014	974
30/05/2014	956
31/05/2014	354
01/06/2014	366
02/06/2014	344
03/06/2014	1046
04/06/2014	1090
05/06/2014	974
06/06/2014	952
07/06/2014	244
08/06/2014	216
09/06/2014	1012
10/06/2014	1076
11/06/2014	968
12/06/2014	990
13/06/2014	1000
14/06/2014	280
15/06/2014	244
16/06/2014	1016
17/06/2014	1056
18/06/2014	1022

Tabla 5.4: Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario

Los datos presentados en la tabla 5.4 muestran los consumos del edificio tomados con el analizador de redes marca DRANETZ Power Visa 440S durante el periodo de tiempo comprendido entre 17 de mayo del 2014 al 18 de junio del 2014. Se realizó esta medida ya que el edificio no cuenta con un medidor permanente de energía eléctrica.

**5.2.6. Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario**

<b>PERIODO</b>	<b>CONSUMO ENERGIA GAS m<sup>3</sup></b>
may-13	736
jun-13	1534
jul-13	1291
ago-13	2293
sep-13	2405
oct-13	2270
nov-13	1225
dic-13	1301
ene-14	510
feb-14	1938
mar-14	1971
abr-14	2116
may-14	641
Jun-14	1683

Tabla 5.5: Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario

5.2.7. Diagrama de Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario

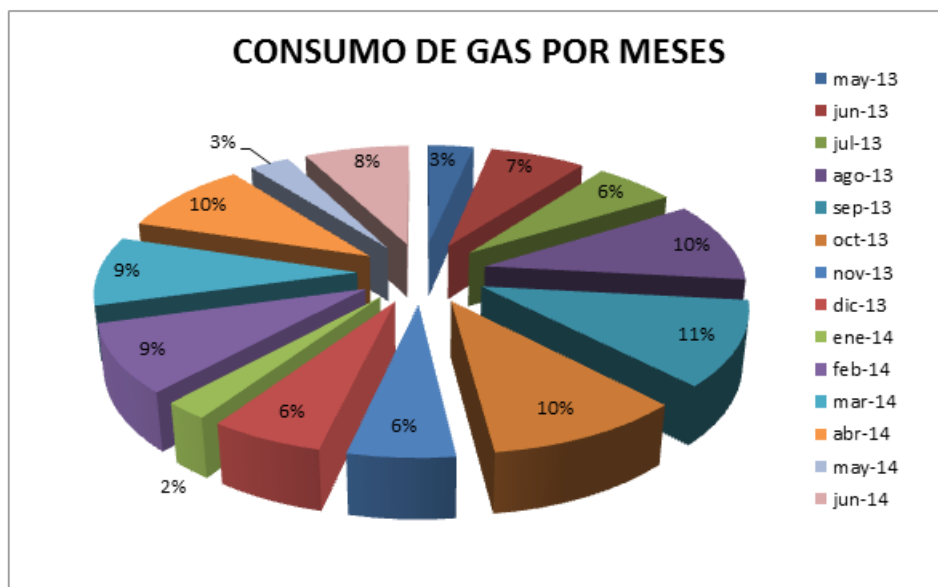


Figura 5.5: Diagrama de Consumo de Gas por Meses

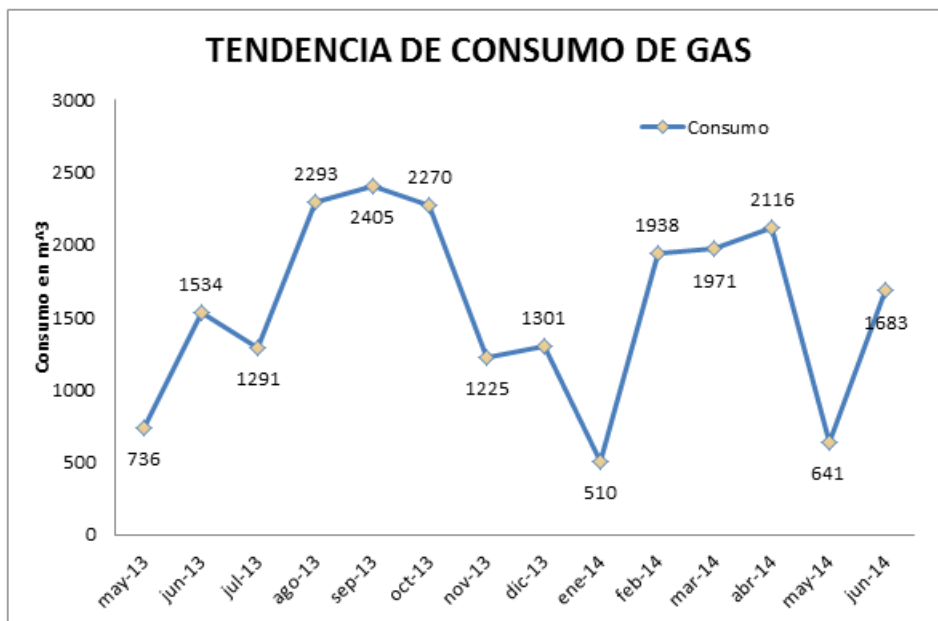


Figura 5.6: Tendencia Consumo de Gas

En el tabla 5.8 y las figuras 5.5 y 5.18, se muestra un historial de consumo desde mayo del 2013 hasta junio del 2014, en el cual se evidencia un consumo de gas bastante constante en los periodos de normalidad académica. Los picos bajos corresponden a la época de vacaciones, y de ellos se ve un incremento con una pendiente muy pronunciada en el momento donde reinicia la actividad académica.

### 5.3. DIAGRAMA ENERGÉTICO PRODUCTIVO

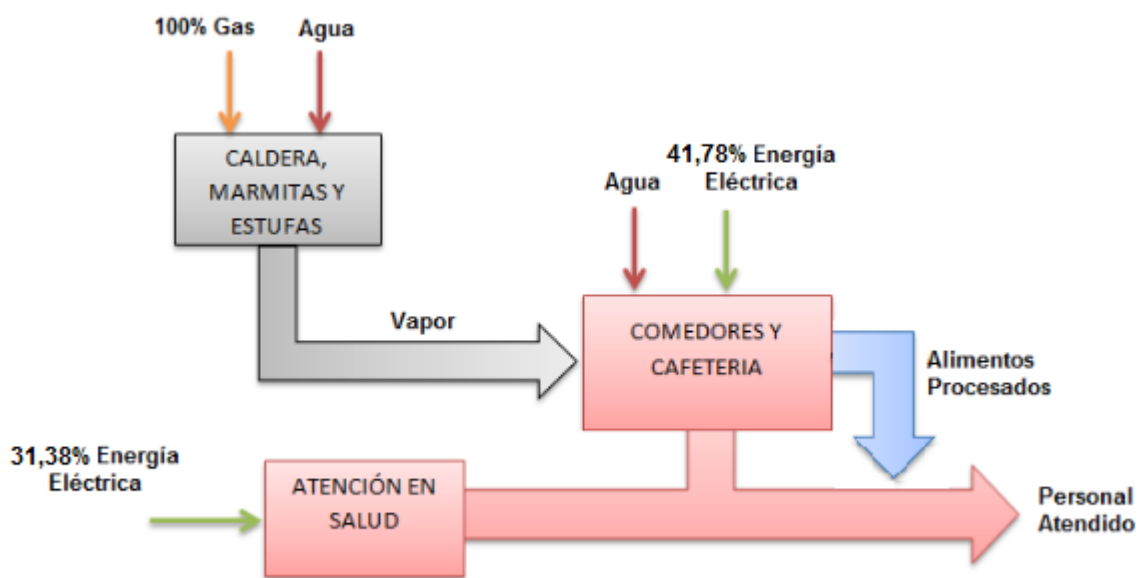


Figura 5.7: Diagrama Energético Productivo

Dentro del proceso general de producción mostrado en la figura 5.7 se encuentran las sub-áreas de “atención en salud” y “comedores y cafetería” que comprende la generación de vapor (Caldera), siendo este último el único consumidor de gas para la elaboración de alimentos procesados, todo esto para llegar al producto final que es personal atendido.

El consumo total de la energía eléctrica es muy parejo en los sectores ya que en ellos se concentra la refrigeración y aires acondicionados que son las sub-áreas de mayor consumo.

## **5.4. DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO**

Para este proyecto se determino que la producción está representada en los estudiantes atendidos en la división de Bienestar Universitario, divididos en dos sectores que son atención en salud y atención socio-económica.

### **5.4.1. Producción Basada en Consumo de Gas**

Para esta producción se tomaron los datos de la elaboración de la minuta de comidas mensualmente, en la cual constan los servicios de comedores, servicios de cafetería y combos saludables, operando de lunes a viernes con una variabilidad del 15% para el servicio de comedores y una variabilidad del 10% para combos saludables, manteniéndose fijo el número de estudiantes atendidos en comedores.

<b>PERIODO</b>	<b>PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)</b>
<b>jun-13</b>	<b>63840</b>
<b>jul-13</b>	<b>54600</b>
<b>ago-13</b>	<b>90800</b>
<b>sep-13</b>	<b>95550</b>
<b>oct-13</b>	<b>40860</b>
<b>nov-13</b>	<b>25320</b>
<b>dic-13</b>	<b>69000</b>
<b>ene-14</b>	<b>23140</b>
<b>feb-14</b>	<b>78050</b>
<b>mar-14</b>	<b>96710</b>
<b>abr-14</b>	<b>22820</b>
<b>may-14</b>	<b>28480</b>
<b>jun-14</b>	<b>66565</b>

Tabla 5.6: Producción basada en Consumo de Gas del Edificio Bienestar Universitario

El cálculo para determinar esta producción se realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$P = D * (Ca + Co + CS)$$

donde:

- **P** = Producción
- **D** = Días donde hubo producción.
- **Ca** = Número de comidas (equivalente a personas) suministradas en cafetería, consta de comidas corrientes y especiales.
- **Co** = Número de comidas (equivalente a personas) suministradas en comedores, consta de desayunos, almuerzos y comidas.
- **CS** = Número de combos saludables.

#### **5.4.2. Producción Basada en Consumo de Energía Eléctrica**

Para esta producción se tomaron los datos de las personas atendidas en comedores, cafetería y combos saludables descritas en la sección 3.4.1; a esto se le suman las personas atendidas en el sector salud y el personal administrativo que labora en el edificio.

<b>PERIODO</b>	<b>PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)</b>
17/05/2014	125
18/05/2014	1
19/05/2014	687
20/05/2014	702
21/05/2014	715
22/05/2014	669
23/05/2014	572
24/05/2014	130
25/05/2014	1
26/05/2014	662
27/05/2014	4973
28/05/2014	5054
29/05/2014	4978
30/05/2014	4957
31/05/2014	1
01/06/2014	1
02/06/2014	1
03/06/2014	4997
04/06/2014	5065
05/06/2014	4949
06/06/2014	5619
07/06/2014	1
08/06/2014	1
09/06/2014	5070
10/06/2014	4947
11/06/2014	5045
12/06/2014	4951
13/06/2014	4864
14/06/2014	1
15/06/2014	1
16/06/2014	4970
17/06/2014	5065
18/06/2014	5048

Tabla 5.7: Producción basada en Consumo de Energía Eléctrica del Edificio Bienestar Universitario

La tabla 5.7 muestra la producción diaria durante el periodo de medición.

El calculo para determinar esta producción se realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$P = D * (Ca + Co + CS + AS + PA)$$

donde:

- **P** = Producción
- **D** = Días donde hubo producción.
- **Ca** = Número de comidas (equivalente a personas) suministradas en cafetería, consta de comidas corrientes y especiales.
- **Co** = Número de comidas (equivalente a personas) suministradas en comedores, consta de desayunos, almuerzos y comidas.
- **CS** = Número de combos saludables.
- **AS** = Número de personas atendidas en el sector de salud.
- **PA** = Número de personas que laboran en el edificio.

## 5.5. 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 instrumentos de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones.

### 5.5.1. Análisis de Variables en el Proceso de Control de Gas

El consumo promedio (CP) y la desviación estándar (DS) se obtienen de los consumos históricos de gas mostrados en la tabla 5.8.

PERIODO	CONSUMO ENERGÍA GAS kWH
jun-13	17963,14
jul-13	15117,61
ago-13	26851,03
sep-13	28162,55
oct-13	26581,7
nov-13	14344,75
dic-13	15234,71
ene-14	5972,1
feb-14	22693,98
mar-14	23080,41
abr-14	24778,36
may-14	7506,11
jun-14	19707,93

Tabla 5.8: Consumo de Gas

Consumo Promedio, CP	19076,49077 kWH
Desviación estándar, DS	5895,465325
Límite de control superior, LCS	$CP + 3*DS = 36762,8867$
Límite de control inferior, LCI	$CP - 3*DS = 1390,09479$

Tabla 5.9: Variables en el proceso de control de Gas

5.5.1.1. Datos Gráficos de Control de Gas

	CONSUMO ENERGIA GAS KWH	DS	CP	LCS	LCI
jun-13	17963,14	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
jul-13	15117,61	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
ago-13	26851,03	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
sep-13	28162,55	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
oct-13	26581,7	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
nov-13	14344,75	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
dic-13	15234,71	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
ene-14	5972,1	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
feb-14	22693,98	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
mar-14	23080,41	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
abr-14	24778,36	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
may-14	7506,11	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479
jun-14	19707,93	5895,465325	19076,49077	36762,8867	1390,09479

Tabla 5.10: Datos Gráficos de control de Gas

Los datos presentados en la tabla 5.10 corresponden a los recibos de consumo históricos del edificio Bienestar Universitario. Estos datos mantienen los límites de consumo superior e inferior fijos ya que mantienen el rango de normalidad.

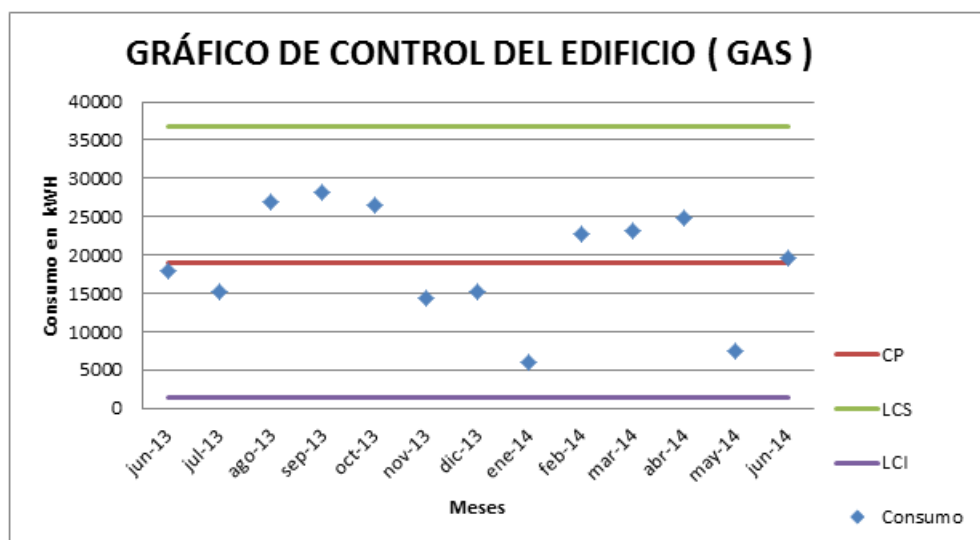


Figura 5.8: Gráfica Control de Gas

En la figura 5.8 se observa que la variable de consumo se encuentra dentro de los límites de control. No existen comportamientos que indiquen que esta variable esta fuera de control. Si alguno de los puntos estuviera fuera de los límites de control, deberá analizarse ese mes qué pudo haber ocurrido para que esta variable se saliera de control.

### 5.5.2. Análisis de Variables en el Proceso de Control de Energía Eléctrica

El consumo promedio (CP) y la desviación estándar (DS) se obtienen de los consumos de energía eléctrica mostrados en la tabla 5.4.

