

**SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN I DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**RODRIGO BELTRÁN SUÁREZ
DIEGO ARMANDO DÍAZ SILVA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD: FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2012**

**SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGIA EN EL EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN I DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

RODRIGO BELTRÁN SUÁREZ

DIEGO ARMANDO DÍAZ SILVA

Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico

Director:

JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD: FISICO-MECÁNICAS

ESCUELA: INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIA

Este proyecto esta dedicado a mis Padres, a quien agradezco con todo mi corazón por su amor, cariño y comprensión. En todo momento los llevo conmigo.

Agradezco a mis hermanos por la compañía y el apoyo que me brindan. Se que cuento con ellos siempre.

Diego Armando Díaz

A mis padres: Rodrigo y Gladys; mis hermanas: Esmirth y Nancy y a mi hijo Juan Esteban en quienes siempre pude confiar para que esta meta se realizara.

Rodrigo Beltrán

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. PRELIMINARES	17
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
2. MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)	21
2.1. ETAPA 1. DECISIÓN ESTRATÉGICA	21
2.2. ETAPA 2. INSTALACIÓN DEL SGIE EN LA EMPRESA	23
2.3. ETAPA 3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA EN LA EMPRESA	25
3. ETAPA 1. DECISIÓN ESTRATÉGICA.	27
3.1. ACTIVIDAD 1. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA	27
3.1.1. Métodos y sistemas de trabajo.	30
3.1.2. Compra y logística de repuestos y equipos	31
3.1.3. Documentación técnica	32
3.1.4. Sistemas informáticos	33
4. ETAPA 2. INSTALACIÓN DEL SGIE	33
4.1. ACTIVIDAD 5. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN	34
4.1.1 Diagrama de Pareto	34
4.2. ACTIVIDAD 6. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL POR CADA CENTRO DE COSTO ENERGÉTICO.	36
4.3. ACTIVIDAD 7. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO.	36
4.4. ACTIVIDAD 8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	36
4.4.1. Pruebas de ensayos para hallar la rata de eficiencia energética (EER) o coeficiente de operación (COP) de los equipos de aire acondicionado tomando como referencia apartes de la Norma Técnica Colombiana 5115 (NTC 5115)	39
4.4.2 Cálculo del COP en los aires acondicionados presentes en el edificio administrativo I de la UIS.	42
4.4.3. Cálculo del COP mediante el método analítico.	46
4.4.4. Cálculo del COP y EER, con la carta psicrométrica a 90 kPa.	51
4.4.5 Nivel de instrumentación, control y automatización de los equipos de aire acondicionado.	52

4.4.6. Programa de mantenimiento utilizando la metodología RCM II para los equipos de aire acondicionado del edificio de administración I de la Universidad Industrial de Santander.	54
<i>4.5. ACTIVIDAD 9. VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA</i>	81
<i>4.6. ACTIVIDAD 10. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA</i>	82
<i>4.7. ACTIVIDAD 11. ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL DEL SGIE</i>	84
4.7.1. Responsabilidad del SGIE.	85
4.7.2. Nuevas actividades de mantenimiento.	86
4.8. ACTIVIDAD 12. PREPARACIÓN DEL PERSONAL	94
4.9. ACTIVIDAD 13. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SGIE.	94
4.10 ACTIVIDADES 14- 21.	95
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
Anexos.....	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Resultados de la evaluación del programa de mantenimiento UIS	29
Figura 2. Diagrama de Pareto	35
Figura 3. Medición de potencia eléctrica de los circuitos que alimentan los equipos de aire acondicionado.	37
Figura 4. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.	43
Figura 5. Mediciones de velocidad y temperatura del flujo de aire frío.	45
Figura 6. Carta psicrométrica a 90 kPa	51
Figura 7. Gráfico para calcular temperatura efectiva de las personas	57
Figura 8. Encuesta de percepción de confort por los empleados del edificio administrativo I de la UIS	58
Figura 9. Problemas de confort en las oficinas	59
Figura 10. Sensación térmica del personal del edificio administrativo I de la UIS	61
Figura 11. Sensación térmica general	62

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Censo de carga de equipos	35
Tabla 2. Equipos de aire acondicionado.	38
Tabla 3. Métodos de prueba para equipos de aire acondicionado tipo unitario.	41
Tabla 4. Datos de COP para los equipos de mayor potencia térmica	53
Tabla 5. Efectos del clima en el cuerpo humano.	55
Tabla 6. Hoja de información del RCM.	69
Tabla 7. Consecuencias de falla	78
Tabla 8. Tareas proactivas.	78
Tabla 9. Acciones a realizar en el diagrama de decisión.	79
Tabla 10. Hoja de decisión.	81
Tabla 11. Medidas a mediano, corto y largo plazo del uso eficiente de la energía.	84
Tablas 12 y 13. Programa de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM II) para los equipos de aire acondicionado del edificio administrativo I de la UIS.	90-93

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Caracterización energética.	96
Anexo B. Encuesta para evaluar la división de mantenimiento tecnológico de la UIS.	118
Anexo C. Estudio del consumo energético del edificio administrativo I de la UIS: Marzo del año 2011.	135
Anexo D. Inventario de equipos.	140

GLOSARIO

COP: Coeficiente de operación. Pesos colombianos.

