

**CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA  
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA  
(SGIE).**

**ADRIANA CAROLINA RODRÍGUEZ HINCAPIÉ**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES (E3T)  
BUCARAMANGA  
2016**

**CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA  
METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA  
(SGIE)**

**ADRIANA CAROLINA RODRÍGUEZ HINCAPIÉ**

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

**Director:**

**HERMANN RAÚL VARGAS TORRES**

**Doctor en Ingeniería Eléctrica**

**Codirector;**

**JAIRO BLANCO SOLANO**

**Magíster en Ingeniería Eléctrica**

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

**2016**

**A Dios por permitirme compartir con las personas que más quiero y ser el motor de mi vida.**

**A mi madre y a Carlos por su apoyo incondicional.**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3.3 ALCANCE	20
4. MARCO TEÓRICO	21
4.1 ANTECEDENTES	26
5. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.	28
5.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	28
5.1.1 Ubicación	29
5.1.2 Información general del edificio	30
5.1.3 Organigrama administrativo	35
5.1.4 Programas de mantenimiento	37
5.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA.	40

6. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA	49
6.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO.	49
6.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ÁREAS DE USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA.	51
6.2.1 Diagrama de consumo total a nivel de áreas principales	61
6.2.2 Diagrama de Pareto consumo eléctrico.	62
6.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA	63
6.4 DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA.	64
7. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	67
7.1 ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN	67
7.1.1 Gráficos de control.	69
7.1.2 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T)	72
7.1.3 Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P).	74
7.1.4 Consumo (E) vs. Personas atendidas (P) para la identificación de metas.	75
7.1.5 Diagrama índice de consumo-ocupación (IC vs O).	77
8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	80
8.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	80
8.2 ANALISIS TERMOGRÁFICO	91
8.3 CALIDAD DE LA ENERGÍA	97
9. PLAN DE MEDIDAS DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	110

9.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN	110
9.2 COMPUTADORES Y EQUIPOS DE OFICINA	113
9.3 CLIMATIZACIÓN	116
9.4 ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL POR MEDIOS NATURALES	119
9.5 CULTURA ENERGÉTICA	122
10. CONCLUSIONES	123
BIBLIOGRAFÍA	128
ANEXOS	130

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Pasos para la implementación del (SGIE)	22
Figura 2. Mapa campus central Universidad Industrial de Santander.	29
Figura 3. Vista frontal edificio Ingeniería Química.	29
Figura 4. Estructura organizacional	36
Figura 5. Informe técnico de servicio página 1	38
Figura 6. Informe técnico de servicio página 2	39
Figura 7. Ubicación subestación y puesta a tierra Ingeniería Química.	40
Figura 8. Transformador subestación edificio de Ingeniería Química	41
Figura 9. Seccionadores, interruptores y protecciones.	42
Figura 10. Planta general del edificio de Ingeniería Química	44
Figura 11. Diagrama unifilar del edificio Ingeniería Química Universidad Industrial de Santander.	48
Figura 12. Calificación de las buenas prácticas de gestión energética.	51
Figura 13. Consumo total en porcentaje por áreas	61
Figura 14. Diagrama de Pareto para las áreas de consumo.	63
Figura 15. Diagrama de producción edificio Ingeniería Química	65
Figura 16. Gráfico de control	71
Figura 17. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T)	74
Figura 18. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P)	75
Figura 19. Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Meta.	76
Figura 20. Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P)	78
Figura 21. Luxómetro Amprobe LM631A Medidor de luz digital.	82
Figura 22. Niveles de iluminancia para Laboratorios del edificio Ingeniería Química Mín 300 lux- Máx. 750 lux	89

Figura 23. Niveles de iluminancia para salones, auditorios y oficinas del edificio Ingeniería Química Mín 300 lux-Máx. 750 lux	90
Figura 24. Niveles de iluminancia para áreas Comunes primer piso del edificio Ingeniería Química Mín 50 lux-Máx. 150 lux	90
Figura 25. Niveles de iluminancia para áreas comunes segundo piso del edificio Ingeniería Química Mín 50 lux-Máx. 150 lux	91
Figura 26. Cámara termográfica fluke Ti32	92
Figura 27. Inspección termográfica área de los seccionadores	94
Figura 28. Inspección termográfica de los bornes del transformador	95
Figura 29. Inspección termográfica entrada bornes del totalizador	95
Figura 30. Inspección termográfica salida bornes del totalizador	96
Figura 31. Inspección termográfica para las protecciones del transformador	97
Figura 32. Analizador de redes Dranetz-BMI PowerVisaTM	99
Figura 33. Conexión empleada para el censado de los parámetros eléctricos	100
Figura 34. Conexión del equipo al transformador de Ingeniería Química	101
Figura 35. Diagrama de tensión de fase promedio en el transformador	102
Figura 36. Diagrama de corriente de fase promedio en el transformador	103
Figura 37. Potencia reactiva del transformador	104
Figura 38. Factor de potencia del transformador	105
Figura 39. Frecuencia del transformador	106
Figura 40. Distorsión armónica de tensión	107
Figura 41. Distorsión armónica de Corriente	109
Figura 42. Etiqueta energética	111
Figura 43. Neveras zona laboratorios.	114
Figura 44. Equipo central tipo chiller	114
Figura 45. Control equipo central	116
Figura 46. Unidad central Mc Quay	117
Figura 47. Unidades condensadores exteriores	117
Figura 48. Panel del condensador tipo chiller	118
Figura 49. Ventilacion cruzada	120

Figura 50. Protección de la fachada envolvente vegetación	121
Figura 51. Extractor eólico.	121

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE.	25
Tabla 2. Cuadro área construida edificio Ingeniería Química.	28
Tabla 3. Usuarios internos del edificio de Ingeniería Química en el mes de febrero 2016.	31
Tabla 4. Horario de número de estudiantes por salón.	32
Tabla 5. Registro de estudiantes el día martes en el horario de 6-8 AM	34
Tabla 6. Número total de usuarios por horas y días.	35
Tabla 7. Datos de placa transformador del edificio Ingeniería Química	43
Tabla 8. Datos protecciones de media tensión edificio Ingeniería Química.	43
Tabla 9. Tableros de distribución eléctrica del edificio Ingeniería Química	45
Tabla 10. Cuadro general de tableros de la Subestación de Ingeniería Química	46
Tabla 11. Calificación total promedio por área.	50
Tabla 12. Censo de carga del edificio Ingeniería Química (Aires acondicionados)	52
Tabla 13. Censo de Carga del edificio de Ingeniería Química (áreas administrativas, salones, laboratorios y áreas comunes)	54
Tabla 14. Consumo total por áreas del censo de carga	61
Tabla 15. Valor y porcentaje de consumo del edificio Ingeniería Química	62
Tabla 16. Ocupación de estudiantes y personal administrativo por días (estimado)	66
Tabla 17. Consumo y producción en el Ingeniería Química estimado	68
Tabla 18. Datos del gráfico de control	70
Tabla 19. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo.	73

Tabla 20. Datos del gráfico índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P)	77
Tabla 21. Niveles de iluminancia	81
Tabla 22. Especificación del luxómetro Amprobe LM631A	83
Tabla 23. Descripción sistema de iluminación edificio Ingeniería Química	84
Tabla 24. Datos luxómetro edificio Ingeniería Química	86
Tabla 25. Especificaciones cámara termográfica Fluke Ti32	92
Tabla 26. Rango de valoración	93
Tabla 27. Actuaciones según el nivel de urgencia.	93
Tabla 28. Niveles de temperatura de la subestación de Ingeniería Química área de seccionadores.	94
Tabla 29. Niveles de temperatura bornes del transformador	95
Tabla 30. Niveles de temperatura entrada bornes del totalizador	96
Tabla 31. Niveles de temperatura salida bornes del totalizador	96
Tabla 32. Niveles de temperatura protecciones del transformador	97
Tabla 33. Normas para la medición de calidad de energía eléctrica	98
Tabla 34. Límites de tensión según la CREG 024-2005	101
Tabla 35. Tensión Vrms (Promedio, mínimo, máximo).	102
Tabla 36. Corrientes Irms (Promedio, mínima, máxima)	103
Tabla 37. Potencia reactiva (Promedio, mínima, máxima)	104
Tabla 38. Factor de potencia (Promedio, mínimo, máximo)	105
Tabla 39. Distorsión armónica de tensión por fase del transformador	108
Tabla 40. Distorsión armónica de corriente por fase del transformador	109
Tabla 41. Ahorro energético y económico neveras	116
Tabla 42. Ahorro energético aire acondicionado	119

## RESUMEN

**TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE). \***

**AUTOR:**

**ADRIANA CAROLINA RODRÍGUEZ HINCAPIÉ\*\***

**PALABRAS CLAVES: Caracterización energética, Eficiencia energética, Uso significativo de la energía, Modelo de gestión energética.**

**DESCRIPCIÓN:**

Para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren un sistema de gestión energética que adecue la estructura organizacional y le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos. En Colombia se han desarrollado los “modelos de gestión energética” tomando como referencia los modelos internacionales, los cuales tienen en cuenta los siguientes aspectos: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de energéticos primarios, con el fin de reducir los costos energéticos en forma continua incrementando así su nivel de productividad y competitividad.

En este trabajo de grado se realizó la caracterización energética del edificio Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander (UIS) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) con el objetivo de desarrollar un conocimiento del estado energético del edificio a través de la decisión estratégica encargada de determinar el uso eficiente de la energía, identificando una serie de actividades, procedimientos realizadas en el edificio, para lograr unos resultados y así plantear metas estratégicas para eliminar el uso improductivo de la energía, alcanzar mínimos consumos, costos de energía posibles y mitigar el impacto ambiental.

---

\*Trabajo de grado

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

## **ABSTRACT**

**TITLE: CHARACTERIZATION OF CHEMICAL ENGINEERING BUILDING OF INDUSTRIAL SANTANDER UNIVERSITY OF APPLYING THE METHODOLOGY MANAGEMENT SYSTEM INTEGRAL ENERGY (SGIE).**

**AUTHORS:**

**ADRIANA CAROLINA RODRÍGUEZ HINCAPIÉ**

**KEYWORDS: Energy Characterization, Energy Efficiency, Significant use of energy, energy management model.**

**DESCRIPTION:**

To ensure the efficient and rational use of energy in production processes, companies require an energy management system that fits the organizational structure and allow him to efficiently manage their energy resources. In Colombia they have developed the "models of energy management" by reference to international models, which take into account the following aspects: diagnostic energy efficiency, monitoring of energy indicators, replacement of primary sources for energy supply, technological changes and management of negotiation and contracting of primary energy, in order to reduce energy costs and continuously increasing their productivity and competitiveness.

In this work degree about energy characterization of the building Chemical Engineering at the Industrial University of Santander (UIS) using the methodology of the system of integrated energy management (SGIE) with the aim of developing a knowledge of the energy state of the building we carried out through strategic decision which will determine the efficient use of energy, identifying a number of activities, procedures carried out in the building, to achieve results and thus raise strategic goals to eliminate unproductive use of energy, achieve minimum consumption, costs possible energy and mitigate environmental impact.

---

\*Degree Work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical Electronics and Telecommunications Engineering.  
The Director: Dr. Hermann Raúl Vargas Torres

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión integral están basados fundamentalmente en modelos de gestión regidos por normas internacionales. Así el sistema de gestión integral de energía se basa en el cumplimiento de la norma ISO 50001 la cual es una normativa estándar internacional, aplicada a todo tipo de empresas y organizaciones. El cumplimiento de esta norma representa una garantía para la competitividad de la empresa. En Colombia la regula el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC [1].

Actualmente el mayor uso energético mundial está justificado en el manejo de combustibles fósiles y estos son los responsables de causar contaminación al medio ambiente y calentamiento global. Esto crea la necesidad de desarrollar planteamientos de sostenibilidad mediante la conservación del medio ambiente y desarrollo social, y una de las principales acciones que se han propuesto es reducir el consumo energético tanto al sector empresarial como al sector gubernamental [1].

Para asegurar el uso eficiente y racional de la energía en los procesos productivos, las empresas requieren un sistema de gestión energética que adecue la estructura organizacional y le permita manejar eficientemente sus recursos energéticos. En Colombia se han desarrollado los “modelos de gestión energética” tomando como referencia los modelos internacionales, los cuales tienen en cuenta los siguientes aspectos: diagnósticos de eficiencia energética, monitoreo de indicadores energéticos, sustitución de fuentes primarias para el suministro de energía, cambios tecnológicos y gestión de negociación y contratación de energéticos primarios, con el fin de reducir los costos energéticos en forma continua incrementando así su nivel de productividad y competitividad.

La aplicación de este sistema permitirá alcanzar el mínimo consumo energético a través de un proceso de mejora continua. El objetivo estratégico es construir una

cultura energético-ambiental que permita a la vez el incremento de la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

La Universidad Industrial de Santander se acoge a estas políticas de ahorro energético y pone a disposición su planta física para que se implemente dicho sistema. Aquí se encontrarán las etapas para contribuir a la realización del modelo de gestión integral de la energía en el edificio Ingeniería Química del campus central. Se pretende obtener una caracterización energética con el fin de establecer una política de conciencia y ahorro, disminuyendo así los niveles de contaminación, la conservación de los recursos naturales, la disminución de costos, y la futura implementación de nuevas tecnologías, construyendo entre todos la cultura de eficiencia energética amigable con el medio ambiente.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según los estudios realizados se muestra que las empresas colombianas tienen una eficiencia energética baja y esta situación se mantiene a pesar de que existe un marco regulatorio y normativo que se ha creado con el fin de aumentar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental.

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

El problema centrado en la caracterización energética consistió 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 Ingeniería Química.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Mediante la implementación de la caracterización energética del edificio “INGENIERÍA QUÍMICA” se busca fomentar e incentivar la temática de eficiencia energética en la Universidad Industrial de Santander, con lo cual se dio a conocer y se analizaron los niveles de eficiencia, pérdidas energéticas, los lugares donde se producen estas últimas y los potenciales de su reducción.

En la actualidad, los estudios realizados para la implementación del Sistema Integral de Energía se desarrollaron en base a los modelos de gestión de energía usados en el mundo y estos tuvieron como resultado que se debe desarrollar una cultura organizacional para el uso racional y eficiente de la energía, esto con el fin de lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos e incrementar el nivel de competitividad empresarial, estos modelos tienen como objetivos inmediatos reducir costos e impacto ambiental.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar la Caracterización Energética del edificio INGENIERÍA QUÍMICA de la Universidad Industrial de Santander, aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Analizar los indicadores y variables de los procesos que impactan la eficiencia energética en el edificio de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander.
- Implementar las herramientas estadísticas y probabilísticas básicas para la caracterización, diagnóstico y valoración energética de las operaciones que se realizan en el edificio Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander.
- Plantear alternativas para el uso eficiente y racional de la energía eléctrica a partir de la localización de los posibles puntos de ahorro en el edificio Ingeniería Química.

#### **3.3 ALCANCE**

En este trabajo de grado se pretende realizar la caracterización energética del edificio Ingeniería Química aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía con el objetivo de desarrollar un conocimiento a través de una serie de procesos, procedimientos y actividades para lograr unos resultados positivos, eliminar el uso improductivo de la energía, alcanzar mínimos consumos, costos de energía posibles y mitigar el impacto ambiental.

#### 4. MARCO TEÓRICO

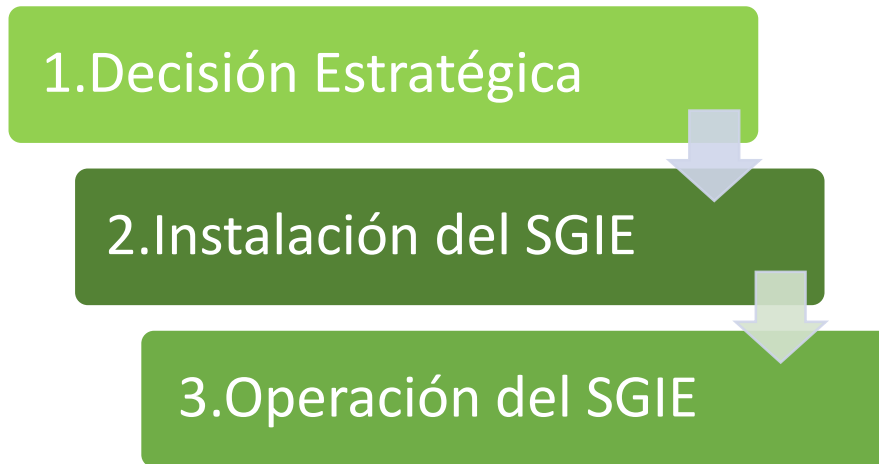
La implementación de la norma ISO-50001 está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases por efecto invernadero, de los costos de la energía y de otros impactos ambientales relacionados, a través de una gestión sistemática de la energía. [1]

Esta Norma Internacional es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales y especifica los requisitos de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) que se desarrolla por medio de un modelo de gestión integral de la energía (MGIE) que es un conjunto de procedimientos y actividades que se realizar con el fin de que se integren al modelo de gestión organizacional de la empresa y que sirven como guía para la implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

El Modelo de Gestión Integral de la Energía MGIE, permite disponer de los recursos humanos, financieros, materiales, técnicos o tecnológicos para alcanzar tanto el mínimo consumo energético como el mínimo costo de energía posible, independientemente del nivel de desarrollo en gestión energética en que se encuentre la empresa. El objetivo final es que la empresa alcance una cultura energética ambiental dando como resultado un incremento en la productividad o la competitividad y la reducción del impacto ambiental.

El MGIE está formado por tres etapas que están compuestas por un conjunto de actividades relacionadas funcionalmente entre sí, que permiten disponer integralmente todos los recursos en la empresa hacia la eficiencia, con impacto en la productividad. Este modelo implementado en forma sistemática permite obtener una guía y una ruta comprendida por todos los actores de la organización para que, en poco tiempo, con el mínimo de recursos y con el menor riesgo de inversión, se logren alcanzar los objetivos planteados y mejorarlos continuamente. Estas etapas son presentadas en la Figura 1.

Figura 1. Pasos para la implementación del (SGIE)



Fuente: (SGIE)

## **ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE).**

### **Decisión estratégica**

En esta primera etapa se determina el uso eficiente de energía identificando los impactos de productividad, planteando así metas estratégicas para el mejoramiento de las condiciones financieras técnicas y organizacionales. En esta etapa se requiere [2]:

- ✓ Caracterización energética y organizacional de la empresa.

La caracterización del comportamiento energético de un edificio existente constituye el paso previo a la realización de un análisis energético de cualquier tipo. Existen diversos objetivos para los que será necesario cuantificar el consumo energético de un determinado edificio, como por ejemplo: comparar el comportamiento energético actual del edificio frente al previsto en fase de diseño; medir el estado actual del consumo de un determinado edificio durante un proceso de auditoria energética;

comparar el comportamiento energético del edificio antes y después de la implantación de una medida de ahorro y comparar el comportamiento energético del edificio frente a otros de similares características o frente a unos valores de referencia.

La metodología necesaria para la caracterización energética de edificios con base en medidas consta de tres pasos fundamentales. En primer lugar, deberán definirse con claridad los indicadores energéticos, ya que serán los factores empleados para analizar y evaluar el comportamiento energético de los edificios. A continuación será necesario establecer un protocolo para la toma de datos y medida de los parámetros energéticos del edificio. Finalizando con el desarrollo de los procedimientos para la obtención de los indicadores energéticos a partir de los datos disponibles, siendo necesario en la mayoría de los casos realizar un desglose y un ajuste de los datos medidos.

Este trabajo de grado se entra en el cumplimiento de los objetivos requeridos en esta etapa, a continuación se citan las etapas que no hacen parte del alcance del proyecto:

- ✓ Compromiso de alta dirección.
- ✓ Alineación de estrategias.
- ✓ Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional.

### **Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).**

En esta etapa se establece la estructura organizacional apropiada para cumplir los objetivos propuestos, se involucra el personal identificando los programas y planes de acción. En esta etapa se requiere:

- ✓ Establecimiento de los indicadores de desempeño del SGIE.
- ✓ Identificación de variables de control por centro de costo.
- ✓ Definición de sistemas de monitoreo.

- ✓ Realización de diagnóstico energético.
- ✓ Realización de un plan de medidas para uso racional y eficiente de la energía.
- ✓ Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE.
- ✓ Documentación del SGIE.
- ✓ Preparación del personal.
- ✓ Realización de auditoria interna al SGIE.

### **Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)**

En esta última etapa, ya se encuentra operando el (SGIE) se cuantifican los resultados actualizando los modelos y verificando los presupuestos y potenciales.

En esta etapa se realizan las siguientes actividades:

- ✓ Seguimiento y divulgación de indicadores.
- ✓ Seguimiento y evaluación de buenas prácticas, mantenimiento, producción y coordinación.
- ✓ Implementación de proyectos de mejora continua.
- ✓ Implementación de entrenamiento del personal.
- ✓ Chequeos de gerencia.
- ✓ Ajuste al SGIE.
- ✓ Evaluación de resultados.

### **PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SGIE**

El SGIE se implementa siguiendo las tres etapas del Modelo de gestión integral de la energía (MGIE) , mostradas en la Tabla 1, en donde se visualizan las etapas detalladamente con su respectiva actividad que se realizan para cumplir con el objetivo de cada etapa [3]:

Tabla 1. Pasos para la implementación del SGIE.

<b>Etapa 1. Decisión estratégica</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>
Caracterización energética de la empresa	Potencial, rentabilidad del SGIE, asignación de recursos.
Compromiso de la alta dirección	
Alineación de estrategias	
Definición y conformación de la estructura técnica y organizacional	
<b>Etapa 2. Instalación del Sistema de Gestión Integral de la Energía</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>
Establecimiento de los indicadores del Sistema de Gestión	Crear la estructura organizativa, las bases técnicas, preparar e involucrar el personal, identificar los programas, documentar el SGIE, y verificar la capacidad de la empresa para ejecutar el SGIE
Identificación de las variables de control por centros de costo	
Definición de los sistemas de monitoreo	
Diagnóstico energético	
La vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva	
Plan de medidas de uso eficiente de la energía, preparación del personal	
Actualización y validación de la gestión organizacional del SGIE	

Elaboración de la documentación del SGIE	
Auditoría interna al SGIE	
<b>Etapa 3. Operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>
Seguimiento y divulgación de indicadores	Ejecutar los programas, cuantificar los resultados, ajustar y actualizar los modelos, presupuestos de ahorros.
Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación.	
Implementación de programas y proyectos de mejora	
Implementación del plan de entrenamiento y evaluación del personal	
Chequeos de gerencia	
Ajustes del sistema de gestión	
Evaluación de resultados	

Fuente: [1]

#### **4.1 ANTECEDENTES**

En la Universidad Industrial de Santander seccional Bucaramanga se encuentra realizando este tipo de proyectos en diferentes edificios que conforman el campus central, con el fin de construir una cultura energético-ambiental que permita a reducción del impacto ambiental y ahorro energético, mediante el Sistema de Gestión Integral de la Energía. A continuación se mencionan algunos trabajos de grado que sirvieron de apoyo para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto:

- Caracterización energética del edificio bienestar universitario aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE)/Jaime Domingo León Ayala, William Adolfo Meneses Hernández. Año 2013
- Caracterización del edificio de ingeniería industrial aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Edward Fernando Arenas Salgado, Anderson Rafael González Navarro. Año 2013
- Caracterización del centro de tecnologías de información y comunicación (CENTIC) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Andrés Felipe Puentes Marín, Juan Camilo Jones Rojas. Año 2013
- Caracterización energética del edificio biblioteca (campus central universidad industrial de Santander) aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Leidy Tatiana Castillo Mantilla, Ingrid Vanessa Africano Rodríguez. Año 2014.
- Caracterización del centro del edificio Virginia Gutiérrez de pineda (facultad de ciencias humanas-Uis) aplicando la metodología del sistema de gestión Integral de la Energía (SGIE) / Dairon Monsalve Vera, Diana Liseth Figueroa, Año 2014.
- Caracterización del centro del edificio Roberto Serpa Flórez (facultad de Salud-Uis) aplicando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) / Paola Muñoz, Daniel Morales Padilla, Luis Camilo Fonseca, Año 2016.

## 5. INFORMACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio INGENIERÍA QUÍMICA se encuentra en el Campus central de la Universidad Industrial de Santander ubicado en el edificio número 24, en la Carrera 27 con Calle 9, Ciudadela Universitaria Bucaramanga Santander, como se muestra en la Figura 2 conformado por un bloque de cuatro niveles con un área total de 4413,72 m<sup>2</sup>, dividido en los niveles respectivos mostrado en la Tabla 2.

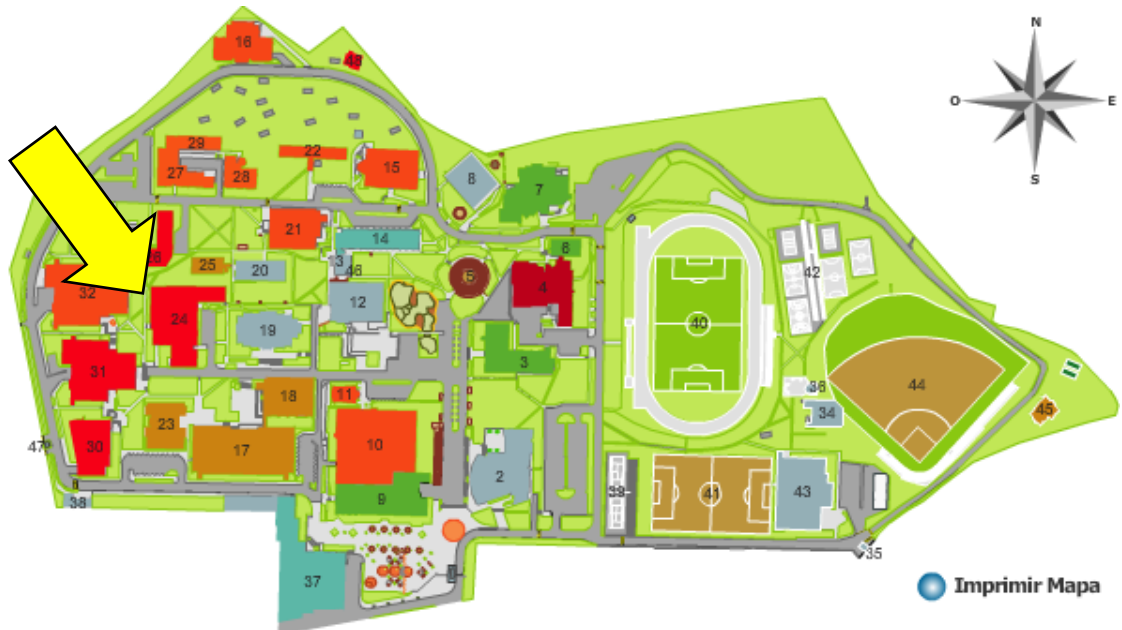
Tabla 2. Cuadro área construida edificio Ingeniería Química.

CUADRO DE ÁREAS CONSTRUIDAS	
EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA	
Sótano	1253,49 m <sup>2</sup>
Primero	1565,83 m <sup>2</sup>
Segundo	1486,21 m <sup>2</sup>
Tercero	108,19 m <sup>2</sup>
Total	4413,72 m <sup>2</sup>

Fuente: Planos arquitectónicos edificio Ingeniería Química

### 5.1.1 Ubicación

Figura 2. Mapa campus central Universidad Industrial de Santander.



Fuente: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/visitenos/mapaCampus.html>

En la Figura 3 se visualiza la entrada principal al edificio de Ingeniería Química.

Figura 3. Vista frontal edificio Ingeniería Química.



Fuente: [4]

Ingeniería Química es el edificio #24 del campus central con 1 sótano y tres pisos donde se encuentran ubicadas las siguientes dependencias:

- Laboratorio de operaciones unitarias y fenómenos de transporte, laboratorios generales.
- Oficina de profesores.
- Salones de clase.
- Auditorio Mario Galán López.
- Auditorio Clemente Retamoso.
- Posgrados.
- Dirección de escuela, Decanato de Ingeniería Físicoquímicas.

**5.1.2 Información general del edificio** En 1954 la Facultad recibió el edificio donde hoy funciona la Escuela de Ingeniería Química. La dotación de laboratorios de Operaciones Unitarias se hizo fundamentalmente con un programa de la UNESCO. Hoy en día la tiene como propósito la formación integral de la persona en sus dimensiones subjetiva, social y científico-Tecnológica mediante educación continua en sus instalaciones, atención de los diferentes entes administrativos y la prestación de los diferentes laboratorios.

### **Servicios**

La Escuela de Ingeniería Química ofrece servicios presenciales, semipresenciales y especializados en su edificio a todos sus usuarios:

- Clases de pregrado
- Clases de posgrado
- Seminarios
- Investigaciones, préstamo de laboratorios.

## Usuarios

### Usuarios Internos: Personas vinculadas a la Universidad

- Estudiantes de pregrado, posgrado, investigadores y educación continúa.
- Personal docente de la Universidad contratado de manera definida, a término fijo y por horas cátedra.
- Personal administrativo UIS.

**Usuarios externos:** Personas u otras instituciones académicas, de organismos oficiales, de empresas, organizaciones sin ánimo de lucro y comunidad general.

En la Tabla 3 se encuentra el número de usuarios internos que pertenecen al personal administrativo que trabaja en el edificio de Ingeniería Química durante el tiempo que se realizó el censo de carga correspondiente al mes de febrero 2016.

Tabla 3. Usuarios internos del edificio de Ingeniería Química en el mes de febrero 2016.

PERSONAL ADMINISTRATIVO	
DEPENDENCIA	# DE PERSONAS
Laboratorio química general	3
Revista ION	1
Oficina de Posgrados	5
Decanato Fisicoquímicas	3
Centro de estudios	1
Laboratorios sector C	1
Secretaria	4
Profesores planta	24
Profesores catedra	23
Personal de aseo	2
Estudiantes de Posgrados (V-S)	60
TOTAL USUARIOS FIJOS ADMINISTRATIVOS ( MENOS ESTUDIANTES DE POSGRADOS)	67

A partir de la planeación de los horarios de clase que se dictan en el edificio de Ingeniería Química se lleva a cabo en forma detallada por horas, el número de estudiantes del edificio como se muestra en la

Tabla 4 4, dependiendo del horario de clase y su respectivo salón, pertenecientes al segundo semestre del 2015 que va desde septiembre de 2015 hasta marzo de 2016. Estos datos se obtuvieron de secretaria general de Ingeniería Química por medio de los horarios de préstamo u ocupación de los salones del edificio.

Tabla 4. Horario de número de estudiantes por salón.

HORARIO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Salón 104						
6-8 AM	50	52	50	52		
8-10 AM		45		45		
10-12 AM		32	32	32	32	
12-2 PM						
2-4 PM	42	36	42	36		
4-6 PM	42	33	42	33		
6-9 PM	12					
Salón 107						
6-8 AM		59	56	59	56	
8-10 AM		20	40	20	40	
10-12 AM		32	45	32	45	
12-2 PM	30					
2-4 PM		24		24		20
4-6 PM		16	31	16	31	
6-8 PM	19	22	37	22	22	
Salón 108						
6-8 AM		27	27	27	27	
8-10 AM		31	38	31	38	
10-12 AM		31	36	31	36	

12-2 PM						
2-4 PM		26		26		20
4-6 PM			29		29	
6-8 PM		26	29	26	29	
Salón 228						
6-8 AM		29	24	29	24	
8-10 AM		40	32	40	29	
10-12 AM		30	33	30		
12-2 PM						
2-4 PM	20	21	33	21	33	
4-6 PM						
6-8 PM			14	33	14	
Salón 230						
6-8 AM		36	44	36	44	
8-10 AM	32	30	29	30		
10-12 AM	33	43	32	43	32	
12-2 PM						
2-4 PM		38	32	38	32	
4-6 PM		32	29	32	29	
6-8 PM		30		17		
Salón 231						
6-8 AM		42	41	42	41	
8-10 AM		34		34		
10-12 AM		35	37	35	37	
12-2 PM						
2-4 PM		26	31	26	31	
4-6 PM		17		17		
6-8 PM	14	14	29		29	
Salón 232						
6-8 AM		32	36	32	36	
8-10 AM			22		22	
10-12 AM		33	21	33	21	
12-2 PM		39		39		
2-4 PM		24	32	24	32	
4-6 PM			30		30	
6-8 PM		30	37	30	37	

Salón 233						
6-8 AM			31		31	
8-10 AM		27		27		
10-12 AM		31	27	31	27	
12-2 PM						
2-4 PM		33		33		
4-6 PM	19	19				
6-8 PM	33	32	32	32		

Fuente: Secretaría general del edificio de Ingeniería Química.