Consumo Promedio, CP	734,8484
Desviación estándar, DS	316,628
Límite de control superior, LCS	$CP + 3 \cdot DS = 1684,734$
Límite de control inferior, LCI	$CP - 3 \cdot DS = -315,037$

Tabla 5.11: Variables en el Proceso de Control de Energía Eléctrica

#### 5.5.2.1. Datos Gráficos de Control de Energía Eléctrica

	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA [KWH]	DS	CP	LCS	LCI
17/05/2014	108,36	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
18/05/2014	208,4	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
19/05/2014	842,04	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
20/05/2014	835,8	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
21/05/2014	825,2	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
22/05/2014	862,4	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
23/05/2014	837,4	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
24/05/2014	292,6	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
25/05/2014	201,6	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
26/05/2014	1098	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
27/05/2014	974,2	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
28/05/2014	984	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
29/05/2014	974	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
30/05/2014	956	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
31/05/2014	354	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
01/06/2014	366	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
02/06/2014	344	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
03/06/2014	1046	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
04/06/2014	1090	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
05/06/2014	974	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
06/06/2014	952	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
07/06/2014	244	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
08/06/2014	216	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
09/06/2014	1012	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
10/06/2014	1076	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
11/06/2014	968	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
12/06/2014	990	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
13/06/2014	1000	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
14/06/2014	280	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
15/06/2014	244	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
16/06/2014	1016	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
17/06/2014	1056	316,628	734,8484	1684,734	-315,037
18/06/2014	1022	316,628	734,8484	1684,734	-315,037

Tabla 5.12: Datos Graficos de Control de Energía Eléctrica

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 36

Los datos presentados en la tabla 5.12 corresponden a los tomados con el analizador de redes en el edificio Bienestar Universitario. Estos datos mantienen los límites de consumo superior e inferior fijos ya que mantienen el rango de normalidad.

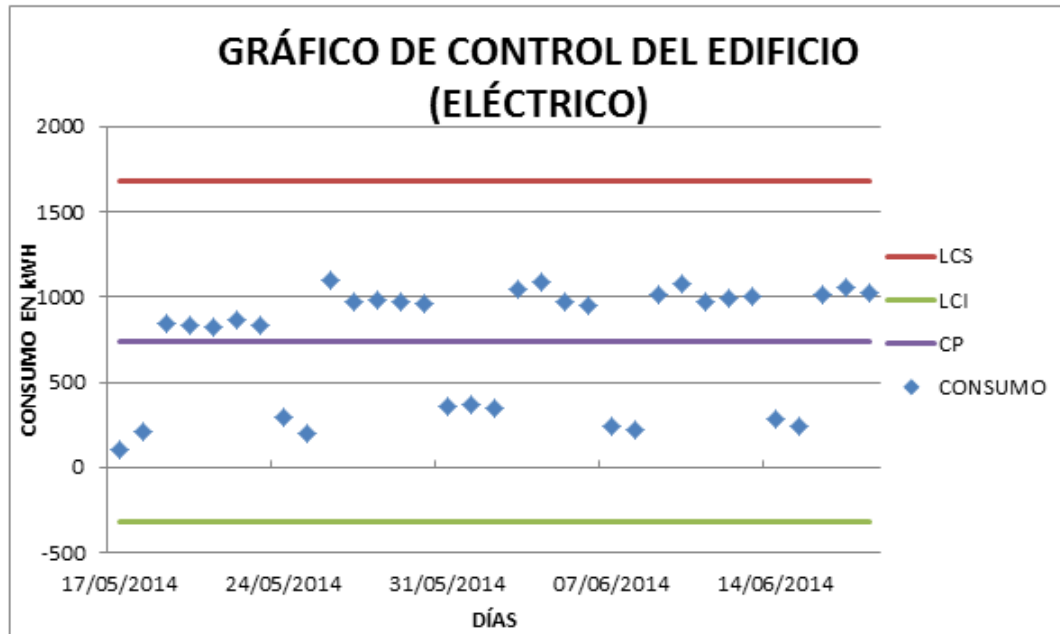


Figura 5.9: Gráfica Control de Energía Eléctrica

En la figura 5.9 se observa que la variable de consumo se encuentra dentro de los límites de control. No existen comportamientos que indiquen que esta variable este fuera de control. Si alguno de los puntos estuviera fuera de los límites de control, deberá analizarse ese mes qué pudo haber ocurrido para que esta variable se saliera de control.

## 5.6. ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T)

Consiste en un gráfico que sirve para identificar comportamientos anómalos en la variación simultánea del consumo energético con respecto a la producción realizada en el tiempo.

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 37

### 5.6.1. Tabla de Variación Relativa de la Producción y el Consumo con Gas en el Tiempo

PERIODO	CONSUMO (kWH)	% VARIACIÓN	PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)	% VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO	OBSERVACIÓN
jun-13	17963,14		63840		NORMAL	NINGUNA
jul-13	15117,61	-15,84	54600	-14,47	NORMAL	NINGUNA
ago-13	26851,03	77,61	90800	66,30	NORMAL	NINGUNA
sep-13	28162,55	4,88	95550	5,23	NORMAL	NINGUNA
oct-13	26581,7	-5,61	40860	-57,24	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
nov-13	14344,75	-46,04	25320	-38,03	NORMAL	NINGUNA
dic-13	15234,71	6,20	69000	172,51	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
ene-14	5972,1	-60,80	23140	-66,46	NORMAL	NINGUNA
feb-14	22693,98	280,00	78050	237,29	NORMAL	NINGUNA
mar-14	23080,41	1,70	96710	23,91	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
abr-14	24778,36	7,36	22820	-76,40	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
may-14	7506,11	-69,71	28480	24,80	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
jun-14	19707,93	162,56	66565	133,73	NORMAL	NINGUNA

Tabla 5.13: Variación Relativa de la Producción y el Consumo de Gas en el Tiempo

El calculo del porcentaje de variación, tanto de consumo como de producción, se realizo de la siguiente manera:

$$\%V = (C_{actual} - C_{anterior}) * 100 / C_{anterior}$$

donde:

- %V = Variación
- Cactual = Consumo/producción actual
- Canterior = Consumo/producción anterior

Un comportamiento anómalo quiere decir que se presento una variación proporcional o inversamente proporcional en el consumo respecto a la producción, de allí se define si el ahorro es eficiente o deficiente.

Los datos presentados en la tabla 5.13 son el consumo en kWH de Gas que presento el edificio en su área de producción, en un tiempo de análisis que comprende desde junio del 2013 hasta junio del 2014, con su respectiva variación.

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 38

El gráfico se realizó teniendo en cuenta la producción mes a mes del edificio de Bienestar Universitario respecto al consumo de energía total del edificio.

### 5.6.2. Gráfica de Energía y Producción en el Tiempo (E-P vs T) con Gas

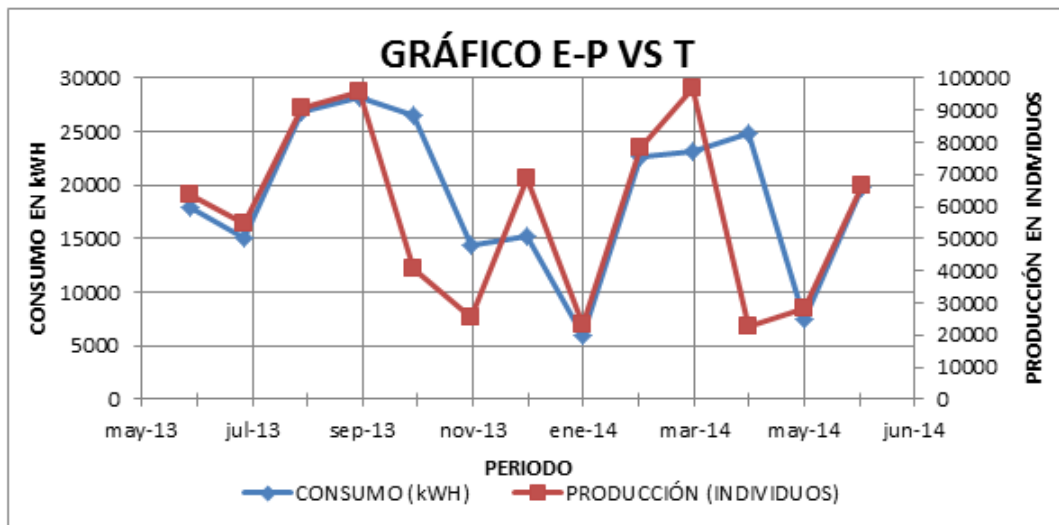


Figura 5.10: Gráfica de Energía y Producción vs Tiempo (E-P vs T) con Gas

- Los datos de la figura 5.10 en los meses de julio, octubre, noviembre, enero y abril presentan bajas producciones debido a la no inicialización de comedores y combos saludables, pero si la producción de comidas en cafetería en los meses de la transición de semestre académico. El consumo no baja a cero debido a que los recesos académicos y administrativos terminan a mitad de mes por tanto se observa un consumo.
- En el mes de octubre del 2013 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de gas ya que la producción se redujo en un 57,24% con respecto al mes anterior y se redujo muy poco el consumo en un 5,61%; por lo tanto, en este mes se presentó un ahorro deficiente. Esta anomalía se presentó porque finalizaba el semestre y el sector de comedores, quien es el de mayor producción, no operaba para el resto de mes; solo se presentó plena carga de producción los nueve primeros días de octubre, pero en cambio sí opero la sub-área de cafetería ya que la gran mayoría de estudiantes todavía se encontraba finalizando el semestre en las llamadas semanas de parciales

## **5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 39**

- En el mes de diciembre del 2013 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de gas ya que la producción se aumentó un 172,51 % con respecto al mes anterior y aumento muy poco el consumo en un 6,2 %; por lo tanto, en este mes se realizaron actividades que beneficiaron un ahorro energético.
- En el mes de marzo del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de gas ya que la producción se aumentó un 23,91 % con respecto al mes anterior y también aumento el consumo en un 1,7 % por lo tanto en este mes se realizaron actividades que permitieron generar ahorro energético.
- En el mes de abril del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de gas ya que la producción se redujo un 76,4 % con respecto al mes anterior y aumento de manera anormal el consumo en un 7,36 %; por lo tanto, en este mes se realizaron actividades que no beneficiaron de ninguna manera el ahorro energético. Esto se debe a que al inicio de mes se terminaron las labores académicas y además se presentó la semana santa en la cual hay un receso total de actividades.
- En el mes de mayo del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de gas ya que la producción se aumentó un 24,80 % con respecto al mes anterior y disminuyo de manera anormal el consumo en un 69,71 %; por lo tanto, en este mes se realizaron actividades que beneficiaron de alguna manera el ahorro energético. Este ahorro se da por el inicio de actividades académicas correspondientes al inicio de semestre, y en este periodo la producción completa inicializó finalizando el mes, viniendo de una baja producción por el receso académico.
- Se puede observar en la figura 5.10 que en los niveles altos de producción los consumos son variables debido a que la minuta establece cierta clase de alimentos que necesitan un mayor consumo de energía.

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 40

### 5.6.3. Tabla de Variación Relativa de la Producción y el Consumo con Energía Eléctrica en el Tiempo

PERIODO	CONSUMO (kWH)	% VARIACIÓN	PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)	% VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO	OBSERVACIÓN
17/05/2014	108,36		125		NORMAL	NINGUNA
18/05/2014	208,4	92,32189	1	-99,2	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
19/05/2014	842,04	304,049904	687	68600	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
20/05/2014	835,8	-0,741057432	702	2,183406114	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
21/05/2014	825,2	-1,268245992	715	1,851851852	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
22/05/2014	862,4	4,507998061	669	-6,433566434	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
23/05/2014	837,4	-2,898886827	572	-14,49925262	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
24/05/2014	292,6	-65,05851445	130	-77,27272727	NORMAL	NINGUNA
25/05/2014	201,6	-31,10047847	1	-99,23076923	NORMAL	NINGUNA
26/05/2014	1098	444,6428571	662	66100	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
27/05/2014	974,2	-11,27504554	4973	651,2084592	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
28/05/2014	984	1,005953603	5054	1,628795496	NORMAL	NINGUNA
29/05/2014	974	-1,016260163	4978	-1,503759398	NORMAL	NINGUNA
30/05/2014	956	-1,848049281	4957	-0,421856167	NORMAL	NINGUNA
31/05/2014	354	-62,9707113	1	-99,97982651	NORMAL	NINGUNA
01/06/2014	366	3,389830508	1	0	NORMAL	NINGUNA
02/06/2014	344	-6,010928962	1	0	NORMAL	NINGUNA
03/06/2014	1046	204,0697674	4997	499600	NORMAL	NINGUNA
04/06/2014	1090	4,206500956	5065	1,36081649	NORMAL	NINGUNA
05/06/2014	974	-10,64220183	4949	-2,290227048	NORMAL	NINGUNA
06/06/2014	952	-2,258726899	5619	13,5380885	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
07/06/2014	244	-74,3697479	1	-99,98220324	NORMAL	NINGUNA
08/06/2014	216	-11,47540984	1	0	NORMAL	NINGUNA
09/06/2014	1012	368,5185185	5070	506900	NORMAL	NINGUNA
10/06/2014	1076	6,324110672	4947	-2,426035503	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
11/06/2014	968	-10,03717472	5045	1,980998585	ANÓMALO	AHORRO EFICIENTE
12/06/2014	990	2,272727273	4951	-1,863230922	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
13/06/2014	1000	1,01010101	4864	-1,757220763	ANÓMALO	AHORRO DEFICIENTE
14/06/2014	280	-72	1	-99,97944079	NORMAL	NINGUNA
15/06/2014	244	-12,85714286	1	0	NORMAL	NINGUNA
16/06/2014	1016	316,3934426	4970	496900	NORMAL	NINGUNA
17/06/2014	1056	3,937007874	5065	1,911468813	NORMAL	NINGUNA
18/06/2014	1022	-3,21969697	5048	-0,335636723	NORMAL	NINGUNA

Tabla 5.14: Variación Relativa de la Producción y el Consumo de Energía Eléctrica en el Tiempo

El cálculo del porcentaje de variación, tanto de consumo como de producción, se hizo de la siguiente manera:

$$\%V = (C_{actual} - C_{anterior}) * 100 / C_{anterior}$$

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 41

donde:

- %V = Variación
- Cactual = Consumo/producción actual
- C anterior = Consumo/producción anterior

Un comportamiento anómalo quiere decir que se presentó una variación proporcional o inversamente proporcional en el consumo respecto a la producción, de allí se define si el ahorro es eficiente o deficiente.

La tabla 5.14 se realizó teniendo en cuenta la producción día a día del edificio de Bienestar Universitario respecto al consumo de energía total del edificio.

### 5.6.4. Gráfica de Energía y Producción con Energía Eléctrica en el Tiempo

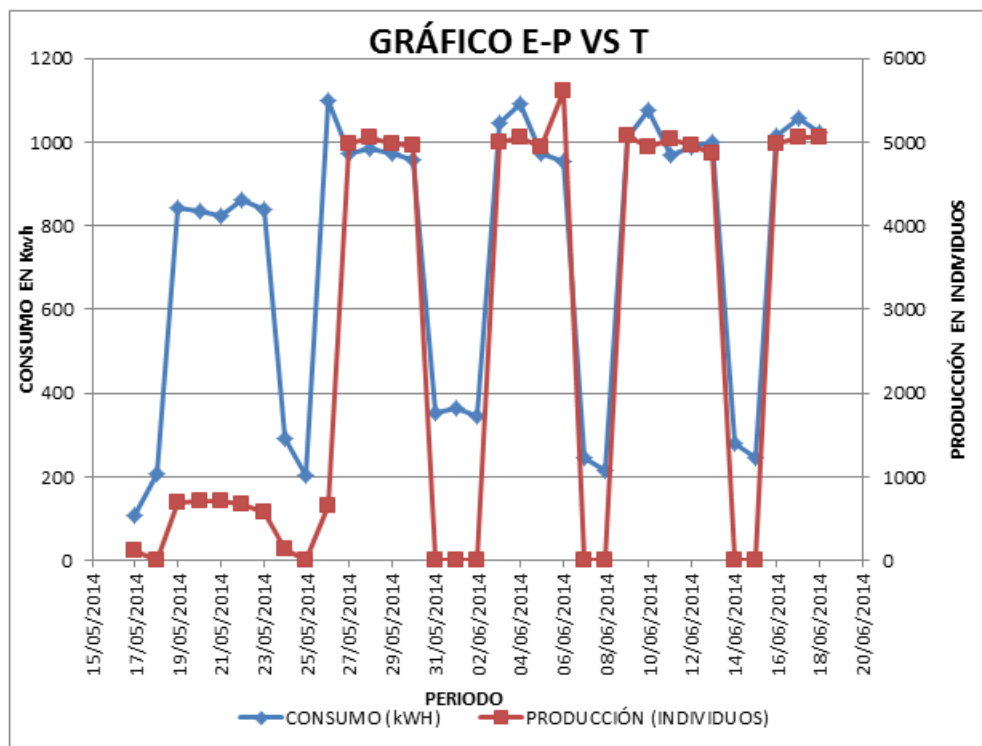


Figura 5.11: Gráfica de Energía y Producción vs Tiempo E-P vs T de Energía Eléctrica

- El día 18 de mayo presenta un comportamiento atípico de ahorro de energía deficiente ya que se comenzó la medida finalizando el día 17 de mayo del 2014, por ende el consumo

## 5.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA-PRODUCCIÓN VS TIEMPO (E-P vs T) 42

del día 18 tiende a subir a un nivel de normalización de consumo sin producción, que corresponde a fines de semana.