EER: Rata de eficiencia energética.

kWh: Kilo vatios hora.

kVA: Kilo voltio amperio.

RCM: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

SGIE: Sistema de Gestión Integral de la Energía.

URE: Uso racional de la energía.

ω : Humedad específica.

$I_{@h}$: Calor latente de vaporización a la temperatura de bulbo húmedo.

h : Temperatura de bulbo húmedo.

t : Temperatura de bulbo seco.

P^* : Presión de saturación.

h : Entalpía.

ϕ : Humedad relativa.

m_v : Masa de vapor.

m_g : Masa de gas.

Q_{enf} : Carga de enfriamiento.

m_a : Flujo másico del aire.

Welec: Potencia eléctrica activa.

RESUMEN

TÍTULO:

SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA EN EL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN I DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES:

RODRIGO BELTRÁN SUÁREZ
DIEGO ARMANDO DÍAZ SILVA**

PALABRAS CLAVES:

Energía, Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), Uso racional y eficiente de la energía, consumo energético, eficiencia, aire acondicionado.

DESCRIPCIÓN

El Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) es un procedimiento que tiene como finalidad el uso racional y eficiente de la energía en el sector productivo Colombiano. Este procedimiento integra todos los ámbitos de la empresa, desde la administración, el mantenimiento, hasta los operarios, con el fin de generar una cultura medio ambiental en los diferentes procesos sin afectar la calidad, la producción y enfocada hacia un desarrollo sostenible.

El presente proyecto utiliza parte del procedimiento del SGIE para hacer un estudio piloto a uno de los edificios de mayor consumo energético de la Universidad Industrial de Santander (UIS) con el fin de generar propuestas encaminadas hacia la disminución de su consumo, mediante soluciones que se pueden implementar a corto, mediano o largo plazo con cambios tecnológicos o culturales.

En el ámbito tecnológico se enfocó el estudio hacia los equipos de mayor consumo energético (aires acondicionados), con el fin de obtener un diagnóstico de operación y poder desarrollar a futuro un mantenimiento basado en la eficiencia energética.

A nivel cultural se definieron unas acciones que se deben realizar diariamente para la disminución del consumo energético por parte de las personas que laboran en la edificación de estudio. Además, se definió el control de eficiencia que se debe registrar, con intervalos de tiempo por parte del personal de mantenimiento, con el fin de evitar desperdicios de energía por causa de un mal funcionamiento de los equipos de aire acondicionado.

* Proyecto de grado.

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Ing. Jabid Eduardo Quiroga Méndez

SUMMARY

TITLE:

INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM IN BUILDING ENERGY MANAGEMENT I UNIVERSITY INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTHORS:

RODRIGO BELTRÁN SUÁREZ
DIEGO ARMANDO DIAZ SILVA**

KEYWORDS:

Energy Management System Integral Energy (SGIE), Rational and efficient use of energy, energy consumption, efficiency, air conditioning.

DESCRIPTION

The Integrated Management System for Energy (SGIE) is a procedure that is aimed at rational and efficient use of energy in the Colombian productive sector. This procedure integrates all areas of the business, from administration, maintenance, to operators, to generate an environmental culture in the different processes without affecting the quality, production and focused on sustainable development.

This project uses SGIE part of the procedure for a pilot study at one of the highest energy consumption buildings of the Industrial University of Santander (UIS) to generate proposals to decrease their consumption by solutions can implement short, medium or long-term technological or cultural changes.

In technology focused the study to the highest energy consumption equipment (air conditioners) to a diagnosis of operation and to develop future maintenance based on energy efficiency.

At the cultural level defined some actions to be performed daily to decrease energy consumption by the people who work in building study. Furthermore, control was defined efficiency to be recorded, at intervals of time by maintenance personnel in order to avoid waste of energy due to a malfunction of air conditioning equipment.

* Graduation Project.

** Faculty of Physics-Mechanic Engineerings, School of Mechanic Engineering, Director Ing. Jabid Eduardo Quiroga Méndez.

INTRODUCCIÓN

Producto de la ley 697 de 2001 que considera prioritario para el país el uso racional de la energía (URE), COLCIENCIAS, La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), grupos de investigación de la Universidad Autónoma de Occidente y la Universidad del Atlántico desarrollaron un procedimiento enfocado hacia la disminución de costos energéticos en el sistema productivo nacional.