En la Tabla 6 se describe de manera general el total de usuarios por días y horas que ingresaron al edificio de Ingeniería Química durante el segundo periodo académico del 2015.

En el horario del lunes en la hora de 6-8 AM ingresaron 50 personas esto debido a que en el salón 104 como lo muestra la Tabla 4, están planeados este número de estudiantes para la clase del día, mientras que en los otros salones no hay ingreso de estudiantes. El día martes de 6-8 AM se registra el ingreso de 245 estudiantes como lo muestra especificado la Tabla 5.

Tabla 5.Registro de estudiantes el día martes en el horario de 6-8 AM

Salón	Número de estudiantes
104	52
107	59
108	27
228	29
230	36
231	42
232	32
<b>Total</b>	<b>245</b>

Fuente: Secretaría general del edificio de Ingeniería Química

Estableciendo el total por día = los alumnos del día + total de usuarios fijos administrativos, con un total de 4912 usuarios/semana y 19648 usuarios/mes.

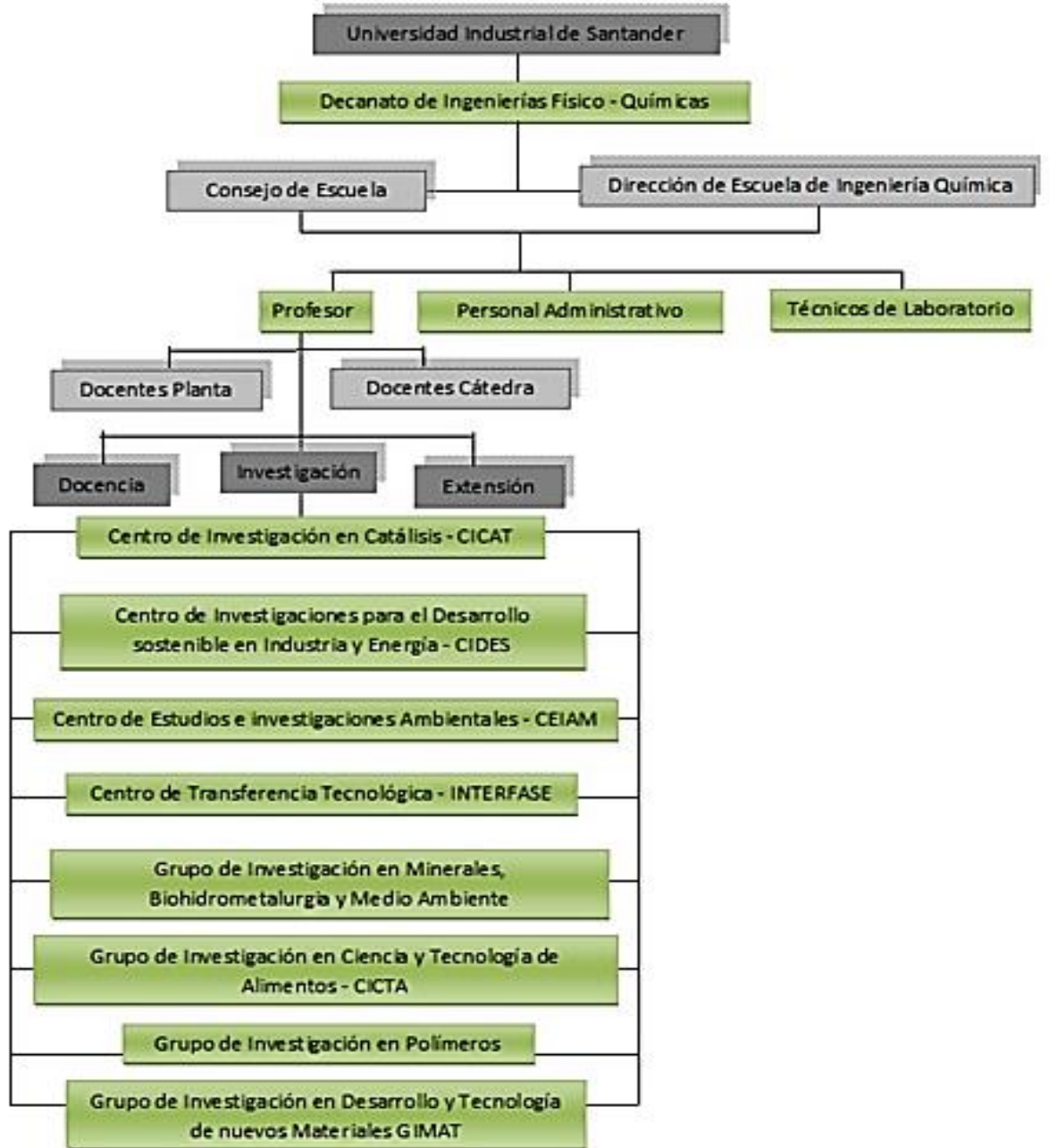
Tabla 6. Número total de usuarios por horas y días.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
6-8 AM	50	245	273	245	223	0
8-10 AM	32	227	139	227	107	60
10-12 AM	33	234	242	234	209	0
12-2 PM	30	0	0	0	0	
2-4 PM	62	204	138	204	96	40
4-6 PM	61	117	131	98	89	0
6-9 PM	78	124	141	130	94	0
Usuarios Administrativos	60	60	60	60	60	
<b>TOTAL</b>	<b>413</b>	<b>1218</b>	<b>1131</b>	<b>1205</b>	<b>885</b>	<b>100</b>

Fuente: Secretaría general del edificio de Ingeniería Química

**5.1.3 Organigrama administrativo** En la Figura 4 se muestra la estructura organizacional según las características de las funciones y responsabilidades del personal del edificio esto con el fin de identificar las diferentes dependencias que hay en el edificio y así establecer una política energética relacionada con los usos significativos de energía, e informar las competencias adecuadas para desarrollar una conducta responsable en el uso y consumo de la energía, y promover la creatividad e innovación tecnológica que pueden ayudar a obtener una mejora en el desempeño energético del edificio de Ingeniería Química.

Figura 4. Estructura organizacional



Fuente: [6]

**5.1.4 Programas de mantenimiento** Los programas de mantenimiento son una gran solución a los diferentes problemas de eficiencia energética en todos los elementos consumidores de energía eléctrica en la Universidad Industrial de Santander es por eso que debe ser de gran importancia contar con el personal adecuado para la parte eléctrica de la universidad en la cual existen dos divisiones encargadas de los respectivos mantenimientos preventivos, correctivos y la baja de los equipos, que son la División de Planta Física y la División de Mantenimiento Tecnológico.

En la Figura 5 y Figura 6 se muestra el respectivo formato para el informe técnico de servicio que es diligenciado por el Técnico a cargo de cada problema que exista en el edificio de Ingeniería Química y posterior a esto la universidad tiene convenios con diferentes empresas de mantenimiento en el caso de este edificio los encargados son ANDIAIRE ubicados en la calle 37 25-48 Bucaramanga Santander Teléfono 6356350.

Este informe técnico es realizado con el fin de identificar el estado del aparato (Aires Acondicionados, elementos de laboratorio, equipos de oficina) tanto en su parte electrónica, eléctrica, mecánica y refrigeración para así llegar a un informe final donde se da a conocer si se debe hacer una operación inmediata para una mejor eficiencia de este.

Figura 5. Informe técnico de servicio página 1

INFORME TÉCNICO DE SERVICIO		CÓDIGO: FRT.22
Proceso Recursos Tecnológicos		VERSIÓN 04
EQUIPO		Pag. 1 de 2
Nº DE INVENTARIO		FECHA DE MANTENIMIENTO
<b>MANTENIMIENTO APLICADO</b> <input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo <input type="checkbox"/> Verificación <input type="checkbox"/> Repotenciación		<b>TIEMPO ESTIMADO DE MANTENIMIENTO</b>
<b>TIEMPO UTILIZADO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>UBICACIÓN</b>
<b>FECHA ENTREGA EQUIPO:</b>		
<b>No de Solicitud</b>	<b>Tipo de Solicitud</b> <input type="checkbox"/> SIMAT <input type="checkbox"/> NO SIMAT	
<b>DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO:</b>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>ELECTRÓNICA</b></p> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica</div> <div style="width: 30%;"> <p><b>ELECTRICIDAD</b></p> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica</div> <div style="width: 30%;"> <p><b>MECÁNICA</b></p> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica</div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Verifica funcionamiento  <input type="checkbox"/> Mantenimiento sistema óptico  <input type="checkbox"/> Mantenimiento sistema mecánico  <input type="checkbox"/> Mantenimiento y verificación de tarjetas  <input type="checkbox"/> Mantenimiento de sistema eléctrico  <input type="checkbox"/> Mantenimiento de fuente de energía         </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Resistencias      <input type="checkbox"/> Borneras (reapretar)      <input type="checkbox"/> SSR  <input type="checkbox"/> Conectores (reapretar)      <input type="checkbox"/> Refractario      <input type="checkbox"/> Pulsadores  <input type="checkbox"/> Termopar      <input type="checkbox"/> Instrumentación      <input type="checkbox"/> Pilotos de señalización  <input type="checkbox"/> Sensor (s)      <input type="checkbox"/> Fusibles      <input type="checkbox"/> Medidas de tensión  <input type="checkbox"/> Motor (s)      <input type="checkbox"/> Contactores      <input type="checkbox"/> Medidas de corriente  <input type="checkbox"/> Cableado      <input type="checkbox"/> Relevos      <input type="checkbox"/> Medidas de resistencia  <input type="checkbox"/> Termostato      <input type="checkbox"/> Térmico      <input type="checkbox"/> Medidas de aislamiento  <input type="checkbox"/> Cambio de escobillas      <input type="checkbox"/> Revisión Reloj      <input type="checkbox"/> Revisión Control de Velocidad  <input type="checkbox"/> Revisión Eléctrica      <input type="checkbox"/> Ajustes mecánicos      <input type="checkbox"/> Lubricación  <input type="checkbox"/> Medición RPM      <input type="checkbox"/> Mantenimiento         </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Revisión y ajustes del sistema eléctrico  <input type="checkbox"/> Medición de corriente y tensión  <input type="checkbox"/> Medición de presiones  <input type="checkbox"/> Cambio de partes eléctricas  <input type="checkbox"/> Cambio de partes mecánicas  <input type="checkbox"/> Revisión de carga de refrigerante  <input type="checkbox"/> Ajuste de carga de refrigerante  <input type="checkbox"/> Lavado/Limpieza de serpentín evaporador  <input type="checkbox"/> Lavado de filtros  <input type="checkbox"/> Limpieza de desagües  <input type="checkbox"/> Lavado/limpieza de serpentín condensador  <input type="checkbox"/> Lubricación de Motores  <input type="checkbox"/> Engrase de chumaceras  <input type="checkbox"/> Alineación de poleas  <input type="checkbox"/> Tensión de correas  <input type="checkbox"/> Ajustes mecánicos  <input type="checkbox"/> Pruebas y verificación de Funcionamiento         </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <input type="checkbox"/> Servicio del taller de mecánica  <input type="checkbox"/> Fabricación, repuestos en máquinas y herramientas  <input type="checkbox"/> Mantenimiento parcial del equipo  <input type="checkbox"/> Mantenimiento total o general mecánico  <input type="checkbox"/> Cambio de rodamientos  <input type="checkbox"/> Interventoría  <input type="checkbox"/> Diseño y montaje de partes mecánicas  <input type="checkbox"/> Urgencia técnica  <input type="checkbox"/> Apoyo a otro taller  <input type="checkbox"/> Apoyo a proyectos de grado  <input type="checkbox"/> Compras de repuestos  <input type="checkbox"/> Gestión técnicas con proveedores externo (mecánica)  <input type="checkbox"/> Servicio a domicilio del servicio         </div> </div>		
<b>USO DE REPUESTOS Y/O MATERIALES</b> <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO    Técnico de Apoyo:		
<b>NOMBRE</b>		<b>CANT.</b>

Fuente: Mantenimiento Tecnológico UIS

Figura 6. Informe técnico de servicio página 2

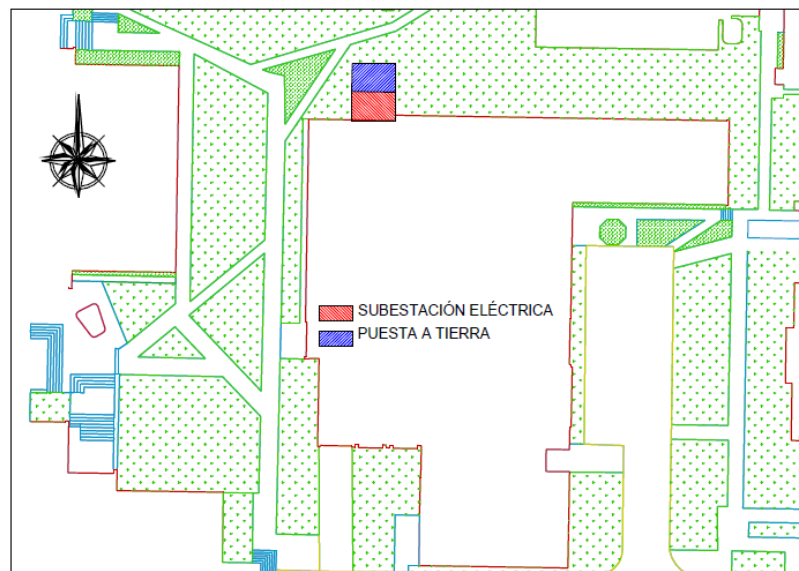
INFORME TÉCNICO DE SERVICIO		CÓDIGO FRT.22 VERSIÓN 04																																				
Proceso Recursos Tecnológicos		Pág. 2 de 2																																				
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">ÓPTICA</div> <div style="margin-top: 5px;"> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Eléctrica</td> <td><input type="checkbox"/> Lubricación Revólver</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de objetivos</td> <td><input type="checkbox"/> Lubricación Macro-Micrométrico</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de tubo binocular</td> <td><input type="checkbox"/> Lubricación Carro Porta-Objetos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de oculares</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio Socket</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de condensador</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza Estativo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión baterías</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza Óptica</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Ajustes Mecánicos</td> <td><input type="checkbox"/> Ajuste tope Macro- Micrométrico</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Alineamiento Tubo Binocular</td> <td><input type="checkbox"/> Arreglo Fuente</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cambio Bombillo</td> <td><input type="checkbox"/> Mantenimiento</td> </tr> </table> </div>	<input type="checkbox"/> Revisión Eléctrica	<input type="checkbox"/> Lubricación Revólver	<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de objetivos	<input type="checkbox"/> Lubricación Macro-Micrométrico	<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de tubo binocular	<input type="checkbox"/> Lubricación Carro Porta-Objetos	<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de oculares	<input type="checkbox"/> Cambio Socket	<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de condensador	<input type="checkbox"/> Limpieza Estativo	<input type="checkbox"/> Revisión baterías	<input type="checkbox"/> Limpieza Óptica	<input type="checkbox"/> Ajustes Mecánicos	<input type="checkbox"/> Ajuste tope Macro- Micrométrico	<input type="checkbox"/> Alineamiento Tubo Binocular	<input type="checkbox"/> Arreglo Fuente	<input type="checkbox"/> Cambio Bombillo	<input type="checkbox"/> Mantenimiento	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">VERIFICACIÓN DE PIPETAS</div> <div style="margin-top: 5px;"> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td><input type="checkbox"/> MicroPipetas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Dispensadores</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Revisión</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Limpieza</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Lubricación</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Verificación con Balanzas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/> Mantenimiento</td></tr> </table> </div>	<input type="checkbox"/> MicroPipetas	<input type="checkbox"/> Dispensadores	<input type="checkbox"/> Revisión	<input type="checkbox"/> Limpieza	<input type="checkbox"/> Lubricación	<input type="checkbox"/> Verificación con Balanzas	<input type="checkbox"/> Mantenimiento												
<input type="checkbox"/> Revisión Eléctrica	<input type="checkbox"/> Lubricación Revólver																																					
<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de objetivos	<input type="checkbox"/> Lubricación Macro-Micrométrico																																					
<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de tubo binocular	<input type="checkbox"/> Lubricación Carro Porta-Objetos																																					
<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de oculares	<input type="checkbox"/> Cambio Socket																																					
<input type="checkbox"/> Revisión Limpieza óptica de condensador	<input type="checkbox"/> Limpieza Estativo																																					
<input type="checkbox"/> Revisión baterías	<input type="checkbox"/> Limpieza Óptica																																					
<input type="checkbox"/> Ajustes Mecánicos	<input type="checkbox"/> Ajuste tope Macro- Micrométrico																																					
<input type="checkbox"/> Alineamiento Tubo Binocular	<input type="checkbox"/> Arreglo Fuente																																					
<input type="checkbox"/> Cambio Bombillo	<input type="checkbox"/> Mantenimiento																																					
<input type="checkbox"/> MicroPipetas																																						
<input type="checkbox"/> Dispensadores																																						
<input type="checkbox"/> Revisión																																						
<input type="checkbox"/> Limpieza																																						
<input type="checkbox"/> Lubricación																																						
<input type="checkbox"/> Verificación con Balanzas																																						
<input type="checkbox"/> Mantenimiento																																						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">COMPUTADORES</div> <div style="margin-top: 5px;"> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de unidad óptica</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Capacitores</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Transistores</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Disco Duro</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Baterías de BIOS</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Ranuras y Puertos de Expansión</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Memoria RAM</td> <td><input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Red <input type="checkbox"/> LAN</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Pantalla</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Procesador</td> <td><input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Video <input type="checkbox"/> WAN</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Mainboard y Fuente de Poder</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Mainboard</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Aplicación Grasa Térmica</td> <td><input type="checkbox"/> Actualización de BIOS</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Fuente de Poder</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Unidad Óptica</td> <td><input type="checkbox"/> Actualización de Firmware</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Ventiladores y Rejillas de Ventilación</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Batería</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Teclado y Mouse</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Teclado</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Pantalla</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Bus de Datos</td> </tr> </table> </div>	<input type="checkbox"/> Revisión de unidad óptica	<input type="checkbox"/> Cambio de Capacitores	<input type="checkbox"/> Cambio de Transistores	<input type="checkbox"/> Revisión de Disco Duro	<input type="checkbox"/> Cambio de Baterías de BIOS	<input type="checkbox"/> Limpieza de Ranuras y Puertos de Expansión	<input type="checkbox"/> Revisión de Memoria RAM	<input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Red <input type="checkbox"/> LAN	<input type="checkbox"/> Limpieza de Pantalla	<input type="checkbox"/> Revisión de Procesador	<input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Video <input type="checkbox"/> WAN	<input type="checkbox"/> Limpieza de Mainboard y Fuente de Poder	<input type="checkbox"/> Revisión de Mainboard	<input checked="" type="checkbox"/> Aplicación Grasa Térmica	<input type="checkbox"/> Actualización de BIOS	<input type="checkbox"/> Revisión de Fuente de Poder	<input type="checkbox"/> Cambio de Unidad Óptica	<input type="checkbox"/> Actualización de Firmware	<input type="checkbox"/> Revisión de Ventiladores y Rejillas de Ventilación	<input type="checkbox"/> Cambio de Batería	<input type="checkbox"/> Limpieza de Teclado y Mouse	<input type="checkbox"/> Cambio de Teclado	<input type="checkbox"/> Cambio de Pantalla	<input type="checkbox"/> Cambio de Bus de Datos	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">IMPRESORAS Y SCANNERES</div> <div style="margin-top: 5px;"> <input type="checkbox"/> Aplica  <input type="checkbox"/> No aplica                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión Ruta de Papel</td> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Scanner y Sensores</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de pick-Up-Roller</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Eliminación de Atascos</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Acetatos Fusor</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Separation Pad</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Estación de Tinta</td> <td><input type="checkbox"/> Lubricación de Ejes y Partes Mecánicas</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Cartuchos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Revisión de Adaptadores de Voltaje y Fuentes de Alimentación</td> <td><input type="checkbox"/> Limpieza de Inyectores de Tinta</td> <td><input type="checkbox"/> Cambio de Rodillos de Presión</td> </tr> </table> </div>	<input type="checkbox"/> Revisión Ruta de Papel	<input type="checkbox"/> Revisión de Scanner y Sensores	<input type="checkbox"/> Cambio de pick-Up-Roller	<input type="checkbox"/> Eliminación de Atascos	<input type="checkbox"/> Cambio de Acetatos Fusor	<input type="checkbox"/> Cambio de Separation Pad	<input type="checkbox"/> Limpieza de Estación de Tinta	<input type="checkbox"/> Lubricación de Ejes y Partes Mecánicas	<input type="checkbox"/> Cambio de Cartuchos	<input type="checkbox"/> Revisión de Adaptadores de Voltaje y Fuentes de Alimentación	<input type="checkbox"/> Limpieza de Inyectores de Tinta	<input type="checkbox"/> Cambio de Rodillos de Presión	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">OBSERVACIONES</div> <div style="height: 100px;"></div>
<input type="checkbox"/> Revisión de unidad óptica	<input type="checkbox"/> Cambio de Capacitores	<input type="checkbox"/> Cambio de Transistores																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Disco Duro	<input type="checkbox"/> Cambio de Baterías de BIOS	<input type="checkbox"/> Limpieza de Ranuras y Puertos de Expansión																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Memoria RAM	<input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Red <input type="checkbox"/> LAN	<input type="checkbox"/> Limpieza de Pantalla																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Procesador	<input type="checkbox"/> Instalación Tarjeta de Video <input type="checkbox"/> WAN	<input type="checkbox"/> Limpieza de Mainboard y Fuente de Poder																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Mainboard	<input checked="" type="checkbox"/> Aplicación Grasa Térmica	<input type="checkbox"/> Actualización de BIOS																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Fuente de Poder	<input type="checkbox"/> Cambio de Unidad Óptica	<input type="checkbox"/> Actualización de Firmware																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Ventiladores y Rejillas de Ventilación	<input type="checkbox"/> Cambio de Batería	<input type="checkbox"/> Limpieza de Teclado y Mouse																																				
<input type="checkbox"/> Cambio de Teclado	<input type="checkbox"/> Cambio de Pantalla	<input type="checkbox"/> Cambio de Bus de Datos																																				
<input type="checkbox"/> Revisión Ruta de Papel	<input type="checkbox"/> Revisión de Scanner y Sensores	<input type="checkbox"/> Cambio de pick-Up-Roller																																				
<input type="checkbox"/> Eliminación de Atascos	<input type="checkbox"/> Cambio de Acetatos Fusor	<input type="checkbox"/> Cambio de Separation Pad																																				
<input type="checkbox"/> Limpieza de Estación de Tinta	<input type="checkbox"/> Lubricación de Ejes y Partes Mecánicas	<input type="checkbox"/> Cambio de Cartuchos																																				
<input type="checkbox"/> Revisión de Adaptadores de Voltaje y Fuentes de Alimentación	<input type="checkbox"/> Limpieza de Inyectores de Tinta	<input type="checkbox"/> Cambio de Rodillos de Presión																																				
Nombre del TÉCNICO:	Nombre del USUARIO:																																					
Firma del técnico	Firma del usuario: Extensión:																																					

Fuente: Mantenimiento Tecnológico UIS

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA.

El edificio INGENIERÍA QUÍMICA cuenta con una subestación eléctrica ubicada en el costado norte del edificio, colindado con el paso peatonal y zonas verdes, como se muestra en la Figura 7. Se puede acceder de manera externa a la edificación por una puerta abatible enmallada por el paso peatonal, es de tipo interior.

Figura 7. Ubicación subestación y puesta a tierra Ingeniería Química.



Fuente: [15]

La subestación eléctrica del edificio de Ingeniería Química cuenta con un área de 12,9 m<sup>2</sup> donde se localiza un transformador trifásico de 225 kVA especificaciones en la Tabla 7 , un tablero general con sus respectivas protecciones mostradas en la Figura 9 y en la Tabla 8, seccionadores, interruptores, la caja de cortocircuitos trifásica de 15 kV, puerta de acceso , los barrajes neutros y de tierra, la cuba del transformador, cable XLPE, bandejas porta cable y estructuras de soporte entre otras.

Esta subestación se alimenta directamente aguas arriba de la caja cortacircuitos existentes en la subestación de Ingeniería Civil por medio de una cometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV conformada por tres conductores que vienen en ducto de 3" (red subterránea) procedentes del sistema de distribución UIS y llegan al conjunto de cortacircuitos de 15 kV-10 kA de capacidad nominal. Por otro lado de baja tensión, la conexión entre el tablero general de la subestación y el transformador se realiza con 4 conductores calibre 4/0 Cu THW y un conductor 1/0 Cu THW para la tierra que van hacia el tablero general ubicado a 3,5 metros de distancia.

El transformador que se muestra en la Figura 8 está dispuesto a alimentar la demanda total del edificio de Ingeniería Química, incluyendo luminarias, equipos de refrigeración, equipo de laboratorio, de cómputo, equipos de cafetería y unidades condensadoras de aire acondicionado.

Figura 8. Transformador subestación edificio de Ingeniería Química



Figura 9. Seccionadores, interruptores y protecciones.

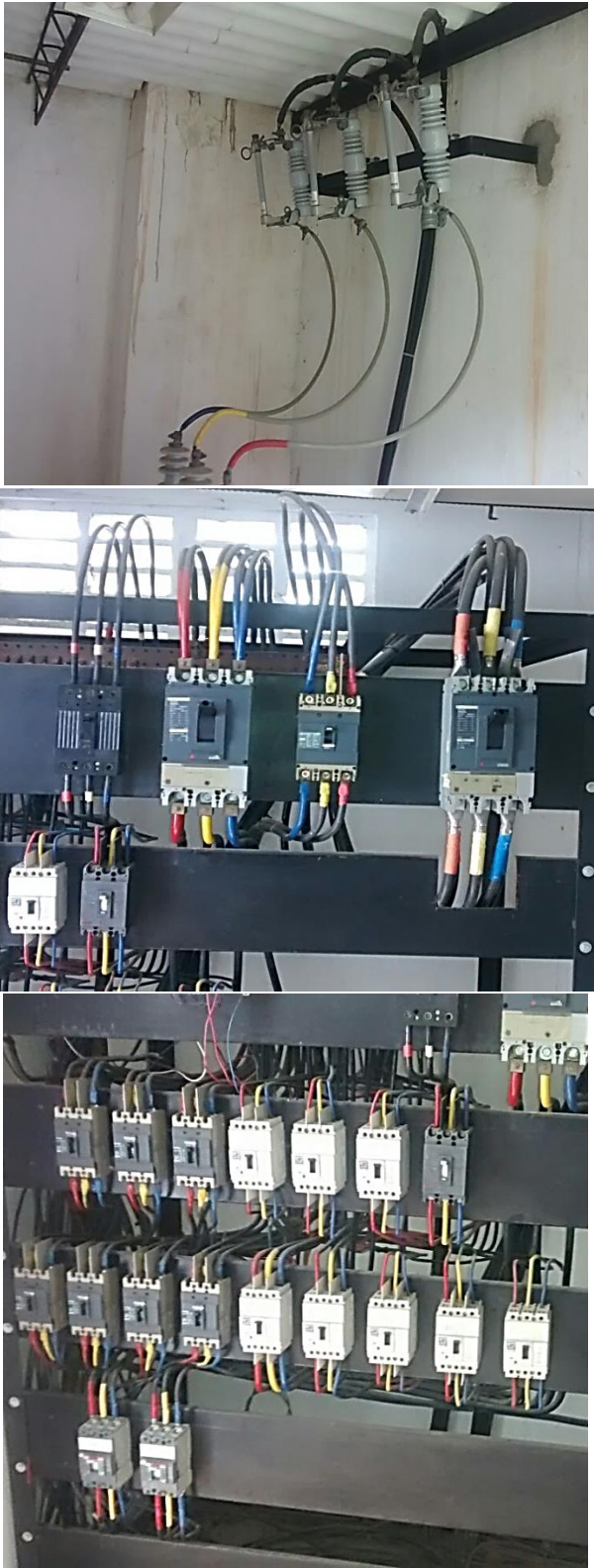


Tabla 7. Datos de placa transformador del edificio Ingeniería Química

Potencia TRF	225 kVA
Tensión cc (Uz)	3,95%
Dimensiones TRF	1,7x1,0x1,2 m
Relación TRF	13200/(220-131,6) V
Corriente cc	14,4 kA
Fabricante TRF	ABB
TAPS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 13530 V **Tap actual</li> <li>2. 13200 V</li> <li>3. 12870 V</li> <li>4. 12540 V</li> <li>5. 12210 V</li> </ol>
Grupo de conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2004

Fuente: Autor

Tabla 8. Datos protecciones de media tensión edificio Ingeniería Química.

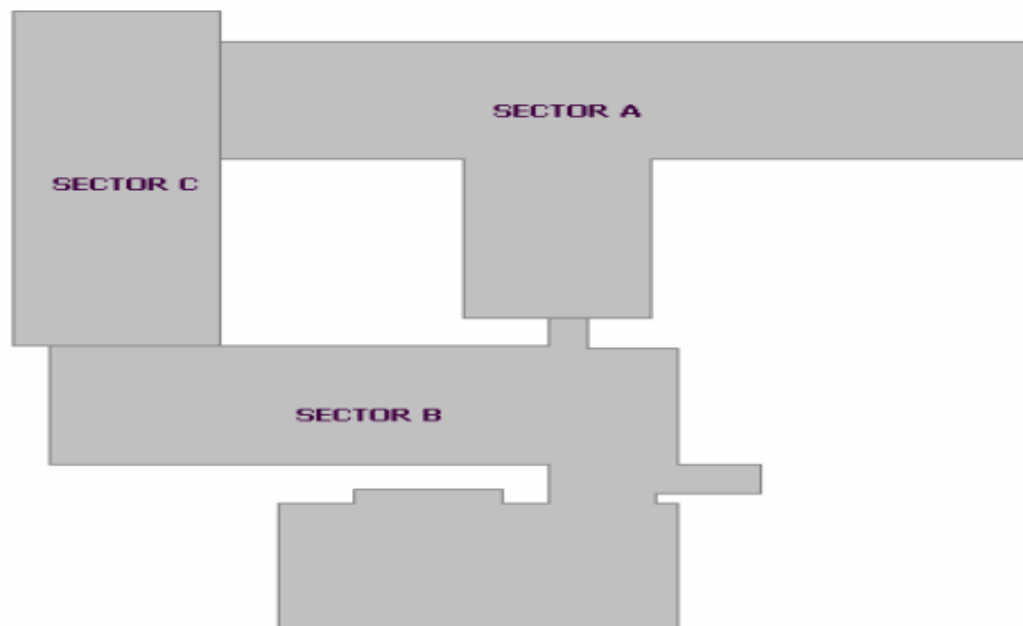
Tipo seccionador	Caja cortacircuitos
Tipo fusible	Hilo
In Fusible	10 A
Tensión fusible	15 kV

Fuente: Autor

## Diagrama unifilar del edificio Ingeniería Química Universidad Industrial de Santander

En la Tabla 9 Se observa de forma detallada la ubicación y la función de cada tablero respecto al sector donde se encuentran y en la Tabla 10 el cuadro general de tableros del edificio, según la Figura 10 que establece diferentes sectores del edificio de Ingeniería Química.