- Los datos de la figura 5.11 en los días del 19 al 23 de mayo del 2014 presentan un comportamiento atípico de ahorro de energía deficiente ya que hay bajas producciones con un alto consumo de energía eléctrica debido a la no inicialización de comedores y combos saludables, pero si se mantuvo la producción de comidas en cafetería y atención en salud; por lo tanto, ese día no se realizaron actividades que beneficiaron ahorros energéticos. Este lapso de tiempo que corresponde a una semana presenta este comportamiento por las siguientes razones: la parte administrativa, la de salud y cafetería entran a operar normalmente, consumiendo energía eléctrica enfocada en aires acondicionados, refrigeración/congelación, iluminación, equipos de oficina y parte de motores de cafetería.
- El día 26 de mayo se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica ya que la producción aumento muy poco con respecto al consumo que fue demasiado alto; por lo tanto, en este día se realizaron actividades que no beneficiaron ahorros energéticos.
- El día 27 de mayo se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica ya que la producción se aumentó en un alto porcentaje con respecto al día anterior y se redujo el consumo de energía eléctrica en un 11,7%; por lo tanto, en este día se realizaron actividades que beneficiaron un ahorro energético. Este comportamiento se mantuvo desde este día hasta el 30 de mayo.
- Los días comprendidos desde el 31 de mayo al 2 de junio del 2014 se detectó un comportamiento normal de consumo de energía eléctrica que corresponde a un fin de semana. Los fines de semana presentan una baja en la producción a cero y una baja de consumo a un nivel mínimo, esto porque se dejan en funcionamiento toda la parte de refrigeración/congelación e iluminación externa; por lo tanto, los fines de semana no se generan ahorros energéticos con respecto a la producción.
- El día 6 de junio del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica ya que la producción se aumentó un 13,53% con respecto al día anterior y se redujo el consumo de energía eléctrica en un 2.25%; por lo tanto, en ese día se realizaron actividades que beneficiaron el ahorro energético. Ese día corresponde a un viernes, en el cual se realizó un bazar convocando a más individuos de los habituales y se estableció en la minuta un menú especial que no requería utilizar equipos de consumo eléctrico.

- El día 10 de junio del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica ya que la producción se redujo un 2,42 % con respecto al día anterior y aumento el consumo de energía en un 6,32 %; por lo tanto, en este día se realizaron actividades que no beneficiaron de ninguna manera el ahorro energético.
- El día 11 de junio del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica ya que la producción se aumentó un 1,98 % con respecto al día anterior y se redujo el consumo de energía eléctrica en un 10,03 %; por lo tanto, en este día se realizaron actividades que beneficiaron el ahorro energético.
- El día 12 y 13 de junio del 2014 se detectó un comportamiento atípico de ahorro de energía eléctrica deficiente ya que la producción se redujo y se aumentó el consumo de energía eléctrica; por lo tanto, en este día se realizaron actividades que no generaron ahorro energético.

## **5.7. ANÁLISIS DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN (E vs P)**

Por medio de las gráficas siguientes se determina en qué medida la variación de los consumos energéticos se debe a las variaciones de la producción. Esta es una de las herramientas que más información brinda, ya que a través de ellas se muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción. Es necesario saber qué generalmente debe ocurrir, que un incremento en la producción da lugar a un incremento en el consumo de energía asociada al proceso y viceversa. De cada figura 5.12 y 5.13 se obtiene la ecuación de la línea de tendencia la cual relaciona producción y consumo. Esta ecuación permite predecir el comportamiento de consumo de energía para una producción determinada.

## 5.7.1. Gráfica de Consumo vs Producción con Gas (E vs P)

PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)	CONSUMO (kWH)
63840	17963,14
90800	26851,03
95550	28162,55
25320	14344,75
23140	5972,1
78050	22693,98
96710	23080,41
28480	7506,11
66565	19707,93
54600	15117,61
69000	15234,71

Tabla 5.15: E vs P (Gas)

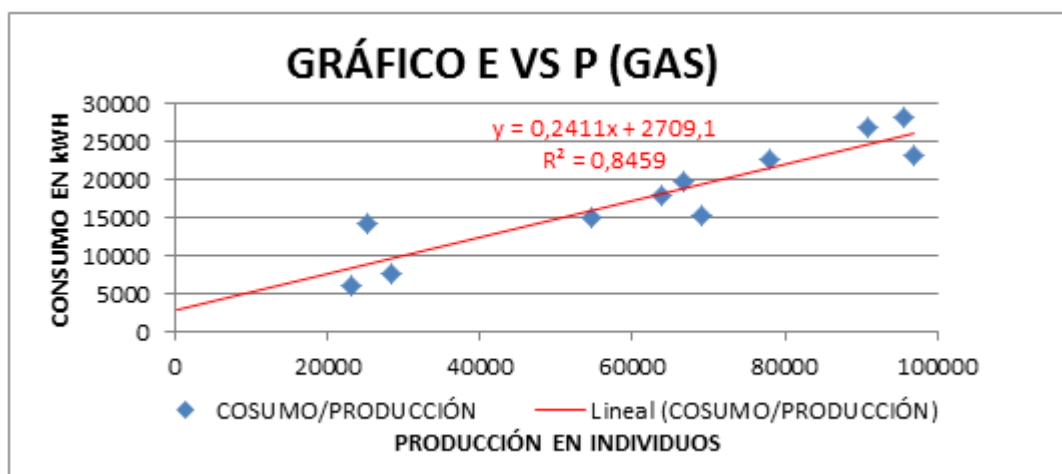


Figura 5.12: Gráfica de Consumo vs Producción E vs P de Gas

El análisis de consumo de gas vs producción mostrado en la figura 5.12 revela importante información sobre la eficiencia del proceso. El gráfico se realiza con datos de consumo y producción en el período de tiempo comprendido desde junio del 2013 a junio del 2014 mostrados en la tabla 5.15.

Se retiraron dos puntos correspondientes al consumo de octubre del 2013 y abril del 2014 ya que en estos meses se finalizaban las labores académicas y por ende la producción en individuos disminuye porque finaliza comedores y combos saludables pero sigue en funcionamiento cafetería la cual tiene un consumo razonable durante unas semanas después de haber finalizado comedores. Estos puntos de consumo/producción impedían una buena correlación.

El índice de correlación es 0.8459, lo que indica que hay una buena relación entre estos parámetros; por lo tanto, se puede tener en cuenta la ecuación para observar el comportamiento del consumo respecto a la producción.

El valor de **2709,1 kWh** es la energía no asociada a la producción. Este valor representa el **15,15 %** del consumo promedio del gas, lo cual no es despreciable. Esto indica que se están presentando pérdidas por fugas, combustión ineficiente y demás aspectos. Estas pérdidas se pueden traducir a dinero multiplicando el valor de energía no asociada por el costo de cada kWh de gas natural.

## 5.7.2. Gráfico de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (E vs P)

CONSUMO (kWH)	PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)
108,36	125
208,4	1
842,04	687
835,8	702
825,2	715
862,4	669
837,4	572
292,6	130
201,6	1
974,2	4973
984	5054
974	4978
956	4957
354	1
366	1
344	1
1046	4997
1090	5065
974	4949
952	5619
244	1
216	1
1012	5070
1076	4947
968	5045
990	4951
1000	4864
280	1
244	1
1016	4970
1056	5065
1022	5048

Tabla 5.16: E vs P (Energía Eléctrica)



que algunos ventanales se mantienen tapados con papel polarizado y en otros recintos simplemente no corren las cortinas para que penetre la luz natural.

- **Energía perdida en escapes de los equipos de refrigeración:** Se presentan pérdidas de energía por no tener una cultura de mantener cerradas las puertas para contener el aire frío en los cuartos fríos y en oficinas; esto es muy significativo y se suma a la energía no asociada a la producción. En este caso se pueden sugerir varias acciones correctivas de conciencia energética explicadas mas adelante.

## 5.8. GRÁFICO DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN META (E vs P META)

La meta de consumo para un nivel de producción dado se calcula con la ecuación de línea de tendencia del gráfico consumo vs producción hallado para los niveles por debajo de la media.

Las figuras 5.14 y 5.15 se obtuvieron como resultado del software de caracterización energética disponible en la UPME, el cual realiza un filtrado de datos.

Para la realización del gráfico meta se utilizó el método de mínimos cuadrados para determinar el coeficiente de correlación entre E y P.

### 5.8.1. Gráfico Consumo vs Producción Meta con Gas (E vs P META)

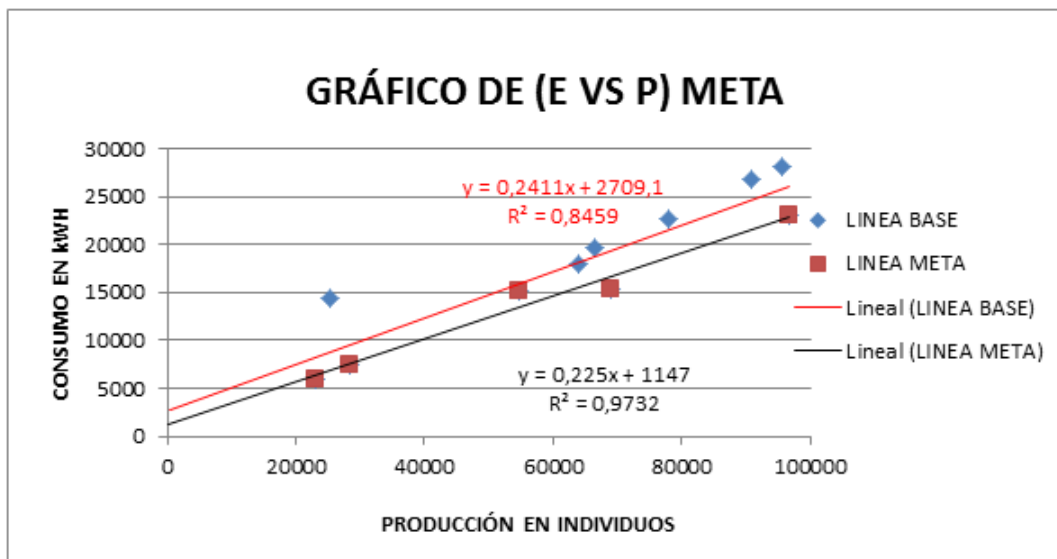


Figura 5.14: Gráfica de Consumo vs Producción de Gas E vs P meta

La figura 5.14 muestra la línea de tendencia en la cual se identificaron consumos bajos y altos niveles de producción. Los consumos que están por debajo de la línea de base son los utilizados para establecer el consumo meta.

El objetivo después de obtener la línea meta es establecer medidas que permitan a las variables de consumo y producción tener un comportamiento que siga la ecuación de tendencia obtenida; de esta manera se puede obtener producciones más eficientes con acciones como mejorar la cultura de ahorro y optimización de procesos.

De la línea meta se puede observar que la nueva correlación es 0,9732, por lo tanto las variables mantienen muy estrecha su relación, lo que es indicio de que esta nueva ecuación describe de manera adecuada el comportamiento de las variables.

En cuanto a la energía no asociada a la producción, en la línea meta se observa una reducción al **8,57 %** de este consumo, esto representa un ahorro de **\$124.968** al mes equivalente a **1562,1 kWh** al mes, ahorros que se pueden lograr sin mayores inversiones, realizando cambios en la variabilidad operacional.

### 5.8.2. Gráfico de Consumo vs Producción Meta con Energía Eléctrica (E vs P META)

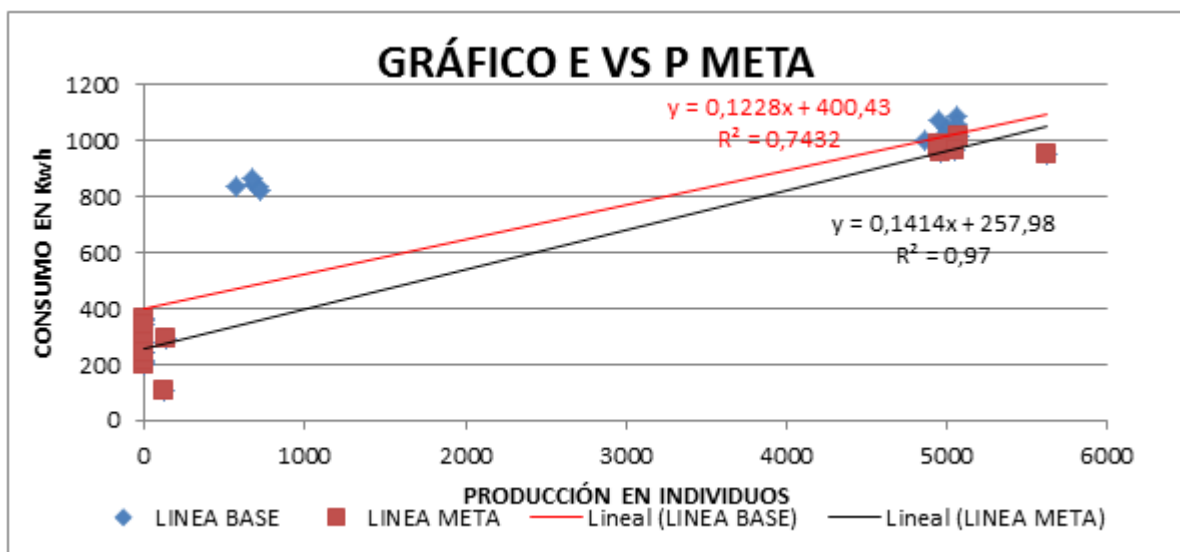


Figura 5.15: Gráfica de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica E vs P meta

La figura 5.15 muestra la línea de tendencia en la cual se identificaron consumos bajos y altos niveles de producción. Los consumos que están por debajo de la línea de base son los utilizados

para establecer el consumo meta.

El objetivo después de obtener la línea meta es establecer medidas que permitan a las variables de consumo y producción tener un comportamiento que siga la ecuación de tendencia obtenida; de esta manera se puede obtener producciones más eficientes con acciones como mejorar la cultura de ahorro y optimización de procesos.

De la línea meta se puede observar que la nueva correlación es 0,97, por lo tanto las variables mantienen muy estrecha su relación, lo que es indicio de que esta nueva ecuación describe de manera adecuada el comportamiento de las variables.

En cuanto a la energía no asociada a la producción, en la línea meta se observa una reducción de **19,4 %** de este consumo, esto representa un ahorro de **\$39.872** al día equivalente a **142,45 kWh** al día, ahorros que se pueden lograr sin mayores inversiones, realizando cambios en la variabilidad operacional.

## 5.9. DIAGRAMA ÍNDICE DE CONSUMO VS PRODUCCIÓN (IC vs P)

El gráfico IC Vs P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética, estandarizar procesos productivos y para identificar el punto crítico donde el consumo no varía significativamente respecto a la producción. Valores de IC por debajo de la curva teórica indican un incremento de eficiencia del proceso.

El análisis de índice de consumo vs producción se realiza a partir del gráfico E vs P, el cual es una línea curva con asíntota en el eje X, en el valor de la pendiente  $m$  de la expresión  $E(p)$ . La expresión de la curva se obtiene de la siguiente forma:

$$E(p) = mp + Eo$$

$$IC = \frac{E}{P} = m + \frac{Eo}{P}$$

Dónde:

- E = Consumo de energía en el periodo seleccionado.
- P = Producción asociada en el periodo seleccionado.