El procedimiento fue denominado Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE), el cual presenta un conjunto de actividades enfocadas hacia una mejora continua en los hábitos, tecnologías y procedimientos con el fin de alcanzar el mínimo consumo de energía en las empresas sin desmejorar la productividad, adquiriendo de ésta manera, una cultura energética ambiental con una visión de desarrollo energético sostenible.

El presente proyecto se desarrolla tomando algunas actividades del SGIE con el fin de reducir el consumo energético del edificio administrativo I de la Universidad Industrial de Santander (UIS) teniendo en cuenta que es el que consume el 8,38% del total de energía eléctrica de la Organización.

1. PRELIMINARES

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El edificio Administrativo I de la Universidad Industrial de Santander es uno de los más antiguos de la Institución y de gran consumo energético. Según los estudios realizados por la División de Planta Física para el mes de marzo del presente año, el consumo promedio fue de 41804 kWh que representa el 8,38% del consumo total de la Organización (Ver anexo C).

Es por esto, que el presente proyecto de grado se enfoca a éste edificio con el fin de realizarle un estudio basado en el Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE) para evaluar pérdidas energéticas, proponer mejoras tecnológicas en los equipos de aire acondicionado además de promover una transformación cultural enfocada al uso racional y eficiente de la energía con las personas que allí laboran y prestan el mantenimiento a los equipos.

1.2. JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

El presente proyecto va concadenado con la parte misional de la Universidad, por cuanto busca mejorar la calidad de vida de la comunidad al aminorar el consumo energético de la Institución y por ende disminuir el impacto ambiental negativo que generan los equipos y sistemas de mayor consumo energético instalados dentro del edificio de administración I de la Organización.

Por otra parte, como meta visional en el 2018, la Universidad Industrial de Santander, propone modernizar su infraestructura física y tecnológica, ésta última se tendrá en cuenta dentro del SGIE como opción para disminuir el consumo

energético de los equipos de mayor consumo energético presentes en la edificación de estudio (aires acondicionados).

El proyecto que se realizará sirve de muestra para que el futuro Ingeniero tenga una base para su implementación en éste tipo de sector productivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Disminuir la contaminación ambiental producida por el consumo energético del edificio de Administración I de la Universidad Industrial de Santander, dándole aplicación a la misión de la Organización al aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en la academia con el fin de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

1.3.2 Objetivos Específicos

La realización del estudio -por medio del SGIE en el edificio de administración I de la Universidad Industrial de Santander- contiene las siguientes actividades:

- ✓ Evaluar y proponer mejoras al programa de mantenimiento actual de los equipos de aire acondicionado de la edificación por medio de una encuesta desarrollada por Javier González en su libro: Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión, con la que se hará la evaluación de la división de mantenimiento. Las mejoras propuestas se realizarán por medio del procedimiento RCM II (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

- ✓ Identificar las variables de control o eventos que impactan la fluctuación de los consumos energéticos en los equipos de aire acondicionado.

Las variables de control están clasificadas como:

- Parámetros operacionales: Coeficiente de operación (COP), energía activa, aislamientos. Para lo cual se utilizará apartes de la Norma Técnica Colombiana 5115.
 - Variables de proceso: Temperatura de las oficinas, hora de encendido y apagado.
 - Mantenimiento o estado técnico de equipos (inspección visual, hojas de vida, coeficiente de operación (COP))
 - Instrumentación y control.
 - Conocimiento, información, coordinación.
 - Estructura de mando o administrativa.
-
- ✓ Ejecutar pruebas de evaluación de desempeño a los equipos de aire acondicionado de mayor potencia térmica (Hallar COP por medio de mediciones de temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo, flujo volumétrico y potencia activa) para llevar un registro histórico de su variación y poder tomar acciones de mantenimiento proactivo cuando disminuya a un nivel más bajo del límite que se fije.
 - ✓ Evaluar el estado técnico de los equipos de aire acondicionado a nivel de automatización, control, tecnológico y al uso de la energía.
 - ✓ Realizar la valoración técnica, económica y ambiental del uso eficiente de la energía a corto, mediano y largo plazo de los equipos de aire acondicionado.

- ✓ Capacitar al personal, que labora y presta el servicio de mantenimiento a los equipos de aire acondicionado en la edificación, en buenas prácticas de operación y mantenimiento; teniendo como base el Uso Racional y Eficiente de la Energía.

2. MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA (SGIE)

A continuación se hará un resumen de las etapas y actividades que presenta el SGIE. El texto completo junto con las herramientas que se utilizan para el desarrollo de cada una de las actividades, se pueden encontrar en la página web: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/cartilla.pdf>

El Sistema de Gestión Integral de la Energía tiene como objeto disminuir el consumo energético de los sectores productivos colombianos mediante un proceso de mejora continua; construyendo una cultura energético-ambiental de tal forma que se incremente la competitividad y se reduzca el impacto ambiental negativo.