Figura 10.Planta general del edificio de Ingeniería Química



Fuente: [5]

Tabla 9. Tableros de distribución eléctrica del edificio Ingeniería Química

NOMBRE DEL TABLERO	NÚMERO DE CIRCUITOS	CALIBRE DEL CONDUCTOR	DESCRIPCIÓN
<b>SECTOR A</b>			
TAA	24	4#6 AWG-THW 3x80	Sótano Lab 002
TAB	18	4#6 AWG-THW 3x80	Sótano Lab 003
TAC	12	3#8+1#10 TW	Sótano Lab 006
TAD	24	4#6 AWG-THW 3x80	Pasillo sector A
TAE	8	4#8 AWG-THW 3x40	Salón 119
TAF	12	3#8 1#6 AWG 3X40	Salón 118
TAG	12	3#8 1#10 AWG3x40	Salón 113
TAH	12	4#8 AWG 3x40	Salón 125
TAI	8	4#10 AWG 3x40	Salón 122
TAJ	6	4#10 AWG 3x40	Salón 121
TAK	12	3#8-1#12 AWG 3x40	Sala 237A
TAL	24	4#4 3x100	Sala 236A
TAM	9	3#8-1#12 AWG 3x40	Sala 233
TAN	2	2#10 AWG 2x30	Sala 228
<b>SECTOR B</b>			
TBA	6	4#10 3x50	Salón 001A
TBB	12	3#8-1N#12 3x40	Salón 001A
TBC	4	2#12 3x50	Portón 011 (monofásico)
T P4-1:P4-10,	4	4#12 3x70	Salón 001 <sup>a</sup>
TBD	8	4#8 3x40	Salón 129
TBE	12	4#8 3x70	Pasillo principal
TBF	36	3#1/0-1#4-1#6 3x100	Costado auditorio
TBG	6	4#10 3x70	Salón 101
TBH	8	4#10 3x60	Salón 110
TBI	12	4#8 3x60	Salón 111
TBJ	12	4#8 3x70	Pasillo

TBK	6	3#10 2x60	Sala 217
TBL	6	4#10 3x70	Salón 101
TBM	8	3#8 1#10 3x40	Sala 202
TBN	8	4#12 2x30	Sala 202
TBO	2	3#12 3x70	Sala 201
TBQ	4	2#12 3x60	Sala 303
TBU	2	3#12 2(1x20)	Sala 204
TBT	2	3#12 2(1x20)	Sala 204
TBX	2	3#12 2(1x20)	Sala 204
<b>SECTOR C</b>			
TCA	8	4#10 3x100	Molino
TCB	12	4#6 3x80	Compresor, Motores
TCC	12	3#6-1#8 3x80	Laboratorio
TCD	9	4#10 3x100	Laboratorio
TCE	6	3#8-1#10	Laboratorio
TCF	4	4#10 3x100	Laboratorio
TCG	8	4#10 3x100	Salón 112A

Fuente: [5]

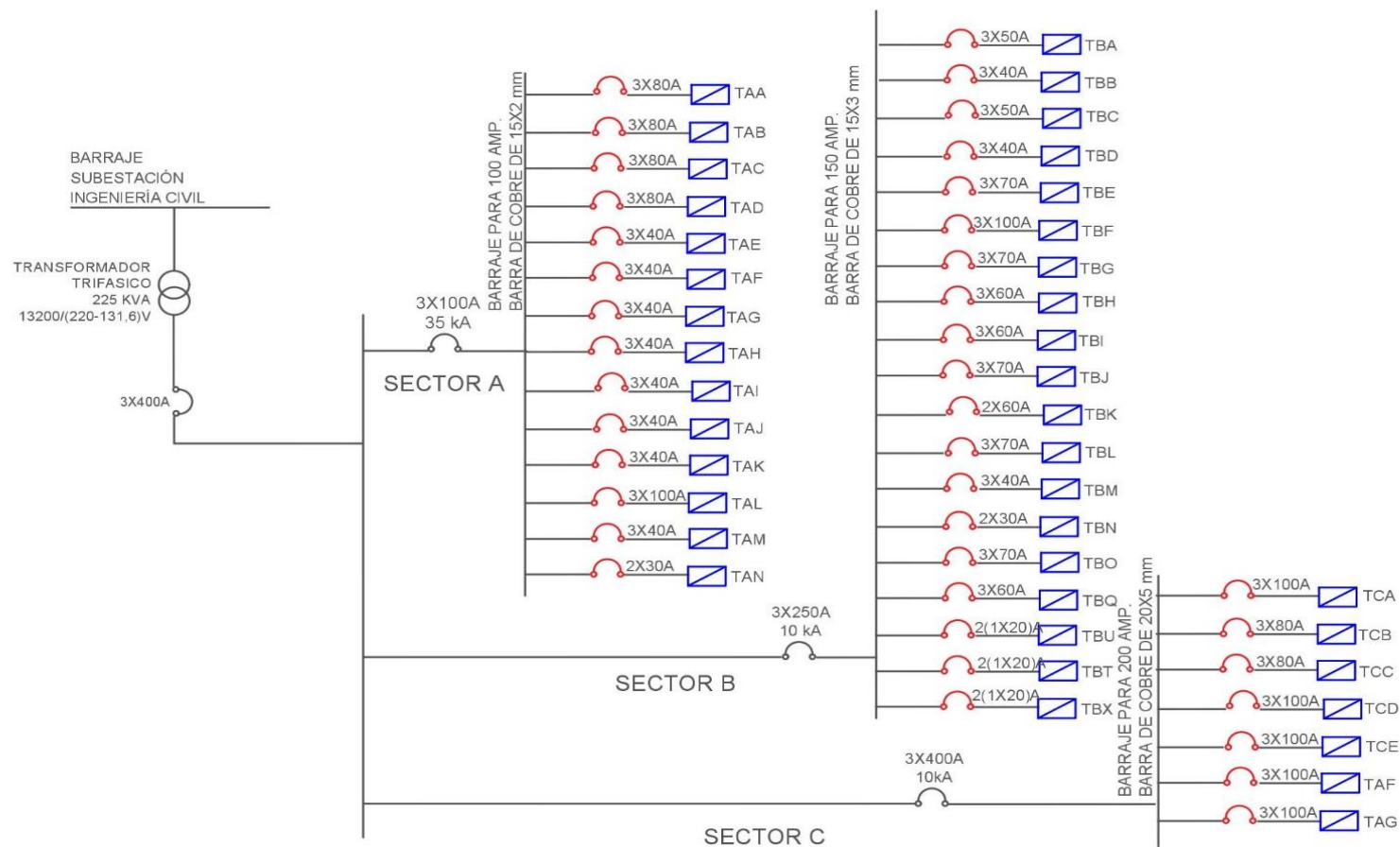
Tabla 10. Cuadro general de tableros de la Subestación de Ingeniería Química

<b>CUADRO GENERAL INGENIERÍA QUÍMICA</b>			
<b>TABLERO</b>	<b>CALIBRE (AWG-THW)</b>	<b>PROTECCIÓN [A]</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Sector A	3#4-1#4	3x100	Totalizador en T.G.S.A
Sector B	4#1/0-1#4	3x250	Totalizador en T.G.S.B
Sector C	4#4/0-1#1/0	3x400	Totalizador en T.G.A
T.G.A	4#4/0-1#1/0	3x400	Totalizador en T.G.A

Fuente: [5]

En la Figura 11 se observa la representación gráfica del sistema eléctrico de la subestación de Ingeniería Química, donde se indica la conexión desde el barraje de baja tensión especificando cada tablero existente en el edificio con su respectiva protección y la abreviatura de cada tablero según el sector en el que se encuentra ya nombrado en la Tabla 9.

Figura 11. Diagrama unifilar del edificio Ingeniería Química Universidad Industrial de Santander.



## **6. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INGENIERÍA QUÍMICA**

El objetivo de este capítulo es identificar e implementar las herramientas propuestas por el Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE), que permite determinar el grado de control de los consumos energéticos o indicadores energéticos por áreas, con el fin de conocer los equipos con mayor consumo de energía y determinar una línea base energética.

### **6.1 APLICACIÓN DEL CALIFICADOR DE NIVELES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y ENCUESTAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL EDIFICIO.**

El modelo del Sistema de Gestión Integral de la Energía, cuenta con un software facilitado por la UPME que permite evaluar el nivel en que se encuentra el edificio respecto a la gestión eficiente de la energía en toda su estructura organizacional y a nivel del mando directivo, así como también la encuesta que hace parte de las herramientas para la caracterización energética. En el anexo A se encuentra esta encuesta.

Esta encuesta se realiza a ingenieros encargados del mantenimiento los cuales le asignarán una puntuación a la encuesta de cero (0) calificación más baja o cinco (5) calificación más alta. En este caso se le realizó al Ingeniero Gustavo Adolfo Archila de la división de planta física y al Ingeniero encargado de mantenimiento tecnológico.

#### **Resultados del calificador de gestión energética.**

Como resultado de la encuesta para la determinación del estado inicial del edificio es posible notar que el edificio Ingeniería Química a pesar de tener una reorganización en sus instalaciones a nivel eléctrico en el año 2007, su relación con las buenas prácticas de gestión energética es deficiente ya que el resultado del calificador de gestión da un valor de 2,89 como se muestra en la Tabla 11 y este valor es deficiente ya que el nivel de calificación esta entre 1 y 5 esto debido

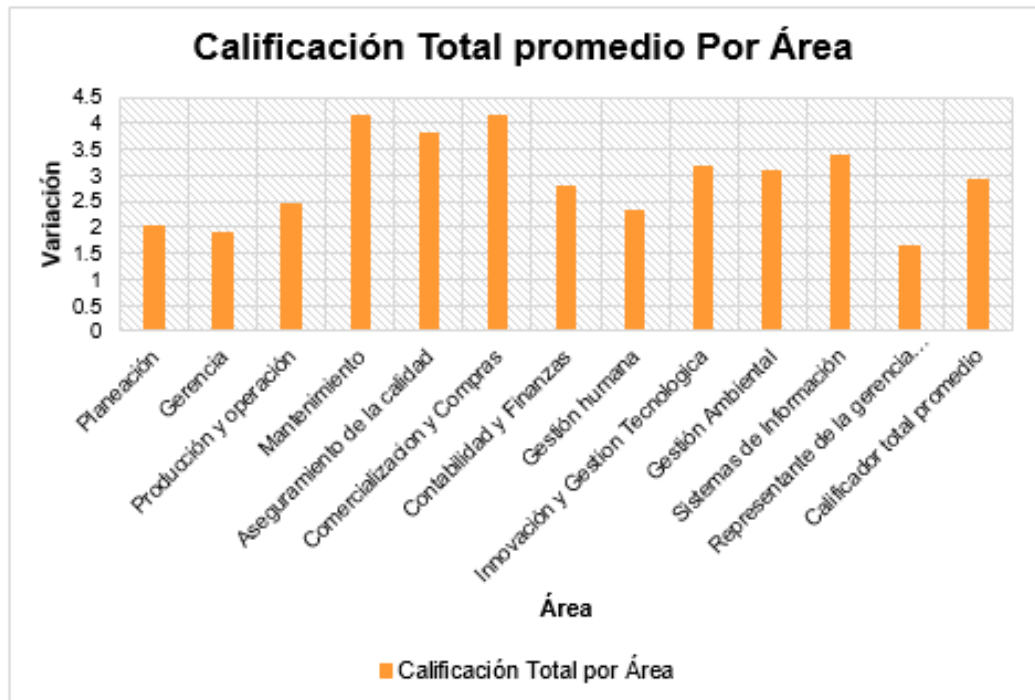
a que no existe un control claro de los indicadores, no existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos claros para el cumplimiento de las metas propuestas, además del déficit en el control del gasto energético mes a mes, en el gasto total y por áreas de trabajo ya establecidas, ni tampoco la promoción de eventos que ayuden a mejorar el impacto ambiental y social de la eficiencia energética en sus procesos.

Los resultados del calificador de gestión energética al edificio de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander dan como resultado que se está dejando de ahorrar energía, en el caso de los laboratorios por falta de un comité que defina, implemente una política energética para que integren todas las áreas del edificio de Ingeniería Química y de la Universidad Industrial de Santander en un plan de gestión eficiente de la energía. En la Tabla 11 se visualiza la calificación total promedio por área y total que obtuvo el edificio de Ingeniería Química según el Calificador de gestión energética implementado y en la Figura 12 se muestra un diagrama de barras para identificar mejor el promedio de los resultados.

Tabla 11. Calificación total promedio por área.

ÁREA	CALIFICACIÓN
Planeación	2
Gerencia	1,89
Producción y operación	2,44
Mantenimiento	4,15
Aseguramiento de la calidad	3,79
Comercialización y compras	4,13
Contabilidad y finanzas	2,77
Gestión humana	2,33
Innovación y gestión tecnológica	3,18
Gestión Ambiental	3,1
Sistemas de Información	3,38
Representante de la gerencia para la eficiencia energética	1,64
Calificador total promedio	2,89

Figura 12. Calificación de las buenas prácticas de gestión energética.



Fuente: [7]

## 6.2 CENSO DE CARGA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ÁREAS DE USOS SIGNIFICATIVOS DE ENERGÍA.

El censo de carga mostrado en la Tabla 12 y Tabla 13 consiste en un inventario energético de todos los consumidores de energía que se utilizan en las diferentes áreas y procesos de la organización del edificio y la determinación de su potencia (mediante los datos de placa del equipo), tiempo, modo de uso y cantidad de equipos del edificio de Ingeniería Química.

Esto permite tener un estimado del consumo en kWh que genera cada equipo instalado en el edificio. Esta actividad está diseñada para identificar los equipos que tienen mayor consumo de energía.

El levantamiento de datos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella, el edificio de ingeniería Química no cuenta con un medidor y por ende no se tienen los datos históricos del consumo de energía eléctrica.

Tabla 12. Censo de carga del edificio Ingeniería Química (Aires acondicionados)

AREA	CANTIDAD	EQUIPO	CONSUMO (W)	CONSUMO MEDIDO O DE PLACA (W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO/DIA	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO/MES	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (kWh)
EXTERIOR	3	CONDENSADOR 18000 BTU	2400	7200	8	160	1152
	1	CONDENSADOR 8800 BTU	883	883	8	160	141,28
	1	CONDENSADOR 22000 BTU	2950	2950	8	160	472
	1	CONDENSADOR 24000 BTU	2134	2134	8	160	341,44
	1	CONDENSADOR 11800 BTU	1400	1400	8	160	224
	1	CONDENSADOR 12000 BTU	1062	1062	8	160	169,92
	1	CONDENSADOR 12000 BTU	1280	1280	8	160	204,8
	1	CONDENSADOR 9000 BTU	890	890	8	160	142,4
	1	CONDENSADOR 24000 BTU	2400	2400	8	160	384
INTERIOR	MANEJADORA/EVAPORADORA						
	3	MANEJADORA/EVAPORADORA 18000 BTU	1950	5850	8	160	936
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 8800 BTU	850	850	8	160	136
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 22000 BTU	2200	2200	8	160	352
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 24000 BTU	2500	2500	8	160	400
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 11800 BTU	1100	1100	8	160	176
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 12000 BTU	1100	1100	8	160	176
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 12000 BTU	1100	1100	8	160	176
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 9000 BTU	860	860	8	160	137,6
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA 24000 BTU	2500	2500	8	160	400
EXTERIOR	CHILER						
	1	CONDENSADOR	10055.6	10055.6	8	160	1608,896
	1	BOMBA	7500	7500	8	160	1200
	1	MANEJADORA/EVAPORADORA	1408	1408	8	160	225,28
	4	INYECTORES/EXTRACTORES	1540	6160	8	160	985,6
	1	MOTOR	1119	1119	8	160	179,04

INTERIOR	SUMINISTRO UNIDADES EVAPORADORAS INTERIORES UEC (CASSETTE) 4 VIAS CHILER						
	29	UNIDAD INTERIOR UEW	176	5104	8	160	816,64
	1	AIRE TIPO PAQUETE CENTRAL 60000 BTU	6130	6130	8	160	980,8
	1	UNIDAD CONDENSADORA 18000	2000	2000	8	160	320
	1	EVAPORADORA 18000	1950	1950	8	160	312
	1	UNIDAD CONDENSADORA 12000	1500	1500	8	160	240
	1	EVAPORADORA 12000	1100	1100	8	160	176
						Total [kWh] Aires acondicionados	13165,696

Tabla 13. Censo de Carga del edificio de Ingeniería Química (áreas administrativas, salones, laboratorios y áreas comunes)

CANTIDAD	EQUIPO	CONSUMO (W)	CONSUMO TOTAL (W)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO/DIA	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO/MES	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (kWh)
<b>LABORATORIO DE POSGRADOS/OPERACIONES UNITARIAS Y FENOMENOS DE TRANSPORTE</b>						
1	CALDERA	3432	3432	1	24	82,368
1	EQUIPO DE EXTURSIÓN PARA POLIMEROS	500	500	1	24	12
1	MOLINO DE BOLAS	880	880	1	24	21,12
1	TRITURADORA DE MANDIBULAS	1232	1232	1	24	29,568
1	VIBRADOR PARA TAMICES	266	266	1	24	6,384
1	BALANZA	10	10	1	24	0,24
1	MOLINO DE DISCO	125	125	1	24	3
1	EXTRACTOR DE GAS	1300	1300	1	24	31,2
1	CABINA EXTRACTORA DE GASES	1300	1300	1	24	31,2
1	INTERCAMBIADOR DE CALOR	695	695	1	24	16,68
1	EQUIPO PARA ESTUDIO DE TRASN.CALOR	3220	3220	1	24	77,28
1	MOLINO DE BOLAS	880	880	1	24	21,12
1	MODULO DIDACTICO DE REF.INDUST.	155	155	1	24	3,72
1	COMPRESOR HORIZONTAL	266	266	1	24	6,384
1	DIGESTOR DE ACEITE	2850	2850	1	24	68,4
1	REACTOR	255	255	1	24	6,12
1	SISTEMA DE CIRCUITO DE FLUIDOS	145	145	1	24	3,48
1	SECADOR DE BANDEJAS	806	806	1	24	19,344
1	COLUMNA DE ABSORCIÓN	100	100	1	24	2,4
1	MINIEVAPORADOR	150	150	1	24	3,6
1	MOLINO	1298	1298	1	24	31,152
1	SECADOR ROTATORIO	309,4	309,4	1	24	7,4256
1	AGITADOR DE VELOCIDAD VARIABLE	200	200	1	24	4,8
1	FILTRO DE TAMBOR ROTATORIO	150	150	1	24	3,6
1	EQUIPO DE BOMBA VELOCIDAD VARIABLE	145	145	1	24	3,48
1	PRENSA VULCANIZADORA	2500	2500	1	24	60
1	HORNO CALENTADOR RADIANTE	300	300	1	24	7,2
1	SISTEMA HIDRAULICO DE ACEITE	800	800	1	24	19,2
1	CALANDRIA	1500	1500	1	24	36
1	MOLINO MEZCLADOR	1903	1903	1	24	45,672
1	HORNO TERRIGENO	2600	2600	1	24	62,4

1	ESTUFA PARA LABORATORIO	975	975	1	24	23,4
1	HORNO CALOR RADIANTE	145	145	1	24	3,48
1	HORNO DIGITAL DE CONVENCION	1200	1200	1	24	28,8
1	HORNO ELÉCTRICO MEDIANO	950	950	1	24	22,8
1	HORNO MUFLA	1200	1200	1	24	28,8
1	ESTUFA PARA LABORATORIO	1000	1000	1	24	24
1	BALANZA ELÉCTRICA	6	6	1	24	0,144
1	TRITURADOR DE BOLA	100	100	1	24	2,4
1	TRITURADOR DE BOLA	100	100	1	24	2,4
1	BALANZA	6	6	1	24	0,144
1	BALANZA	6	6	1	24	0,144
1	REFRACTOMETRO	150	150	1	24	3,6
1	DESTILADOR DE AGUA	300	300	1	24	7,2
1	BALANZA ELÉCTRICA	6	6	1	24	0,144
1	EXTRUCCIONADORA	600	600	1	24	14,4
1	DINAMOMETRO PARA PRUEBAS DE CAUCHO	598	598	1	24	14,352
4	LUMINARIAS	50	200	2	48	9,6
5	PANELES	45	225	2	48	10,8
9	LUMINARIAS	75	675	2	48	32,4
50	LUMINARAS	40	2000	2	48	96
2	NEVERA	550	1100	24	720	792
2	VENTILADOR	60	120	8	192	23,04
1	TELEVISOR	55	55	8	192	10,56
1	HORNO MICROONDAS	800	800	2	48	38,4
1	CAFETERA	900	900	2	48	43,2
1	COMPUTADOR	300	300	8	192	57,6
1	NEVERA	550	550	24	720	396
LABORATORIO QUÍMICA GENERAL						
40	LUMINARIAS	54	2160	4	80	172,8
1	HORNO	1200	1200	1	20	24
2	CABINA EXTRACTORA	100	200	1	20	4
3	BAÑO MARÍA	100	300	1	20	6
8	PLANCHAS PARA CALENTAR	200	1600	1	20	32
1	BALANZA ELÉCTRICA	6	6	1	20	0,12
2	EQUIPOS HARRAS	780	1560	1	20	31,2
1	TURBIDIMETRO	325	325	1	20	6,5
1	SPECTRONIC 20	90	90	1	20	1,8
2	BALANZAS ELÉCTRICAS	6	12	1	20	0,24
1	PULVERIZADOR	600	600	1	20	12

1	CABINA PURIFICADORA	45	45	1	20	0,9
<b>LABORATORIO 01B</b>						
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
1	NEVERA	550	550	24	720	396
1	BALANZA ELÉCTRICA	8	8	2	40	0,32
1	COMPUTADOR	300	300	8	160	48
<b>LABORATORIO 02B</b>						
1	BAÑO TERMOESTATADO	300	300	1	20	6
1	CENTRIFUGA	920	920	1	20	18,4
1	PHMETRO	1150	1150	1	20	23
1	NEVERA	550	550	24	720	396
1	ESTUFA ELÉCTRICA HORNILLA	700	700	1	20	14
8	LUMINARIAS	54	432	1	20	8,64
<b>LABORATORIO 03B</b>						
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
1	COMPUTADOR	300	300	4	80	24
1	NEVERA	550	550	24	720	396
1	HORNO	800	800	3	60	48
<b>LABORATORIO 04B</b>						
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
2	COMPUTADORES	300	600	5	100	60
1	BALANZA ELÉCTRICA	8	8	1	20	0,16
<b>LABORATORIO 05B</b>						
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
2	COMPUTADORES	300	600	6	120	72
<b>LABORATORIO 06B</b>						
2	INCUBADORAS	100	200	1	20	4
1	HORNO	800	800	1	20	16
1	MUFLA	1200	1200	1	20	24
1	BALANZA ELÉCTRICA	6	6	1	20	0,12
1	NEVERA	550	550	24	720	396
1	REACTOR	300	300	1	20	6
20	LUMINARIAS	54	1080	3	60	64,8
1	COMPUTADOR	300	300	4	80	24
<b>LABORATORIO 07B</b>						
8	LUMINARIAS	54	432	2	40	17,28
2	COMPUTADORES	300	600	6	120	72
<b>BIBLIOTECA</b>						
16	LUMINARIAS	54	864	4	96	82,944
1	COMPUTADOR	300	300	8	160	48

1	IMPRESORA	450	450	4	80	36
CENTRO DE ESTUDIO						
8	LUMINARIAS	54	432	4	96	41,472
1	COMPUTADOR	300	300	8	160	48
101 SALÓN PROFESORES CATEDRA						
3	COMPUTADORES PORTATILES	100	300	3	60	18
8	LUMINARIAS	54	432	8	160	69,12
1	CAFETERA	900	900	3	60	54
102						
12	LUMINARIAS	54	648	4	80	51,84
103-SALA DE COMPUTO						
29	COMPUTADORES	300	8700	2	40	348
12	LUMINARIAS	59	708	2	40	28,32
18	LUMINARIAS	68	1224	4	80	97,92
105						
2	LUMINARIAS	54	108	2	20	2,16
106						
2	LUMINARIAS	54	108	2	20	2,16
107						
6	LAMPARAS	52	312	4	80	24,96
1	VIDEO BEAM	223	223	4	80	17,84
108						
12	LUMINARIAS	32	384	4	80	30,72
1	VIDEO BEAM	223	223	4	80	17,84
109-AULA DE POSGRADOS						
18	COMPUTADORES	300	5400	8	16	86,4
12	LUMINARIAS	54	648	8	16	10,368
1	VIDEO BEAM	223	223	8	16	3,568
110-LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA						
12	LUMINARIAS	54	648	8	16	10,368
1	COMPUTADOR	300	300	8	16	4,8
112-SALÓN DE POSGRADOS						
10	LUMINARIAS	40	400	8	16	6,4
1	VIDEO BEAM	223	223	8	16	3,568
113-REVISTA ION						
1	VENTILADOR	60	60	8	160	9,6
2	COMPUTADORES	300	600	8	160	96
4	LUMINARIAS	32	128	6	120	15,36

ÁREAS COMUNES Y BAÑOS						
20	LUMINARIAS	52	1040	4	96	99,84
26	BOMBILLOS	26	676	4	96	64,89
1	TELEVISOR	100	100	8	192	19,2
LABORATORIO DE BALANZA 01						
4	LUMINARIAS	54	216	4	80	17,28
1	COMPUTADOR	300	300	2	40	12
5	BALANZAS ELÉCTRICAS	6	30	2	40	1,2
LABORATORIO CALORIMETRIA Y TERMOGRAVIMETRIA						
4	LUMINARIAS	54	216	4	80	17,28
1	NEVERA	550	550	24	720	396
LABORATORIO MEZCLADO 03						
1	COMPUTADOR	300	300	4	80	24
4	LUMINARIAS	54	216	4	80	17,28
LABORATORIO 05						
4	LUMINARIAS	54	216	4	80	17,28
LABORATORIO 06						
4	LUMINARIAS	54	216	2	40	8,64
LABORATORIO 07						
4	LUMINARIAS	54	216	4	80	4,32
1	NEVERA	550	550	24	720	396
LABORATORIO 08						
4	LUMINARIAS	54	216	2	40	8,64
LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA DE MASAS 10						
1	CROMATOGRAFO GAS-MASAS	200	200	2	10	2
1	BOMBA	149,2	149,2	1	5	0,746
1	UPS	50	50	8	160	8
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
LABORATORIO 09						
4	LUMINARIAS LARGAS	54	216	3	60	12,96
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
1	IMPRESORA	214	214	3	60	12,84
LABORATORIO 11						
1	BOMBA CALORIMÉTRICA	1000	1000	3	60	60
1	BALANZA ELÉCTRICA	6	6	3	60	0,36
1	INTERFACE	18	18	3	60	1,08
1	ESTABILIZADOR	60	60	3	60	3,6
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
8	LUMINARIAS	54	432	3	60	25,92

LABORATORIO 12						
1	INFRAROJO	75	75	3	60	4,5
1	DESONIFICADOR	747,5	747,5	3	60	44,85
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
8	LUMINARIAS	54	432	3	60	25,92
LABORATORIO 13						
1	CROMATOR AFROLIQUIDO	150	150	3	60	9
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
8	LUMINARIAS	54	432	3	60	25,92
LABORATORIO 14						
8	LUMINARIAS	54	432	3	60	25,92
1	COMPUTADOR	300	300	3	60	18
SALA DE JUNTAS						
36	LUMINARIAS	17	612	3	60	36,72
201						
8	LUMINARIAS	54	432	8	160	69,12
4	COMPUTADORES	300	1200	8	160	192
202						
8	LUMINARIAS	54	432	8	160	69,12
4	COMPUTADORES	300	1200	8	160	192
203-204-205-206-207-208-209-226-OFICINA PROFESOR						
17	COMPUTADORES	300	5100	6	120	612
68	LUMINARIAS	32	2176	4	80	174,08
213-POSGRADOS						
10	LUMINARIAS	40	400	4	80	32
4	COMPUTADORES	300	1200	8	160	192
1	IMPRESORA	13	13	2	40	0,52
1	IMPRESORA	32	32	2	40	1,28
1	IMPRESORA	677	677	2	40	27,08
214-SALÓN DE PROFESORES						
8	LUMINARIAS	54	432	4	80	34,56
3	COMPUTADORES PORTATILES	100	300	4	80	24
219-DECANATO INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS						
1	COMPUTADORES	300	300	8	160	48
1	IMPRESORA	23	23	2	40	0,92
1	IMPRESORA	1200	1200	2	40	48
1	COMPUTADORES	300	300	8	160	48
2	LUMINARIAS	32	64	8	160	10,24
1	CAFETERA	900	900	1	20	18

228 SALÓN						
16	LUMINARIAS	32	512	6	120	61,44
1	VIDEO BEAM	223	223	6	120	26,76
230-SALÓN						
30	LUMINARIAS	32	960	6	120	115,2
1	VIDEO BEAM	223	223	6	120	26,76
231- SALÓN						
30	LUMINARIAS	32	960	6	120	115,2
1	VIDEO BEAM	223	223	6	120	26,76
232 SALÓN						
20	LUMINARIAS	32	640	4	80	51,2
1	VIDEO BEAM	223	223	4	80	17,84
233 SALÓN						
20	LUMINARIAS	32	640	4	80	51,2
1	VIDEO BEAM	223	223	4	80	17,84
234-AUDITORIO						
44	LUMINARIAS	32	1408	2	40	56,32
1	MODEM	30	30	2	40	1,2
4	REFLECTORES	60	240	2	40	9,6
238-01 DIRECCIÓN DE ESCUELA						
8	LUMINARIAS	32	256	8	160	40,96
1	COMPUTADORES	300	300	8	160	48
1	IMPRESORA	380	380	8	160	60,8
3	COMPUTADORES	300	900	8	160	144
1	IMPRESORA	60	60	8	160	9,6
1	IMPRESORA	320	320	8	160	51,2
1	IMPRESORA	200	200	8	160	32
ÁREAS COMUNES Y BAÑOS						
32	LUMINARIAS	40	1280	4	96	122,88
26	LUMINARIAS	20	520	4	96	49,92
				Áreas administrativas, salones, laboratorios y áreas comunes Total [kWh]		10749,67
				Total censo de Carga [kWh]		23938,14

En la Tabla 14 se presenta un resumen del consumo total por áreas del censo de carga en el cual se aprecia que el sistema de aire acondicionado es el mayor consumidor energético del edificio de Ingeniería Química.