- $m$  = Pendiente de la recta que significa la razón de cambio medio del consumo de energía respecto a la producción.
- $E_0$  = Intercepto de la línea en el eje  $y$  que significa la energía no asociada a la producción.
- $mP$  = Es la energía utilizada en el proceso de producción.

La curva muestra que el índice de consumo depende del nivel de la producción realizada; en la medida que la producción disminuye es posible que disminuya el consumo total de energía, como se aprecia de la expresión  $E(p)$ , pero el gasto energético por unidad de producto aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción respecto a la energía productiva. El incremento de la producción disminuye, por el contrario, el gasto por unidad de producto, pero hasta el valor límite de la pendiente de la ecuación  $E(p)$ .

### 5.9.1. Datos Índice de Consumo vs Producción con Gas (IC vs P)

PERÍODO	CONSUMO (kWH)	PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)	IC	Ct	ICt
jun-13	17963,14	63840	0,28137751	18100,924	0,28353578
jul-13	15117,61	54600	0,2768793	15873,16	0,29071722
ago-13	26851,03	90800	0,29571619	24600,98	0,2709359
sep-13	28162,55	95550	0,2947415	25746,205	0,26945269
oct-13	26581,7	40860	0,65055556	12560,446	0,30740201
nov-13	14344,75	25320	0,56653831	8813,752	0,34809447
dic-13	15234,71	69000	0,2207929	19345	0,28036232
ene-14	5972,1	23140	0,25808557	8288,154	0,35817433
feb-14	22693,98	78050	0,29076208	21526,955	0,2758098
mar-14	23080,41	96710	0,23865588	26025,881	0,26911262
abr-14	24778,36	22820	1,0858177	8211,002	0,35981604
may-14	7506,11	28480	0,26355723	9575,628	0,33622289
jun-14	19707,93	66565	0,29607046	18757,9215	0,28179857

Tabla 5.17: Datos Índice de Consumo vs Producción de Gas IC vs P

Para construir el gráfico, se tuvieron en cuenta las correlaciones obtenidas en los gráficos anteriores. Gracias a que se obtuvieron buenas correlaciones, se puede establecer el índice de

consumo real IC, con la relación entre consumos y producciones (E/P). También se debe calcular el consumo teórico Ct, reemplazando los valores de producción en la ecuación obtenida en el diagrama E Vs P ( $Ct = 0,2411 * P + 2709,1$  donde P es producción), y luego se calcula ICt, haciendo la relación Ct/P, una vez hecho esto se procede a graficar en un diagrama de dispersión.

### 5.9.2. Gráfico de Índice de Consumo vs Producción con Gas (IC vs P)

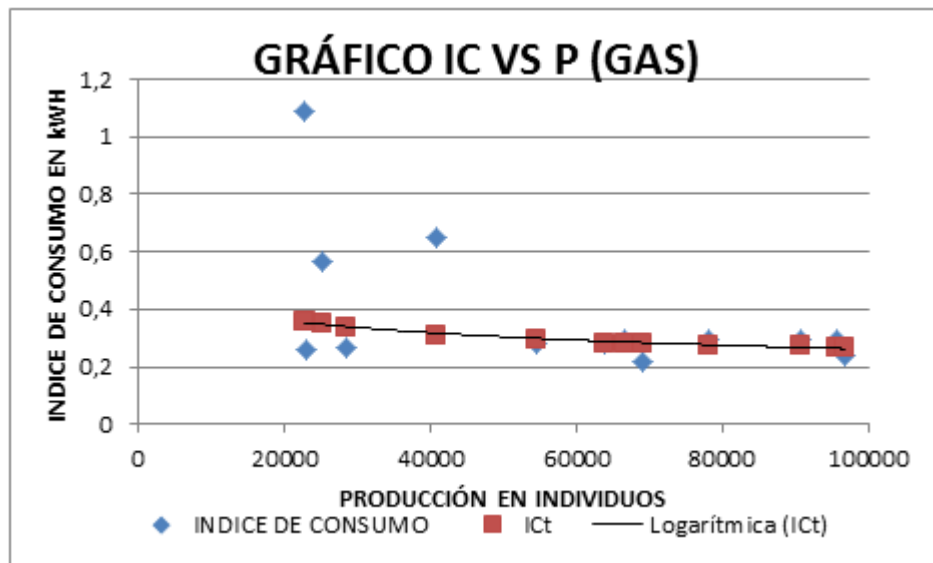


Figura 5.16: Gráfica de Índice de Consumo vs Producción de Gas IC vs P

En la figura 5.16 se observa que el índice de consumo varía entre 0,2207 y 1,08 kWh. El punto crítico se encuentra en el punto de inflexión de la curva teórica, es decir en el punto donde ella comienza su ascenso, aproximadamente se acerca a los 69.000 individuos, mientras que la producción promedio es 58.133,46 individuos. En este punto el índice de producción alcanza su menor valor y este no varía con la producción. Producciones por debajo del punto crítico son ineficientes e incrementan el índice de consumo ya que se incrementa el peso relativo de la energía no asociada a la producción en el consumo real. Entonces se tiene que entre mayor sea la producción hay menor desviación en el consumo de energía.

## 5.9.3. Datos Índice de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (IC vs P)

PERIODO	CONSUMO (kWH)	PRODUCCIÓN (INDIVIDUOS)	IC	Ct	ICt
19/05/2014	842,04	687	1,22567686	484,7936	0,70566754
20/05/2014	835,8	702	1,19059829	486,6356	0,69321311
21/05/2014	825,2	715	1,15412587	488,232	0,68284196
22/05/2014	862,4	669	1,28908819	482,5832	0,72135007
23/05/2014	837,4	572	1,46398601	470,6716	0,82285245
26/05/2014	1098	662	1,65861027	481,7236	0,72767915
27/05/2014	974,2	4973	0,19589785	1011,1144	0,20332081
28/05/2014	984	5054	0,19469727	1021,0612	0,20203031
29/05/2014	974	4978	0,19566091	1011,7284	0,20323994
30/05/2014	956	4957	0,19285858	1009,1496	0,20358071
03/06/2014	1046	4997	0,2093256	1014,0616	0,20293408
04/06/2014	1090	5065	0,21520237	1022,412	0,20185824
05/06/2014	974	4949	0,19680744	1008,1672	0,2037113
06/06/2014	952	5619	0,16942516	1090,4432	0,19406357
09/06/2014	1012	5070	0,19960552	1023,026	0,20178028
10/06/2014	1076	4947	0,21750556	1007,9216	0,20374401
11/06/2014	968	5045	0,19187314	1019,956	0,20217166
12/06/2014	990	4951	0,1999596	1008,4128	0,20367861
13/06/2014	1000	4864	0,20559211	997,7292	0,20512525
16/06/2014	1016	4970	0,20442656	1010,746	0,20336942
17/06/2014	1056	5065	0,20848963	1022,412	0,20185824
18/06/2014	1022	5048	0,20245642	1020,3244	0,20212448

Tabla 5.18: Datos Índice de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica IC vs P

Para construir el gráfico, se tuvieron en cuenta las correlaciones obtenidas en los gráficos anteriores. El índice de consumo real IC, se calcula con la relación entre consumos y producciones (E/P). También se debe calcular el consumo teórico Ct, reemplazando los valores obtenidos de producción en la ecuación obtenida en el diagrama E Vs P ( $Ct = 0,1228 * P + 400,43$  donde P es producción), y luego se calcula ICt, haciendo la relación Ct/P, una vez hecho esto se procede a graficar en un diagrama de dispersión.

#### 5.9.4. Gráfico de Índice de Consumo vs Producción con Energía Eléctrica (IC vs P)

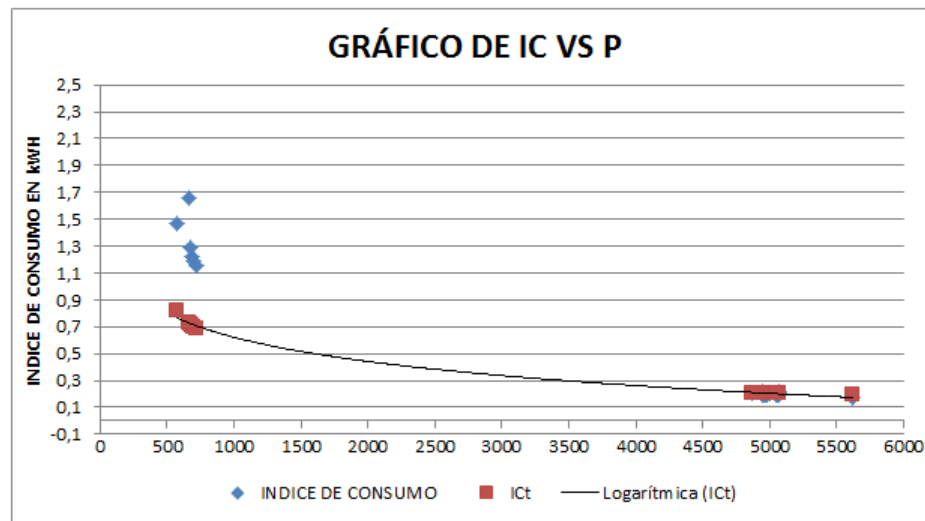


Figura 5.17: Gráfica de Índice de Consumo vs Producción de Energía Eléctrica IC vs P

De acuerdo con el resultado de la figura 5.17, índice de consumo vs producción, se aprecia que el consumo de energía, en relación con la producción en individuos depende de los días donde se tiene normalidad en comedores y combos saludables. Se observa que entre mayor sea la cantidad de de individuos hay menor desviación en el consumo de energía.

### 5.10. GRÁFICO DE TENDENCIAS O DE SUMAS ACUMULADAS (CUSUM)

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia del edificio en cuanto a la variación del consumo de energía con respecto a un periodo base dado. Para analizar esta tendencia se utiliza el gráfico de tendencia o sumas acumuladas, CUSUM.

#### 5.10.1. Gráfico de Tendencia de Gas

Para la construcción de este gráfico, se selecciona un período base de comparación. En este caso se tendrá como período base los consumos del junio del 2013 a diciembre del 2013 mes a mes y se verá la tendencia que han mostrado los consumos del mes de enero a junio del 2014.

Para los meses del año 2013 se establece la relación entre E y P según el método de mínimos cuadrados (hecho con Excel y se reemplaza en la ecuación obtenida las producciones actuales para

hallar un (Et). Este sería el consumo para el primer semestre del año 2013 si las producciones fueran las mismas del segundo semestre del año 2013.

**5.10.2. Tabla de Tendencia Consumo de Gas**

MES	Ea (kWH)	Producción (individuos)	$Et=0,1507P+12187$	Ea-Et	Suma acumulativa
nov-13	14344.75	25320	16002.724	-1657.974	-1657.974
dic-13	15234.71	69000	22585.3	-7350.59	-9008.564
ene-14	5972.1	23140	15674.198	-9702.098	-18710.662
feb-14	22693.98	78050	23949.135	-1255.155	-19965.817
mar-14	23080.41	96710	26761.197	-3680.787	-23646.604
abr-14	24778.36	22820	15625.974	9152.386	-14494.218

Tabla 5.19: Tendencia Consumo de Gas

**5.10.3. Gráfico de Tendencia Consumo de Gas**

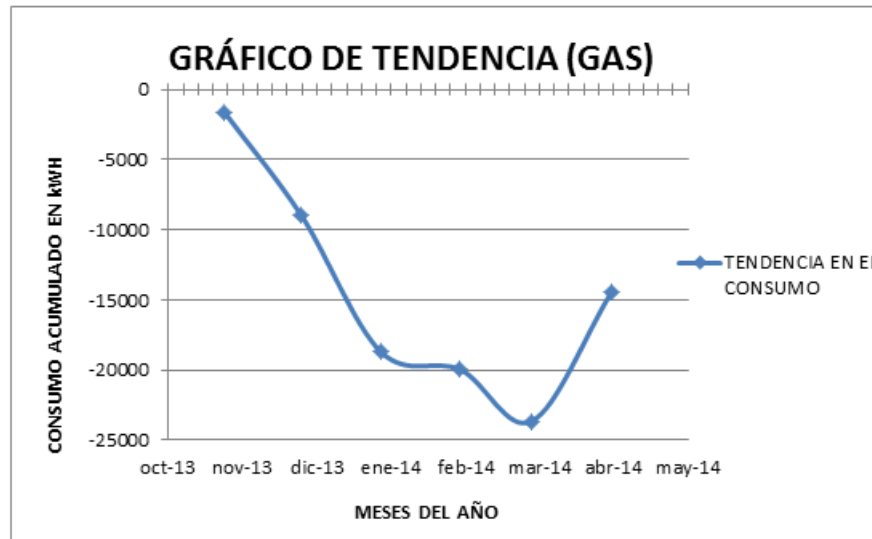


Figura 5.18: Tendencia Consumo de Gas

En la figura 5.18 se observa la tendencia de consumo de gas durante los meses de noviembre del 2013 al mes de abril del 2014 los cuales comprenden un semestre académico respecto del consumo del semestre anterior comprendido entre los meses de mayo y octubre del 2013, con

un mismo nivel de producción. Se observa un buen comportamiento en el consumo de gas, que presentó una reducción muy notoria desde el mes de noviembre del 2013 hasta el mes de diciembre del 2013, y en los meses de enero a febrero del 2014 el consumo de gas siguió bajando con un descenso mucho menor. A partir de marzo comienza un ascenso muy notorio en el consumo de este combustible, este aumento es de aproximadamente 9152,38 kWh más que en septiembre del semestre pasado que corresponde al mes de finalización de semestre.

#### 5.10.4. Tabla de Tendencia Consumo de Energía Eléctrica

Día	Ea (kWH)	Producción (individuos)	$E_t=0,0555P+708,33$	Ea-Et	Suma acumulativa
03/06/2014	1046	4997	985.6635	60.3365	60.3365
04/06/2014	1090	5065	989.4375	100.5625	160.899
05/06/2014	974	4949	982.9995	-8.9995	151.8995
06/06/2014	952	5619	1020.1845	-68.1845	83.715
09/06/2014	1012	5070	989.715	22.285	106
10/06/2014	1076	4947	982.8885	93.1115	199.1115
11/06/2014	968	5045	988.3275	-20.3275	178.784
12/06/2014	990	4951	983.1105	6.8895	185.6735
13/06/2014	1000	4864	978.282	21.718	207.3915
16/06/2014	1016	4970	984.165	31.835	239.2265

Tabla 5.20: Tendencia Consumo de Energía Eléctrica

### 5.10.5. Gráfico de Tendencia Consumo de Energía Eléctrica

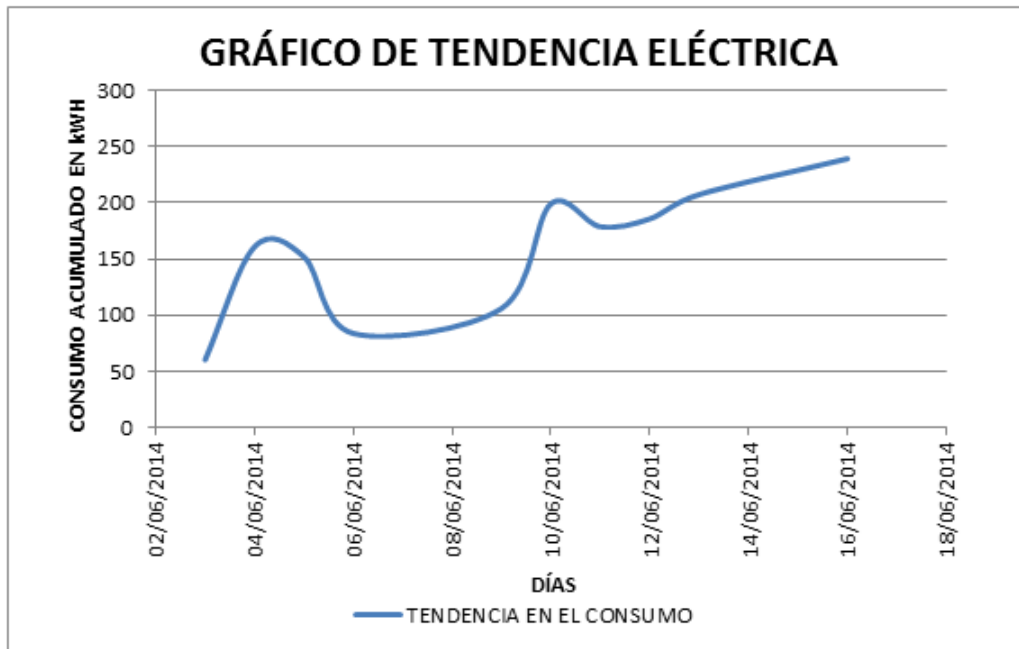


Figura 5.19: Tendencia Consumo de Energía Eléctrica

En la figura 5.15 se observa la tendencia de consumo de electricidad durante los días comprendidos entre el 3 de Junio del 2014 al día 16 Junio del 2014, los cuales comprenden un periodo académico de quince días respecto del consumo de los quince últimos días del mes anterior, comprendido entre los días 19 de mayo al 30 de mayo del 2014. Se observa un mismo nivel de producción solo por la última semana de mayo, en la cual entraba en actividad la sub-área de comedores, así como un buen comportamiento en el consumo de energía que presentó un aumento y descenso muy notorio en la primera semana de junio del 2014. En la siguiente semana el consumo eléctrico aumentó de una forma muy similar a la semana anterior, teniendo los picos más altos de consumo los días martes y miércoles de la semana. A partir del día 11 de junio comienza un ascenso muy notorio en el consumo de energía eléctrica, ya que en esta semana se está comparando de manera similar el consumo con la última semana de comparación, y el total de comparación tuvo un aumento de aproximadamente 178,89 kWh más que en las dos últimas semanas de mayo que corresponden a la inicialización del primer periodo académico del 2014.