Para la aplicación del Sistema de Gestión Integral de la Energía se deben realizar tres etapas dentro de las cuales se encuentran propuestas las actividades específicas para cumplir su objetivo. Estas son:

2.1. ETAPA 1. DECISIÓN ESTRATÉGICA

Tiene como objeto conocer el estado actual de la empresa y descubrir la potencial rentabilidad del SGIE. Para tal fin, se presentan 4 actividades enfocadas hacia el cumplimiento de dichos objetivos, las cuales son:

- *Actividad 1. Caracterización Energética de la Empresa:* Con esta actividad, se identifica el estado de la empresa en la administración y el uso eficiente de la energía, se validan o se formulan indicadores de eficiencia energética, se identifican los procesos y equipos de mayor consumo energético y se identifican las posibles soluciones para el uso eficiente de la energía a corto, mediano y largo plazo.
- *Actividad 2. Compromiso de la Alta Dirección:* Se presentan a la gerencia los resultados de la Actividad 1; se realiza un cronograma de actividades estableciendo compromisos de reducción de costos energéticos; se determinan los requisitos para implementar el SGIE en la empresa; se establecen los compromisos de la gerencia durante la instalación y operación del sistema (Etapas 2 y 3) y los costos de la implementación.
- *Actividad 3. Alineación de Estrategias:* La gerencia presenta a todas las áreas de la empresa que se encuentran involucradas en el SGIE el cronograma, los objetivos y métodos de trabajo haciendo énfasis en la participación y compromiso del personal de la Compañía para lograr los objetivos.
- *Actividad 4. Definición y Conformación de la Estructura Técnica y Organizacional:* Con esta actividad se realiza los análisis de los diagramas unifilares de energía y censos de carga, diagrama de Pareto, revisión o elaboración del flujograma del proceso productivo, identificación de centros de costo, evaluación de la medición energética por centro de costo, identificación de áreas y equipos claves de la empresa y familiarización con la parte organizacional de la empresa.

2.2. ETAPA 2. INSTALACIÓN DEL SGIE EN LA EMPRESA

- *Actividad 5. Establecimiento de los Indicadores del Sistema de Gestión:* Se realiza una caracterización energética por cada centro de costo energético con el fin de definir, validar o cambiar los indicadores actuales y establecer las metas de ahorro energético.
- *Actividad 6. Identificación de las Variables de Control por Centros de Costo:* Se identifican las variables que pueden ser controladas por cada centro de costo energético.
- *Actividad 7. Definición de los Sistemas de Monitoreo:* Tiene como objeto implementar el sistema de medición de las variables de control por cada centro de costo.
- *Actividad 8. Diagnóstico Energético:* Se identifican las oportunidades o proyectos de ahorro energético en el 20% de los equipos que consumen el 80% de la energía en la empresa.
- *Actividad 9. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva:* Con ésta actividad se busca que la empresa tenga un desarrollo, innovación e incorporación de nuevas tecnologías más eficientes.
- *Actividad 10. Plan de Medidas de Uso Eficiente de la Energía:* Se realiza la valoración técnica, económica y ambiental de medidas del uso eficiente de la energía a corto, mediano y largo plazo. Se clasifican aquellas medidas que requieren cambios tecnológicos y las que no.

- Actividad 11. *Actualización y Validación de la Gestión Organizacional del SGIE*: Se busca validar y organizar el SGIE dentro de la gestión de la Organización por medio de las siguientes actividades:

- Actualizar el equipo responsable de la gestión energética definiendo funciones, responsabilidades y autoridades.

- Definición de los objetivos y metas de reducción de pérdidas y consumo energético.

- Definición de la política energética.

- Determinación de actividades, requerimientos y nuevos procedimientos en las áreas de gestión organizacional.

- Establecimiento del plan de comunicación del SGIE.

- Establecimiento y registro de los programas de trabajo.

- Programa de mantenimiento enfocado hacia la eficiencia energética.

- Programa de buenas prácticas operacionales.

- Programa de innovación y gestión tecnológica.

- Programa de medidas a corto, mediano y largo plazo.

- *Actividad 12. Preparación del Personal:* Para tal fin se requiere:
 - Identificar el personal clave identificando sus competencias.
 - Entrenar al personal en buenas prácticas de operación, mantenimiento, gerencia energética, comprensión y administración del SGIE y autodiagnóstico de los equipos de mayor consumo energético.

- *Actividad 13. Elaboración de la Documentación del SGIE:* Se realizan los documentos correspondientes a los procedimientos, registros y manuales, como mecanismo para implementar el SGIE y estandarizar los procesos al interior de la empresa.