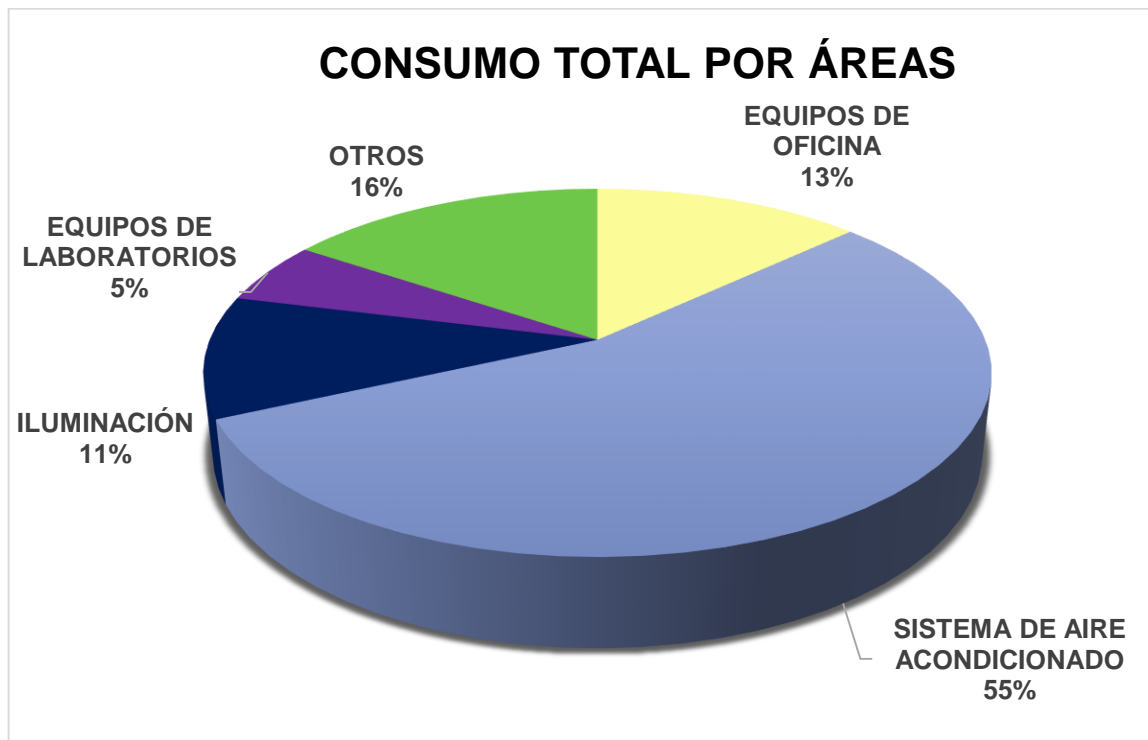
Tabla 14. Consumo total por áreas del censo de carga

ÁREAS	ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO MES (kWh)
EQUIPOS DE OFICINA	3132,37
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	13198,33
ILUMINACIÓN	2561,80
EQUIPOS DE LABORATORIOS	1308,84
OTROS (Nevera, cafetera, horno)	3736,8
Total [kWh]	23938,14

Fuente: Autor

**6.2.1 Diagrama de consumo total a nivel de áreas principales** En la Figura 13 se puede observar la distribución del consumo total de los equipos eléctricos que se ubican en el edificio de Ingeniería Química y como se puede ver los sistemas de aire acondicionado son los que más consumen energía respecto a las otras áreas del edificio.

Figura 13. Consumo total en porcentaje por áreas



**6.2.2 Diagrama de Pareto consumo eléctrico.** El censo de carga realizado al edificio de Ingeniería Química servirá como insumo para la elaboración de diagramas de Pareto 80-20 que permiten realizar el diagrama energético productivo del edificio indicando que el 20% de las áreas del edificio tienen un consumo energético del 80% del consumo total del censo de carga.

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que representan la información en orden descendente, desde el equipo que representa el mayor consumo hasta el equipo que consume menos energía. Especifica el porcentaje agregado de cada barra y la adición incremental de cada equipo con respecto al total.

Su utilidad es identificar y concentrar los mayores consumidores de energía del edificio, las mayores pérdidas energéticas y los mayores costos energéticos.

En la Tabla 15 se presentan los consumos en kWh y en porcentajes para los equipos de mayor consumo.

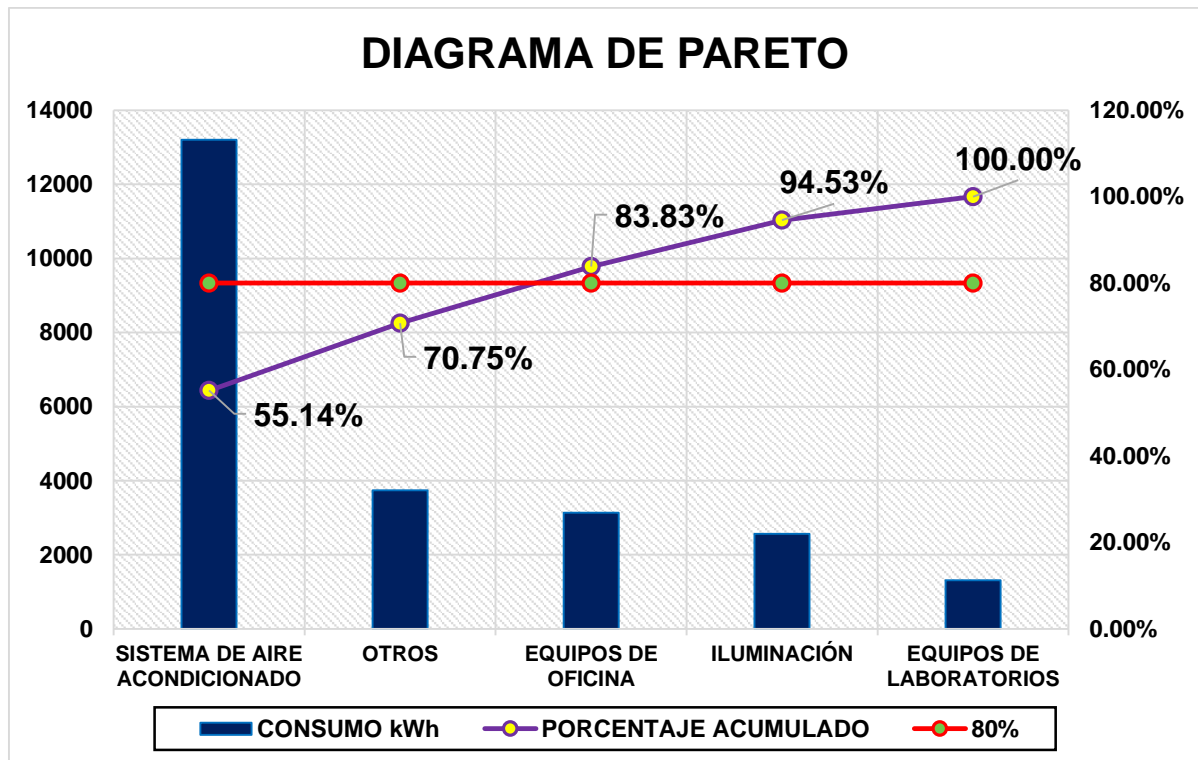
Tabla 15. Valor y porcentaje de consumo del edificio Ingeniería Química

ÁREAS	CONSUMO kWh	CONSUMO TOTAL kWh	PORCENTAJE %	CONSUMO ACUMULADO kWh	PORCENTAJE ACUMULADO
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	13198	23938,162	55,14%	13198,34	55,14%
OTROS	3736,8	23938,162	15,61%	16935,14	70,75%
EQUIPOS DE OFICINA	3132,4	23938,162	13,09%	20067,51	83,83%
ILUMINACIÓN	2561,8	23938,162	10,70%	22629,32	94,53%
EQUIPOS DE LABORATORIOS	1308,8	23938,162	5,47%	23938,16	100,00%

Este diagrama que se encuentra en la Figura 14 indica los niveles de consumo de aire acondicionado, otros (cafetera, nevera, televisor), equipos de oficina, iluminación, y equipos de laboratorio, mostrando así que el mayor gasto energético es presentado por los aires acondicionados con un 55,14% seguido de otros con un 15,61% y

equipos de oficina con un 13,09% estos tres factores consumen el 80% de toda la energía del edificio.

Figura 14. Diagrama de Pareto para las áreas de consumo.



### 6.3 VARIABLES DE CONTROL DEL USO DE ENERGÍA

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

- Estado técnico de los equipos (Controlable)
- Variables operacionales (Controlable)
- Condiciones ambientales (No controlable)
- Coordinación entre áreas (Controlable)

- Variables productivas (Controlables y no controlables)

Para el desarrollo de este proyecto se toma como variable de producción la cantidad de personas que se atienden en el edificio Ingeniería Química; este tipo de variable no se puede controlar, por lo tanto se le llama variable significativa. Una variable significativa es aquella de la que más depende el consumo de energía del proceso o equipo. El objetivo al obtener las líneas de tendencia de la siguiente sección, es que se puedan implementar medidas que permitan una relación eficiente entre las variables consumo y personas atendidas.

Por otra parte, las variables que se pueden controlar en el edificio serían el estado técnico de los equipos y las variables de control operacional como:

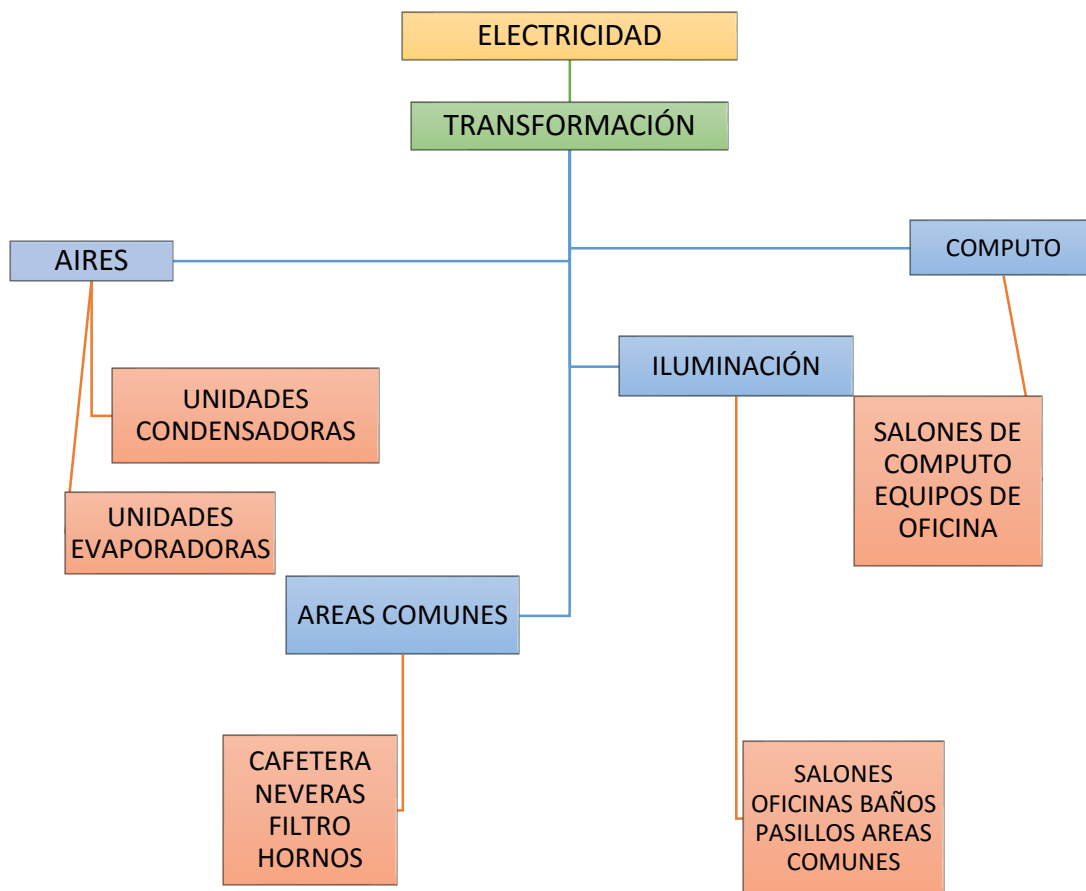
- Iluminación: tiempo de encendido de las luminarias.
- Refrigeración: Presión del aire, temperatura del aire al compreso, humedad del aire, regulación de presión descarga/presión cargue; tipo de control de arranque/parada del compresor.

Con las cuales se pueda mejorar el desempeño energético del edificio.

#### **6.4 DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA.**

El edificio de Ingeniería Química como parte integral de la Universidad Industrial de Santander, presta un servicio a la comunidad estudiantil y a las diferentes entidades que realicen procesos investigativos con la universidad, con el fin de satisfacer las necesidades académicas, brindando un ambiente de confort tanto a estudiantes, profesores y empleados que interactúan en las diferentes actividades del edificio. En todos los procesos presentes se identifica que el principal portador energético es la energía eléctrica. A continuación en la Figura 15 se muestra un esquema que describe la influencia de los consumidores energéticos del edificio.

Figura 15. Diagrama de producción edificio Ingeniería Química



Fuente: Autor

## PRODUCCIÓN ASOCIADA A LA OCUPACIÓN DEL EDIFICIO

Para la caracterización del edificio de Ingeniería Química se tomó como producción la ocupación de estudiantes, trabajadores y profesores que hace uso del edificio, teniendo en cuenta la ocupación de las aulas en los horarios establecidos de clase. Para esto se toma un periodo de dos semestres comprendidos entre las fechas de septiembre del 2014 a septiembre del 2015, Teniendo en cuenta el calendario académico de la universidad en las fechas respectivas. En la Tabla 16, se observa una ocupación estimada de cada mes.

Tabla 16. Ocupación de estudiantes y personal administrativo por días (estimado)

PERIODO	OCUPACIÓN (personas)
VIE-29/1/2016	885
SAB-30/1/2016	60
DOM-31/1/2016	2
LUN-1/2/2016	413
MAR-2/2/2016	1218
MIE-3/2/2016	1131
JUE-4/2/2016	1205
VIE-5/2/2016	885
SAB-6/2/2016	60
DOM-7/2/2016	2
LUN-8/2/2016	413
MAR-9/2/2016	1218
MIE-10/2/2016	1131
JUE-11/2/2016	1205
VIE-12/2/2016	885
SAB-13/2/2016	60
DOM-14/2/2016	2
LUN-15/2/2016	413
MAR-16/2/2016	1218
MIE-17/2/2016	1131
JUE-18/2/2016	1205
VIE-19/2/2016	885
SAB-20/2/2016	60
DOM-21/2/2016	2
LUN-22/2/2016	413
MAR-23/2/2016	1218
MIE-24/2/2016	1131
JUE-25/2/2016	1205
VIE-26/2/2016	885
SAB-27/2/2016	60
DOM-28/2/2016	2
LUN-29/2/2016	413

## **7. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

En este capítulo se hace un análisis de las variables que intervienen en los procesos que afectan el consumo energético en el edificio Ingeniería Química, con el fin de identificar los potenciales de ahorro que se pueden implementar para aumentar la eficiencia energética en las diferentes áreas de trabajo. Se busca la construcción de una línea base del consumo de energía la cual servirá como referencia del estado del desempeño energético en las actividades del edificio y así se pueden establecer estrategias de control y seguimiento de los consumos energéticos. Se verifica con esto la validez de la variable significativa del uso de la energía que en este caso será la atención al personal que ingresa al edificio y su correlación existente con el consumo de energía. Este análisis se hará con base en los datos obtenidos en la primera parte acerca del comportamiento del consumo de energía en el mes de febrero de 2016 y de la caracterización de la producción correspondiente a los usuarios del edificio Ingeniería Química. Seguidamente se hará uso de herramientas estadísticas que apoyen dicho análisis.

### **7.1 ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN**

Con base en la información obtenida en la pre-caracterización, se utiliza herramientas estadísticas que llevan a determinar los indicadores energéticos con los cuales se hace seguimiento de las variables que influyen en el consumo energético y establecer metas alcanzables con el fin de reducir el consumo energético. En la Tabla 17 se muestra la información necesaria para el establecimiento de indicadores del sistema de gestión.

La información de la Tabla 17 se obtuvo de los datos tomados con el analizador de redes para el caso del consumo en (kWh) y la ocupación como se estableció en el numeral 5.1.2.

Tabla 17. Consumo y producción en el Ingeniería Química estimado

PERIODO	OCUPACIÓN (personas)	CONSUMO (kWh)
VIE-29/1/2016	885	700,67
SAB-30/1/2016	60	329,12
DOM-31/1/2016	2	148,95
LUN-1/2/2016	413	688,68
MAR-2/2/2016	1218	772,36
MIE-3/2/2016	1131	812,30
JUE-4/2/2016	1205	729,72
VIE-5/2/2016	885	670,19
SAB-6/2/2016	60	351,66
DOM-7/2/2016	2	140,27
LUN-8/2/2016	413	710,45
MAR-9/2/2016	1218	769,52
MIE-10/2/2016	1131	793,93
JUE-11/2/2016	1205	759,57
VIE-12/2/2016	885	725,74
SAB-13/2/2016	60	272,86
DOM-14/2/2016	2	131,57
LUN-15/2/2016	413	776,89
MAR-16/2/2016	1218	784,43
MIE-17/2/2016	1131	749,72
JUE-18/2/2016	1205	777,26
VIE-19/2/2016	885	790,27
SAB-20/2/2016	60	324,79
DOM-21/2/2016	2	132,09
LUN-22/2/2016	413	710,75
MAR-23/2/2016	1218	753,84
MIE-24/2/2016	1131	785,91
JUE-25/2/2016	1205	763,09
VIE-26/2/2016	885	641,76
SAB-27/2/2016	60	279,75
DOM-28/2/2016	2	131,46
LUN-29/2/2016	413	676,90

Fuente: Autor

El día domingo se presenta una baja ocupación ya que estos días no hay estudiantes en el campus central de la Universidad industrial de Santander, y el día sábado se

presenta baja ocupación respecto a los días entre semana de lunes a viernes ya que no se programaron clases a los estudiantes de pregrado, solo clases de posgrado.

**7.1.1 Gráficos de control.** Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causas y efectos, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones [8]. Con este diagrama se evalúa si las variables están bajo control o no, y se consideran los límites de la variable de bajo control. Para la realización de este grafico de control es necesario obtener el consumo promedio (CP), la desviación estándar (DS), el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) de la siguiente manera:

$$CP = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

$$DS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - CP)^2}{n - 1}}$$

$$LCS = CP + 3 * DS$$

$$LCI = CP - 3 * DS$$

CP Consumo promedio

DS Desviación estándar

LCS Limite de control superior

LCI Limite de control inferior

n número de muestras

Xi muestras

Tabla 18. Datos del gráfico de control

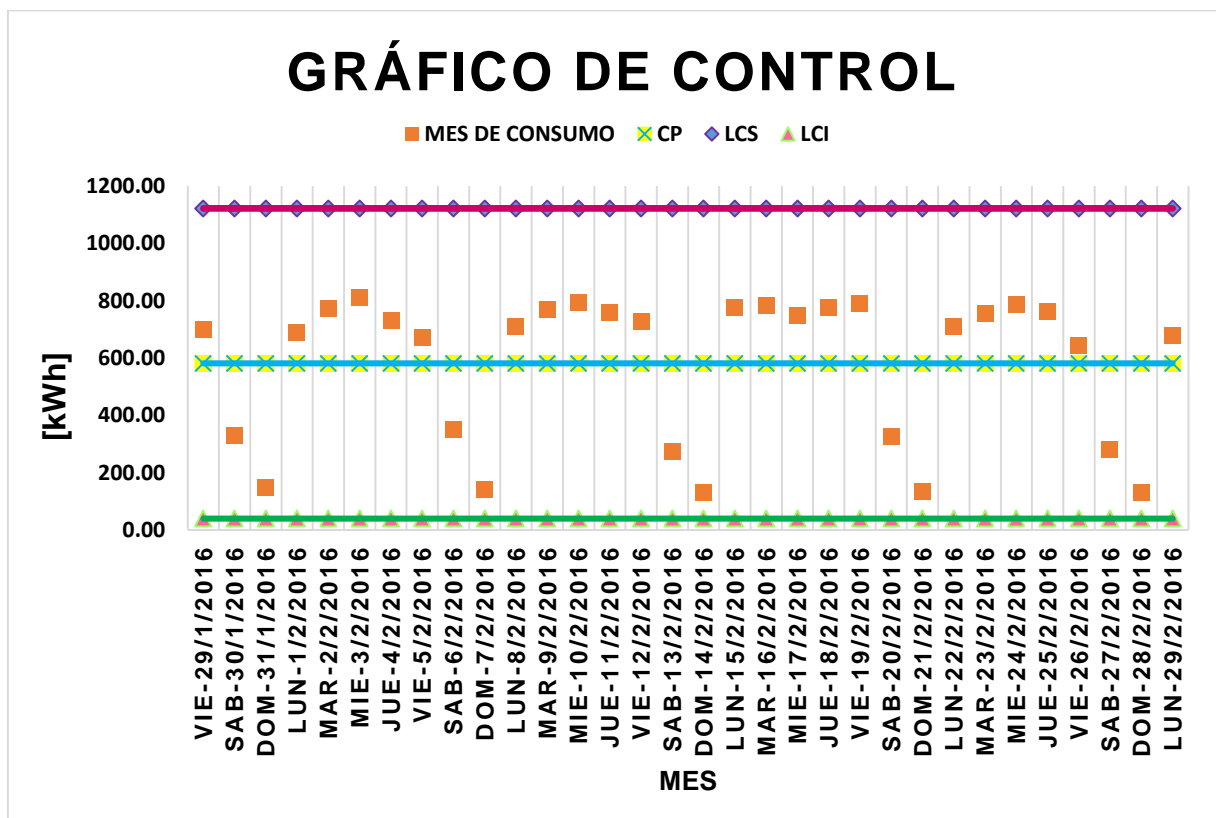
PERIODO	CONSUMO (kWh)	CP	DS	LCS	LCI
VIE-29/1/2016	700,67				
SAB-30/1/2016	329,12				
DOM-31/1/2016	148,95				
LUN-1/2/2016	688,68				
MAR-2/2/2016	772,36				
MIE-3/2/2016	812,30				
JUE-4/2/2016	729,72				
VIE-5/2/2016	670,19				
SAB-6/2/2016	351,66				
DOM-7/2/2016	140,27				
LUN-8/2/2016	710,45				
MAR-9/2/2016	769,52				
MIE-10/2/2016	793,93				
JUE-11/2/2016	759,57				
VIE-12/2/2016	725,74				
SAB-13/2/2016	272,86	580,82	180,36	1121,92	39,72
DOM-14/2/2016	131,57				
LUN-15/2/2016	776,89				
MAR-16/2/2016	784,43				
MIE-17/2/2016	749,72				
JUE-18/2/2016	777,26				
VIE-19/2/2016	790,27				
SAB-20/2/2016	324,79				
DOM-21/2/2016	132,09				
LUN-22/2/2016	710,75				
MAR-23/2/2016	753,84				
MIE-24/2/2016	785,91				
JUE-25/2/2016	763,09				
VIE-26/2/2016	641,76				
SAB-27/2/2016	279,75				
DOM-28/2/2016	131,46				
LUN-29/2/2016	676,90				

Fuente: Autor

Con la información de la Tabla 18 se realizó el gráfico de control correspondiente a la Figura 16 donde se realiza un análisis para determinar si el proceso es estable siguiendo ciertos criterios como secuencia, sesgo, tendencia y periodicidad.

Establecido el gráfico de control observamos que cumple un consumo energético de proceso estable, esto quiere decir que el consumo se encuentra dentro de los límites de control por que los puntos del consumo diario en kWh se encuentran dentro de los rangos establecidos como límite de control superior y límite de control inferior ya establecidos anteriormente por medio de unas fórmulas matemáticas , no se observa ningún punto fuera de los limites; si esto ocurriera se tomarían las medidas de análisis respectivas.

Figura 16. Gráfico de control



**7.1.2 Gráfico de consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T)** Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con las personas atendidas realizadas en el tiempo, donde muestra periodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de personas atendidas en el edificio Ingeniería Química.

Para realizar el gráfico se tuvo en cuenta la variación que representa el consumo y las personas atendidas, esto se muestra a continuación:

$$\%V = \frac{V_{anterior} - V_{actual}}{V_{anterior}} * 100$$

Donde

%V Porcentaje de variación

Vactual Valor consumo/personas atendidas actual

Vanterior Valor consumo/personas atendidas anterior

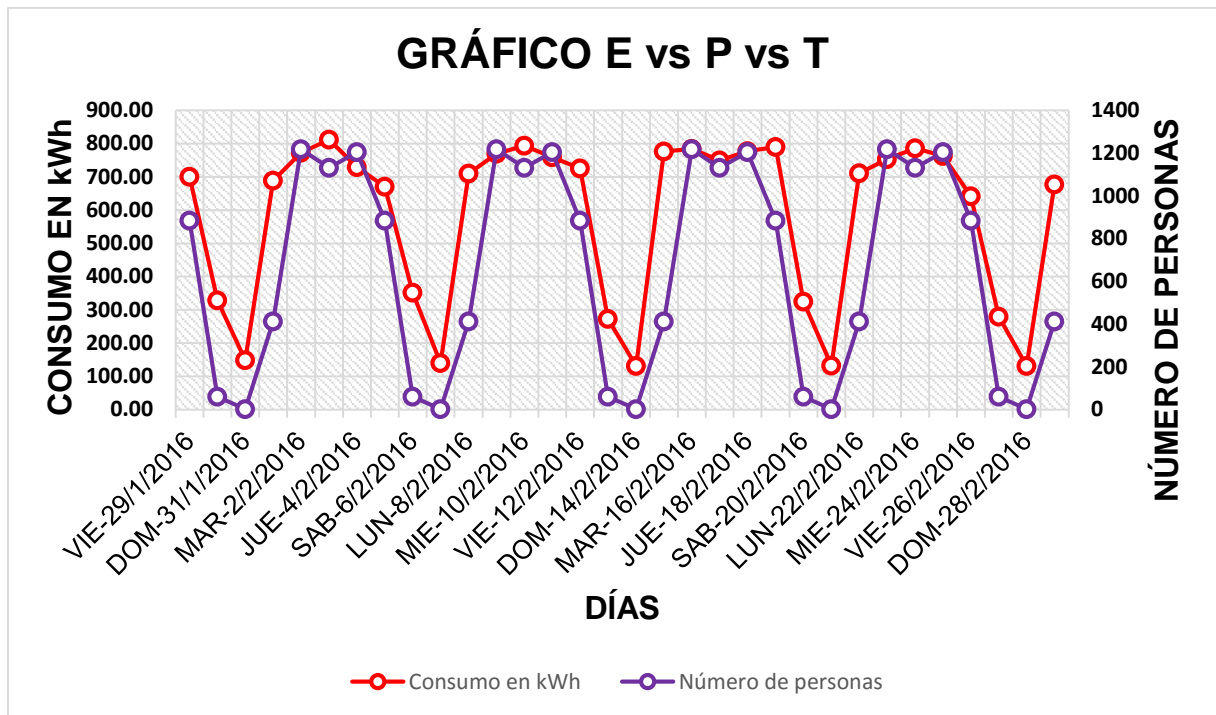
Con este porcentaje se define que es un comportamiento anómalo si los signos del porcentaje (%) de variación del consumo y de la producción son diferentes. También se escribe anómalo si los signos son iguales, pero los valores de los porcentajes (%) son significativamente diferentes a las distancias medidas [8].

En la Tabla 19 se muestra la variación relativa de la relación de número de personas atendidas y el consumo en el tiempo que permite la evaluación numérico de las anomalías descritas acompañada de la Figura 17.

Tabla 19. Variación relativa en el consumo de energía y las personas atendidas en el tiempo.

PERIODO	CONSUMO (kWh)	% VARIACIÓN	PERSONAS ATENDIDAS	% VARIACIÓN	COMPORTAMIENTO
VIE-29/1/2016	700,67		885		NORMAL
SAB-30/1/2016	329,12	53,03	60	93,22	NORMAL
DOM-31/1/2016	148,95	54,74	2	96,67	NORMAL
LUN-1/2/2016	688,68	-362,35	413	-410,00	NORMAL
MAR-2/2/2016	772,36	-12,15	1218	-194,92	NORMAL
MIE-3/2/2016	812,30	-5,17	1131	7,14	ANÓMALO
JUE-4/2/2016	729,72	10,17	1205	-6,54	ANÓMALO
VIE-5/2/2016	670,19	8,16	885	26,56	NORMAL
SAB-6/2/2016	351,66	47,53	60	93,22	NORMAL
DOM-7/2/2016	140,27	60,11	2	96,67	NORMAL
LUN-8/2/2016	710,45	-406,48	413	-410,00	NORMAL
MAR-9/2/2016	769,52	-8,31	1218	-194,92	NORMAL
MIE-10/2/2016	793,93	-3,17	1131	7,14	ANÓMALO
JUE-11/2/2016	759,57	4,33	1205	-6,54	ANÓMALO
VIE-12/2/2016	725,74	4,45	885	26,56	NORMAL
SAB-13/2/2016	272,86	62,40	60	93,22	NORMAL
DOM-14/2/2016	131,57	51,78	2	96,67	NORMAL
LUN-15/2/2016	776,89	-490,49	413	-520,00	NORMAL
MAR-16/2/2016	784,43	-0,97	1218	-194,92	NORMAL
MIE-17/2/2016	749,72	4,43	1131	7,14	NORMAL
JUE-18/2/2016	777,26	-3,67	1205	-6,54	ANÓMALO
VIE-19/2/2016	790,27	-1,67	885	26,56	ANÓMALO
SAB-20/2/2016	324,79	58,90	60	93,22	NORMAL
DOM-21/2/2016	132,09	59,33	2	96,67	NORMAL
LUN-22/2/2016	710,75	-438,06	413	-440,00	NORMAL
MAR-23/2/2016	753,84	-6,06	1218	-194,92	NORMAL
MIE-24/2/2016	785,91	-4,25	1131	7,14	ANÓMALO
JUE-25/2/2016	763,09	2,90	1205	-6,54	ANÓMALO
VIE-26/2/2016	641,76	15,90	885	26,56	NORMAL
SAB-27/2/2016	279,75	56,41	60	93,22	NORMAL
DOM-28/2/2016	131,46	53,01	2	96,67	NORMAL
LUN-29/2/2016	676,90	-414,92	413	-405,30	NORMAL

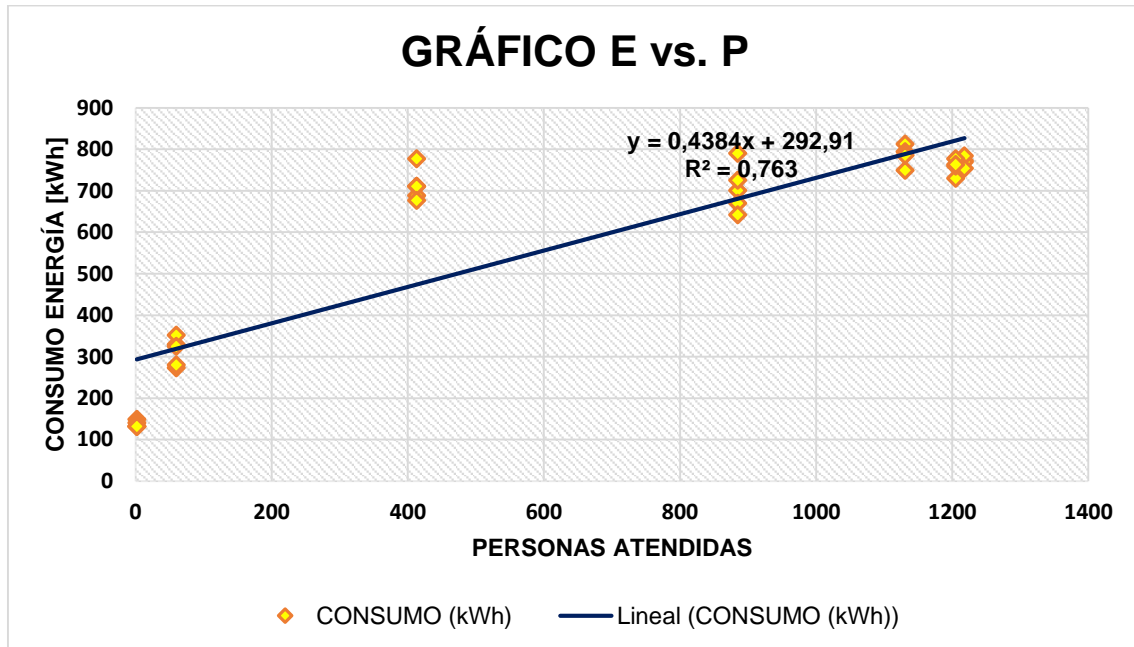
Figura 17. Gráfico consumo (E) y personas atendidas (P) vs. Tiempo (T)



**7.1.3 Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P).** En el análisis de la eficiencia energética del edificio de Ingeniería Química es importante determinar el comportamiento de la variación del consumo energético en función de la ocupación, para determinar cuantitativamente la energía no asociada a la cantidad de personas presentes en el edificio de Ingeniería Química, es decir, se puede determinar la correlación entre los parámetros a estudiar.