## 5.11. REPORTE DEL SOFTWARE DE CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

Este software hace parte de las herramientas virtuales de la UPME, y tiene como objetivo identificar el comportamiento de los consumos (kWh) a través del tiempo, comparando producciones (en este caso individuos) y consumos pasados y actuales; además de identificar los potenciales globales de mejora en la eficiencia energética. Es importante resaltar que la UPME pone a disposición estas herramientas virtuales como elemento de apoyo para estimar potenciales de ahorro de energía o de consumos esperados y no como instrumento de diseño de sistemas y procesos.

### 5.11.1. Tabla de Reporte de Caracterización Energética de Gas

REPORTE DE MONITOREO CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA		
Fecha	01/07/2014	
Costo del Energético	80	
Valores datos operacionales confiables (Periodo Base)		
Periodo	MAYO 2013 a MAYO 2014	
Producción Máxima (individuos/mes)	96710	
Producción Mínima (individuos/mes)	22820	
Producción Promedio (individuos/mes)	59127,5	
Consumo de Energía Máximo kWh/mes	28163	
Consumo de Energía Mínimo kWh/mes	5972	
Consumo de Energía Promedio kWh/mes	19106	
Fiabilidad Inicial	76,92	
Capacidad Media de Eficiencia (Línea Base)	$E = 0,2411 * P + 2709,1$	
Variación de la energía por la producción % (Correlación)	$R2 = 0,8459$	
Nivel de control de uso de la Energía	Moderado	
Energía no asociada a la producción datos operacionales confiables (Periodo Base)		
Energía no asociada a la producción (kWh/mes)	2709,1	
Energía no asociada %	15,15	
Valores datos operacionales de mayor eficiencia (Línea Meta)		
Producción Máxima (individuos/mes)	96710	
Producción Mínima (individuos/mes)	23140	
Producción Promedio (individuos/mes)	56415,8	
Consumo de Energía Máximo kWh/mes	23080	
Consumo de Energía Mínimo kWh/mes	5972	
Consumo de Energía Promedio kWh/mes	13382,1	
Capacidad Media de Eficiencia (Línea Meta)	$E = 0,225 * P + 1147$	
Variación de la energía por la producción % (Correlación)	0,9732	
Energía no asociada a la producción datos operacionales de mayor eficiencia (Línea Meta)		
Energía no asociada a la producción (kWh/mes)	1147	
Energía no asociada %	8,57	
Potenciales de ahorro de energía alcanzables por reducción de variabilidad operacional		
	ahorro (kWh)	ahorro \$
Hora	2,169	173,56
Diario	52,07	4165,6
Mensual	1562,1	124968
Anual	18745,2	1499616

Tabla 5.21: Reporte de Caracterización Energética de Gas  
Fuente: software de caracterización energética

De acuerdo con el resultado del software de caracterización energética presentado en la tabla 5.21, se tiene una producción máxima 96.710 individuos atendidos en el mes de septiembre del 2013, un valor mínimo de individuos atendidos de 22.820 en el mes de abril del 2014, y un valor promedio de 59.127,5 individuos. Respecto al consumo en kWh, el consumo máximo fue de 28.163 en el mes de septiembre del 2013, un valor mínimo de 5.972 en el mes de enero del 2014 y el un valor promedio de consumo de 19.106. El consumo del mes de enero es muy coherente ya que en ese mismo mes se estuvo en vacaciones de estudiantes y personal administrativo.

La ecuación de comportamiento de producción y consumo arrojada por el software, proporciona un valor de energía no asociada a la producción de 2.709,1 kWh, siendo esta el 15,15 % del consumo total de gas.

Llevando a cabo buenas prácticas para generar ahorro de gas, se puede llegar a un consumo máximo de 23.080 kWh, un consumo mínimo de 5972 kWh y un consumo promedio de 13.382 kWh, asumiendo una producción máxima de 96.710 individuos, una producción mínima de 23.140 individuos y una producción promedio de 56.415 individuos. De esta manera se obtendrá un valor de consumo de energía no asociada a la producción de 1.147 kWh, por lo tanto el ahorro de gas será de 6,58 % equivalentes a \$124.968 mensuales.

## 5.11.2. Tabla de Reporte de Caracterización Energética de Energía Eléctrica

REPORTE DE MONITOREO CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA		
Fecha	01/07/2014	
Costo del Energético	280	
Valores datos operacionales confiables (Periodo Base)		
Periodo	17/05/2014 a 17/06/2014	
Producción Máxima (individuos/día)	5619	
Producción Mínima (individuos/día)	1	
Producción Promedio (individuos/día)	2630	
Consumo de Energía Máximo kWh/día	1090	
Consumo de Energía Mínimo kWh/día	108	
Consumo de Energía Promedio kWh/día	723,47	
Fiabilidad Inicial	96,97	
Capacidad Media de Eficiencia (Línea Base)	$E = 0,12 * P + 400,38$	
Variación de la energía por la producción % (Correlación)	$R2 = 0,74$	
Nivel de control de uso de la Energía	Fuerte	
Energía no asociada a la producción datos operacionales confiables (Periodo Base)		
Energía no asociada a la producción (kWh/día)	400,38	
Energía no asociada %	55,34	
Valores datos operacionales de mayor eficiencia (Línea Meta)		
Producción Máxima (individuos/día)	5619	
Producción Mínima (individuos/día)	1	
Producción Promedio (individuos/día)	2293	
Consumo de Energía Máximo kWh/día	1012	
Consumo de Energía Mínimo kWh/día	108	
Consumo de Energía Promedio kWh/día	582,15	
Capacidad Media de Eficiencia	$E = 0,1414 * P + 257,98$	
Variación de la energía por la producción %	0,97	
Energía no asociada a la producción datos operacionales de mayor eficiencia (Línea Meta)		
Energía no asociada a la producción (kWh/día)	257,98	
Energía no asociada %	35,65	
Potenciales de ahorro de energía alcanzables por reducción de variabilidad operacional		
	ahorro (kWh)	ahorro \$
Hora	5,9	1652
Diario	142,4	39872
Mensual	4556,6	1275848
Anual	54681,6	15310848

Tabla 5.22: Reporte de Caracterización Energética de Energía Eléctrica  
Fuente: software de caracterización energética

De acuerdo con el resultado del software de caracterización energética presentado en la tabla 5.22, se tiene una producción máxima 5.619 individuos atendidos, un valor mínimo de individuos atendidos de 1 en los fines de semana, y un valor promedio de 2630 individuos. Respecto al consumo en kWh, el consumo máximo fue de 1.090, un valor mínimo de 108, y un valor promedio de consumo de 723.47. La ecuación de comportamiento de producción y consumo arrojado por el software, proporciona un valor de energía no asociada a la producción de 400,38 kWh, siendo esta el 54,48% del consumo total de energía eléctrica.

Llevando a cabo buenas prácticas para generar ahorro de energía eléctrica, se puede llegar a un consumo máximo en kWh de 1.012, un consumo mínimo de 108 y un consumo promedio de

582,15, asumiendo una producción máxima de 5.619 individuos, una producción mínima de 1 individuo y una producción promedio de 2.293 individuos. De esta manera se obtendrá un valor de consumo de energía no asociada a la producción de 142,4 kWh, por lo tanto el ahorro de energía eléctrica será de 19,4% equivalentes a \$39.872 diarios.

## 5.12. COSTO POR CONSUMO DE ENERGÍA

El costo de la energía eléctrica y de gas se tomo de un promedio del valor del kWh de un año atrás a la realización de este proyecto, tomando el costo de la energía eléctrica del valor de la factura total que paga la UIS a VATIA y que comprenden varios edificios, se determino un promedio de \$280 por kWh. El costo del kWh de gas se estableció en \$80, tomado de la factura de GASORIENTE, teniendo presente la conversión de  $m^3$  a kWh de gas natural, esto es  $1 m^3=11,7 kWh$ .

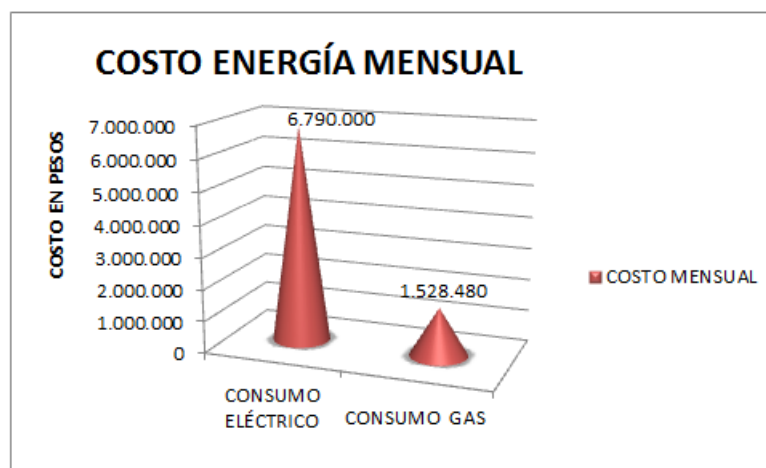


Figura 5.20: Costo de la Energía Mensual  
Fuente: Autores

La meta de consumo mínima a bajar es del 5%, tanto de consumo eléctrico como de gas, pero se recomiendan estrategias que puedan bajar aún más este consumo, y así lograr un gran ahorro en pesos que beneficiarán a toda la comunidad UIS.

# Capítulo 6

## RECOMENDACIONES PARA HACER USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS

### 6.1. PLANEACIÓN

- La división de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander actualmente enfoca su plan de trabajo a reducir las fallas de los equipos para garantizar la mayor disponibilidad de éstos (mantenimiento preventivo y correctivo) registrando sus trabajos y archivándolos, y de esta manera aumentar el valor de su vida útil. En el caso de la caldera, el mantenimiento lo hace una empresa contratista, que da un reporte y deja documentado su trabajo en los archivos de la División de Mantenimiento Tecnológico de la UIS. Para lograr un uso racional y eficiente de la energía eléctrica y de gas se recomienda hacer un plan de mantenimiento paralelo al actual, encaminado a la eficiencia energética y no a la reducción de fallas.
- Actualmente la programación de atención a individuos se realiza sin tener en cuenta los costos del kWh tanto de energía eléctrica como de consumo de gas; por lo tanto se recomienda instalar un medidor de consumo de energía eléctrica en el edificio de B.U, para determinar un presupuesto de consumo de energía y tener un mayor control de costos. Así se verán identificadas las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.

## 6.2. ADMINISTRACIÓN

- La implementación de un programa de incentivos para empleados que aporten al uso racional y eficiente de la energía, resaltando su labor ante todos y que a su vez estos difundan esta cultura en forma de cadena informativa a las personas atendidas en el edificio de B.U. para que se pueda lograr una cultura de ahorro en los individuos involucrados con el edificio.
- El edificio Bienestar Universitario no tiene definidas responsabilidades en autoridades del edificio para que compongan una estructura para atender el uso racional y eficiente de energía, por tanto se recomienda elegir personal para que esté al tanto de esto y así se asegure un ahorro de energía.
- Las energía alternativas son una opción importante para generar ahorro en consumo de energía eléctrica, se recomienda instalar paneles solares aprovechando la gran superficie con la que cuenta el edificio, sin obstáculos que impidan los rayos del sol durante 12 horas de luz diurna, mostrada en la gráfica 6.1 y el nivel de radiación de la ciudad de Bucaramanga, para alimentar circuitos de iluminación que es la tercera causa con un 14 % de consumo en el edificio.

A groso modo un panel solar puede captar  $0,130 \text{ kW}/\text{m}^2$  en horas de máxima incidencia de luz solar, y asumiendo que a lo largo del día la incidencia de luz solar que impactará en el panel es de unas 8 horas, la energía que se captaría sería de 1,04 kWh por cada metro cuadrado.

Si se suplieran 120 kWh equivalentes a \$806.400 mensuales de energía con paneles solares, que sería el 81 % del consumo en iluminación diaria del edificio, se necesitarían  $155,3 \text{ m}^2$  de paneles solares de los  $320 \text{ m}^2$  del área total.

El panel que se seleccionaría tendría  $2 \text{ m}^2$ , por lo que se necesitarían 77 paneles solares instalados en el techo de B.U. La energía pagada por iluminación bajaría de \$987.840 mensuales a \$181.440 mensuales.

El costo de cada panel solar de 130W está en alrededor de 1 millón de pesos con las dimensiones dadas, entonces por los 77 paneles que se necesitan serian 77 millones de pesos sin regulador, sin baterías (se dejará directo en horas de radiación), sin inversor, sin nivelador de carga y sin instalación, entonces la inversión total estaría alrededor de los 100 millones de pesos.

Cabe aclarar que los paneles solares tienen una vida útil de 25 años, y con el ahorro que se haría, se liquidaría la inversión en 10 años aproximadamente. Esto quiere decir que B.U se estaría ahorrando un 55 % de la energía lumínica durante 15 años. Desde el punto de vista medio ambiental, se estaría evitando la emisión de 75 toneladas de  $CO_2$  al año, esto es un valioso aporte que se haría al medio ambiente, creando huella en la mitigación de  $CO_2$  en el planeta.



Figura 6.1: Techo de Bienestar Universitario  
Fuente: Autores

### 6.3. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN/CONGELACIÓN

- Se recomienda limpiar las bobinas que disipan el calor a las neveras y enfriadores, puesto que se encuentran cubiertas de polvo y así no funcionan debidamente, lo que ocasiona que los refrigeradores deban trabajar más y durante más tiempo. La gráfica 6.2 muestra un ejemplo.



Figura 6.2: Bobinas expuestas al polvo en Bienestar Universitario  
Fuente: Autores

- Los refrigeradores con más de 10 años de antigüedad, están consumiendo el 40% más de energía que los enfriadores y neveras nuevas de última tecnología, estos equipos están propensos a tener fugas de gases que dañan el medio ambiente, por eso se recomienda hacer el cambio de estos para aportar al ahorro del consumo eléctrico. Las gráficas 6.3 y 6.4 muestran el estado de los cuartos fríos en cuanto a su aislamiento térmico por su vejez tomadas con la cámara termográfica mostrada en el apéndice A. Se observa una pérdida de aislamiento en los perfiles y sus esquinas, el cual están incrementando la temperatura de los cuartos fríos.