- *Actividad 14. Auditoría Interna al SGIE:* Se establece la metodología de la auditoría, la revisión del cumplimiento de los requerimientos, la identificación de las no-conformidades, el establecimiento de las acciones correctivas y preventivas y el seguimiento del cumplimiento de las acciones correctivas.

2.3. ETAPA 3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA EN LA EMPRESA

Con esta etapa se busca llevar a cabo la ejecución de los programas, cuantificar los resultados, ajustar y actualizar modelos y verificar presupuestos de ahorros.

- *Actividad 15. Seguimiento y divulgación de indicadores:* Se monitorean los indicadores y divulgación de los mismos como parte del plan de comunicación del SGIE.

- *Actividad 16. Seguimiento y evaluación de buenas prácticas de operación, mantenimiento, producción y coordinación:* Además del seguimiento se debe evaluar el estado de comprensión y administración del SGIE alcanzado por el personal.
- *Actividad 17. Implementación de Programas y Proyectos de Mejora:* Se implementan y evalúan los programas o proyectos identificados en el Plan de Medidas de Uso Eficiente de la Energía.
- *Actividad 18. Implementación del Plan de Entrenamiento y Evaluación del personal:* Se implementan los planes de capacitación desarrollados en la actividad 12.
- *Actividad 19. Chequeos de gerencia:* La alta dirección de la empresa debe realizar un chequeo de los avances del SGIE, concluidas las anteriores actividades, y planificar chequeos periódicos de evaluación de resultados.
- *Actividad 20. Ajustes del sistema de gestión:* Dependiendo de los chequeos de la actividad anterior se toma la decisión de realizarle ajustes al SGIE.
- *Actividad 21. Evaluación de resultados:* Lo realiza el equipo responsable de la gestión energética en la empresa durante un periodo no mayor a seis meses desde la puesta en operación del SGIE.

3. ETAPA 1. DECISIÓN ESTRATÉGICA.

3.1. ACTIVIDAD 1. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

La caracterización energética tiene como propósito identificar las labores que se realizan dentro del edificio de aplicación; determinar el estado actual de la Organización en sistemas de gestión ambiental y determinar el estado en que se encuentran los equipos y el tipo de emisiones producto del consumo energético.

Para la realización de ésta actividad se utilizaron como base dos encuestas: La primera (Ver anexo A) hace parte de las herramientas para la caracterización energética desarrolladas por la Unidad de Planeación Minero-Energética². La segunda encuesta, evalúa el estado actual del mantenimiento a nivel general (Ver anexo B).

Con la primera encuesta se identificó que la Universidad Industrial de Santander presenta en su organigrama un consejo superior que es el máximo órgano de dirección y gobierno de la Universidad³ y una serie de dependencias, dentro de las que se encuentra la vicerrectoría administrativa la cual tiene a su cargo, entre otras, las divisiones de mantenimiento tecnológico y planta física.

Las divisiones de mantenimiento tecnológico y de planta física tienen dentro de sus funciones el prestar el servicio de mantenimiento a los equipos de la Organización, dar conceptos sobre la adquisición de equipos y prestar asesorías en la operación de los mismos y, el servicio de mantenimiento técnico eléctrico respectivamente.

² <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/herramientas.pdf>

³ <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/organosGobierno.html>

Los equipos y sistemas que se encuentran en el edificio administrativo I de la Universidad consisten en: Equipos de ofimática (computadores, calculadoras, teléfonos, impresoras) iluminación y aires acondicionados principalmente. Ver anexo C).

El consumo de energía eléctrica del campus principal, donde se encuentra la edificación de estudio, está controlado por dos medidores uno de los cuales mide la energía consumida del coliseo deportivo, el edificio de ciencias humanas y el Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinas Tropicales (CENIVAM), y el otro se encarga de medir el resto de edificaciones, dentro de la cual se encuentra el edificio administrativo I.

El consumo del último medidor, anteriormente mencionado, para el mes de marzo de 2011 fue de COP 145'525.682 de los cuales corresponde el 99,95% a energía activa. Para éste mismo mes, se instaló un analizador de redes eléctricas en el edificio durante una semana a cada uno de los dos transformadores que conforman la subestación eléctrica del edificio (200 y 75 kVA. Ver anexo C), lo que arrojó un consumo total en la edificación de 10451 kW/semana, lo cual da un consumo promedio de 41804 kWh/mes que representa en COP 12'194.227, es decir, el 8,38% del valor total de la factura de energía.

Por otra parte, la Organización carece de un estudio de los equipos de mayor consumo, de un inventario actualizado de los mismos y de una política energética sustentada en metas con indicadores.

Para realizar la evaluación del departamento de mantenimiento tecnológico de la UIS, se utilizó el método propuesto por Francisco González⁴ concerniente a 12 áreas específicas.