En la Figura 18 se muestra el gráfico E vs P que se obtuvo con los datos del consumo y las personas atendidas en el mes de febrero de 2016.

Figura 18. Gráfico consumo (E) vs. Personas atendidas (P)



El índice de correlación encontrado fue de 0,763 lo que indica que no hay una buena correlación entre los dos parámetros. De la figura se obtiene la ecuación que relaciona el consumo de energía y las personas atendidas:

$$E = 0,4384P + 292,9$$

El valor de 292,9 kWh es la energía no asociada a las personas atendidas. Este consumo no depende del nivel de personas atendidas, puede ser generado por la iluminación en horas no laborales en los aires acondicionados, cuando son manuales y no se apagan.

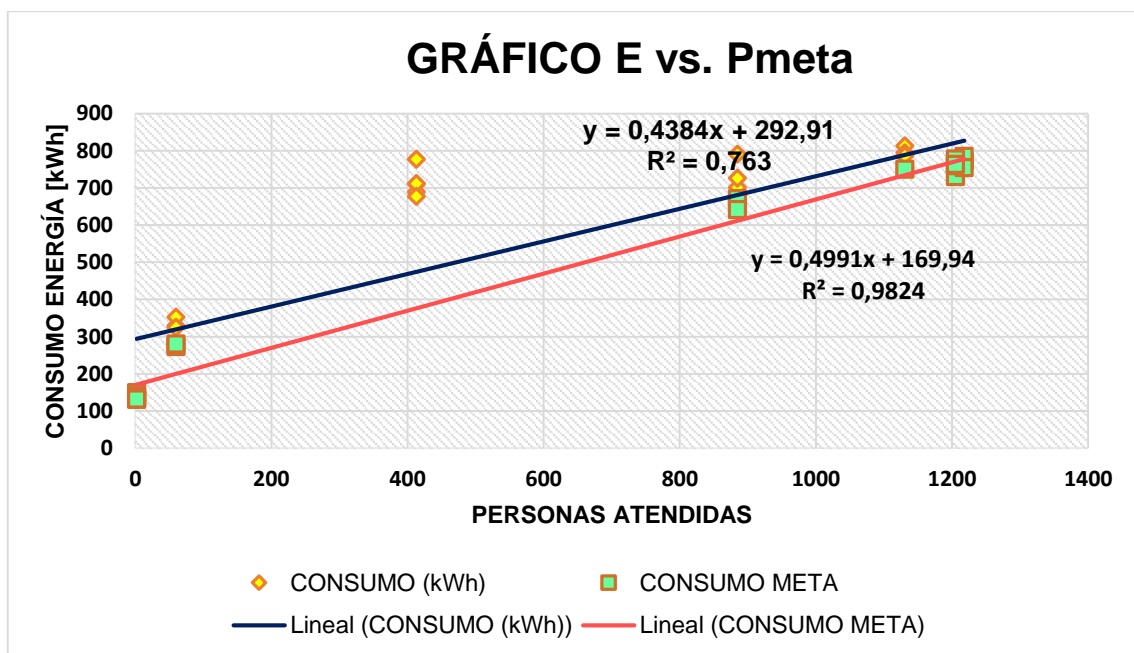
#### 7.1.4. Consumo (E) vs. Personas atendidas (P) para la identificación de metas.

Las metas de reducción de consumo se traducirán en disminución de pérdidas de dinero, si se trazan las medidas adecuadas y se siguen con cuidado.

La meta de consumo para una cantidad de personas atendidas dado se calcula con la ecuación de línea de tendencia del grafico consumo vs. Personas atendidas hallado para los niveles por debajo de la medida [8]. Con dichos datos se obtiene una nueva línea de tendencia meta, dándose así una nueva ecuación de coeficiente de correlación entre el consumo y la producción.

En la Figura 19, se observa claramente la nueva línea de tendencia y su respectiva ecuación, el objetivo es establecer medidas que permitan identificar las variables de consumo y producción para seguir comportándose según la nueva ecuación de tendencia, de esta manera se tendrían producciones más eficientes.

Figura 19. Gráfico de consumo (E) vs. Personas atendidas (P) Meta.



Los puntos de consumo meta representan puntos de bajo consumo para buena ocupación y uso del edificio. El propósito con la curva E vs P Meta es establecer medidas que permitan a las variables consumo y personas atendidas, comportarse según la nueva ecuación de tendencia. Si se logrará realizar esto, la utilidad del edificio sería más eficiente. La nueva correlación en la línea meta es de 0,982 mayor que la del gráfico E vs P, y según la Tabla 20 su valor indica que existe una buena

correlación, es decir, que la nueva ecuación describe de modo apropiado el comportamiento de las variables.

De acuerdo con la Figura 19, la energía no asociada a las personas atendidas bajó de 292,91kWh a 169,94kWh, indicando una reducción de 58% en este consumo.

**7.1.5. Diagrama índice de consumo-ocupación (IC vs O).** El diagrama IC vs. P es muy útil para establecer sistemas de gestión energética estandarizar procesos productivos a nivel de eficiencia energética y para identificar el punto crítico de personas atendidas en el cual el consumo no varía significativamente con relación a ellas [8].

El diagrama IC vs P es una línea curva con asíntota en el eje x en el valor de la pendiente m de la ecuación  $E=mP+E_o$ , obtenida del grafico consumo vs. Personas atendidas. La curva se obtiene mediante la siguiente ecuación:

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

En la Tabla 20.Datos del gráfico índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P) se encuentran los datos teóricos obtenidos con el consumo en el edificio.

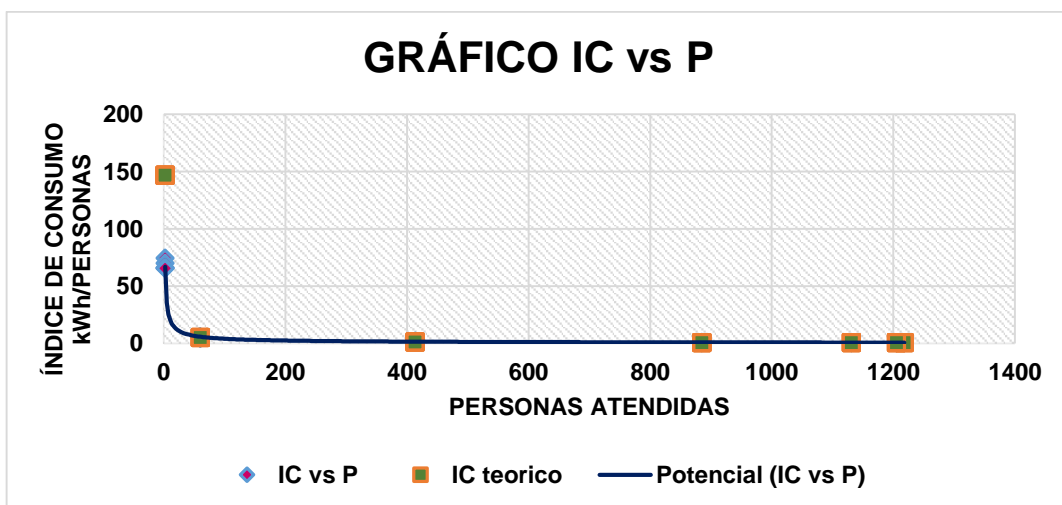
Tabla 20.Datos del gráfico índice de consumo vs. Personas atendidas (IC vs. P)

PERIODO	CONSUMO (kWh)	PERSONAS ATENDIDAS	IC	CT	ICT
VIE-29/1/2016	700,66	885	0,791	680,894	0,769
SAB-30/1/2016	329,12	60	5,485	319,214	5,320
DOM-31/1/2016	148,95	2	74,476	293,786	146,893
LUN-1/2/2016	688,68	413	1,666	473,969	1,147
MAR-2/2/2016	772,36	1218	0,634	826,881	0,678
MIE-3/2/2016	812,29	1131	0,718	788,740	0,697
JUE-4/2/2016	729,72	1205	0,605	821,182	0,681
VIE-5/2/2016	670,19	885	0,757	680,894	0,769
SAB-6/2/2016	351,65	60	5,860	319,214	5,320

DOM-7/2/2016	140,27	2	70,135	293,786	146,893
LUN-8/2/2016	710,44	413	1,720	473,969	1,147
MAR-9/2/2016	769,51	1218	0,631	826,881	0,678
MIE-10/2/2016	793,93	1131	0,701	788,740	0,697
JUE-11/2/2016	759,56	1205	0,630	821,182	0,681
VIE-12/2/2016	725,73	885	0,820	680,894	0,769
SAB-13/2/2016	272,86	60	4,547	319,214	5,320
DOM-14/2/2016	131,56	2	65,783	293,786	146,893
LUN-15/2/2016	776,89	413	1,881	473,969	1,147
MAR-16/2/2016	784,43	1218	0,644	826,881	0,678
MIE-17/2/2016	749,71	1131	0,662	788,740	0,697
JUE-18/2/2016	777,25	1205	0,645	821,182	0,681
VIE-19/2/2016	790,27	885	0,892	680,894	0,769
SAB-20/2/2016	324,79	60	5,413	319,214	5,320
DOM-21/2/2016	132,09	2	66,047	293,786	146,893
LUN-22/2/2016	710,75	413	1,720	473,969	1,147
MAR-23/2/2016	753,84	1218	0,618	826,881	0,678
MIE-24/2/2016	785,90	1131	0,694	788,740	0,697
JUE-25/2/2016	763,08	1205	0,633	821,182	0,681
VIE-26/2/2016	641,75	885	0,725	680,894	0,769
SAB-27/2/2016	279,74	60	4,662	319,214	5,320
DOM-28/2/2016	131,45	2	65,729	293,786	146,893
LUN-29/2/2016	676,90	413	1,638	473,969	1,147

Fuente: Autor

Figura 20. Gráfico índice de consumo (IC) vs. Personas atendidas (P)



La Figura 20 muestra que el índice de consumo depende del nivel de personas atendidas. En la medida que las personas atendidas disminuyen es posible que disminuya el consumo total de energía, como se aprecia en la expresión  $E(P)$  pero el gasto energético por unidad de personas atendidas aumenta. Esto se debe a que aumenta el peso relativo de la energía no asociada a la producción [8].

En la Figura 20 se puede establecer que el índice de consumo varía entre 0,6450 y 74,476 kWh/Personas. Se aprecia un punto crítico alrededor de las 60 personas atendidas, esto quiere decir que la producción resulta ineficiente e incrementa el índice de consumo ya que el promedio de personas atendidas es de 656.

## 8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El diagnóstico energético es una ayuda indispensable para desarrollar las bases técnicas y financieras de un programa de ahorro de energía. Por esta razón es de alta importancia contar con técnicas adecuadas para su ejecución, así como con personal calificado para ejecutarlo.

El objetivo de realizar el diagnóstico energético es identificar las oportunidades, las soluciones y las medidas para realizar proyectos de ahorro energético aplicado a equipos y procesos claves de los edificios, para ellos se realizan las siguientes actividades: definición de áreas y equipos de diagnóstico, la planeación de producción, planeación e indicadores de mantenimiento de los equipos. Las oportunidades a identificar están clasificadas en: gestión, estado técnico, mejoras tecnológicas, recuperación de energía.

En este capítulo se realiza una auditoria energética de los flujos de energía del edificio:

- Niveles de iluminación.
- Análisis termográfico.
- Calidad de la energía.

### 8.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La iluminación es una de las principales aplicaciones de la energía eléctrica en los sectores comercial, servicios, edificaciones académicas y entidades públicas. Entre los factores que influyen en el consumo de energía de los sistemas de iluminación se encuentran los siguientes:

- Eficiencia energética de los componentes (bombillas, luminarias y equipos auxiliares).
- Uso de la instalación (modo de uso, utilización de sistema de regulación y control, aprovechamiento de la luz natural).
- Mantenimiento (limpieza, reposición de lámparas).

Dentro de este grupo de edificaciones de uso académico se encuentra el Edificio de Ingeniería Química de la UIS, el cual se caracteriza por su funcionamiento con variedad de sistemas de iluminación. Ya que el edificio cuenta con un alto porcentaje de consumo energético por iluminación con una iluminación rediseñada o adecuada se puede ahorrar fácilmente este consumo.

Para tener una estimación de cómo se encuentra el estado actual de la iluminación del edificio, se realizó la medición de la iluminancia según la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público (RETILAP) y así evaluar el estado del diseño de iluminación del edificio según la Tabla 21.

Tabla 21. Niveles de iluminancia

COLEGIOS Y CENTROS EDUCATIVOS	UGR L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado público RETILAP, 1st ed. Bogotá, Colombia 2009

Se define como iluminancia (E) la densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie, la unidad de iluminancia es el lux ( $1 \text{ lx} = 1 \text{ Lumen/m}^2$ ).

## **EQUIPO UTILIZADO**

### **Luxómetro Amprobe LM631A**

Un luxómetro (también llamado luxómetro o light meter) permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representados en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.

Por tanto este aparato fue empleado para medir la iluminancia promedio del edificio de Ingeniería Química, empleándose el modelo que se muestra en la Figura 21, el cual posee las especificaciones generales enunciadas después en la Tabla 22.

Figura 21. Luxómetro Amprobe LM631A Medidor de luz digital.



## Características generales

Tabla 22. Especificación del luxómetro Amprobe LM631A




Especificaciones Generales	
<b>Pantalla</b>	Pantalla LCD de 3½ dígitos (1999 cuentas)
<b>Medición de frecuencia</b>	2,5 veces por segundo, nominal
<b>Batería</b>	4 piezas 1,5 V (AAA size) UM-4, R03
<b>Duración Batería</b>	200 horas batería de carbón-zinc
<b>Corriente en reposo</b>	<1 $\mu$ A;
<b>Peso</b>	220 g
<b>Rango</b>	20 lux, 200 lux, 2000 lux, 20000 lux,
<b>Precisión total</b>	Para iluminación estándar Lámpara incandescente 2856k es +- 3% lectura +10 dígitos.
<b>Resolución</b>	0,01lux
<b>Retención de pico tiempo de respuesta</b>	>50 ms luz pulsada
<b>Celda analógica</b>	1 mV=1 Lux o 10 mV=1 fc, nominal, salida continua

### Modo de empleo

Se ubica el sensor perpendicular a la luz o punto que se desea medir, se retira la tapa del mismo y se selecciona la magnitud lux, la escala de iluminancia y el rango de lectura. Cuando se ha realizado la lectura, se vuelve a colocar la tapa del sensor para proteger el filtro y el sensor.

**8.1.1 Descripción del sistema de iluminación.** Con base en el censo de carga realizado al edificio de Ingeniería Química a continuación se describe el sistema de iluminación del edificio.

Tabla 23. Descripción sistema de iluminación edificio Ingeniería Química

NÚMERO DE LUMINARIAS	ESPECIFICACIONES	POTENCIA
SALONES	Ecoluz F32T8 SP65 – ECO32W DAYLIGHT 65K 	32 W
BAÑOS Y ÁREAS COMUNES	SYLVANIA MINI LYX ESPIRAL T8-108 	25 W
LABORATORIO	BOMBILLA SYLVANIA 	50 W
BAÑOS LABORATORIOS	PANELES SYLVANIA LIGHT RECTANGULAR 	45 W

LABORATORIO	SYLVANIA F032W/54-765-T5	75 W
LABORATORIO	ECOLUZ 54W T5 84 ECO	54 W
BAÑOS PRIMER PISO	PHILIPS F96T8/TL650PLT5 LONGLIFE	52 W
AUDITORIO MARIO GALÁN LOPEZ	68W STARCOAT F96T8-5PX50 5000K	68 W
LABORATORIO	TBS REJILLA T8 4X17W 	17 W
AUDITORIO CLEMENTE RETAMOSO	SILVANIA F32W 68 6500K SUPER	32 W
AUDITORIO CLEMETE RETAMOSO	REFLECTORES PHILLIPS 60W 	60 W

Fuente: Autor

## MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA

En los salones, pasillos, laboratorios, y oficinas administrativas se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de luminancia de la Tabla 21, para su respectivo cumplimiento durante la vida útil de la iluminación del edificio no debe ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecida por la misma. Esto se debe a que

se debe tener un buen diseño de la iluminación de los recintos del edificio ya que una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales. Teniendo en cuenta esta información y aplicando la metodología de la sección 490 de la resolución No. 180540 del 30 de marzo, del Ministerio de Minas y Energía, el cual modifica el Reglamento Técnico de iluminación y Alumbrado Público- RETILAP, se determina la iluminancia de las distintas áreas del edificio.

### VALORES OBTENIDOS DE LA MEDICIÓN

En la Tabla 24 se muestran los resultados obtenidos del proceso de medición y cálculo de su promedio respecto a los parámetros establecidos en el RETILAP, se midieron los niveles de iluminación interior del edificio a las 7 pm para que los valores obtenidos sean los más precisos posibles sobre la luz artificial del edificio de Ingeniería Química, a una altura de 0,75 m sobre el nivel del suelo y se midieron en puntos específicos de cada área según la sección 490 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.

Tabla 24. Datos luxómetro edificio Ingeniería Química

ZONA	REFERENCIA (lx)		ILUMINANCIA (lx)					Promedio
	Mín.	Máx.	Punto #1	Punto #2	Punto #3	Punto #4	Punto #5	
<b>LABORATORIO DE POSGRADOS/OPERACIONES UNITARIAS Y FENÓMENOS DE TRANSPORTE</b>								
ZONA OFICINA	300	750	856,33	963,30	569,40	365,10	632,40	677,31
ZONA PASILLO	50	150	52,30	198,60	63,50	156,80	54,20	105,08
ZONA LAB 1	300	750	1088,30	836,31	796,30	869,45	789,20	875,91
<b>LABORATORIO QUÍMICA GENERAL</b>								
ZONA PASILLO	50	150	103,50	35,33	202,67	111,73	115,30	113,71
ZONA LAB 1-LAB 2	300	750	98,50	160,00	190,00	223,00	276,00	189,50
ESCALERAS	50	150	257,00	442,00	541,00	379,00	525,00	428,80
<b>LABORATORIO 01B-02B-03B-04B-05B-06B-07B</b>								
ZONA SALÓN	300	750	526,00	786,00	356,00	457,00	369,00	498,80
ZONA PASILLO	50	150	36,30	156,50	69,70	87,60	169,30	103,88

BIBLIOTECA-CENTRO DE ESTUDIOS								
ZONA 1	150	300	356,2	400,96	54,6	198,6	352,3	272,532
AUDITORIO MARIO GALÁN LOPÉZ								
	300	750	281,5	492	303	438,25	577,7	418,49
SALÓN 101:113								
101	300	750	710	817,85	1161	841,57	965,14	899,11
ÁREAS COMUNES Y BAÑOS-PISO 1								
BAÑOS	100	200	88,63	153,83	397,33	89,08	182,22	182,22
ZONA COMUN SALONES	50	150	263,33	420,80	419,00	374,29	295,33	354,55
LABORATORIO 01:15								
PASILLO	50	150	43,2	26,3	86,2	14,6	45,3	43,12
ZONA 1	300	750	635,2	963,6	1025,3	78,6	145,2	569,58
OFICINA-POGRADOS-DECANATO FISICOQUÍMICAS-DIRECCIÓN DE ESCUELA								
ZONA 1	300	750	359,6	1058	1236	563	456,3	734,58
OFICINA PROFESORES 203:226								
ZONA 1	300	750	359,6	1058	1236	563	456,3	734,58
SALONES 228-230-231-232-233								
228	300	750	710,00	817,86	1161,00	841,57	965,14	899,11
AUDITORIO 234								
ZONA1	300	750	62,83	128,00	74,13	49,33	40,33	70,93
ÁREAS COMUNES Y BAÑOS PISO 2								
BAÑOS	100	200	88,63	153,83	397,33	89,08	182,21	182,22
PASILLO 1- OF PROFESORES	50	150	121,63	94,75	135,58	197,78	208,83	151,71
PASILLO 2- OF 238	50	150	60,67	148,67	362,25	306,33	219,48	219,48
PASILLO 3- OF PROFESORES	50	150	157,77	56,75	341,75	100,00	218,71	175,00
PASILLO 6- AUDITORIO 234	50	150	40,00	104,00	14,85	40,20	57,78	51,37

En la Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, se muestran los niveles de iluminancia de las diferentes zonas de medida en el edificio de Ingeniería Química.

- **Laboratorio Posgrados Operaciones unitarias y fenómenos de transporte**

Para esta zona del edificio se realizaron las medidas necesarias y se obtuvo como resultado que la zona de los laboratorios está sobredimensionada en su diseño de luminarias ya que sobrepasa el rango admisible según la Tabla 21 al ser la medida de 875,1 lux, mientras que el valor admisible es de 750 lux como se puede visualizar en el diagrama de barras de la Figura 22.

- **Laboratorio química general**

En el estudio realizado en el laboratorio de química general encontramos varias irregularidades ya que la parte de las escaleras que comunican al laboratorio con el primer piso se encuentran sobredimensionadas en el diseño de luminarias según lo visto en la Tabla 21 ya que la medida en lux es de 428,8 y según el reglamento no debe superar 150 lux como se muestra en la Figura 24 sobrepasa los valores máximos según la norma, en la zona de los laboratorios 1 y 2 según los datos del luxómetro es de 189,50 lux y esto no cumple con lo exigido ya que debe estar entre 300 y 700 lux.

- **Laboratorio 01B-02B-03B-04B-05B-06B-07B, Biblioteca, centro de estudios, auditorio Mario Galán López**

Según los parámetros establecidos en la Tabla 21 los laboratorios, biblioteca, centro de estudios, auditorio Mario Galán López se encuentran en los niveles de iluminancia permitidos por lo tanto se concluye que los laboratorios presentan niveles de iluminancia permitidos.

- **Salón 101:113**

Para la medición de los salones se procede medir con el luxómetro y hacer un promedio de las datos para este caso hay un mal diseño debido a que sobrepasa el nivel permitido por el RETILAP ya que supera el rango admisible que debe ser 750 lux y la medida es de 899,11 lux como se puede observar en la Figura 23 .

- **Áreas comunes y baños piso 1-piso 2**

En los baños ubicados en el piso 1 y el piso 2 se encuentran entre los valores permitidos por la Tabla 21 pero las medidas en las áreas comunes sobrepasan los valores permitidos ya que el rango establecido esta entre 50 y 150 lux como se observa en la Figura 24 y

Figura 25.

- **Laboratorio 01:15, Oficina-Posgrados-Decanato fisicoquímicas-dirección de Escuela.**

Según los parámetros establecidos en la Tabla 21, los laboratorios y oficinas se encuentran en los niveles de iluminancia permitidos por lo tanto se concluye que los laboratorios presentan niveles de iluminancia permitidos.

- **Salones 228-230-231-231-233**

En los salones se observa que el nivel de iluminación media es elevado respecto al admisible en la Tabla 21 ya que sobrepasa el nivel ya que la medida debe estar entre 350 y 700 lux y el dato tomado con el luxómetro sobrepaso este valor siendo 899,11 lux.

- **Auditorio Clemente Retamoso 234**

Al realizar la medida en el auditorio se observó un resultado poco común en este edificio que se debe a un mal diseño de la iluminación ya que debe estar en 300 y 750 lux y la medida es mucho menor a este valor siendo 70,93 lux.

Figura 22. Niveles de iluminancia para Laboratorios del edificio Ingeniería Química  
Mín 300 lux- Máx. 750 lux

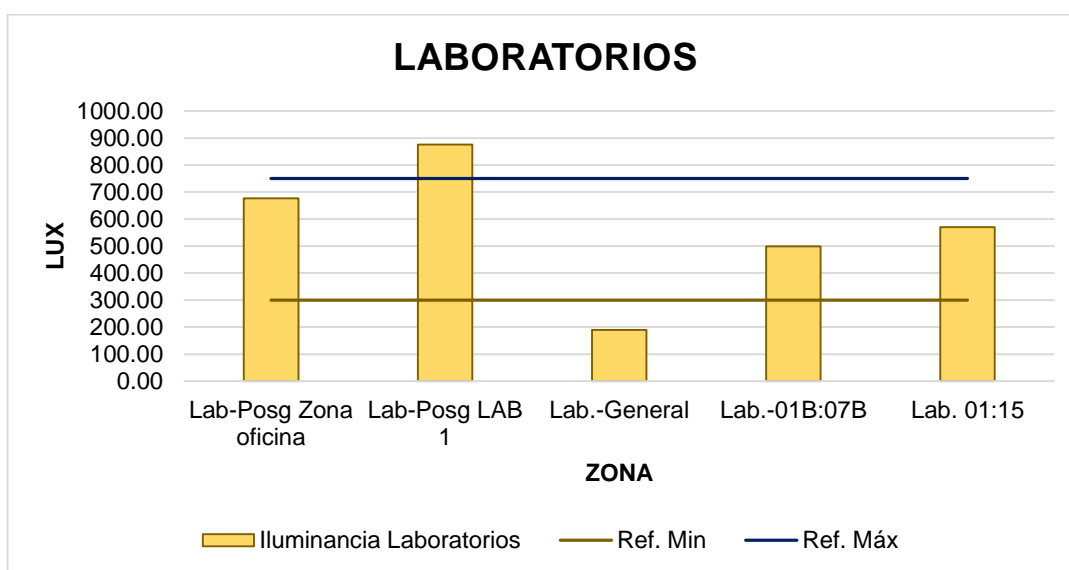


Figura 23. Niveles de iluminancia para salones, auditorios y oficinas del edificio Ingeniería Química Mín 300 lux-Máx. 750 lux

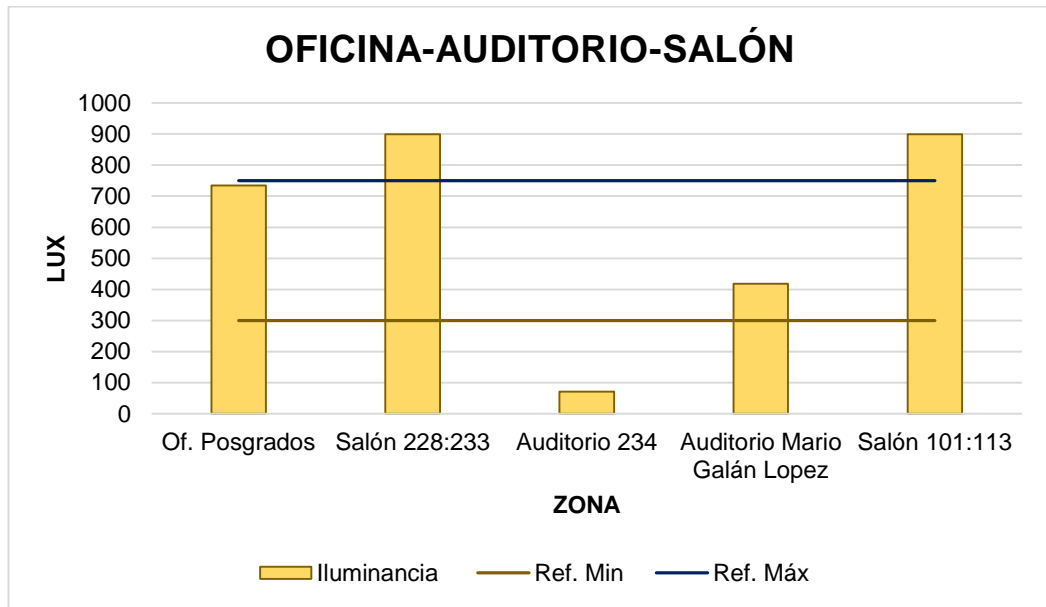


Figura 24. Niveles de iluminancia para áreas Comunes primer piso del edificio Ingeniería Química Mín 50 lux-Máx. 150 lux

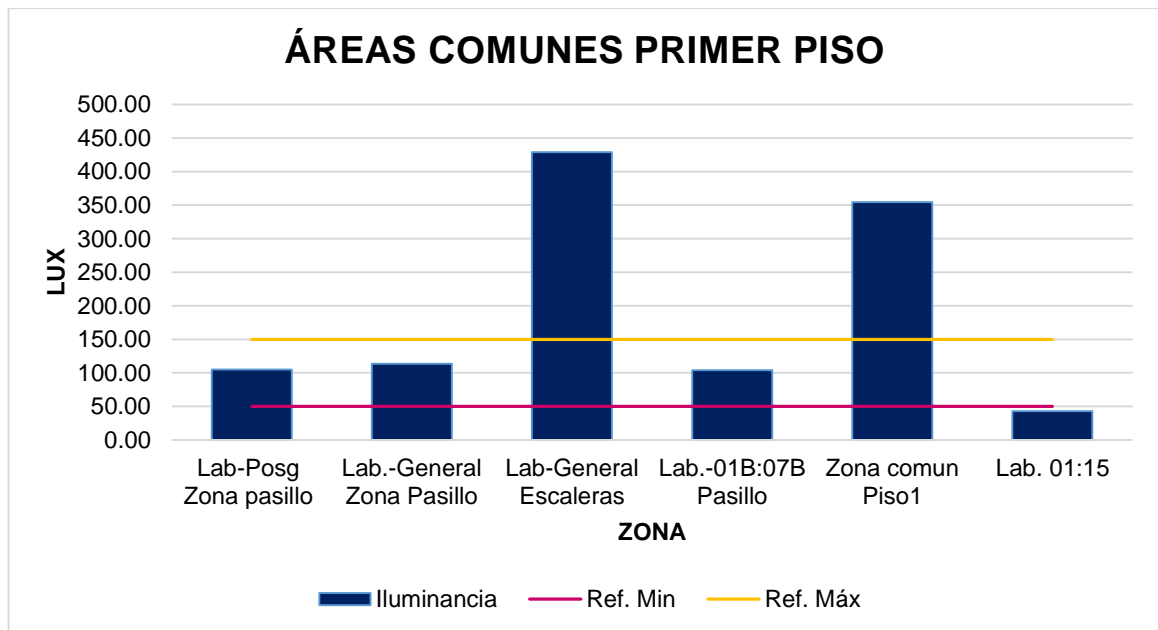
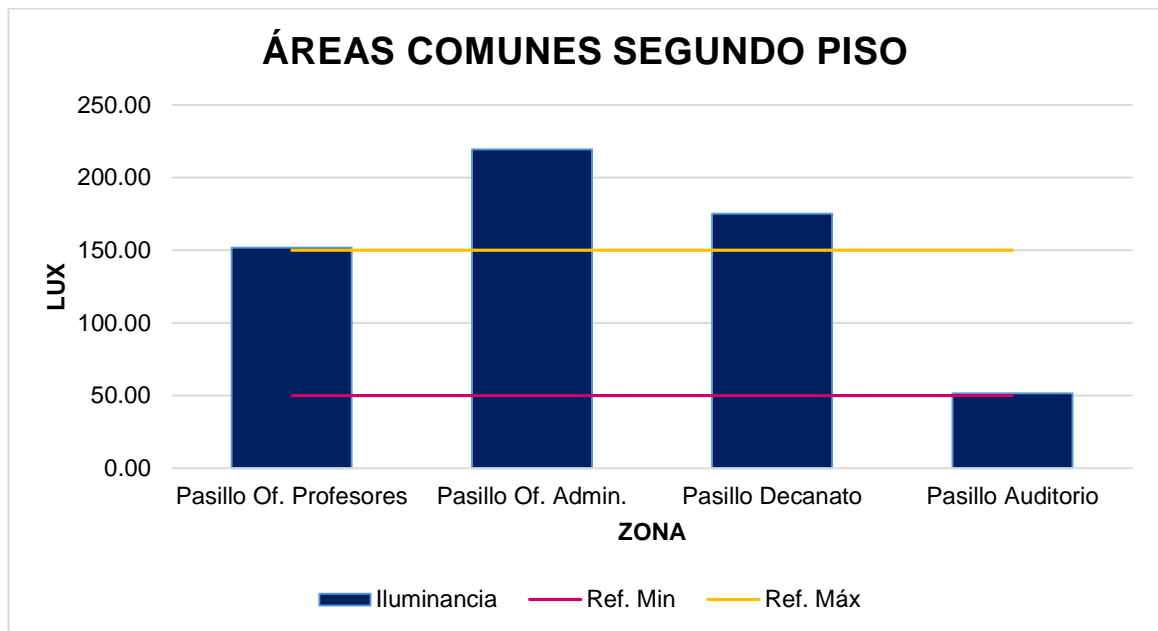


Figura 25. Niveles de iluminancia para áreas comunes segundo piso del edificio Ingeniería Química Mín 50 lux-Máx. 150 lux



## 8.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

Se muestra el análisis de la inspección térmica que se realizó en el edificio de Ingeniería Química a los respectivos tableros eléctricos de baja tensión, motores y transformadores, con el fin de detectar anomalías y riesgos de calentamiento en una fase temprana, lo cual permite documentar y corregir antes que se produzcan daños en las redes eléctricas y aparatos eléctricos del edificio para su respectivo mantenimiento.