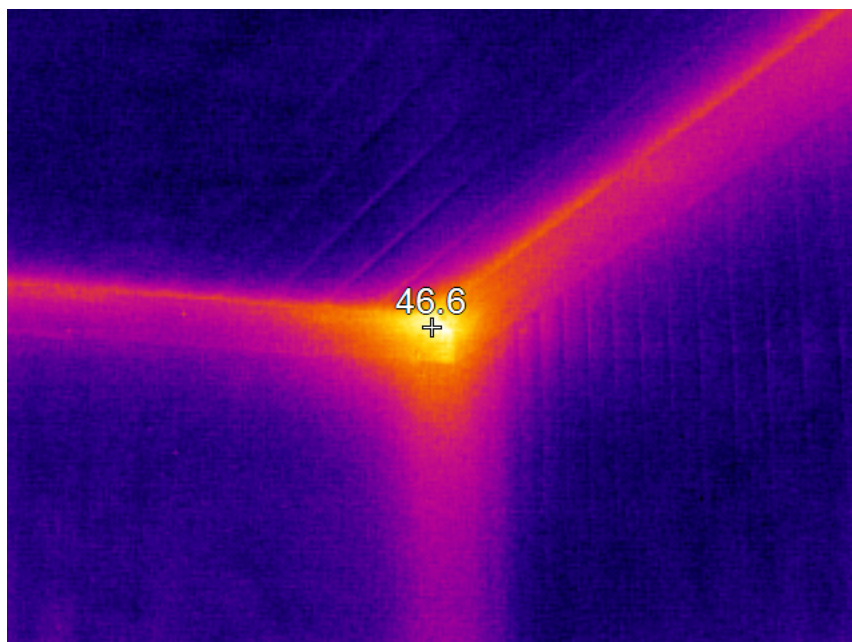


Figura 6.3: Cuarto Frío 1  
Fuente: Autores

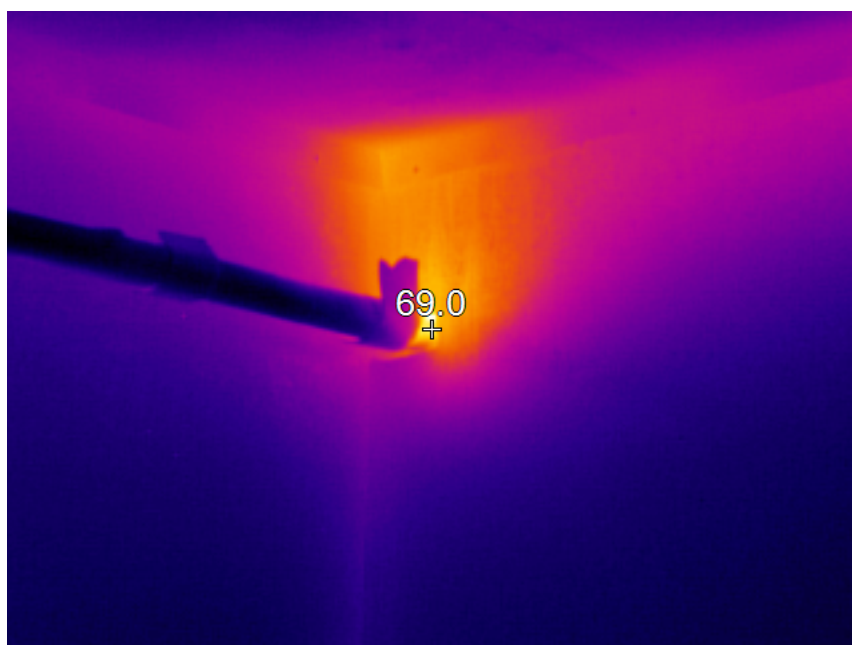


Figura 6.4: Cuarto Frío 2  
Fuente: Autores

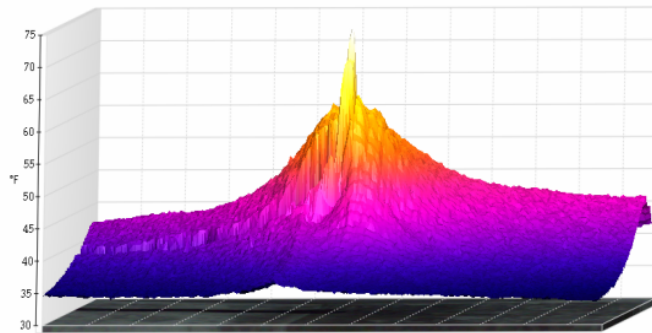


Figura 6.5: Imagen 3D Cuarto Frío 2  
Fuente: Autores

La gráfica 6.5 muestra un punto de elevación de 20.05°C en la temperatura promedio del cuarto frío en eses punto, siendo un incremento de gran impacto en el enfriamiento del cuarto frío, forzando a la unidad de refrigeración a requerir de más potencia para establecer la temperatura fijada.

- Se recomienda mover y retirar los enfriadores expuestos a los rayos del sol, a un lugar retirado de las estufas y hornos ya que esta temperatura externa incrementa el trabajo de estos porque penetrará el aire caliente en ellos al abrir las puertas y afectan su aislamiento. En la gráfica 6.6 se muestra como inciden los rayos solares en un refrigerador.



Figura 6.6: Refrigeradores expuestos a rayos Solares  
Fuente: Autores

- Entre menos veces se abra la puerta del refrigerador, se consumirá menos energía, esto porque al abrir se desestabiliza la temperatura dentro del refrigerador y los cuartos fríos, y se obliga a trabajar más al motor para volver a optimizar la temperatura y se deterioran los aislantes térmicos de las puertas como se observa en la gráfica 6.7. Entonces la puerta cerrada es ahorro de energía seguro.



Figura 6.7: Deterioro del Aislante de las puertas de los cuartos Fríos  
Fuente: Autores



Figura 6.8: Congelador 1 abierto en Uso  
Fuente: Autores



Figura 6.9: Congelador 2 abierto en Uso  
Fuente: Autores

- Entre más lleno estén los refrigeradores/congeladores, menos consumo de energía, esto debido a que cuanto más lleno este el refrigerador/congelador, mejor se conservará el frío, ya que esto colaborará para mantener fuera el aire caliente que ingresa al abrir la puerta. Esta medida puede reducir más el consumo de un enfriador/congelador . También es importante cubrir los alimentos en los cuartos fríos y refrigeradores para conservar el frío y se tendrá un menor consumo de energía. La gráfica 6.10 muestra el llenado de los cuartos fríos.



Figura 6.10: Llenado de Cuartos Fríos  
Fuente: Autores

- Al igual que para todos los equipos que se compren para B.U, la elección más inteligente para escoger los refrigeradores/congeladores es comprar equipos eficientes en términos de consumo energético pensando luego en su tamaño, funcionalidad, diseño y por supuesto en el precio.

## 6.4. AIRES ACONDICIONADOS

- Algunas unidades condensadoras del sistema de A.A, se encuentran ubicadas en el techo y paredes del edificio de B.U, por lo tanto tienen una incidencia solar alta. Se recomienda reubicarlas o adecuarles un techo para mejorarles las condiciones de operación.



Figura 6.11: Aires Acondicionados a la intemperie  
Fuente: Autores

- Se recomienda instalar aislamiento térmico en la totalidad de las tuberías del sistema de A.A, para evitar disipación de la temperatura como en el caso de los siguientes equipos mostrados en las Gráficas 6.12 y 6.13.



Figura 6.12: Deterioro del Aislante del Aire Acondicionado  
Fuente: Autores



Figura 6.13: Deterioro del Aislante del Aire Acondicionado  
Fuente: Autores

- Se encontró que en algunas oficinas y consultorios del edificio, se tienen unas unidades de A.A sobredimensionadas y subdimensionadas con respecto al espacio a enfriar, por ello se recomienda hacer un rediseño adecuado del sistema para la selección del equipo. Esta selección puede hacer que se roten las unidades de A.A ya existentes para no tener que incurrir en una nueva compra. Este cambio haría una gran diferencia en el consumo de energía eléctrica ya que estos equipos permanecen en funcionamiento 8 horas al día en promedio.
- Se recomienda implementar un programa de mantenimiento predictivo para inspeccionar fugas en el sistema de distribución, inspeccionar las líneas, uniones, accesorios, válvulas, mangueras, filtros, lubricadores y conexiones de manómetros.
- No se encontró un aprovechamiento del aire exterior (free-cooling), en los sectores administrativos y de salud incurriendo en un 27% de consumo siendo esta la segunda causa y esto traducido en pesos equivale a \$1.764.560 mensuales del cual se puede reducir aplicando estas recomendaciones. Este consumo puede bajar del 27% a un 14% si durante un día se encienden por 2 horas en la mañana y dos horas en la tarde los A.A y abrir ventanas y puertas donde sea conveniente en las horas donde no estén encendidos. El consumo bajaría de 274 kWh día a 133,65 kWh día, traduciéndose en un ahorro de dinero de \$76.720 diarios a \$37.424 diarios y mensual de \$1.764.560 a \$860.760, siendo un impacto muy grande en el ahorro total de energía eléctrica del edificio de \$903.799. El encendido del A.A se volvió una costumbre así se tenga una temperatura ambiente agradable. Se recomienda que cuando el clima natural este fresco se apaguen estos equipos, abran los ventanales y ahorren de esta manera energía eléctrica y cuando se estén encendidos estos equipos tratar de mantener la puerta y ventanas cerradas para salvaguardar el aire frío y no incurrir en un consumo mayor.

## 6.5. SISTEMA DE VAPOR

- Se recomienda hacer un programa de parte del contratista, de mantenimiento predictivo para revisar periódicamente y mantener en buen estado las trampas de vapor, uniones, accesorios, válvulas, mangueras, filtros, lubricadores y conexiones de manómetros. La gráfica 6.14 muestra unas uniones con una temperatura muy elevada asegurando que puede haber un problema en ella.

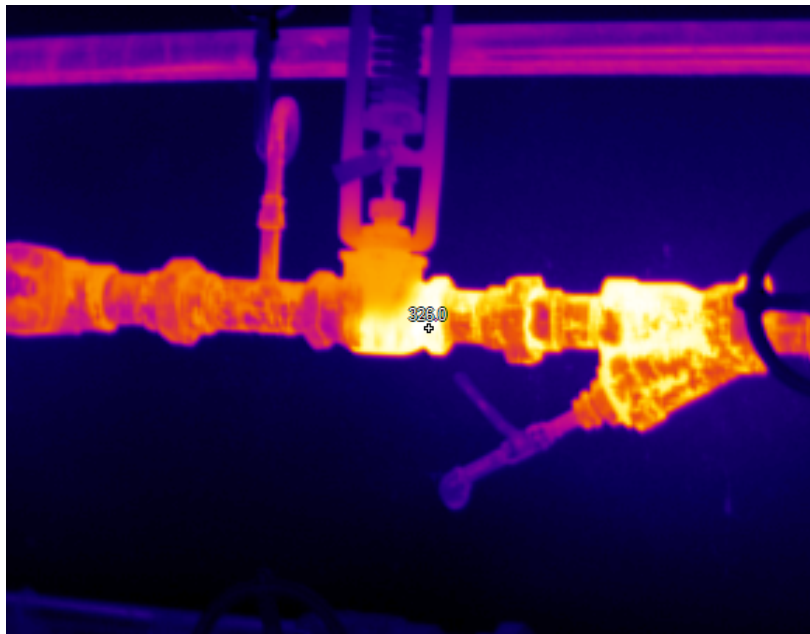


Figura 6.14: Unión de la Tubería de Vapor  
Fuente: Autores



Figura 6.15: Estado de la Tubería de Vapor  
Fuente: Autores



Figura 6.16: Estado Actual de la Caldera  
Fuente: Autores

- Existen tramos de tubería que no cuentan con aislamiento térmico, por eso se recomienda la instalación del aislamiento térmico para reducir la disipación de calor. La gráfica 6.17 muestra un deterioro del aislamiento térmico.



Figura 6.17: Aislamiento Térmico de la Tubería Deteriorado  
Fuente: Autores

- Se recomienda hacer pruebas y evaluar la presión de vapor requerida en las marmitas, y considerar la reducción de la misma para posteriormente sortear la presión de la salida en la caldera.



Figura 6.18: Marmitas  
Fuente: Autores

- Actualmente las tuberías de vapor del edificio que distribuye a las 4 marmitas, no cuentan con un sistema que permita direccionar el flujo de vapor solo a las marmitas activas, por lo tanto se recomienda instalar un distribuidor a la salida de la caldera con sistema de válvula para lograr selectividad en la distribución de vapor y evitar pérdidas en marmitas no activas.

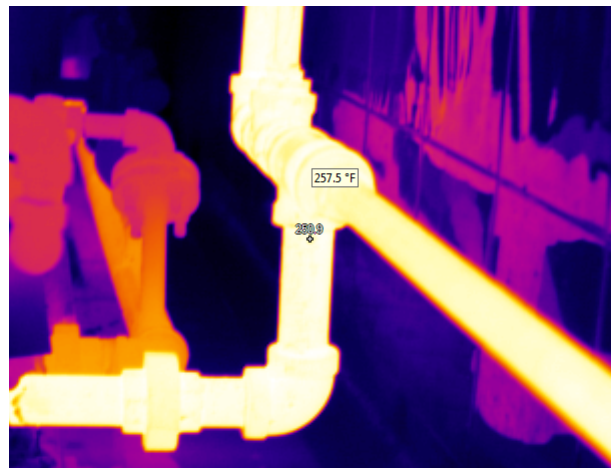


Figura 6.19: Distribución de Vapor a las Marmitas  
Fuente: Autores

- Se recomienda hacer una revisión en el sistema de distribución de vapor para verificar si presenta fugas en puntos como tuberías, válvulas y trampas de vapor; si existen las fugas, corregirlas para evitar caídas de presión y por ende un consumo no asociado a la producción.

## **6.6. EQUIPOS DE CÓMPUTO**

- El personal administrativo que utilizan los equipos de cómputo no tienen cultura de ahorro, por lo tanto se recomienda realizar capacitaciones encaminadas a que el personal haga uso adecuado de los sistemas de cómputo y los apaguen cuando no estén funcionando.
- Se recomienda instalar sistemas ahorradores de energía en los sistemas de cómputo.

## **6.7. MOTORES**

- Se recomienda implementar un plan de mantenimiento predictivo que revise:
  - Alimentación del motor con la carga impulsada.
  - Cambiar los motores que se encuentren sobredimensionados.
  - Verificar la eficiencia de los motores rebobinados y evaluar su reposición.
  - Evitar trabajo en vacío de motores.
  - Evaluar la sustitución de los motores de alto uso por motores de alta eficiencia.
- Los motores a evaluar son aquellos que cuentan con un número alto de horas de operación o que presentan un consumo de energía eléctrica elevado detallado en la tabla 6.1.

MOTORES	NÚMERO DE MOTORES	HORAS DE USO	POTENCIA INSTALADA [Kw]	CONSUMO TOTAL [kWh]	FASES
LAVAPLATOS ELECTRICO	1	6	1,3	7.8	3
EXTRACTOR	2	9	5	90	3
MONTACARGA	1	6	6,6	39,6	3
PELADORA DE PAPAS	1	4	0.77	3.08	2
PICADORA	1	4	1.3	5.2	1
MOTOR BOMBA DE AGUA CALDERA	1	8	2.238	16.1136	3
MOTOR VENTILADOR CALDERA	1	12	1.791	19.3428	3

Tabla 6.1: Motores de Mayor Consumo y Mayor Tiempo de Operación

Fuente: Autores

Para efectuar el análisis de parámetros eléctrico y eficiente de los motores se debe utilizar un equipo de análisis y diagnostico de maquinas rotativas, el cual registra variables eléctricas en función de la carga del motor. Se debe tener en cuenta que los motores de inducción operan a una mayor eficiencia cuando trabajan cerca de su potencia nominal, sobrecargarlos no solo representa mayores pérdidas sino el deterioro acelerado de su aislamiento y si no toman precauciones el motor puede fallar. Las graficas 6.20 y 6.21 muestran el motor del ventilador de caldera y el motor de la bomba de agua de la caldera en pleno funcionamiento a una temperatura normal de operación. La medida se tomo en °F.