⁴ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Auditoria de mantenimiento e indicadores de gestión. Pág 103-177

El procedimiento consiste en una serie de preguntas por área que pondera, con puntuaciones de 0 a 40, el análisis cualitativo mediante puntuaciones acordes con la experiencia del autor. El análisis cualitativo tiene cuatro posibles respuestas: No, más bien no (MBN), ni si ni no (NSNN), más bien si (MBS) y si (Ver anexo B).

La evaluación de los resultados se dan por áreas sumando las puntuaciones de las respuestas y comparándolas con el mayor puntaje de la totalidad de las mismas, de tal forma que el área que presente un puntaje inferior al 50%, con respecto a su mayor puntaje, se deberá tener en cuenta para realizarle un análisis específico para su mejoramiento.

En la Fig.1 se observan los resultados de la evaluación del programa de mantenimiento. La línea azul representa la puntuación máxima por cada área; la roja la puntuación obtenida del departamento de mantenimiento y la verde corresponde al 50% de la puntuación máxima. La gráfica contiene dos zonas: La de color gris representa la zona de aprobado y la zona naranja (zona de suspenso) indica que las áreas de mantenimiento que se encuentran en ella habrá que realizarles un análisis específico para superar las debilidades.

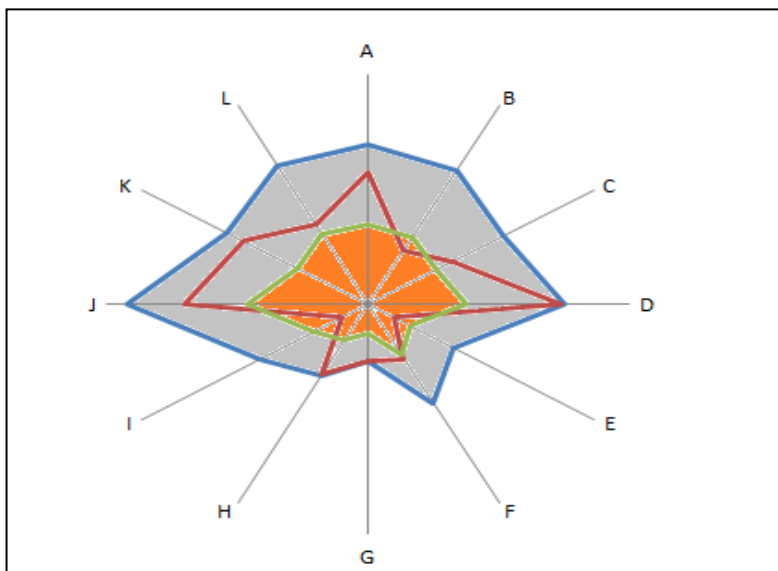


Fig. 1. Resultados de la evaluación del programa de mantenimiento UIS. Fuente: Los autores.

Las áreas para mejorar pertenecen a la B (Métodos y sistemas de trabajo), E (Compra y logística de repuestos y equipos) e I (Documentación técnica). A pesar de que el área F (Sistemas informáticos) no quedó incluida dentro de la zona de suspenso, se tendrá en cuenta para su análisis por quedar muy cerca a dicha zona y debido a que hubo dos preguntas que no se respondieron en la encuesta; ya que el personal que actualmente labora en la División es relativamente nuevo y no tiene el conocimiento sobre la información concerniente a que tanto ayudó el software a reducir la carga administrativa, al ahorro de personal y optimización de recursos.

3.1.1. Métodos y sistemas de trabajo.

Respecto al área correspondiente a los métodos y sistemas de trabajo se recomiendan las siguientes acciones:

- Documentar las instrucciones de trabajo por escrito o los procedimientos a seguir para trabajos difíciles que conlleven riesgos para la seguridad personal, para la realización de ciertos ajustes y comprobaciones que puedan tener como consecuencias accidentes y, por consiguiente, demandas jurídicas y malas ejecuciones en los equipos.
- Archivar en las hojas de vida de los equipos los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones con el fin de tener un soporte ante cualquier eventualidad y, de esa manera, poder sustentar la planificación de los mismos ante cualquier autoridad que lo requiera si se llegara el caso de presentarse un accidente.

- Realizar acciones que lleven a normalizar los equipos, repuestos o subconjuntos con el fin de realizar más fácilmente las labores de mantenimiento producto de una fácil consecución de los mismos.
- Llevar control de los tiempos empleados en las labores de mantenimiento. Esto es importante hacerlo por equipo para poder sacar los costos del mantenimiento y tener argumentos para tomar decisiones en cuanto a su modificación o reemplazo.
- Utilizar herramientas informáticas como los diagramas de GANTT o PERT para la planificación y coordinación de trabajos complejos y delicados, con el fin de tener un mejor control de las actividades a realizar.
- Se requiere mejorar los métodos formalizados para realizar las reparaciones y protocolos de prueba con el fin de hacer una buena adecuación de los equipos averiados.
- Mejorar la información de los equipos y ponerla a disposición de los técnicos de manera ordenada y de fácil interpretación.