### EQUIPO UTILIZADO

#### Cámara termográfica

Esta inspección térmica se realizó el día 1 de abril en el edificio de Ingeniería Química a una temperatura ambiente entre 21 -30 °C. Las imágenes fueron tomadas con la Cámara Térmica Fluke Ti32 Figura 26 y analizadas con ayuda del software Smart View.

Figura 26. Cámara termográfica fluke Ti32



En la Tabla 25, se muestran algunas especificaciones de este equipo.

Tabla 25. Especificaciones cámara termográfica Fluke Ti32

Especificación	Ti32
Marca	FLUKE Ti32
Rango de medida de la temperatura	-20°C a +600°C
Precisión de la medida de temperatura	+2°C o 2%
Tipo de detector	Matriz de plano focal de 320x240, micro bolómetro no refrigerado
Sensibilidad térmica (NETD)	<0,05 °C a 30°C (50 mK)
Banda espectral infrarroja	7,5 mm a 14 mm (onda larga)
Distancia focal mínima	46cm
Tipo de batería/Tiempo de funcionamiento	Dos baterías recargables y reemplazables (Ión Litio)/4+ horas por batería.
Funcionamiento AC	Adaptador/cargador de CA de 120/230 V CA, 50/60 Hz
Peso (incluyendo la batería)	1,05 kg
Software	SmartView

La paleta de colores utilizada en la imagen térmica fue la de “alto contraste” que permite visualizar mejor y acentuar más un posible fallo.

Para dar una de las valoraciones de la Tabla 26 a las mediciones termográficas realizadas, se utilizó como referencia la comparación entre la temperatura del punto más caliente ( $T_{pc}$ ) y la temperatura en condiciones normales de trabajo ( $T_{cn}$ ) en

grados centígrados, por medio de las imágenes conocemos estos valores en grados Fahrenheit y realizamos a conversión a grados Celsius, para así dar una opinión acertada sobre la relevancia respecto a la temperatura que se encuentran los elementos de la subestación y la su actuación respecto a la urgencia en la que se encuentra en la Tabla 27.

Tabla 26. Rango de valoración

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

Fuente: Autor

Tabla 27. Actuaciones según el nivel de urgencia.

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

Fuente: Autor

## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Se realizaron las pruebas pertinentes con la cámara termográfica a la subestación de ingeniería Química incluyendo los seccionadores, totalizador principal, protecciones y del transformador.

Figura 27. Inspección termográfica área de los seccionadores

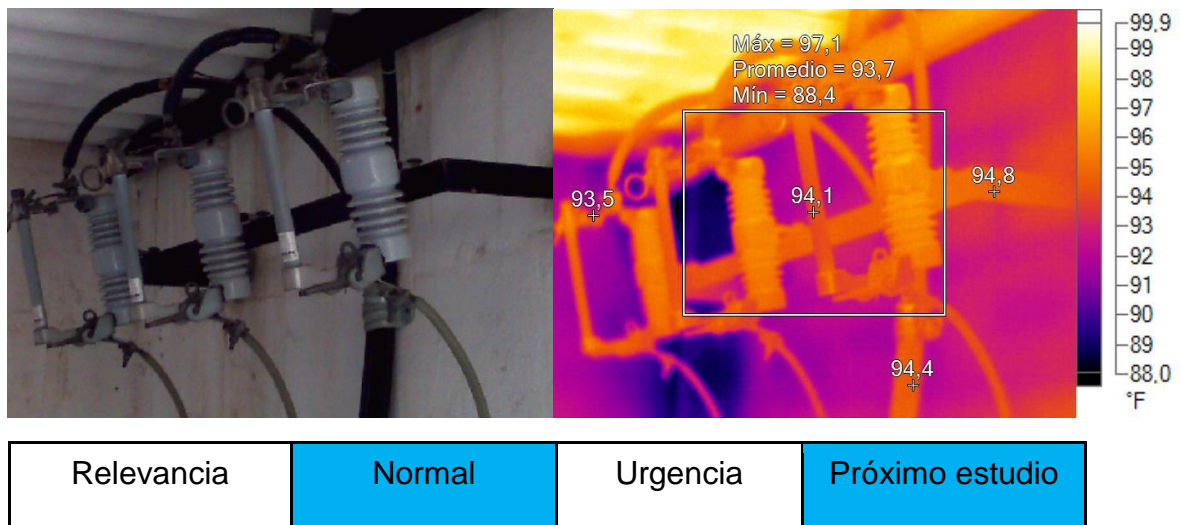
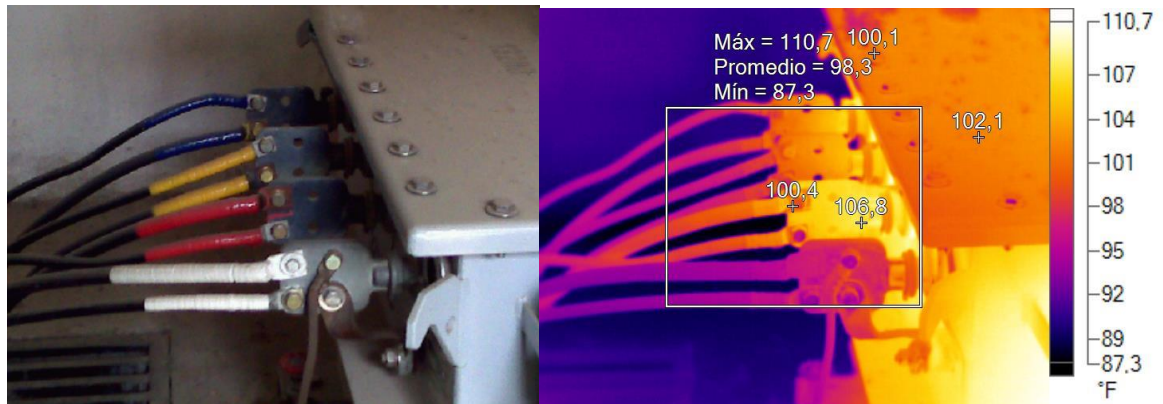


Tabla 28. Niveles de temperatura de la subestación de Ingeniería Química área de seccionadores.

PROMEDIO	93,7 °F	34,27 °C
MÍNIMO	88,4 °F	31,33 °C
MÁXIMO	97,1 °F	36,16 °C
EMISIVIDAD	0,95	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,79	

Como se muestra en la Tabla 28 los valores promedio y máximo están dentro de los valores normales de temperatura que deben tener los seccionadores 50°C Tmáx al valor de tensión al que están expuestos.

Figura 28. Inspección termográfica de los bornes del transformador



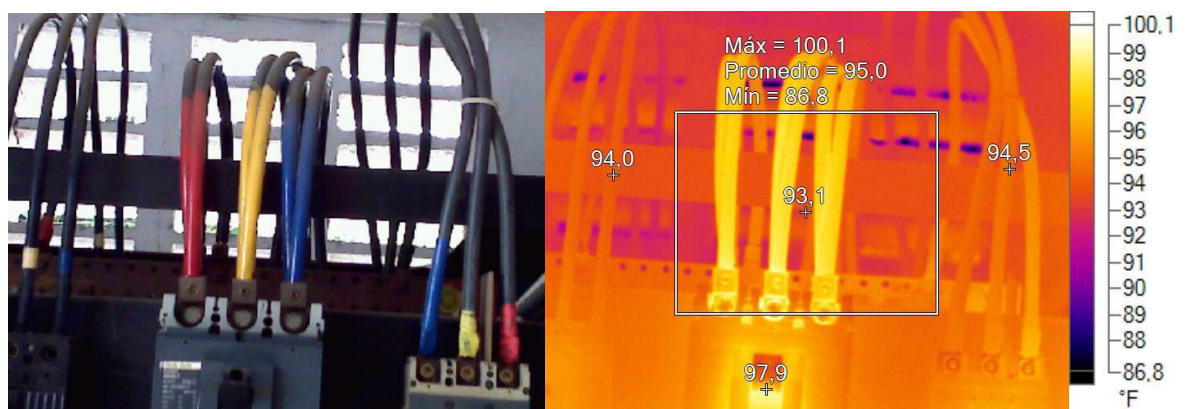
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
------------	--------	----------	-----------------

Tabla 29. Niveles de temperatura bornes del transformador

PROMEDIO	98,3°F	36,83°C
MÍNIMO	87,3 °F	30,72 °C
MÁXIMO	110,7 °F	43,72 °C
EMISIVIDAD	0,95	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5,64	

Se observa que los bornes del transformador no presentan sobrecalentamiento.

Figura 29. Inspección termográfica entrada bornes del totalizador



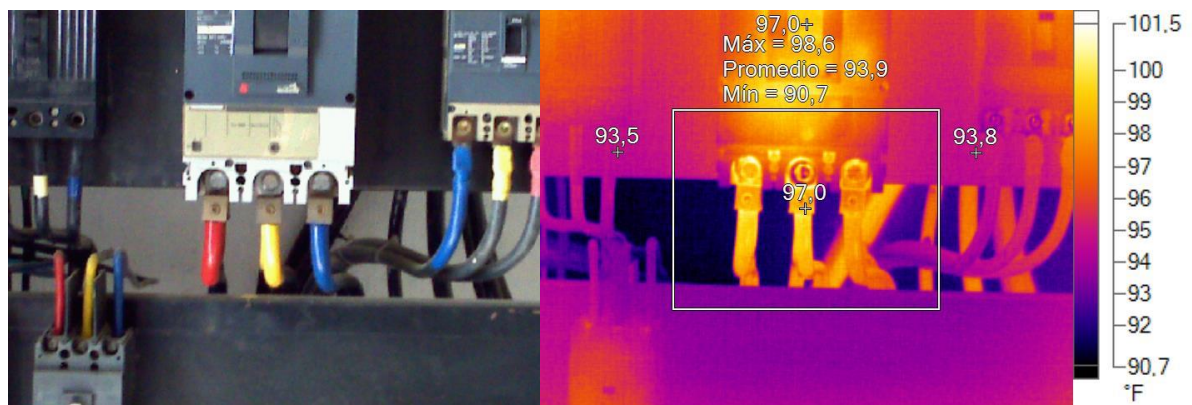
Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
------------	--------	----------	-----------------

Tabla 30. Niveles de temperatura entrada bornes del totalizador

PROMEDIO	95,0°F	35°C
MÍNIMO	86,8 °F	30,44 °C
MÁXIMO	110,1 °F	43,38 °C
EMISIVIDAD	0,95	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,82	

Se observa que el totalizador no presenta puntos críticos de temperatura.

Figura 30. Inspección termográfica salida bornes del totalizador

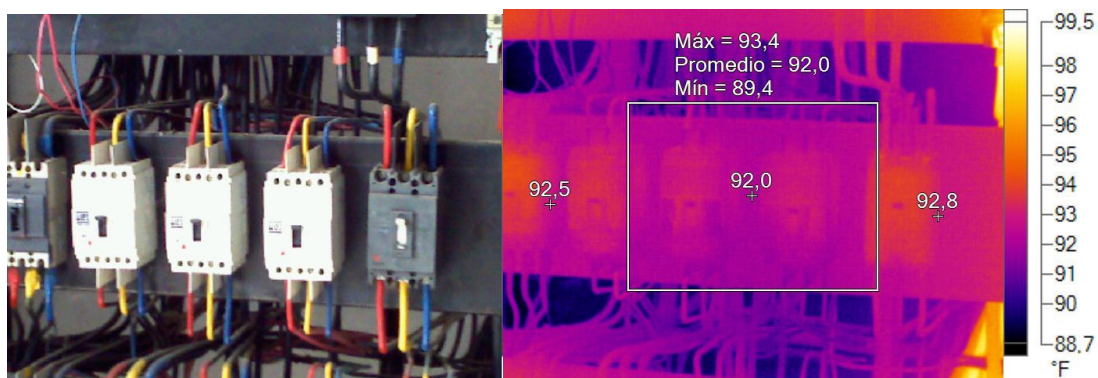


Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
------------	--------	----------	-----------------

Tabla 31. Niveles de temperatura salida bornes del totalizador

PROMEDIO	93,9°F	34,38°C
MÍNIMO	90,7 °F	32,61 °C
MÁXIMO	98,6 °F	37 °C
EMISIVIDAD	0,95	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,91	

Figura 31. Inspección termográfica para las protecciones del transformador



Relevancia	Normal	Urgencia	Próximo estudio
------------	--------	----------	-----------------

Tabla 32. Niveles de temperatura protecciones del transformador

PROMEDIO	92,0°F	33,33°C
MÍNIMO	89,4 °F	31,88 °C
MÁXIMO	93,4 °F	34,11°C
EMISIVIDAD	0,95	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,48	

No se observa sobrecalentamiento en las protecciones del transformador, En general al hacer el análisis termográfico en la subestación del edificio de Ingeniería Química se observa que en los elementos de la subestación como en el transformador, totalizadores, protecciones, seccionadores no presentan sobrecalentamiento ni puntos críticos que puedan ver afectado el funcionamiento normal de la subestación.

### 8.3 CALIDAD DE LA ENERGÍA

La calidad de la energía eléctrica se define como la ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto quiere decir lo referente a la estabilidad de tensión, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Cuando sucede esto existe un problema de calidad de la energía eléctrica lo que provoca una mala operación de los

equipos de uso final y deteriora la economía o el bienestar de los usuarios; esto sucede también cuando ocurre alguna interrupción del flujo de energía eléctrica. En la Tabla 33 se muestran las normas y resoluciones colombianas e internacionales para la medición de calidad de energía eléctrica.

Tabla 33. Normas para la medición de calidad de energía eléctrica

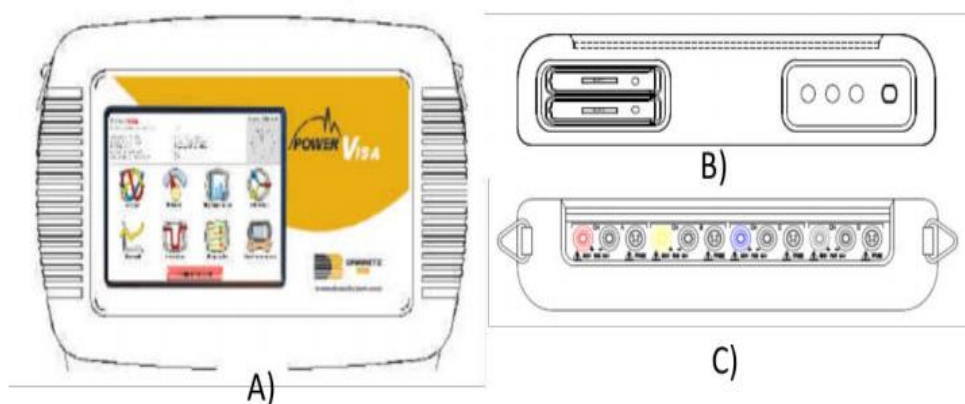
NORMAS PARA LA MEDICIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
NORMAS INTERNACIONALES	
IEEE 1159-1995	Guía para el monitoreo de calidad de potencia.
IEEE 519	Recomendaciones prácticas y requerimientos para el control de armónicos en sistemas eléctricos de potencia.
IEC 61000-4-30	Técnicas de ensayo y medición- Métodos de medición de calidad de potencia.
IEC 61000-4-7	Guía general de mediciones e instrumentación armónica e interarmónico, para los sistemas de suministro de energía y los equipos conectados a los mismos.
IEC 61000-4-15	Flickermeter (medición de flickers)- Especificaciones de diseño y funciones.
NORMA EN COLOMBIA	
NTC 5000	Calidad de la potencia eléctrica
OTRAS NORMAS Y RESOLUCIONES EN COLOMBIA	
NTC 1340	Tensiones y frecuencia nominales en sistemas de energía eléctrica en redes de servicio público.
RESOLUCIÓN CREG 047 - 2014	Factor de potencia.

## EQUIPO DE MEDICIÓN

### Analizador de redes

El analizador de redes utilizado es el Dranets\_BMI PowerVisa™ 440 mostrado en la Figura 32 se utiliza con el fin de visualizar en los modos de osciloscopio, multímetro o incidencias en forma de espectro de frecuencia o diagrama en tiempo real los datos de medida del transformador, el cual está diseñado para analizar la calidad del suministro de instalaciones eléctricas. Todos los datos guardados en la tarjeta de memoria se pueden transmitir a un PC para su evaluación, análisis, visualización y protocolización con ayuda del software líder del mercado Dran-View.

Figura 32. Analizador de redes Dranetz-BMI PowerVisa™



- A) Vista frontal, B) Vista inferior, indicadores de encendido y puerto para memorias, C) Bornera de para conexión de las pinzas de tensión y corriente

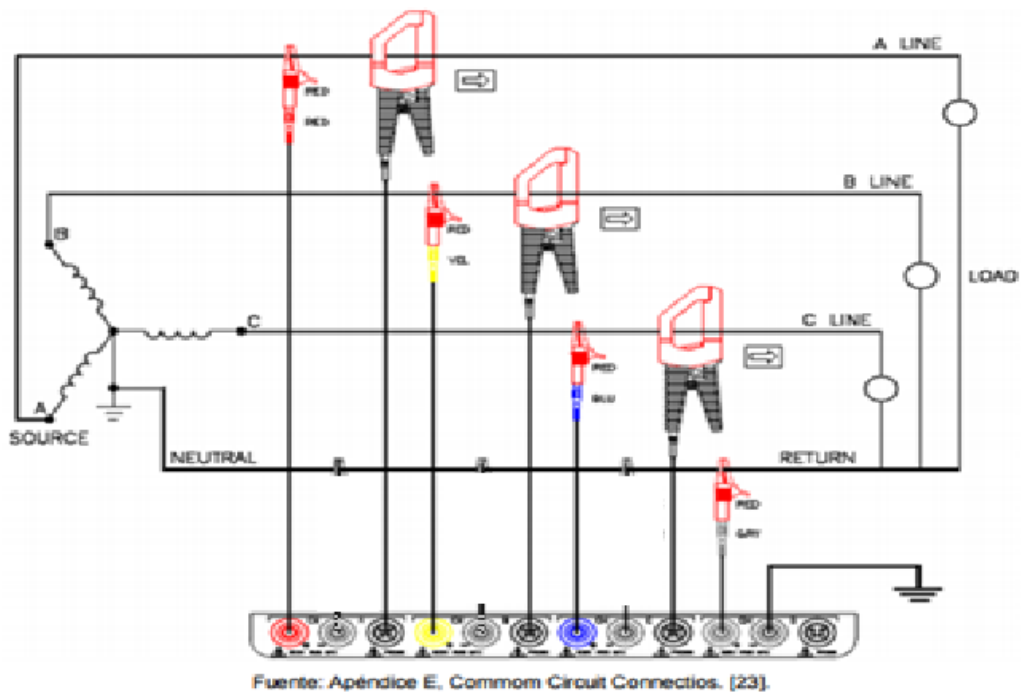
### Configuración Dranetz Power Xplorer

Firmware	Power Xplorer (c) 2009 Dranetz-BMI Jan 10 2011 @ 09:46:34 Ver.: V 4.2, Build: 9, Ver. BD: 0
Número de serie	PVUSHA109
Sitio/Nombre de fichero	Química
Medido desde	29 de enero de 2016
Medido hasta	29 de febrero de 2016
Fichero finalizado	Ok
Sincronización	Standard A
Configuración	4HILOS/3SONDAS (WYE)
Medición de tensión	4 entradas diferenciales, 1-600 Vrms, AC/DC, 0,1% rdg+0.05%FS, 256 muestras/ciclo, 16Bits ADC
Medición de corriente con CTs	4 entradas con CTs1-6000Arms, CT-dependientes, AC/DC, 256 murdytsd/vivlo 0,1% rdg+CTs,16 bit ADC
Muestreo	256 muestras de ciclo ½ pasos/ciclo
Parámetros de medición	Tensión, Corriente, Transitorios de baja y media frecuencia, W, VA, VAR, TPF, DPF, Demanda, Ener
Tipo de monitorización	Calidad de suministro eléctrico IEEE 1159 IEC 6100-430 Clase A
Tensión nominal	120.0V
Frecuencia nominal	60.0 Hz

### Modo de empleo

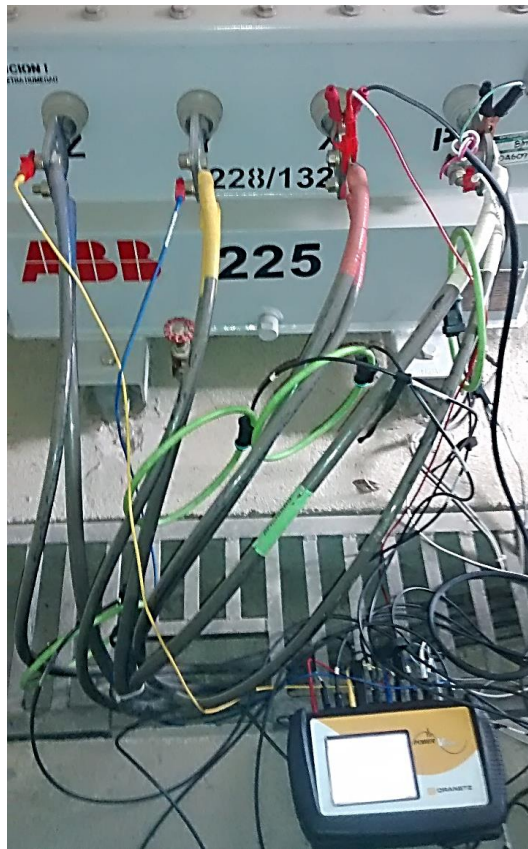
Para esta medición se instaló el analizador en el lado de baja del transformador 214 [V] con conexión trifásica en estrella como se muestra en la Figura 33 de la subestación que suministra energía al edificio Ingeniería Química por un periodo de 29 de Enero del 2016 al 30 de marzo del 2016.

Figura 33. Conexión empleada para el censado de los parámetros eléctricos



Fuente: Apéndice E. Common Circuit Connectios

Figura 34. Conexión del equipo al transformador de Ingeniería Química



### Variación de tensión de larga duración

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

En la Tabla 34 se muestra los límites definidos en Colombia por la Resolución CREG 024 de 2005 entre +10% y -10% de la tensión nominal.

Tabla 34 Límites de tensión según la CREG 024-2005

TRANSFORMADOR	
	V fase
TENSIÓN NOMINAL SECUNDARIO	131,6
TENSIÓN MÁXIMA PERMITIDA	144,76
TENSIÓN MÍNIMA PERMITIDA	118,44

## Perfiles de tensión

En la Figura 35 se muestran los comportamientos de la tensión de fase promedio del transformador del edificio de ingeniería Química, en la cual se pueden observar el límite inferior y límite superior de tensión establecido por la CREG (ver Tabla 34) y de lo cual se puede concluir que en general no existe sobretensiones en este periodo de medida y con el percentil 95 mostrado en la Tabla 35 se establece que el 95 por ciento de los resultados no sobrepasa la tensión máxima permitida por la CREG.

Figura 35. Diagrama de tensión de fase promedio en el transformador

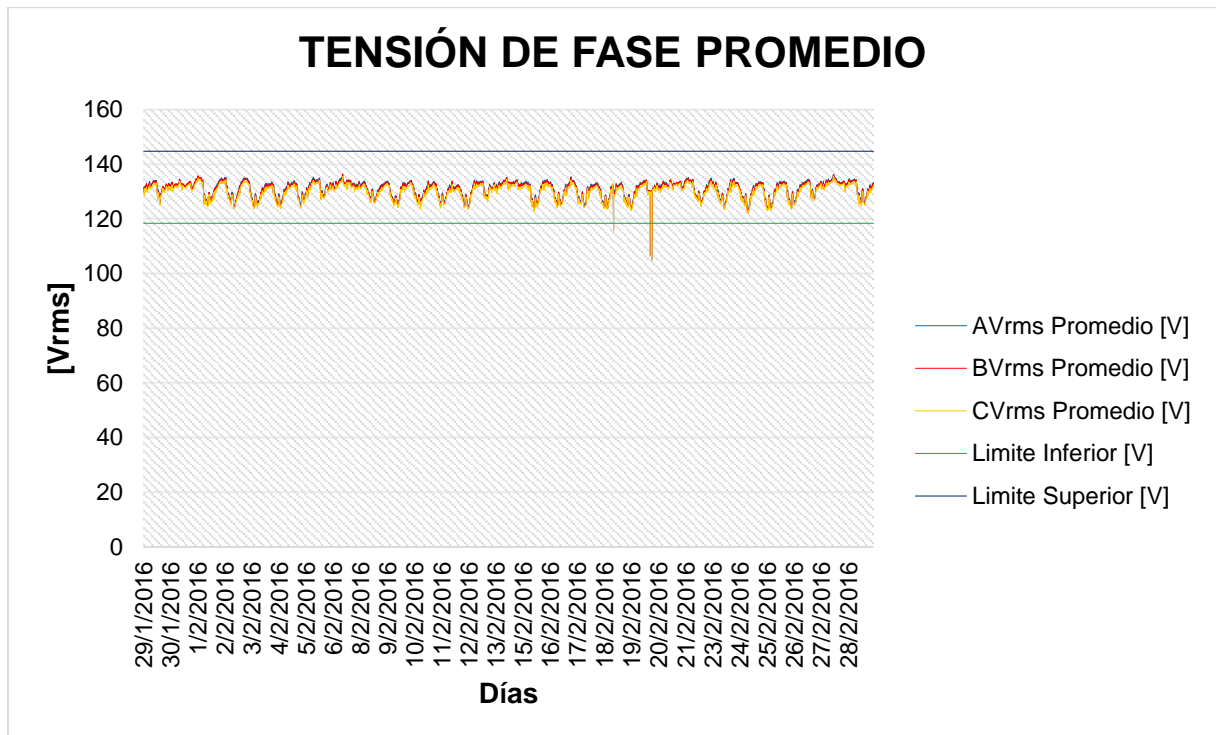


Tabla 35. Tensión Vrms (Promedio, mínimo, máximo).

TENSIÓN				
FASE	PROMEDIO [V]	MÍNIMO [V]	MÁXIMO [V]	P95 [V]
A Vrms	130,97	105,01	136,45	134,36
B Vrms	130,69	105,01	136,39	134,13
C Vrms	129,96	104,65	135,54	133,3

## CORRIENTE

Para el análisis de este parámetro es importante analizar si el desbalance de corriente supera el 15% entre fases y como se observa en la Tabla 36 no hay desbalance, con los datos de la Figura 36 se visualiza un comportamiento mínimo de la corriente de 0,06275 para la fase A, 0,03665 para la fase B y 0,03388 para la fase C en los días 18/02/2016 y 19/02/2016.

Figura 36. Diagrama de corriente de fase promedio en el transformador

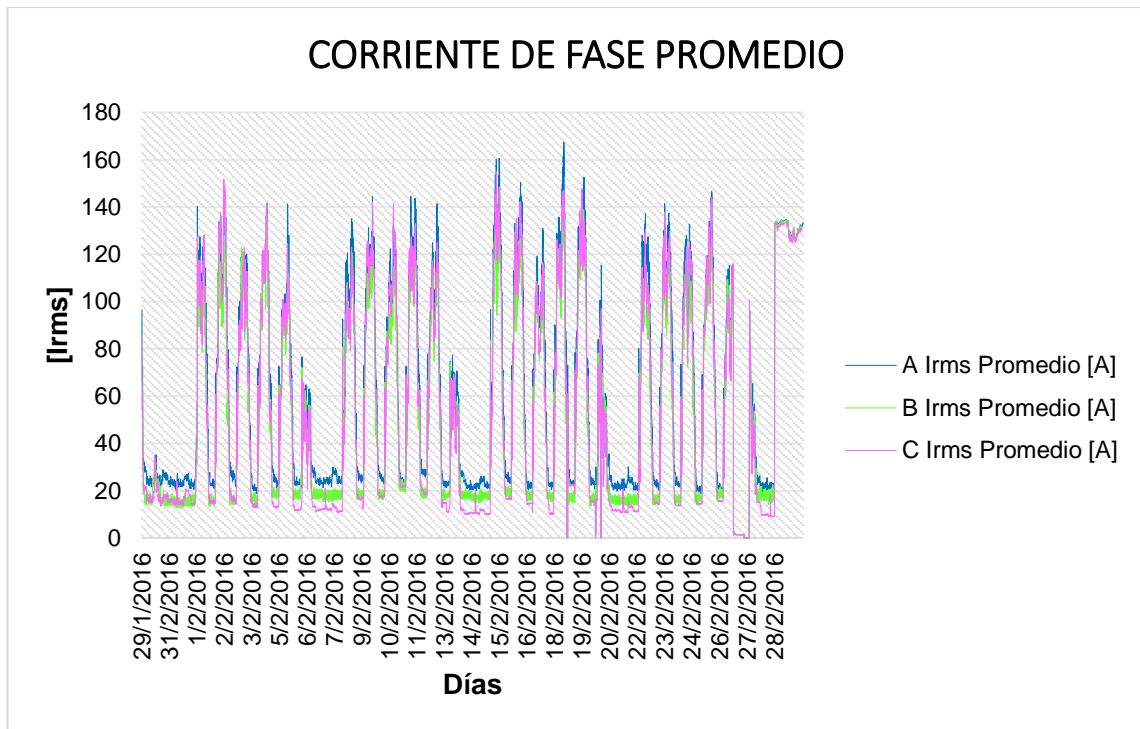


Tabla 36. Corrientes Irms (Promedio, mínima, máxima)

CORRIENTE				
FASE	PROMEDIO [A]	MÍNIMO [A]	MÁXIMO [A]	P95
A Irms	60,87	0,06275	167,35	133,154
B Irms	51,56	0,03665	146,58	125,956
C Irms	52,79	0,03388	154,87	130,251

### Potencia reactiva del transformador Q[kVAR] y factor de potencia [pu]

En la Figura 37 se puede apreciar la potencia reactiva del transformador por fase en [kVAR] y en la Tabla 37 encontramos el promedio, mínimo y máximo del valor de potencia reactiva por fase donde en promedio se tiene una demanda de 9,2256 [kVAR] en el edificio de Ingeniería Química, con un valor máximo de 25,121 [kVAR].