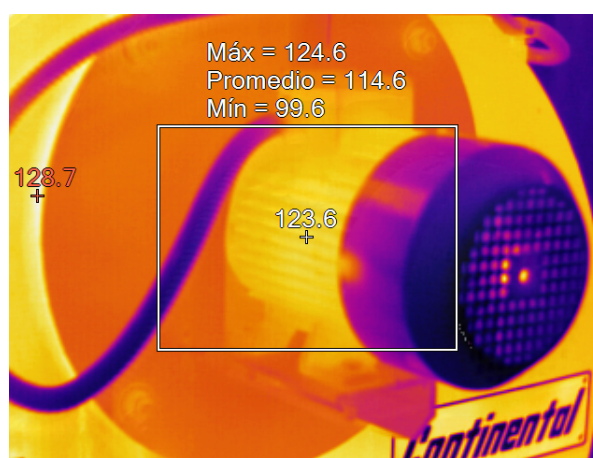


Figura 6.20: Motor del Ventilador de la Caldera

Fuente: Autores

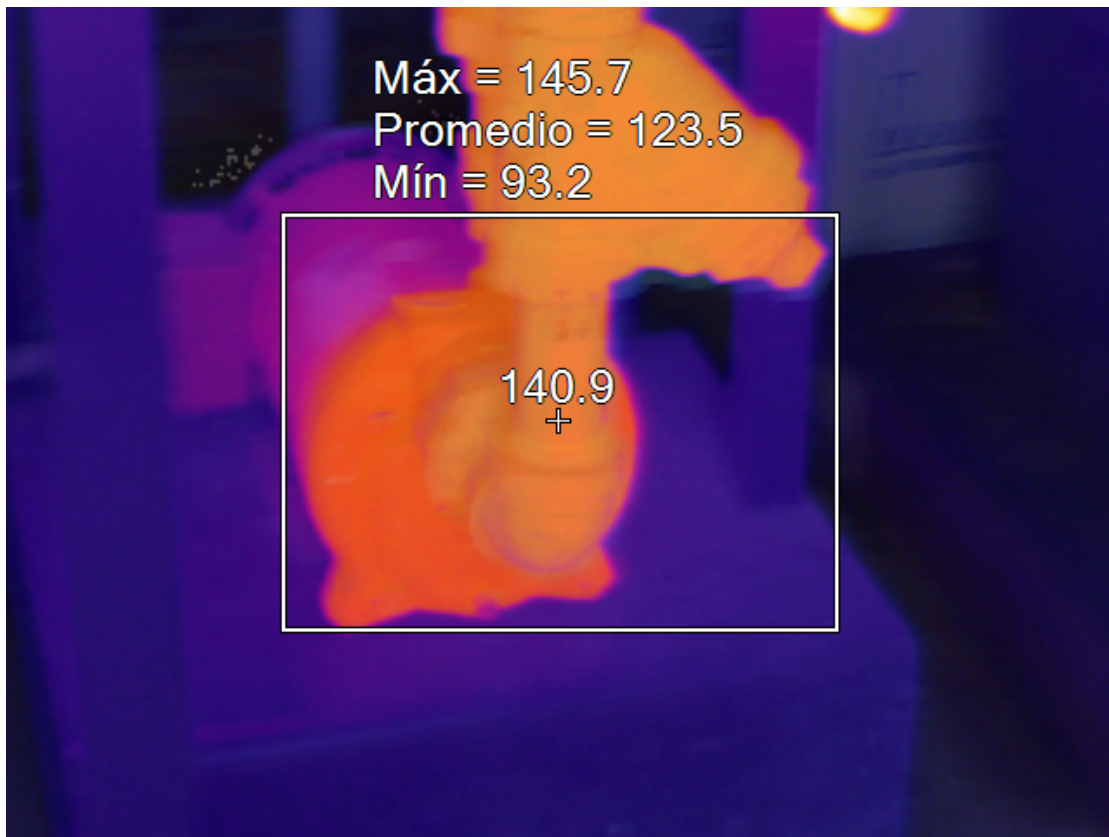


Figura 6.21: Motor de la Bomba de Agua de la Caldera en Funcionamiento  
Fuente: Autores

El área de motores está consumiendo 130,68 kWh día que equivale a un 13% del total del consumo eléctrico del edificio, esto es en dinero \$36.590 diarios, y mensuales \$841.579. Este consumo se puede reducir aplicando el análisis dicho anteriormente.

## 6.8. ILUMINACIÓN

Se recomienda aprovechar la luz natural para evitar el encendido de lámparas en horas diurnas, pues se encontró que en los pasillos de la sub-área de salud, en cafetería como lo muestra la gráfica 6.22, consultorio médicos y oficinas administrativas que cuentan con ventanales amplios, se encuentran encendidas un total de 50 lámparas de distinto consumo diariamente, estas se muestra en la tabla 6.2



Figura 6.22: Iluminación de Cafetería en Horas Diurnas  
Fuente: Autores

Zona	Total Lámparas	Descripción	Horas diurnas encendidas	Consumo estimado en Wh día
Zona Cafetería	11	FLUOR CON ALETA F96T8 SPX50 GENERAL ELECTRIC	10	8976
Zona Pasillo Salud	11	PHILIPS MASTER F2X28W/840	10	5236
Consultorio Médicos	8	SILVANIA F2X32W T8 TAPADA	6	1740.8
Zona Administrativa	20	SILVANIA F2X32W T8 TAPADA	9	11810.75

Tabla 6.2: Lámparas de Consumo Diurno  
Fuente: Autores

La potencia total consumida es de 27,76 kWh día lo que representa un costo aproximado de \$186.547 mensual; Esto acarrea un ahorro de 1,8% del consumo total eléctrico si se logra establecer y con la ayuda de la campaña propuesta en este proyecto se espera que en un semestre se pueda bajar este consumo. Para mantener la privacidad de los consultorios médicos y que se aproveche la luz natural diurna, se recomienda cambiar los polarizados 100% por un papel claro translúcido que permita la claridad del recinto y además guarde la privacidad que se requiere en ellos.

Actualmente en B.U, se han reemplazado algunas lámparas de baja eficiencia por lámparas de alta eficiencia, se recomienda cambiar la totalidad de las lámparas de baja eficiencia de todo el edificio.





### 6.8.1. Conceptos de Iluminación

Las siguientes características de las luminarias que se van a evaluar deben contemplar los siguientes parámetros técnicos:

- Vida útil (horas)
- Eficacia luminosa (lm/W)
- Potencia (W)

De acuerdo con las políticas URE los tubos fluorescentes comercializados para uso en Colombia, deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la tabla 6.4.

Tipo	Potencia (W)	Eficacia luminosa (lm/W)	Tipo	Potencia (W)	Eficacia luminosa (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

Tabla 6.4: Descripción Lámparas T8 y T5

Fuente: RETILAP

Los tubos T8 cuentan con tecnología estándar y trifósforo, la cual logra un alto rendimiento en color, tiene un periodo más largo de vida útil y alta eficiencia energética, lo que quiere decir que producen luz de gran calidad con bajo costo para el usuario y el medio ambiente.

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo discontinuadas y reemplazadas por lámparas tipo ECO y tubo fluorescente T8 y T5, que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio, las lámparas T12 que se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la tabla 6.5

Tipo	Potencia	Eficacia luminosa (lm/W)
T12 (38 mm de diámetro)	14 a 20	55
	39 a 40	70

Tabla 6.5: Descripción Lámparas T12

Fuente: RETILAP

Se puede evidenciar un ahorro solamente cambiando las luminarias fluorescentes T12 por luminarias ECO y T8, de esta forma se pueden tener ahorros considerables, cabe aclarar que al edificio de B.U se le ha cambiado gran parte de esta luminaria, quedando solo 10 lámparas por sustituir. Estas lámparas representan un consumo de 435,2 W estando en las siguientes zonas mostradas en la tabla 6.6.

Zona	Número de lámparas	Potencia (W)	Horas encendidas	Consumo estimado en Wh día
Archivo de historias 104	1	54.4	12	652.8
Templo	4	57.8	1	57.8
Nutrición 205	1	68	8	544
Sótano comedores	2	54.4	9	489.6
ARPAUIS 307	2	200.6	8	1604.8

Tabla 6.6: Zonas con Lámparas T12 con Consumo Regular  
Fuente: Autores

La energía consumida por este tipo de lámparas mostradas en la tabla 6.6 es de 3,35 kWh lo que representa un costo de \$21.574 al mes, el cual se puede reducir en un 20 % a \$17.259 mensuales, ahorrando \$4.314 mensuales por efectuar este cambio.

### 6.8.2. Mediciones de iluminancia

En las áreas dentro de B.U se deben tomar mediciones tomando como punto de referencia la altura de trabajo, para esto se debe utilizar un luxómetro que ayude a ello. En la tabla 6.7 se muestran los niveles de iluminancia permitidos por la norma de la ESSA.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	Nivel de iluminancia[Lux]		
	Mínimo	Medio	Alto
<b>OFICINAS</b>			
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	300	500	750
Oficinas abiertas	500	750	1000
Oficinas de dibujo	500	750	1000
Salas de conferencia	300	500	750
<b>HOSPITALES CONSULTORIOS</b>			
Iluminación general	300	500	750
Iluminación local	500	750	1000
<b>SALAS</b>			
Iluminación general	50	100	150
Examen	200	300	500
Lectura	150	200	300
circulación nocturna	3	5	10
<b>FARMACIA Y LABORATORIOS</b>			
Iluminación general	300	400	750
Iluminación local	500	750	1000
<b>INDUSTRIA ALIMENTICIA</b>			
Áreas generales de trabajo	200	300	500
<b>COLEGIOS</b>			
Salones de clase			
Iluminación general	300	500	750

Tabla 6.7: Niveles de Iluminancia permitidos por la ESSA  
Fuente: Normas para el Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución ESSA

La tabla 6.7 muestra las distintas actividades que se realizan en B.U y los lúmenes sumados en cada área expuesta deben estar en el rango para poder aceptar el tipo de luminaria.

Con los resultados obtenidos, es necesario desarrollar un proyecto para calcular los niveles de iluminación interior, para la cual se deben tener en cuenta los requisitos de iluminación, la uniformidad y el índice de deslumbramiento.

## 6.9. OTROS

- El resultado de los análisis de energía consumida por individuo en Bienestar Universitario es el que se llevo a cabo en este proyecto, en el cual se sacaron los días y meses de producción normal. El promedio eléctrico es de 0,275 kWh día por individuo, y mensual es de 6,6 kWh por individuo. Estos resultados deberán bajar el consumo eléctrico a 0,25 kWh individuo día y mensual a 6 kWh por individuo. El consumo de gas promedio es de 0,3 kWh mensual por individuo atendido en el edificio y los resultados deberán bajar el consumo a 0,24 kWh por individuo.
- Los tableros de distribución de energía del edificio muestran algunos circuitos en los cuales se está llevando al limite su temperatura de operación, dando a entender que se está sobrecargando o podría estar floja la unión de sus platinas, (gráficas 6.23 y 6.24 ) poniendo en riesgo su protección y por ende el funcionamiento de su carga. Esto acarrea pérdidas por calentamiento que se pueden corregir inspeccionando los tableros de distribución de cada sub-área en el edificio. Algunos tableros se encuentran en pésimas condiciones exponiendo la seguridad de las personas que intervienen en ellos como de los equipos que protegen. Esto se puede observar en la gráficas 6.25.

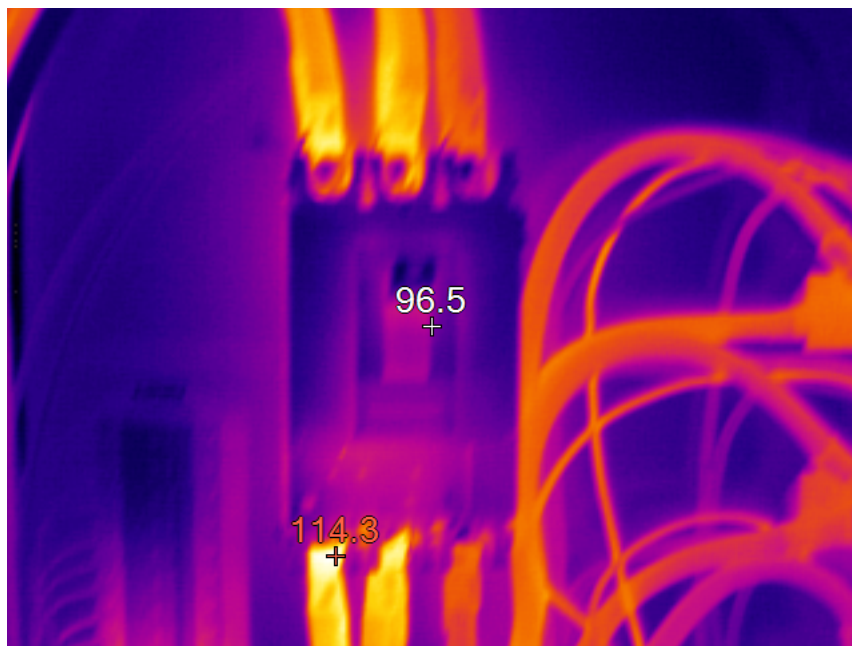


Figura 6.23: Totalizador 1 Tablero Central  
Fuente: Autores

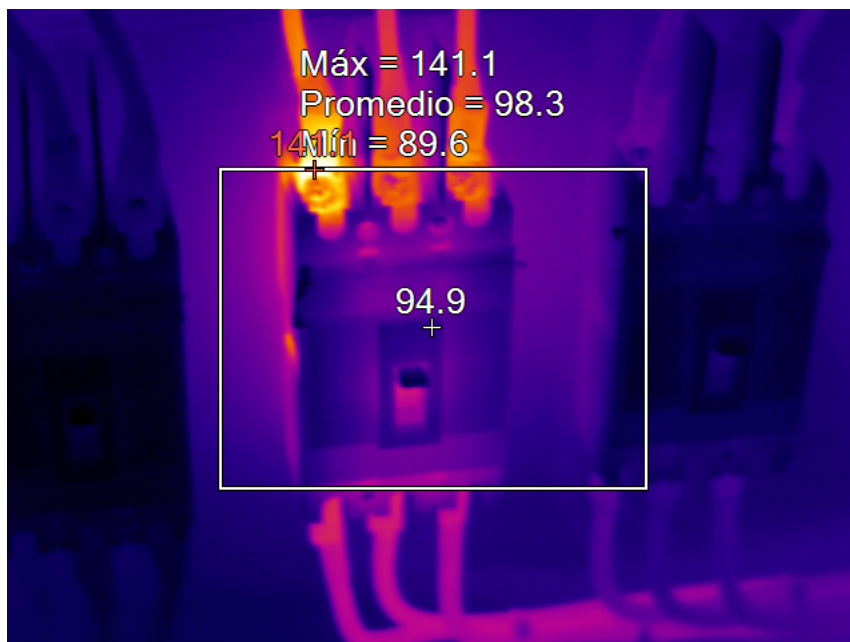


Figura 6.24: Totalizador 2 Tablero Central  
Fuente: Autores

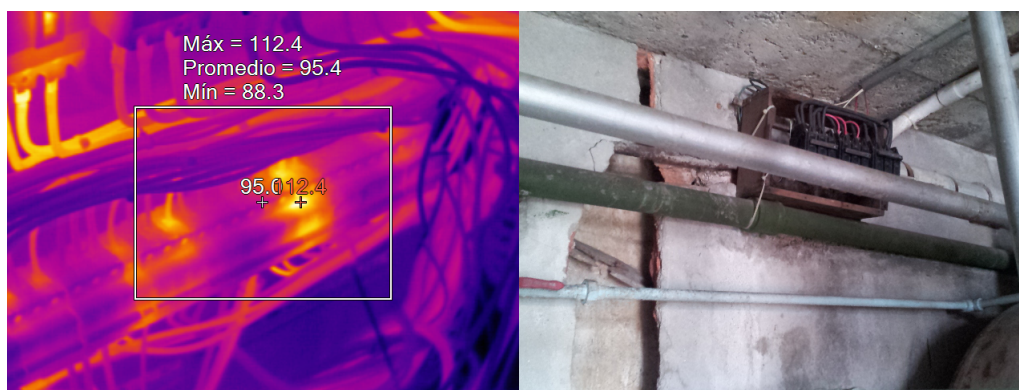


Figura 6.25: Protecciones del Tablero Central con altas Temperaturas y Tablero de la Caldera  
Fuente: Autores

# Capítulo 7

## CONCLUSIONES

- Aplicada la metodología propuesta de caracterización energética en B.U, se comprueba que es una herramienta muy útil; sin embargo, es necesario seguir profundizando para perfeccionar su trabajo en el edificio y así poder dar un detalle mucho mayor en cuanto a los ahorros energéticos del edificio.
- Todas las sub-áreas, los equipos y el personal clave se identificaron, pues fueron indispensables en el momento de iniciar la caracterización. Esto como punto de partida ya que se pudo evidenciar trabajos que se vienen desarrollando sobre iluminación y algunos equipos para mejorar la eficiencia en sus labores.
- Los análisis realizados en este proyecto permitieron detectar una falencia en cuanto a indicadores de consumo de energía eléctrica, por lo tanto para mejorar es necesario implementar un medidor de energía eléctrica en el edificio de B.U, con el objetivo de obtener datos de consumo de energía eléctrica y de esa manera poder realizar el control y monitoreo de los equipos y sub-áreas claves en el proceso que realizan.
- El diagrama de Pareto mostrado en la figura 5.2 permitió conocer las sub-áreas y equipos claves en cuanto a consumo de energía eléctrica, análisis que es de gran importancia para los jefes del edificio, la división de mantenimiento tecnológico y la división de planta física, para encaminar y priorizar proyectos de mejora.
- Se identificó que los mayores consumidores de energía eléctrica en la sub-área de refrigeración/congelación son los cuartos fríos con un consumo promedio sumado los dos de 298.734 kWh día ya que estos se encuentran trabajando las 24 horas del día, además estos cuartos fríos no se encuentran en las mejores condiciones de trabajo debido a que sus

perfiles se están calentando por falta de aislamiento y al deterioro del empaque aislante de las puertas.