3.1.2. Compra y logística de repuestos y equipos

Producto de que cada dependencia de la Universidad maneja sus recursos propios y en ocasiones ellos mismos se encargan de la consecución de los repuestos o equipos pidiendo, claro está, el concepto técnico del mantenimiento, algunas preguntas de la encuesta no aplican para la evaluación de ésta área por lo que se descartó su puntuación. Sin embargo, se recomiendan las siguientes actividades:

- Agilizar los procedimientos de aprovisionamiento de repuestos o equipos para los casos en los que se presente una urgencia.
- Tener alternativas de solución extras a los repuestos originales que tienen los equipos, de tal forma que en caso de su no consecución inmediata se pueda resolver el problema con piezas homologadas.
- Producto que cada dependencia de la universidad maneja su propio presupuesto para el mantenimiento de sus equipos, no existe de manera general una buena coordinación para la gestión de repuestos.
- Se requieren procedimientos ágiles para la solicitud de un repuesto, servicios de manutención, transporte y reparación.

3.1.3. Documentación técnica

Esta área presenta serios inconvenientes para lo cual se recomienda:

- Afianzar la documentación para las tareas habituales de mantenimiento en cuanto a la mecánica de construcción de los equipos, electricidad, normas que deben cumplir, análisis de riesgos y recomendaciones de seguridad.
- Levantar planos de equipos de tal forma que haya claridad en cada uno de los sistemas que lo componen, sus subconjuntos y controles. Estos planos deben ser de fácil acceso y entendibles para el personal de mantenimiento y deben actualizarse conforme a la modificación de los equipos.

- Consolidar las instrucciones técnicas para que el personal de mantenimiento y los usuarios las ejecuten adecuadamente. De igual forma se requiere tener un listado de repuestos codificados e identificados de los equipos.
- Fortalecer los registros de los trabajos que modifican a los equipos, donde se encuentren: la planificación de trabajos, programa de actividades, órdenes de trabajo y actualización documental.

3.1.4. Sistemas informáticos

Las recomendaciones pertinentes a ésta área son las siguientes:

- Mejorar la calidad del software para que sea amigable con el usuario.
- Ajustar el software a las necesidades de la División.
- Condicionar el software para que se interrelacione con otras dependencias de la Organización de tal forma que se pueda conocer las nóminas del personal, compras e inventarios.

4. ETAPA 2. INSTALACIÓN DEL SGIE

En la etapa 1 se conoció el estado actual de la Organización en diferentes aspectos anteriormente mencionados. En esta etapa se desarrollarán diferentes actividades tendientes a la aplicación de las medidas necesarias encaminadas hacia el uso racional y eficiente de la energía.

4.1. ACTIVIDAD 5. ESTABLECIMIENTO DE LOS INDICADORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Para el desarrollo de esta actividad el SGIE tiene planteado una serie de herramientas tendientes a conocer la interrelación entre diferentes variables en la producción de la Empresa como: el gráfico de correlación, identificación de la línea base o meta, gráficos de control del índice de consumo, determinación de la producción crítica por procesos y gráficos de tendencia para el monitoreo, gráficos base 100.

Debido a que el edificio en estudio está conformado por una serie de oficinas dedicadas a la parte administrativa de la Organización, no se puede interrelacionar fácilmente la producción con el consumo energético (caso que es fácilmente observable en una empresa de cualquier sector industrial). Por tal razón, se levantó únicamente la información para la realización del diagrama de Pareto con el fin de conocer los equipos de mayor consumo energético y enfocarse en ellos para la aplicación del SGIE.

4.1.1 Diagrama de Pareto

El objetivo de la construcción del diagrama de Pareto es identificar los equipos de mayor consumo que hay dentro de la edificación. Para tal fin, se realizó el censo de carga de los equipos allí presentes (Ver Anexo D) y se condensaron los datos (Ver Tabla 1) para poder construir el diagrama (Ver Fig. 2) sobre la base de los datos de placa de consumo nominal de energía que tiene cada uno de los equipos.

EQUIPOS	CARGA INSTALADA (W)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Aire acondicionado	94281,3	60,05	60,05
Computadores	43800	27,90	87,95
Iluminación	18918	12,05	100,00

Tabla 1. Censo de carga de equipos. Fuente: Los autores.