Figura 37. Potencia reactiva del transformador

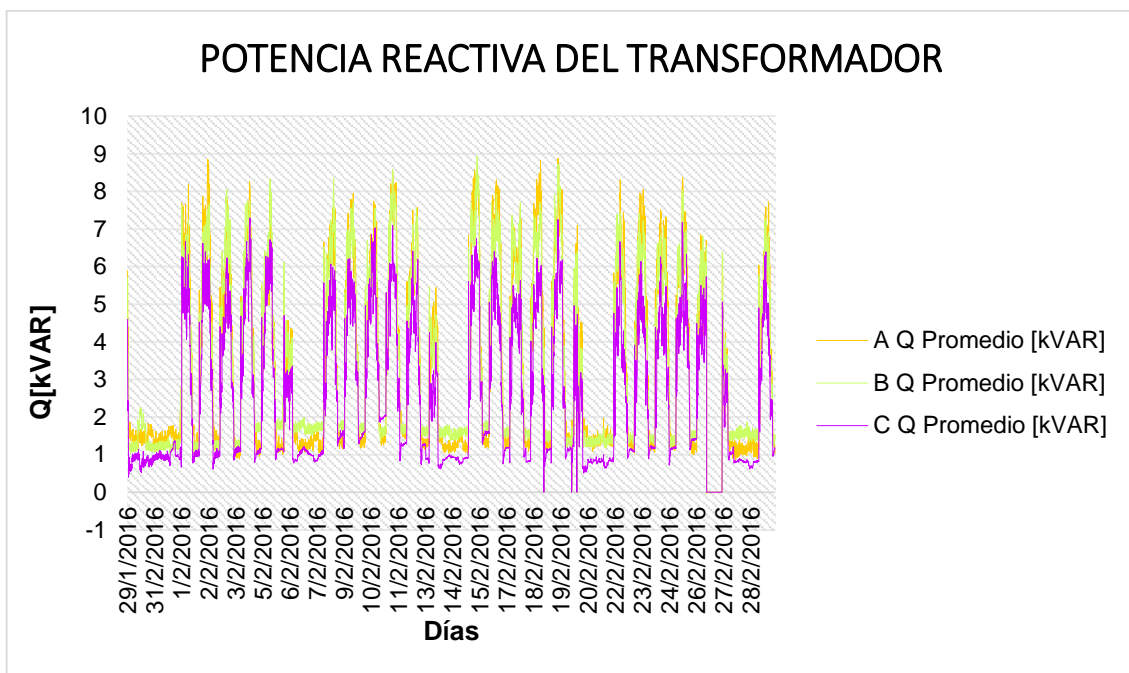


Tabla 37. Potencia reactiva (Promedio, mínima, máxima)

POTENCIA REACTIVA				
FASE	PROMEDIO [kVAR]	MINIMO [kVAR]	MÁXIMO [kVAR]	P95
A Q	3,346	0,04	8,881	7,52
B Q	3,361	0,0355	8,941	7,21
C Q	2,517	0,002	7,299	5,83

Según la Resolución CREG 009 de 1996 los usuarios que presentan un factor de potencia inferior de 0,9 inductivo se les establecen una penalización. En el periodo del diagrama de la Figura 38 y la Tabla 38 por medio del estudio estadístico percentil se deduce que el 95% de los valores del factor de potencia se encuentran superiores a 0,9 esto quiere decir dentro de los rangos establecidos por la CREG para no cobrar penalización.

Figura 38. Factor de potencia del transformador

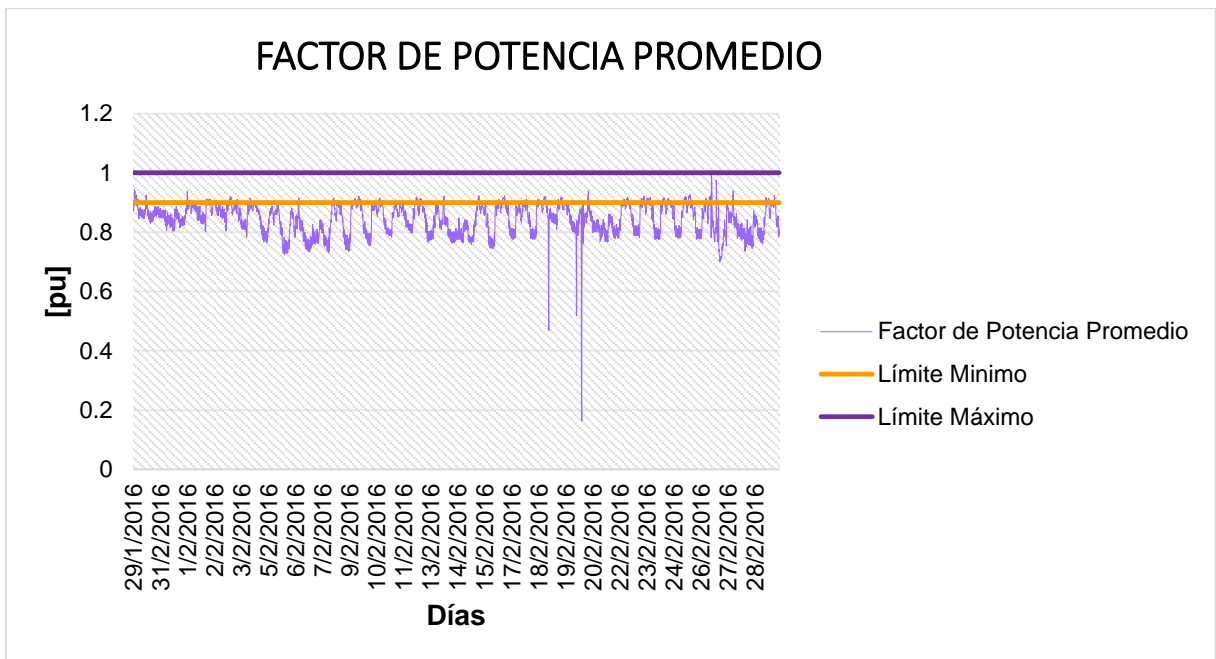


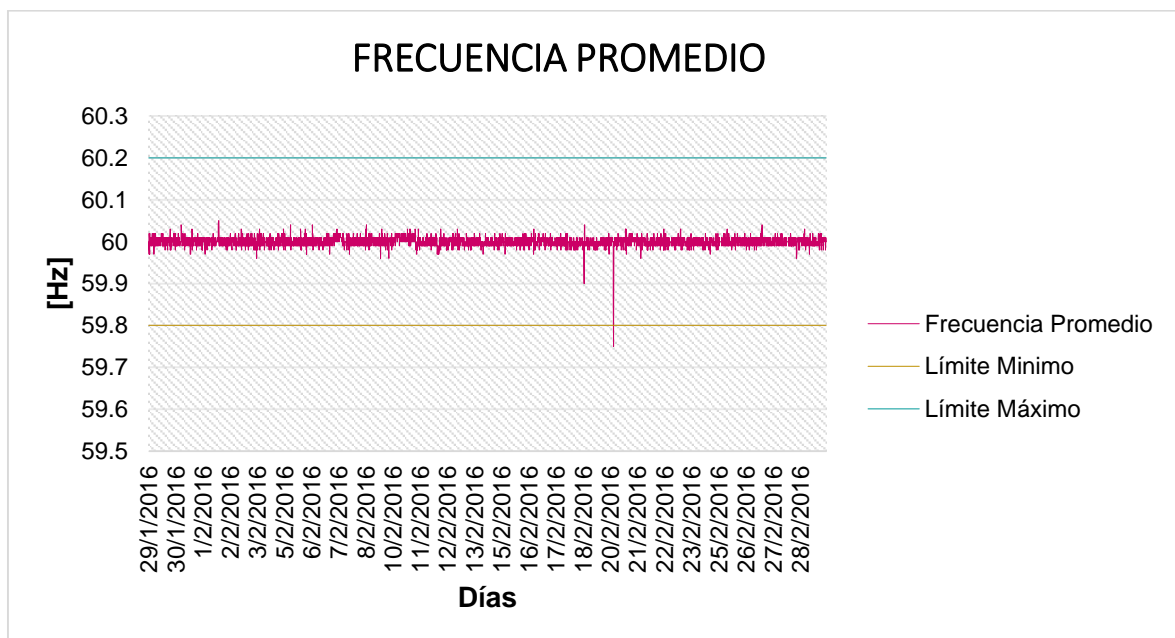
Tabla 38. Factor de potencia (Promedio, mínimo, máximo)

FACTOR DE POTENCIA	
PROMEDIO	0,84
MIN	0,16
MAX	0,99
P95	0,90

## FRECUENCIA

En la Figura 39 se evidencia la frecuencia promedio a la cual funciona actualmente el transformador del edificio de Ingeniería Química y cumple con la frecuencia para Colombia según la resolución 070-98 de la COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS QUE ES DE 60 Hertz con un rango de variación mínimo de 59,8 Hertz y máximo de 60,2 Hertz.

Figura 39. Frecuencia del transformador



## DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN

La distorsión armónica se origina, fundamentalmente, por la característica no lineal de las cargas en los sistemas de potencia, lo que causan errores en las lecturas de los medidores de electricidad, interferencias en las comunicaciones, disminución del factor de potencia, entre otros.

El método más usado para medir la distorsión armónica es la distorsión total armónica THD. La ecuación que define la distorsión armónica total THD, para los armónicos de tensión está determinada por la siguiente ecuación:

$$THD_v = \sqrt{\frac{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}{V_f^2}} * 100 \%$$

Ecuación de la distorsión armónica total THD de tensión

V Es el valor del armónico de tensión.

N es el orden del armónico.

F es el armónico fundamental.

Para niveles de tensión menores de 69 [kV] el límite de distorsión total Armónica de Tensión según la Guía IEEE 519-1992 es de 5% DTA T (%). En la Figura 40 se observa la distorsión armónica de tensión por fase durante el periodo de conexión del equipo.

Figura 40. Distorsión armónica de tensión

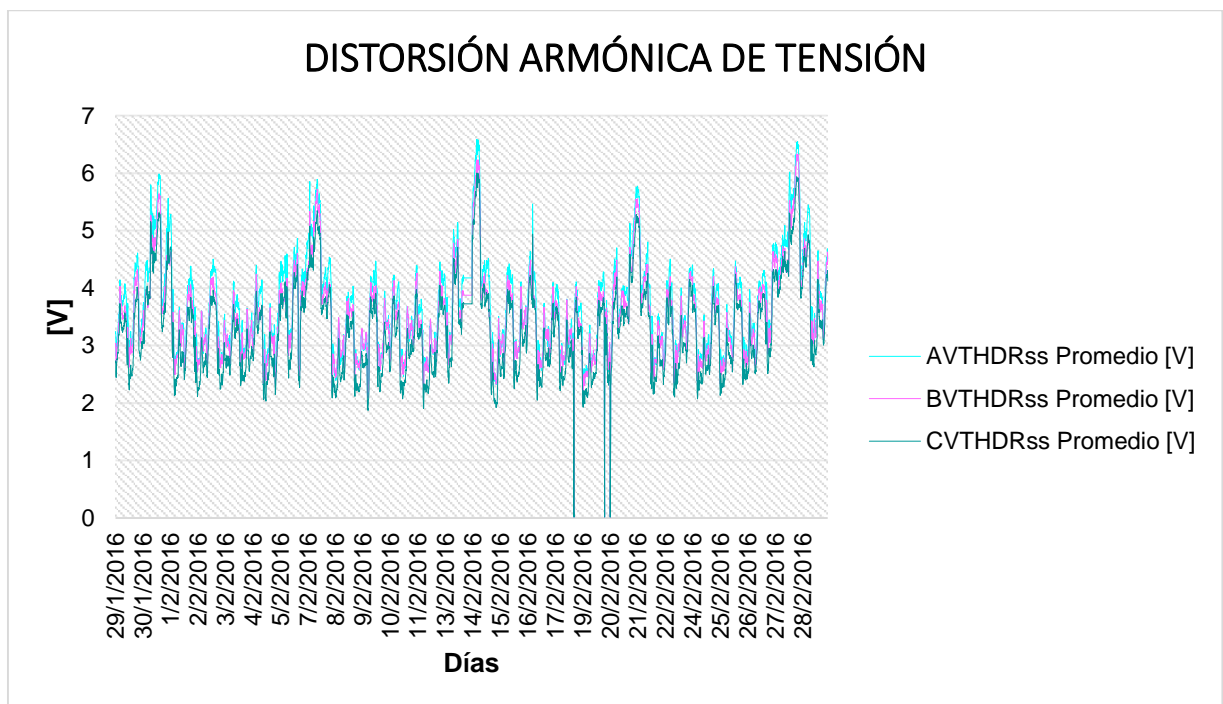


Tabla 39. Distorsión armónica de tensión por fase del transformador

DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL POR FASES		
FASE	PORCENTAJE %	P95
FASE A	3,6998	4,01
FASE B	3,5302	5,02
FASE C	3,2846	4,81

Como se observa en la Tabla 39 el porcentaje de distorsión armónica total por cada fase no supere el porcentaje límite que es del 5%.

### **DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE**

En los valores de distorsión armónica de corriente se dan en base a la máxima corriente de carga (demanda). La distorsión total esta en términos de la distorsión total de la demanda.

En la Figura 41 se indica el espectro armónico de las corrientes de fase del transformador, Para los armónicos de corriente está determinada por la siguiente ecuación

$$THD_I = \sqrt{\frac{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}{I_f^2}} * 100 \%$$

Ecuación de la distorsión armónica total THD de corriente

I es el valor del armónico de Corriente

N es el orden del armónico

F es el armónico fundamental

Figura 41. Distorsión armónica de Corriente

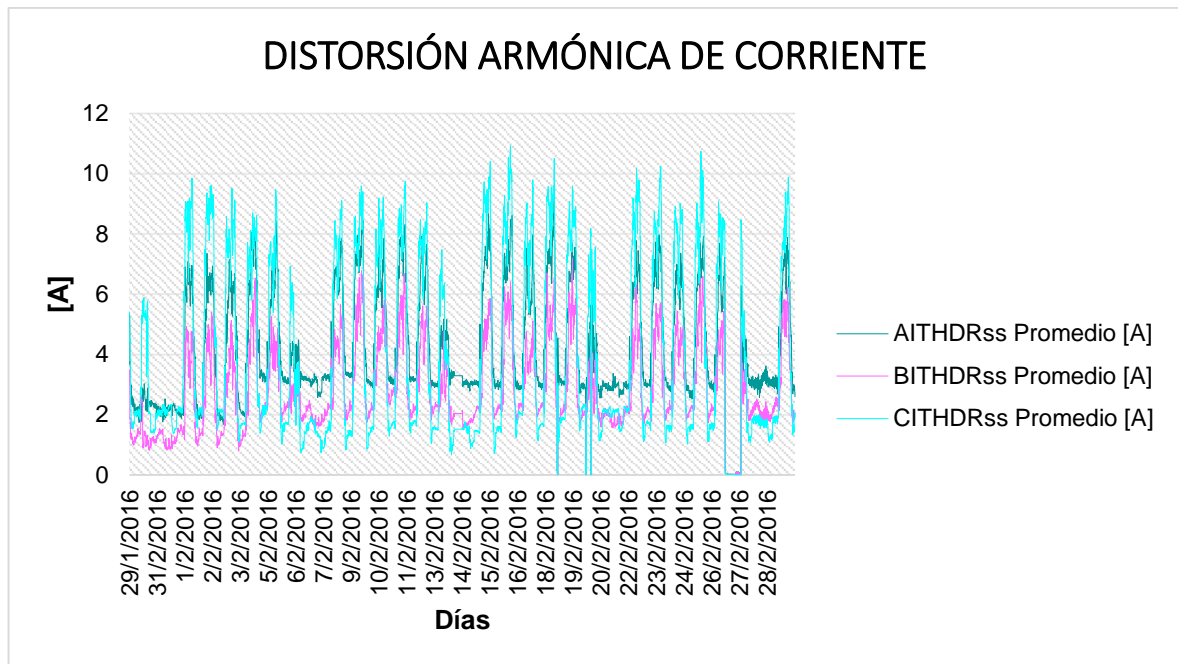


Tabla 40. Distorsión armónica de corriente por fase del transformador

DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL POR FASES		
FASE	PORCENTAJE %	P95
FASE A	4,1480	7,48
FASE B	2,8155	7,48
FASE C	4,0416	5,50

En la Tabla 40 se muestra la distorsión armónica por fase en corriente del transformador del edificio de Ingeniería Química durante el periodo establecido del 29/01/2016 hasta 29/02/2016, teniendo en cuenta la guía de diseño de instalaciones eléctricas según normas internacionales IEC, en la que se indica que para los armónicos de corriente el rango permitido es hasta el 10% de ITHDRss. [11]

## **9. PLAN DE MEDIDAS DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

La eficiencia energética se define como la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. Esto se puede lograr con la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión de hábitos culturales en la comunidad [12]. Conforme a esto se debe hacer un uso consciente de la energía con el conocimiento y la información necesaria para seleccionar los sistemas y equipos, según su eficiencia energética, y para su correcta operación y mantenimiento, un uso eficiente que es el aprovechamiento máximo en la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos del potencial de la cadena energética.

### **9.1 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN**

La iluminación juega un papel importante en el desarrollo de las actuales actividades sociales y académicas del edificio de Ingeniería Química. La tecnología ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y que, a su vez, son más eficientes energéticamente, por tanto existe un gran potencial de ahorro, energético y económico alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del espacio a iluminar. Actualmente según el estudio realizado acerca de la iluminancia del edificio de ingeniería Química se aconseja hacer un estudio más avanzado para hacer un rediseño de las luminarias existentes en el edificio ya en la mayor parte de sus instalaciones se encuentra sobredimensionado el nivel de iluminancia.

Entre los factores de ahorro que permiten controlar el consumo energético en los sistemas de iluminación se encuentran:

- Etiquetado energético

Una manera de obtener un ahorro energético en iluminación es emplear fuentes de luz con una clasificación energética alta, ya que por medio del etiquetado energético, es posible conocer el consumo del producto con el fin de comparar con otro de la misma funcionalidad y elegir la opción más eficiente, con el fin de unificar todas las luminarias y utilizar Diodos emisores de Luz (LED), al ser la mejor opción para el consumo eficiente de energía se recomienda a la hora de cambiar una luminaria utilizar solo las de clasificación A que son las más eficientes del mercado gracias a su tecnología LED como se muestra en la Figura 42.

Figura 42. Etiqueta energética



La luminaria LED clasificada A energéticamente consume un 80% menos de energía y su vida útil es 10 veces superior, que la incandescente clasificada E [9].

- Aprovechamiento de luz natural

El edificio de Ingeniería Química cuenta con grandes beneficios al poseer una estructura con una buena iluminación natural ya que en el 40% de sus instalaciones quedan expuestos directamente a la luz natural, sin embargo las zonas indirectas a recibir esta luz natural como lo son los salones se puede visualizar que son oscuros a la hora de ser utilizados y por este motivo recurren a la luz artificial, pero esto no sería necesario ya que poseen grandes ventanas que colindan con las zonas verdes alrededor del edificio y donde se puede aprovechar la luz natural, esto produciría un ahorro sustancial de energía si se utilizan estas ventanas adecuadamente.

- Gestión y mantenimiento energético

Para obtener una mayor eficiencia energética de las luminarias en el edificio de Ingeniería Química se recomienda un mantenimiento preventivo y continuo de las luminarias ya que al paso del tiempo se disminuye la eficiencia energética debido a la depreciación del flujo luminoso de las lámparas a lo largo de su vida útil y la suciedad acumulada en las luminarias. Un mantenimiento de la iluminación permite alcanzar ahorros de hasta el 50%.

Este mantenimiento debe incluir:

Limpieza de luminarias

Sustitución de lámparas. De acuerdo al final de la vida útil indicada por el fabricante.

Revisión periódica del estado de los distintos componentes de la instalación.

Todo esto con un seguimiento de los planes de mantenimiento para así obtener un mejor resultado en todas las luminarias del edificio.

Los siguientes tipos de tecnologías se dejan como recomendaciones para tener en cuenta en las modificaciones futuras al diseño eléctrico del edificio.

- Instalación de sensores de luz

Se trata de un sistema que ajusta automáticamente la cantidad de luz emitida por la lámpara en función del aporte de luz natural que haya en la zona donde se encuentre ubicada y sería de tipo progresivo esto quiere decir que la cantidad de luz emitida por la lámpara cambia progresivamente según el aporte de luz natural que hay en cada momento, esto se puede implementar en las oficinas administrativas, salones de clase y oficinas de profesores cerca de las ventanas o a los accesos de la luz natural.

El potencial de ahorro depende de las características particulares y uso de la instalación y el lugar donde se ubique. Estos equipos permiten alcanzar ahorros que oscilan entre un 45 y 75% en el consumo eléctrico de las lámparas, además de aumentar su vida útil [10].

- Uso de interruptores horarios

Los interruptores horarios permiten el encendido y apagado de las lámparas en función de un horario establecido para cada zona, evitando que estén encendidas en momentos en que no son necesarias como noches, festivos y fines de semana. El potencial de ahorro se considera medio- bajo, generalmente en torno al 10% del consumo eléctrico total, dependiendo de las características particulares de la instalación y del uso que se haga de la misma [10], , esto se puede implementar en las oficinas administrativas, salones de clase y oficinas de profesores.

- Detectores de presencia

Estos detectores conectan y desconectan automáticamente la iluminación en función de la presencia o no de personas. Se suelen utilizar en zonas como salones de clase, pasillos, y oficinas administrativas. El potencial de ahorro se considera medio, entre un 10% y 30% del consumo eléctrico total, dependiendo de las características particulares de la instalación y del uso que se haga a la misma [10]. Estos detectores son ideales para instalarlos en los salones de clases y en la parte de oficinas administrativas.

## **9.2 COMPUTADORES Y EQUIPOS DE OFICINA**

El computador es un electrodoméstico que ha aumentado en el sector administrativo ya que ayuda a realizar las funciones institucionales, es común el uso del computador de escritorio y del computador portátil en las instalaciones del edificio ya que tiene dos salas de cómputo y en las zonas administrativas, salón de profesores se manejan alrededor de 50 computadores ya vistos en el censo de carga respectivo.

Recomendaciones para disminuir el consumo energético.

- Apague completamente el computador cuando no lo esté usando o cuando se ausente más de una hora.

- Cuando no vaya a utilizar el computador durante periodos cortos apague solo la pantalla, con lo cual ahorrara energía; así al volver a encenderla no tendrá que esperar a que se reinicie el equipo.
- El protector de pantalla que menos consume energía es el de color negro.
- Use el computador en el modo ahorrador.
- Si va a imprimir, imprima por ambas caras y en papel normal.
- Ajustar el computador y las impresoras en el modo ahorro de energía.
- Ajustar brillo de la pantalla.

## NEVERA

Figura 43. Neveras zona laboratorios.



Fuente: Autor

En el edificio de Ingeniería Química se encuentran 7 neveras en la zona de los laboratorios y estas tienen más de siete años de compradas, se encuentran en mal estado el cierre de puertas y se propone que se deben sustituir, los ahorros de la factura de energía eléctrica serán suficientes para pagar la nevera nueva y se debe seguir las siguientes buenas prácticas recomendadas para disminuir el consumo de energía en refrigeración.

#### COMPRA

- Se debe comprar un equipo acorde con las necesidades del laboratorio.
- Tenga en cuenta para su compra el consumo de energía anual especificado por el fabricante.
- Prefiera las neveras No-frost.
- En el mercado actual existen neveras que tienen compresores más eficientes de tipo inverter, pregunte por este tipo de nevera al comercializador.

#### INSTALACIÓN

- Se debe ubicar la nevera en un lugar fresco y ventilado.
- Lejos de las fuentes de calor utilizadas en el laboratorio (hornos, estufas).
- Se debe asegurar la circulación de aire por la parte trasera de la nevera.

#### OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Limpie la parte trasera de la nevera por lo menos una vez al año.
- Si su nevera hace escarcha o hielo en el congelador, descongele antes de que la capa de hielo sea superior a 3 mm; así podrá conseguir ahorros hasta del 30%.
- Comprobar los empaques de las puertas permitan cierre hermético.
- No abra la puerta de la nevera inútilmente.

En la Tabla 39 se calcula el ahorro para el cambio de neveras de los laboratorios de Ingeniería Química.

Tabla 41. Ahorro energético y económico neveras

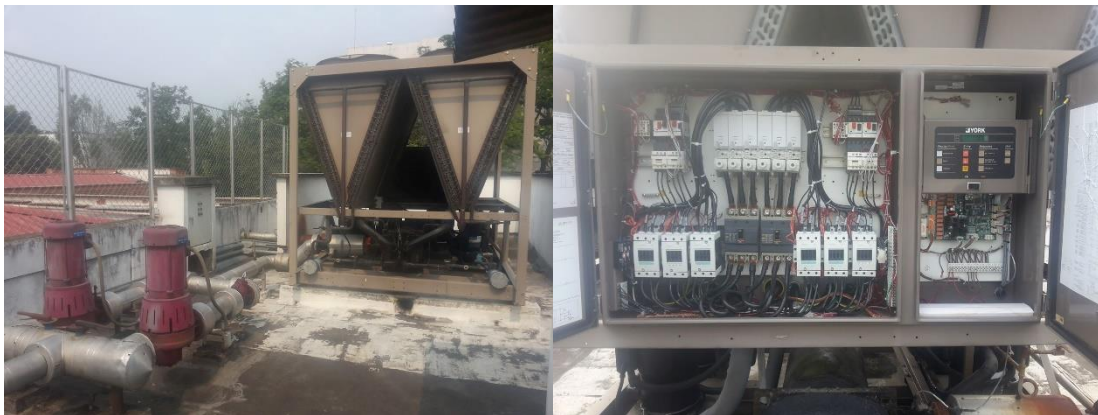
NEVERA	
CANTIDAD	7
CONSUMO ACTUAL [kWh]	3,5
COSTO ACTUAL MES FACTURA [\$]	995626,8
PROPUESTA CAMBIO DE NEVERAS	
CANTIDAD	7
CONSUMO PROYECTADO [kWh]	1,75
COSTO PROYECTADO MES FACTURA [\$]	497813,4
AHORRO	
MENSUAL FACTURA [\$]	497813,4
INVERSIÓN	3850000
TIEMPO EN RECUPERAR INVERSIÓN	8 MESES

Fuente: Autor

### 9.3 CLIMATIZACIÓN

En el edificio de Ingeniería Química se manejan dos tipos de aire central (tipo chiller) y varias unidades condensadoras como se muestran en la Figura 44 Figura 45 Figura 46 Figura 47.

Figura 44. Equipo central tipo chiller      Figura 45. Control equipo central



Fuente: Autor

Figura 46. Unidad central Mc Quay



Fuente: Autor

Figura 47. Unidades condensadores exteriores



Fuente: Autor

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

Respecto al mantenimiento de las unidades de climatización del edificio de Ingeniería Química se dan las siguientes indicaciones para una mejor eficiencia de este y un bajo consumo energético.

- Un hecho importante a tener en cuenta en el mantenimiento es la situación presentada en la Figura 48 que se debe a unas esporas de un árbol que se encuentra en la Universidad Industrial de Santander que se ubican en el dissipador del condensador, por esta razón se debe hacer la limpieza necesaria para solucionar esta situación, y se deben seguir las indicaciones pertinentes para el respectivo mantenimiento preventivo para que no vuelva a suceder ya que presenta inconvenientes con el funcionamiento normal del aire central.

Figura 48. Panel del condensador tipo chiller



Fuente: Autor

- Regular el equipo mínimo 20°C.
- Apagar los equipos cuando no estén siendo utilizados.
- Evitar mantener lámparas encendidas innecesariamente.
- Mantener adecuadamente los equipos.
- Reducir fuentes de calor.
- Eliminar las infiltraciones de aire.
- Usar vegetación.

- Considerar los horarios de trabajo.
- Utilizar la ventilación natural para evitar consumo energético.

En la Tabla 42 se propone una reducción del consumo energético del aire acondicionado disminuyendo el número de horas que se utilizar, para así llegar a un ahorro energético viable para el beneficio del edificio, cabe resaltar que esto solo será posible si se da a conocer los beneficios económicos y se establece una conciencia energética.

Tabla 42. Ahorro energético aire acondicionado

AIRE ACONDICIONADO	
HORAS ACTUALES DE FUNCIONAMIENTO	8
CONSUMO ACTUAL [kWh]	13165
COSTO TOTAL MES FACTURA [\$]	5200175
PROPUESTA DE FUNCIONAMIENTO	
HORAS PROPUESTAS DE FUNCIONAMIENTO	5
CONSUMO PROPUESTO [kWh]	8228.5
COSTO PROYECTADO MES FACTURA [\$]	3250363,4
AHORRO [kWh]	
CONSUMO [kWh]	4937,14
PORCENTAJE DE AHORRO ECONOMICO	37,50%

Fuente: Autor

#### 9.4 ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL POR MEDIOS NATURALES

Para inversiones futuras de la estructura arquitectónica del edificio de Ingeniería Química donde se puede lograr un ahorro energético.

##### Ventilación cruzada

Se trata de una estrategia pasiva de ventilación natural por la cual se presenta intercambio de aire del exterior con el interior de la vivienda, a través de aberturas que se disponen de forma estratégica Figura 49 [13].

Las aberturas deben permitir el ingreso y la salida de las corrientes de aire; esto se puede lograr instalando elementos que permitan el flujo de aire como rejillas regulables, vanos con anjeo o muros calados [13].

Figura 49.Ventilacion cruzada

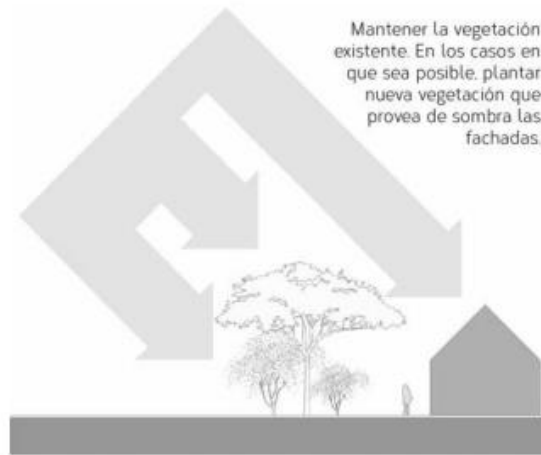


Fuente: [13]

### **Protección de la fachada envolvente (Vegetación)**

El objetivo es reducir la ganancia de calor. Minimizar la radiación solar directa, los arboles proveen sombra y con más efectivos cuando se localizan cercanos a ventanas, muros y fuentes de A/C, así como cuando están localizados en los lados del edificio que reciben mayor radiación solar. Lo cual ayuda como sistema de protección solar [14].