- Los resultados de los gráficos 5.8 y 5.9 de control de gas y energía eléctrica se pudo observar que no ocurrieron desviaciones con respecto a los límites establecidos, de acuerdo a esto se puede considerar estables los procesos y se puede continuar empleando los mismos límites.
- En el gráfico 5.10 (E-P vs T de gas), se observó que la tendencia de algunos datos no es coherente, esto debido a que en algunos casos se presentó una reducción en la producción y en vez de seguir la misma tendencia el consumo aumentó. Es de aclarar que cada vez que se presentó esto fue cuando estaba culminando el semestre o también cuando entraba el periodo de vacaciones y por ende el mayor productor (comedores) no se encontraba operando.
- En el gráfico 5.11 (E-P vs T de energía eléctrica), se observa que la tendencia de los datos tiende a ser coherentes en los días donde se presentó una producción estable, quiere decir que no hubieron comportamientos anómalos de consumo significativos; por lo general cuando la producción era promedio durante la semana el consumo era igual y viceversa. Se presenta poca variación en el consumo con la producción, esto se da porque la producción es muy variable en cuanto a minutos establecidas.
- Según la gráfica 5.14 (E vs P meta de gas), se podrían obtener ahorros de \$124.968 mensuales equivalentes a 1562,1 kWh al mes, ahorros que se pueden lograr sin mayores inversiones, solo realizando algunos cambios en la operación de la producción.
- Los ahorros que se podrían obtener según la gráfica 5.15 (E vs P meta de energía eléctrica) son aproximadamente \$39.872 diarios equivalentes a 142,45 kWh al día. Ahorros que se pueden alcanzar sin mayores inversiones y haciendo uso adecuado de los equipos tales como refrigeradores/congeladores, aires acondicionados y la iluminación, también generando cultura energética en los empleados que allí laboran.
- En el gráfico 5.18 de tendencias de consumo de gas se observa que durante el segundo semestre del 2013 comprendido entre noviembre del 2013 a abril del 2014 hubo una tendencia de reducción de consumo con respecto a los cinco primeros meses del primer

semestre comprendidos desde mayo a octubre del 2013, esto quiere decir que se está tratando inherentemente de bajar el consumo en el reciente semestre.

- El ahorro mostrado en la figura 7.1 que se genera aplicando las recomendaciones disciplinadamente pueden llegar a \$1.275.848 en el consumo eléctrico total ; en el consumo de gas total puede llegar a ser de \$124.198.

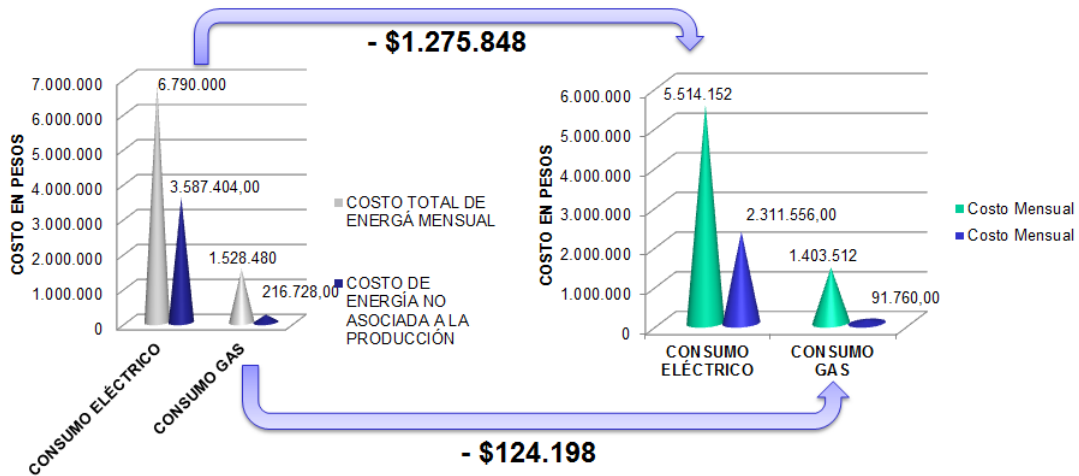


Figura 7.1: Costo por Consumo de Energía

- El consumo eléctrico por individuo mostrado en la figura 7.2, actualmente es 6,6 kWh y la meta planteada es 6 kWh; generando un ahorro de 0,6 kWh por individuo. El consumo de gas por individuo mostrado en la misma figura, actualmente es 0,3 kWh y la meta planteada es 0,24 kWh por individuo.

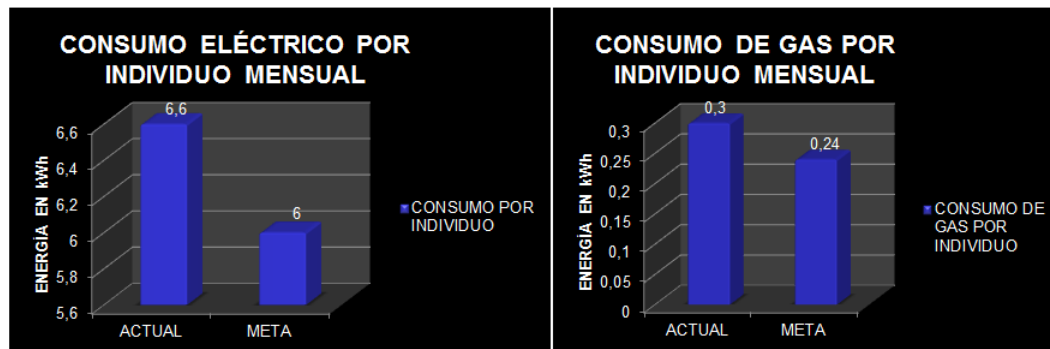


Figura 7.2: Consumo por Individuo Mensual

- Los ahorros sin inversión se presentan en la tabla 7.1, se pueden lograr sin ningun esfuerzo llegando a un ahorro de \$1.047.253.

EQUIPO	CONSUMO MENSUAL [kWh]	COSTO MENSUAL	AHORRO EN CONSUMO MENSUAL [kWh]	AHORRO SIN INVERSIÓN MENSUAL
AIRES ACONDICIONADOS	6302	1.764.560	3073,95	860.706
ILUMINACIÓN	3528	987.840	666,24	186.547
				<b>1.047.253</b>

Tabla 7.1: Ahorros sin inversión en Bienestar Universitario

- Los ahorros con inversión se presentan en la tabla 7.2, se podrían lograr invirtiendo para generar un ahorro de \$811.052.

EQUIPO	CONSUMO MENSUAL [kWh]	COSTO MENSUAL	AHORRO EN CONSUMO MENSUAL [kWh]	AHORRO CON INVERSIÓN
ILUMINACIÓN	3528	987840	17	4.652
PANELES SOLARES	3528	987840	120	806.400
				<b>811.052</b>

Tabla 7.2: Ahorros con inversión en Bienestar Universitario

- La inversión total se muestra en la tabla 7.3, detalla los equipos y su costo el cual da un total de inversión de \$105.202.400; esta inversión se podría recuperar con los ahorros sin inversion y con los ahorros con inversión en un lapso de tiempo de 5 años aproximadamente.

EQUIPO	UNIDADES	COSTO	VIDA UTIL
ILUMINACIÓN	10X2	257400	3
MEDIDOR	1	1125000	10
TRAMPA DE VAPOR	1	220000	8
MANTENIMIENTO A FONDO CUARTO FRIO	2	3600000	5
PANELES SOLARES	77	100000000	25
<b>TOTAL COSTO DE EQUIPOS</b>		<b>105202400</b>	

Tabla 7.3: Inversión en Bienestar Universitario

- Queda el proyecto presto a la instalación del SGIE siendo esta la segunda etapa del MGIE, para que se pueda integrar al desarrollo natural de las actividades del edificio y mejorar la eficiencia energética de B.U.

# Bibliografía

Caracterización Energética: el primer paso hacia el uso racional de la energía, 2003. Disponible en Internet: [www. Monografías.com](http://www.Monografías.com).

Caracterización Energética en las plantas de pulpa de SMURFIT KAPPA CARTÓN en Colombia, aplicando el Sistema de Gestión Integral de la Energía, Cali 2011. <http://bdigital.uao.edu.co>

Control del Consumo Energético. Herramientas para el control de variables por proceso. Primera Edición. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. P 9, del 2001.

Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Grandes Almacenes, Colombia 2008.

La Eficiencia Energética como Herramienta de Gestión de Costos: Una Aplicación para la Identificación de Inversiones en Eficiencia Energética, su Evaluación Económica y Riesgo, 2002.

Ministerio de Minas y energía. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Publico (RE-TILAP), 2010.

Normas para Calculo y Diseño de Sistemas de Distribución, 2005.

Sistema de Gestión Integral de la Energía. Guia para la implementación. Universidad Autónoma de Occidente, Cali. Universidad del Atlántico, Barranquilla. COLCIENCIAS, Colombia.

## **Anexo A**

# **PLAN DE ENTRENAMIENTO DEL USO EFICIENTE Y RACIONAL DE LA ENERGÍA**

### **A.1. Importancia del uso racional y eficiente de la energía**

El Uso Racional y Eficiente de la Energía ha venido incrementado y ha cogido gran importancia en todas las empresas del mundo ya que hoy en día somos concientes de la importancia de generar un cambio cultural en todas las personas y en la forma como usamos nuestros recursos. Este proceso de ahorro de energía nos permite contribuir con el medio ambiente porque evitando el mal gasto de energía estamos evitando que la demanda de generación de energía aumente ya que estas en gran mayoría provienen del uso de combustibles fósiles la cual son altamente contaminantes.

El objetivo principal de este plan está orientado a generar cultura energética y a la concientización de ahorro de energía en toda la comunidad UIS, en especial las personas que laboran y se ven beneficiadas con los servicios que se prestan en el edificio Bienestar Universitario. Por medio de la educación y divulgación de información se quiere promover la concientización del uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores del edificio, este objetivo promovido por el jefe de gerencia de bienestar universitario.

La idea de este plan es logra que el personal de trabajo tome conciencia de cuanta energía usa el edificio y de cómo colectivamente se puede ayudar a reducir el consumo con solo unas cuantas medidas. Se tiene que elevar la conciencia de los trabajadores ya que ellos no tienen mucho conocimiento del tema. Es necesario darles a los trabajadores información que los ubique en su

papel de qué tan importante pueden ser para generar un cambio. Para ello es necesario brindar la siguiente información:

- Cuanta energía se está usando y cuánto cuesta.
- Cuanta energía se puede ahorrar.
- Cuanta energía se usa por sectores.

Es importante que esta información se comparta si se quiere que los trabajadores tengan un grado de compromiso en este plan de ahorro de energía y para que esta sea efectiva, además con esto se eleva la motivación de ahorro. El simple costo y el nivel de consumo, datos de la factura dados a conocer son suficientes para iniciar y aumentar la conciencia de los trabajadores.

Las reuniones que el jefe de la división de B.U debe hacer con sus subordinados, es plantearles las medidas que se deben adoptar para obtener un ahorro de energía, dirigiéndose específicamente a la radiografía que logro la caracterización energética, señalando las áreas en las cuales se puede lograr un mayor impacto energético.

El lema para el entrenamiento a los empleados será el siguiente:

## **¿SABIAS QUE?**

- Desconectar los equipos que consumen energía cuando no se estén utilizando, el foco de stand by está consumiendo energía. Los equipos no se apagan por completo, algunos pueden llegar a consumir hasta 20 W en estado pasivo.
- En el día mantener las cortinas y las persianas abiertas para aprovechar la luz natural, ya que se obtendrá un ahorro de energía y se beneficia nuestra salud, ya que la luz solar afecta menos el ojo humano. La mejor opción sería instalar Lumiductos (Lightway en inglés) ya que se estaría aprovechando más la luz natural y estaríamos contribuyendo a la creación de un edificación verde.
- Instalar lámparas ahorradoras de luz, por ningún motivo instalar bombillos incandescentes.
- Poner en las ventanas si se quiere de una mayor privacidad papel traslucido para aprovechar la luz natural.

- Pintar las paredes y los techos con tonos claros, esto hace que la iluminación se refleje y se distribuya mejor.
- Utilizar equipos de alta eficiencia o con tecnología avanzada porque muchas pérdidas de energía se dan por utilizar equipos obsoletos que necesitan de un mantenimiento constante.
- El refrigerador es un equipo de los que más consume energía, hay que situarlos lejos de las estufas y hornos, además evitar tener algún contacto con los rayos del sol. Comprobar que la puerta cierre perfectamente, sino cierra bien este consumo se puede incrementar hasta 3 veces.
- No ingresar alimentos y cosas calientes a los cuartos fríos esto genera un mayor gasto de energía.
- Utilizar el aire acondicionado a una temperatura no menor a 23 grados en invierno y 20 grados en verano además mantener el recinto totalmente aislado.
- Hacer mantenimiento periódico y limpiar los filtros de los aires acondicionados regularmente.
- Sustituir balastos magnéticos convencionales de las lámparas por balastos electrónicos, esto permitirá ahorrar hasta un 30% de energía eléctrica.

Se creó un logo para distinguir el plan de ahorro de energía, basado en el nombre del edificio de Bienestar Universitario, el cual refleja la intención de activar el interés por contribuir con el ahorro energético y así todos estar bien.

Para poder recordarle a los empleados y a la comunidad UIS que utiliza los servicios de B.U, se pondrá el logo creado en las zonas donde se es propenso consumir energía inútilmente; Este logo llevara en su parte inferior un lema de acuerdo al tipo de energía que se puede estar consumiendo en zona donde se instale.

Este plan entrenaría a las personas cada vez que lo vean a ser conscientes con la contribución al medio ambiente al ahorrar energía y de paso ahorrarle dinero a la Universidad. Este plan con un manejo constante dirigido por la jefatura, durante dos semestres venideros puede llegar a dar óptimos resultados, llevando a un BIEN-START al edificio.

Logos creados para distintas áreas:



*Utiliza el aire Acondicionado cuando lo necesite. 22 grados como mínimo. Esto genera ahorro de energía*



*Ahorra **ahora***



*Apaga la luz*



*Aprovecha la luz natural*



*Bienvenidos*



*Cierra puertas y ventanas cuando tengas el Aire acondicionado Encendido. Esto ahorra energía*



*Cuando utilices la nevera piensa que vas a sacar antes de abrirla y hazlo rapido, asi se conserva mas el frio. Estás ahorrando energía*



*Enciende el botón **AHORRAR***



*Enciende tu equipo Ahorrador*



*No metas cosas calientes en las neveras, refrigeradores y cuartos fríos. Esto genera mayor gasto de energía.*



*Si no me necesitas desconectame*

## Anexo B

# EQUIPOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO

cámara termográfica