Figura 50. Protección de la fachada envolvente vegetación

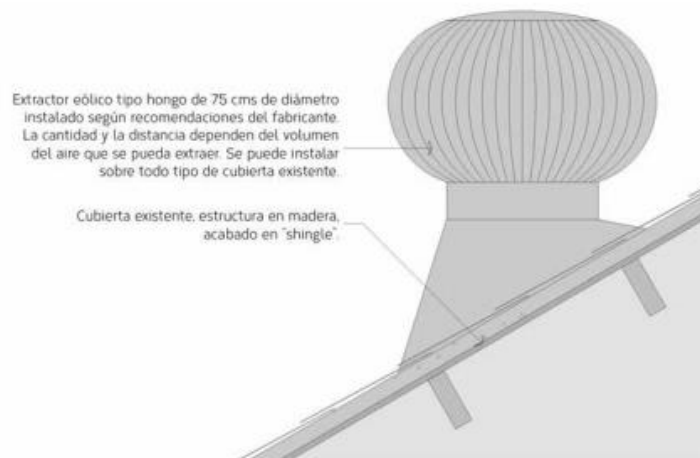


Fuente: [14]

### Extractor eólico

Es un elemento mecánico que se instala en la cubierta para apoyar la ventilación natural de la vivienda, permitiendo una mejor circulación del aire a través de extractores que funcionan con la energía del viento en el exterior de la cubierta, aprovechando el diferencial de temperaturas externa e interna al edificio, generando un proceso continuo de circulación de aire [14].

Figura 51. Extractor eólico.



Fuente:[14]

## 9.5 CULTURA ENERGÉTICA

Universidad  
Industrial de  
Santander



### NO OLVIDES!!

Apagar cuando no  
sea necesaria.



Desconectar todo los  
aparatos eléctricos  
cuando no se estén  
utilizando.

Regular la  
temperatura.  
Min 20°C



## 10. CONCLUSIONES

- Se realizó una caracterización energética del edificio aplicando la metodología propuesta en el modelo del Sistema de Gestión integral de la Energía, en la cual se identificaron las áreas de mayor consumo energético y los respectivos aparatos eléctricos de mayor consumo y se concluye que los sistemas de aire acondicionado, neveras, cafeteras y horno microondas son los mayores consumidores de energía eléctrica del edificio de Ingeniería Química.
- Se realizó la aplicación del calificador de niveles de gestión energética y encuestas para la determinación del estado inicial de edificio donde se encontró que el edificio no cuenta con una política energética que regule y supervise el consumo energético mes a mes debido a que no se encuentra una dependencia que controle los consumos energéticos en la universidad.
- Como resultado de la caracterización se identificaron los indicadores y variables pertinentes que afectan el uso significativo de la energía para realizar un plan de medidas del uso eficiente de la energía.
- Mediante la primera etapa del Sistema de Gestión Integral de la Energía, se analizaron grandes potenciales de ahorro del consumo energético que se puede lograr con acciones de gestión de baja o nula inversión como son la identificación de las variables de control energética para la disminución de costos de gastos energéticos.
- Se realizó un censo de carga de los diferentes aparatos consumidores de energía eléctrica en el edificio de Ingeniería Química para identificar su consumo en (kWh) y su estado de funcionamiento para así llegar a proponer el plan de medidas del uso eficiente de la energía en la compra de equipos y el mantenimiento.

- Al realizar el análisis del consumo versus las personas atendidas y observar la línea meta para la reducción del consumo se pudo establecer que la energía no asociada a la producción se puede ver disminuida un 58% si se aplican las propuestas establecidas en el plan de medidas del uso eficiente de la energía mediante el uso de la línea base meta implementando las acciones de gestión sin necesidad de gasto económico.
- El edificio de Ingeniería Química cumple con los parámetros necesarios para aplicar las propuestas del acondicionamiento ambiental por medios naturales como se propone en el plan de medidas del uso eficiente de la energía, para así establecer una innovación a la hora de hacer más eficiente un edificio ya que se puede aplicar y reducir los gastos energéticos.
- El diagrama de Pareto fue muy útil para identificar que los sistemas de aire acondicionado, nevera, cafeteras, horno microondas y equipos de oficina que corresponden al 20% de los equipos del censo de carga, consumen el 80% de la energía total consumida en el edificio de Ingeniería Química.
- En el diagrama de consumo versus personas atendidas en el tiempo se observó que los días miércoles y jueves hay un comportamiento atípico debido a que en esos días en específico el consumo de energía no responde proporcionalmente a la cantidad de personas atendidas, ya que en estos días hay mayor cantidad de clases programadas en los laboratorios entonces se presenta mayor consumo debido a los equipos de laboratorio utilizados y poco número de estudiantes en ese horario.
- Al realizar el diagnóstico energético del sistema de iluminación mediante el luxómetro se puede ver como resultado un mal diseño en la iluminación, debido a que hay gran porcentaje de zonas en el edificio que superan el rango permitido por el RETILAP para la iluminación de las diferentes zonas (salones, oficinas, baños).

- Mediante el análisis de calidad de la energía se utilizó un analizador de redes para visualizar en tiempo real los datos de medida del transformador teniendo como resultado un comportamiento normal respecto a la tensión y corriente rms analizadas, y se encontró por medio del percentil 95 que el factor de potencia se encuentra dentro del rango establecido por la CREG para que no se pague la penalización.
- Como resultado del estudio sobre la calidad de la energía se establece que las distorsiones armónicas de tensión y corriente están dentro de los rangos permitidos para que no exista ningún inconveniente con el transformador y las cargas conectadas a él por medio del percentil 95.
- Se plantea una campaña energética y se da la información necesaria a los usuarios administrativos del edificio de Ingeniería Química para que se pueda crear una conciencia energética en el edificio y así promover las buenas prácticas para el uso racional de energía.

## CITAS

- [1] Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso.
- [2] Molina M. La alineación estratégica de los recursos humanos a la gestión organizacional. Curso de Entrenamiento. Universidad Nacional de San Marcos, Lima, Perú. Año 2004-2006.
- [3] Campos J; Prias O; Quispe E; Vidal J; Lora E; Documento URE "Herramientas para el análisis de caracterización de la eficiencia energética". Disponible en el portal URE de la página web de la UPME <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>.
- [4] Universidad Industrial de Santander <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/index.jsp>
- [5] Cala, C, & Consuegra, J, & Ortega, E. (2006). Estudio y rediseño de las instalaciones eléctricas de los edificios Jorge Bautista Vesga e Ingeniería Química (Tesis de Pregrado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- [6] Escuela Ingeniería Química (2016) Colombia:Universidad Industrial de Santander <http://iq.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S3>
- [7] Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas (2016) Bogotá [en línea]. Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/>
- [8] Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas (2016) Herramientas [en línea]. Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas>
- [9] Dirección General de Industria, Energía y Minas. Guía técnica de iluminación eficiente (2016) Disponible en <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacioneficiente-sector-residencial-y-terciario> fenercom

- [10] Unidad de Planeación Minero Energética Cartilla eficiencia energética no residencial 2016. Disponible en [http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\\_no\\_Residencial.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_no_Residencial.pdf)
- [11] “Guía de diseño de instalaciones eléctricas” Según normas internacionales IEC [online]. Disponible en <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/946/946-guia-instalaciones-electricas-2008-s.e.pdf>
- [12] “Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía “ Sector residencial [online] 2016 Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=VaQh9I97ubc%3d&tabid=90&mid=449&language=es-ES>
- [13] “Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía” 2016 Disponible en:<http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=VaQh9I97ubc%3d&tabid=90&mid=449&language=es-ES>
- [14] “Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía “Sector hotelero, comercial e institucional. 2016 [online] Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=wru7z0gVd%2fI%3d&tabid=90&mid=449&language=es-ES>
- [15] Alvarado, C, & Mantilla, P, & Vera, D. Proyecto de Grado Diagnóstico y rediseño de los sistemas de puesta a tierra actualmente existente en la sede central de la Universidad Industrial de Santander. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Guía de buenas prácticas en uso racional de la energía para el sector de la pequeña y mediana empresa. Posada, Enrique. Publicado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. Ministerio del Medio Ambiente. ISBN 97200-6-3. Medellín, Colombia. 2002.
- Caracterización Energética: el primer paso hacia el uso racional de la energía. Campos, J.C., Boletín No.128.Septiembre 2003. Disponible en Internet: [www.Monografias.com](http://www.Monografias.com)
- Castillo, L, & Africano, I. Caracterización energética del edificio biblioteca (campus central universidad industrial de Santander) aplicando el proceso de implementación del sistema de gestión integral de la energía (SGIE) (Proyecto de pregrado) 2015 Universidad Industrial de Santander, Colombia
- Herramientas para el análisis de la Caracterización de la Eficiencia Energética, UPME, COLCIENCIAS.
- Ministerio de Minas y Energía, Ley No, 697 (Ley URE) del 3 de octubre de 2001, Colombia.
- Monsalve, D, & Figueroa, D. Caracterización del centro del edificio Virginia Gutiérrez de pineda (facultad de ciencias humanas-Uis) aplicando la Metodología Del Sistema De Gestión Integral de la Energía (SGIE) (Proyecto de pregrado) 2015 Universidad Industrial de Santander, Colombia
- Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas (2016) <http://www.si3ea.gov.co/Home/Iluminaci%C3%B3nEficiente/tabid/109/language/es-ES/Default.aspx>

- Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas (2016)  
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/climatizacion.pdf>
- UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGÉTICA. Calidad de la Energía Eléctrica [en línea]. Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
- UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGÉTICA. Herramientas [en línea]. Disponible en <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>

## ANEXOS


### PLANEACIÓN

Existe un política energética insertada en la política general de la empresa o de forma independiente.	3
Existen objetivos energéticos cuantitativos y cualitativos insertados en los objetivos generales de la empresa o de forma independiente a estos.	2
Existen metas a nivel de empresa y a nivel de áreas cuyo cumplimiento permite lograr la política y los objetivos energéticos o generales de la empresa.	2
Existe un presupuesto de consumo e energía para la empresa y en cada centro de costo, determinado cuantitativamente en función de los pronósticos de venta, de producción y de los índices de consumo esperados de cada producto, de acuerdo con el nivel de eficiencia real de los procesos productivos que posee la empresa.	1
El presupuesto de energía anual de la empresa tiene en cuenta las metas de eficiencia energética logrables por cada área o centro de costo.	1
Están identificadas y cuantificadas en cada área las variables que impactan la eficiencia energética a nivel operacional.	4
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.	2
Los presupuestos de consumo y eficiencia energética son discutidos y aprobados con participación de las áreas que deben cumplirlos.	1
<b>Calificar</b>	2

### GERENCIA


Existen mecanismos de chequeo de las metas energéticas a nivel de empresa y a nivel de áreas.	2
Existen indicadores energéticos a nivel de empresa y a nivel de áreas que son chequeados con igual frecuencia y al mismo nivel de los indicadores productivos, de seguridad y financieros de la empresa.	2.5
Existe una entidad que evalúa la marcha del desempeño de los indicadores energéticos de la empresa y las áreas productivas periódicamente adoptando medidas en casos necesarios.	2.5
Existe un procedimiento establecido para determinar y validar el potencial de reducción del consumo de energía en cada área.	1
Existe un procedimiento para efectuar el monitoreo de los indicadores energéticos diarios a nivel de áreas productivas o centros de costo.	1
Existen líderes y equipos en cada área encargados de analizar la información del resultado del monitoreo, tomar decisiones operativas, evaluar el resultado del accionamiento de las variables de control e identificar nuevos potenciales de incremento	2
Existe una estructura formal o no formal en la empresa para atender la eficiencia energética a nivel de áreas y a nivel de	2
Están definidas las responsabilidades y autoridades de las personas que componen la estructura de la empresa para atender la eficiencia energética.	2
Están definidas las responsabilidades y los procedimientos que garantizan la eficiencia energética de la empresa en las áreas de: compras y comercialización, proyectos, gestión humana, salud y seguridad, producción y operación, mantenimiento, gestión ambiental, contabilidad y finanzas, calidad y divulgación.	2
<b>Calificar</b>	1,89

## PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN


Producción y la gerencia de la empresa conocen el impacto cuantitativo de los factores productivos claves como: tiempo de paradas, tipo de producto, tiempo y cantidad de cambio de productos o materias primas, rata de producción, factor de carga de equipos productivos, tipo de materia prima, cantidad de rechazos, cantidad de reprocesos, cantidad de residuos, tiempos de trabajo en vacío y otros, en los consumos energéticos y se hace seguimiento y registro diario a los mismos.	1
Están establecidos los criterios y procedimientos para que producción pueda planificar sus procesos siempre en la dirección del menor gasto energético económicamente posible.( menores frecuencias de arranques y paradas, menores cambios de productos, menores cambios de materias primas, mayores ratas de producción etc..)	2
Producción conoce la capacidad nominal de su maquinaria y equipo por cada línea de producción y planea el rango deseado de su utilización teniendo en cuenta no solo factores productivos, sino también cuanto se incrementa el índice de consumo	3
Existe un sistema de monitoreo de indicadores energéticos y metas diario a nivel de operación que permite corregir desviaciones de estos respecto a la meta loggable.	3
Existen procedimientos establecidos en cada área para que los operadores actúen siempre en la dirección del menor gasto energético posible ante eventos operacionales no continuos.	2.5
Están capacitados y entrenados los operadores y supervisores en el conocimiento energético de los procesos que manejan para efectuar, mediante listas de chequeo, auto diagnósticos energéticos y corregir o identificar potenciales de mejora. Existen procedimientos para documentar y tramitar los resultados de los autodiagnósticos.	3
La empresa evalúa la posibilidad de comprar material semiprocesado teniendo en cuenta el impacto energético de esta	2.5
La empresa tiene planes de contingencia para ampliar su capacidad de producción más allá de su potencial actual para responder a una demanda superior a su capacidad de producción y ha considerado en los mismos el impacto en los consumos energéticos y la eficiencia energética de la nueva maquinaria.	2
La empresa tiene un sistema para documentar y divulgar eventos de paradas, sus causas, tiempos y acciones correctivas.	3
	
2,44	

## MANTENIMIENTO

Existe una infraestructura de medición de los consumos energéticos en las áreas que permite medir los gastos energéticos unitarios de los productos o semiproductos elaborados y evaluar el desempeño de este indicador en el tiempo.	4
Existe documentación técnica del fabricante de los equipos claves de consumo con las recomendaciones de mantenimiento, operación, arranques, paradas, sistemas de control etc... y es conocida y aplicada correctamente por sus operadores.	4
Existe implementado un sistema de mantenimiento autónomo a los equipos y los operadores cuentan con un procedimiento para informar los daños, inconformidades o eventos observados en sus equipos a partir del chequeo del mantenimiento autónomo a sus equipos.	5
Los operadores realizan mantenimiento autónomo de sus equipos principales a partir de listas de chequeo predeterminadas, evitando paradas o incrementos de consumos por suciedad de filtros, fugas, pases de válvulas, desajuste de uniones etc...	5
Los tiempos de recibo de la información de requerimiento de mantenimiento, presencia en sitio del mantenedor y reparación de la falla, inconformidad o evento reportado, se consideran adecuados en la empresa.	5
Existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.	5
Se organiza y planifica el programa de mantenimiento planificado correctivo, preventivo o predictivo, a todos los equipos y maquinaria en función del orden de prioridad establecido y los resultados son debidamente documentados.	5
La empresa mantiene un inventario de partes y repuestos claves para equipos críticos.	5


La empresa establece su programa de mantenimiento bajo el concepto del mantenimiento total productivo (MTP).	5
El área de mantenimiento utiliza las posibilidades que le brindan los incentivos que establecen la ley URE 697 de 2001 y el decreto 3683 de 2003 para incrementar la frecuencia de diagnóstico y bajar sus costos.	2
La planta, los procesos y los equipos están diseñados para procurar un ambiente seguro para el trabajador y cuenta con la instrumentación suficiente para que el mismo pueda operar seguro y eficiente.	5
La empresa realiza, documenta y registra auditorías energéticas anualmente para conocer el estado de eficiencia energética de sus equipos claves y actualizar sus planes de mantenimiento y de proyectos de mejora de la eficiencia.	3
La empresa ha realizado un estudio de aplicación, aplica y mantiene, todas las formas de energía renovable económicamente rentables y técnicamente posibles en sus procesos productivos.	1
 <b>Calificar</b>	<b>4,15</b>

## ASEGURAMIENTO DE CALIDAD


La Gerencia General tiene como filosofía impulsar programas de calidad en la empresa y para ello capacita adecuadamente a todos los empleados en aspectos de calidad y de mejoramiento continuo incluyendo temas de eficiencia energética de los procesos de compra, planeación, operación, producción, mantenimiento.	2,5
Las normas de calidad para todos los productos de la empresa incluyen aspectos de la eficiencia energética, como el control de pérdidas, de efluentes energéticos e índices de consumos y están debidamente documentadas y son conocidas y aplicadas por las personas responsables de su cumplimiento.	3,5
Los productos de la empresa cumplen con las normas técnicas establecidas para el sector y existe un benchmarking en cuanto a índices de consumo energético conocido por todos.	2,5
El sistema de calidad involucra los controles necesarios para identificar y medir defectos y sus causas en los procesos de producción, los retroalimenta para implementar acciones correctivas y les hace seguimiento.	2,5
En el proceso de selección de materias primas existen especificaciones técnicas y se aplican los controles necesarios para verificar la calidad y retroalimentar el proceso de selección y compra. Entre los elementos a controlar se encuentran aquellos que impactan los consumos energéticos en los procesos como: humedad, valor calórico, composición, textura, granulometría, impurezas etc...	5
Existe un nivel de prioridad del mantenimiento programado a equipos, sistemas y procesos en función de la importancia productiva, su estadística de fallos y del impacto en el consumo de energía de la empresa o área.	5
Los resultados de las pruebas e inspecciones de calidad son claramente documentados a través del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta que los productos estén listos para su entrega. En estas inspecciones son evaluados también los aspectos de control de pérdidas energéticas, efluentes energéticos e índices de consumo.	3
La empresa dispone de información de sus competidores en cuanto a calidad del producto y composición de los precios, especialmente el componente energético de los mismos.	4
La empresa esta certificada con las normas ISO14000.	5
La empresa esta certificada con las normas ISO 9000.	5
La empresa promueve auditorías periódicas para mantener y mejorar el cumplimiento de las normas ISO.	5
La empresa aplica voluntariamente una norma de gestión energética ( Ej. MSE-2000).	2,5
 <b>Calificar</b>	<b>3,79</b>

## COMERCIALIZACIÓN Y COMPRAS


Existe un procedimiento para la compra de energía en la empresa.	4
Existe un procedimiento para el seguimiento al cumplimiento del contrato de energía de la empresa con sus proveedores.	4
Existe un procedimiento especial para la compra de equipos o accesorios consumidores de energía que garantiza la adquisición más eficiente posible económicamente.	5
Existen criterios formales para la planificación de la compra de materias primas, materiales y repuestos (pronósticos de venta, disponibilidad, plazo de entrega, etc.) teniendo en cuenta el impacto de los mismos en los consumos energéticos de la empresa.	4
Esta cuantificado cuanto puede impactar la gestión de abastecimiento en el consumo y eficiencia energética de la empresa.	4
La empresa tiene un plan de contingencia para proveerse de energía en el caso que se incrementen sus compromisos comerciales.	5
En general, el criterio usado para seleccionar proveedores de materia prima y materiales es, en su orden, (1) calidad, (2) servicio, (3) precio y (4) condiciones de pago (5) impacto en el consumo y eficiencia energética de los procesos.	4
Como resultado de negociaciones con los proveedores se programan las entregas de materias primas para mantener el inventario en un nivel óptimo según necesidades y la mayor tasa de producción posible.	5

Existe un nivel óptimo de inventarios y en el mismo se ha considerado el impacto de los índices de consumo y la variación de los costos unitarios de la energía de los productos con la variación de la tasa de producción de la maquinaria.	5
Existe un nivel óptimo de inventario de materias primas, trabajo en proceso y producto terminado para reducir las pérdidas originadas en el mal manejo y se ha considerado también en el mismo la variación de los índices de consumo y el costo	5
Se tiene el seguimiento en la empresa de cuanto han variado en los últimos 2 años los costos de energéticos para iguales niveles de producción, por tipo de producto realizado.	0
La empresa en sus catálogos de venta incluye sus logros e indicadores de control de emisiones, de eficiencia energética o del adecuado uso de los recursos naturales y energéticos en la producción.	4
La empresa ha analizado y asegurado el abastecimiento energético rentable para sus productos para los próximos 5 y 10 años, teniendo en cuenta la evolución de los precios de los productos en el mercado internacional y de los costos de la	3
La empresa cuenta con una fuente de proveedores o asesores de servicios energéticos especializados con capacidad profesional y debidamente certificados que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.	5
La empresa cuenta con una fuente de proveedores de equipos de medición y control para las variables de sus procesos que satisface oportunamente sus necesidades en este campo.	5
	
4,13	


## CONTABILIDAD Y FINANZAS

Existe la infraestructura de medición y contable de las salidas y entradas de recursos y materiales requeridas para hacer de cada etapa del proceso productivo un centro de costo.	2
Se conocen los costos de los energéticos secundarios (aire comprimido, vapor, agua caliente, agua fría, aire frío, electricidad autogenerada) y primarios (gas natural, electricidad) utilizados en cada área o centro de costo y a nivel de empresa.	2
Se asignan los costos energéticos correspondientes a cada área para su desempeño contable como centro de costo en función de lo que consume realmente el área y no por prorrateo.	2
Existe la posibilidad de contabilizar y registrar diariamente la producción realizada y el consumo de cada energético consumido para esa producción en cada centro de costo.	2
Existe implementado en cada área 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 la tendencia de	2
Se retroalimenta a los centros de costo de su desempeño diario de eficiencia, pérdidas e indicadores de consumo.	2
Existe un procedimiento para prefacturación, verificar la factura energética en la empresa y para aprobación del pago de la misma.	5
El presupuesto de energía primaria térmica y eléctrica esta desagregado por áreas y se hace seguimiento periódico en cada área de su cumplimiento.	3
El sistema de contabilidad y costos provee información confiable, suficiente, oportuna y precisa sobre los costos unitarios de energía de los productos a nivel de empresa y de los semiproductos a nivel de áreas para la toma de decisiones.	2.5
La Gerencia General recibe los informes de resultados contables en los primeros días del mes siguiente. Un informe del resultado contable consiste en la tendencia de los costos energéticos por producto dentro de los costos de producción.	2
Existe un sistema claro para definir los costos energéticos en las áreas y en la empresa, dependiendo de las características de los productos y de los procesos.	2
Los productos de exportación se costean en forma diferente que los productos que van al mercado doméstico.	3
El sistema de costos de la compañía permite determinar claramente el impacto en el rendimiento, gastos operacionales y utilidad neta de la eficiencia energética y los índices de consumo de los productos elaborados a nivel de empresa y los	3
La empresa tiene una planeación financiera formal en la cual tienen en cuenta entre sus presupuestos de gastos las inversiones en eficiencia energética y en sus presupuestos de ingresos el incremento de la eficiencia energética de sus	3
La empresa conoce la rentabilidad de cada producto o línea de producto y el impacto en la misma de los costos energéticos unitarios.	2
Se comparan mensualmente los resultados financieros con los presupuestos, se analizan las variaciones y se toman acciones correctivas. En particular se compara el presupuesto de energía por áreas con el desempeño real diario y mensual.	1
La empresa evalúa la utilidad de sus inversiones en equipos, otros activos fijos y en general de sus inversiones, incluidas las de eficiencia energética.	2
El área financiera y la gerencia de la empresa conocen y aplican, si es el caso, las exenciones tributarias vigentes para los proyectos o inversiones destinadas al incremento de la eficiencia energética y la reducción del impacto ambiental.	5
El área financiera y la gerencia de la empresa conocen y aplican, si es el caso, los incentivos de mercado que establecen las regulaciones del MDL, Colciencias y Bancoldex para proyectos de eficiencia energética y reducción de impactos ambientales.	5
El área contable y la gerencia de la empresa conocen y aplican las regulaciones de la CREG que impactan los energéticos primarios que paga la empresa para sus procesos productivos.	5
 Calificar	2,77


## GESTIÓN HUMANA

La empresa tiene un organigrama escrito e implantado donde las líneas de autoridad y responsabilidad formal y no formal están claramente definidas. En el mismo se incluye lo referente a la gestión energética.	5
La empresa tiene unas políticas y manuales de procedimientos escritos, conocidos y acatados por todo el personal. Entre los manuales se encuentra un manual de gestión energética.	5
La empresa tiene identificadas las necesidades de capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener la eficiencia energética de sus procesos y equipos y los índices de consumo en los niveles presupuestados.	5
La empresa tiene un programa definido para la capacitación del personal clave en las áreas de mantenimiento, producción, operación y superintendencia, para mantener y mejorar la eficiencia energética y los índices de consumo en los niveles presupuestados.	2
Existen indicadores de desempeño energético a nivel de compañía y de áreas claramente entendidos por todos y que su divulgación permite conocer la situación mensual de los mismos.	2
Los indicadores de desempeño energético forman parte de los calificadores para la obtención de bonificaciones por resultados en la empresa.	1
La empresa logra que el personal desarrolle un sentido de pertenencia con respecto a la reducción de los costos energéticos.	1
Es estimulado el trabajo en equipo por la eficiencia energética a nivel de áreas y de la empresa.	1
La empresa ha establecido programas e incentivos para mejorar la cultura energética.	4
La empresa cuenta con medios diferentes a la factura energética mensual, para medir cuantitativamente el incremento de la cultura energética en cada una de sus áreas claves.	0
La empresa involucra anualmente sus recursos humanos en ejercicios dirigidos de actualización, crítica e innovación de sus procedimientos y procesos para el incremento de la eficiencia energética.	2
Las habilidades personales, las calificaciones, el deseo de superación, la creatividad y la productividad son criterios claves para la remuneración y promoción del personal, así como para la definición de la escala salarial.	0
	
2,33	


## INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA

Están identificados los proyectos de recuperación de residuos energéticos a nivel de áreas y de la empresa.	2
Se conoce la eficiencia energética de los equipos principales de servicios industriales de la empresa y están identificados los proyectos de mejora de los mismos.	4
Se conoce la eficiencia energética de los procesos productivos energo intensivos de la empresa, existe un bechmarking de sus indicadores y están identificados los proyectos requeridos para la mejora de la eficiencia energética.	2
Están identificadas tecnológicamente las potenciales mejoras productivas del proceso para el incremento de la productividad y sus proyectos asociados.	2
La empresa ha participado en misiones comerciales a otros países, observador en ferias internacionales (relacionadas con el negocio) y una de sus misiones es hacer benchmarking de la eficiencia energética de los procesos e índices de consumo de sus productos.	5
Existe un procedimiento para la revisión de los proyectos productivos o sociales de la empresa que garantiza su ejecución con la mayor eficiencia energética posible económicamente.	3
Existe un procedimiento para evaluar el impacto de las modificaciones de los procesos productivos en la empresa sobre la eficiencia energética del área y de la empresa antes que estas se produzcan.	1
Existe un proceso formal de investigación de nuevas materias primas, tecnologías de procesos de producción y tecnologías energéticas eficientes.	3
La empresa tiene un programa evaluado técnica y económicamente de adquisición de equipos, tecnologías y modernización de sus procesos de producción considerando en le mismo el incremento de la eficiencia energética.	4
Existe un ente en la empresa que se encarga del desarrollo de la vigilancia tecnológica.	5
Existe un mecanismo en la empresa de estimulación individual y colectiva a la innovación en todas sus formas.	4
	
3,18	


## GESTIÓN AMBIENTAL

La empresa conoce las normas ambientales que la controlan y tiene establecidos los procedimientos y procesos para cumplirlas.	5
La cultura y la estrategia productiva y gerencial de la compañía involucra aspectos, impactos y riesgos ambientales.	5
La empresa mide el desempeño ambiental frente a metas y estándares preacordados.	2
Uno de los aspectos del desempeño ambiental que mide la empresa es la eficiencia energética de sus procesos.	2
La empresa considera las regulaciones ambientales y el impacto en la eficiencia energética cuando desarrolla nuevos productos y servicios, o realiza cambios en su infraestructura física.	1
Para la selección, instalación, operación y mantenimiento de equipos se realizan consideraciones ambientales, además de los aspectos técnicos y económicos.	3
Se definen y documentan las tareas, responsabilidades, competencias y procedimientos específicos que aseguren el cumplimiento de las normas ambientales, tanto internas como externas.	3
La empresa trata de minimizar el consumo de energía, agua y materias primas contaminantes mediante la mejora de sus procesos productivos, el reciclaje, la sustitución de insumos, el mantenimiento preventivo y el uso de otras tecnologías.	5
La empresa ha medido la cuantía del desperdicio, sabe en qué etapa del proceso es generado y ha formulado planes para reducirlo.	2
La empresa cuenta con un programa de control de pérdidas energéticas en sus equipos y áreas claves.	3
	
3,1	

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Hay gestión a la vista del cumplimiento del presupuesto y los indicadores de eficiencia energética en las áreas claves de la empresa y a nivel de empresa	2
Existe una buena comunicación oral y escrita a través de los diferentes niveles de la compañía.	5
En el sistema de información general de la empresa están incorporados los indicadores energéticos.	2
Existe un sistema de información de la empresa diseñado para satisfacer los requerimientos funcionales de información de la Gerencia General y de todos los departamentos en forma oportuna y confiable.	5
La empresa está actualizada en materia de nuevos desarrollos en programas y equipos de cómputo y tiene el personal capacitado para manejarlos.	5
El diseño técnico y funcional del sistema de información que posee la empresa responde a las necesidades de información de las áreas y es óptimo con relación al tiempo de proceso y seguridad.	5
En el sistema de información de la empresa, o en forma independiente, existe un subsistema específico para la gestión energética que permite la toma de decisiones oportuna a nivel de operación, superintendencia y gerencia de procesos.	2
La Gerencia ha definido las rutas y los reportes que indiquen el tipo de datos requeridos para el proceso de toma de decisiones en el sistema de información donde esta incluido el de eficiencia energética.	1
	
3,38	

## REPRESENTANTE DE LA GERENCIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Existe un representante de la gerencia para la eficiencia energética en la empresa.	1
Existe una evaluación y un registro diario o semanal de los comportamientos de los presupuestos, indicadores de eficiencia y consumos absolutos de energía a nivel de áreas y a nivel de empresa.	1
Existe retroalimentación del representante de gerencia a las áreas y la gerencia sobre los resultados del monitoreo del comportamiento de los indicadores, presupuestos y consumos en cada área y la empresa.	1
Existe una actividad mensual para evaluación del comportamiento de indicadores, presupuestos y consumos, así como de la marcha de los proyectos de mejora de la eficiencia energética.	4
Existen chequeos periódicos ante gerencia de las buenas prácticas de gestión empresarial por la eficiencia energética, documentado y registrado.	1
Existe coaching del representante de la gerencia para la eficiencia energética a los proyectos de mejora en cada área y a nivel de empresa.	1
Existen auditorias por el representante de gerencia para la eficiencia energética a las buenas prácticas de gestión a nivel de áreas.	1
Se realiza el ajuste de las metas de eficiencia de la compañía cada año productivo en función de los resultados alcanzados por cada área y la empresa.	1
Existe un árbol de indicadores energéticos a nivel de empresa que permite evaluar el impacto de cada área en el indicador general de la empresa.	1
Existen actividades de promoción a proyectos de mejora de la eficiencia energética identificando y divulgando incentivos financieros, tributarios específicos y vigentes a nivel nacional, invitando a especialistas externos a diagnósticos, programando talleres o workshop sobre temas de mejora de eficiencia en procesos críticos específicos o realizando visitas a otras empresas del grupo empresarial con resultados observables.	5
Se confecciona mensualmente por el representante de gerencia la información divulgativa sobre el desempeño de la gestión energética por áreas y a nivel de empresa y se retroalimenta al personal.	1
	
1,64	