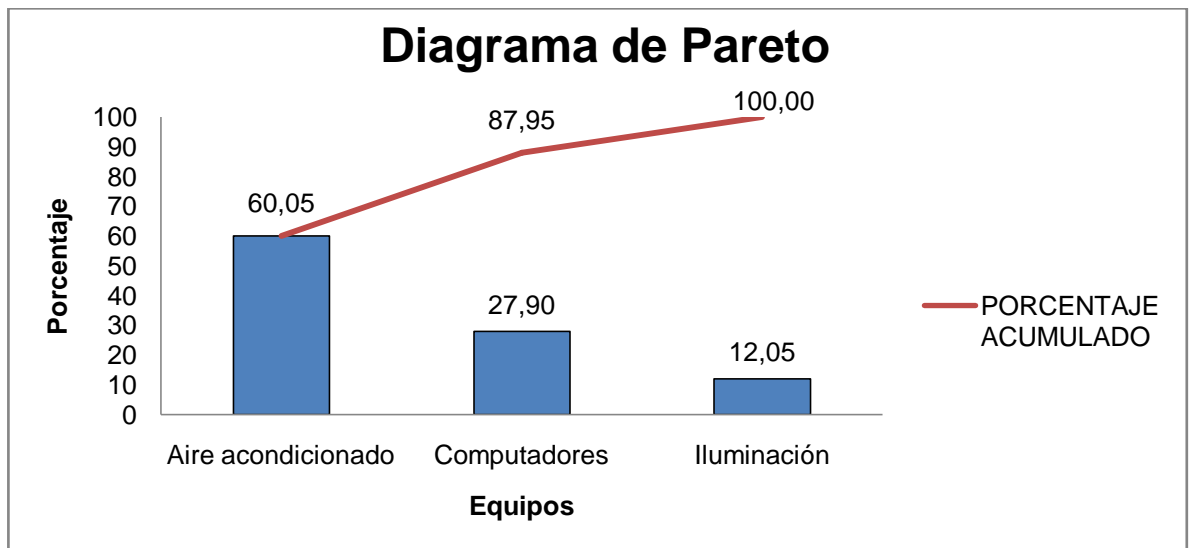


Fig. 2. Diagrama de Pareto. Fuente: Los autores.

Del diagrama de Pareto se observa que los equipos de aire acondicionado representan el 60% del consumo energético y, por consiguiente, se enfocará en ellos los análisis respectivos de eficiencia y uso racional de la energía.

4.2. ACTIVIDAD 6. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE CONTROL POR CADA CENTRO DE COSTO ENERGÉTICO.

Un centro de costo energético se define como el área o sección productiva donde se puede medir el consumo energético. Para el caso en cuestión, solo se clasificó un centro de costo consistente en una subestación eléctrica comprendida por dos transformadores de 75 y 200 kVA con una relación de transformación de 13,2 a 0,220 kV cuya variable de control es la energía consumida mensualmente por la edificación de estudio, expresada en kilo vatios hora (kWh/mes).

4.3. ACTIVIDAD 7. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE MONITOREO.

El sistema de monitoreo consistirá en medir la potencia eléctrica, caudal de aire frío y temperaturas de bulbo seco y de bulbo seco aguas abajo del evaporador y del aire de retorno de los aires acondicionados de mayor consumo energético con el fin de medir el coeficiente de operación (COP).

Para la medición de la potencia eléctrica se utilizó un analizador de redes de marca Metrel MI 2592 (Ver Fig. 3), el caudal y la temperatura se midió con un termo-anemómetro de marca Extech instruments HD 300.

4.4. ACTIVIDAD 8. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El diagnóstico energético consiste en identificar las posibilidades y soluciones de ahorro energético en los equipos de mayor consumo (aires acondicionados para el caso de estudio).

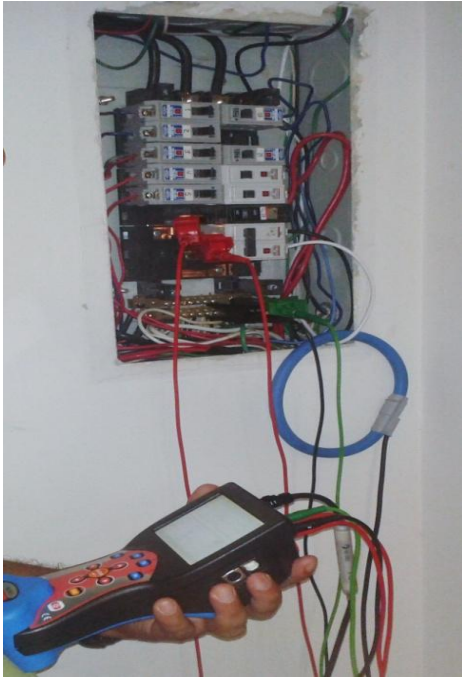


Fig. 3. Medición de potencia eléctrica de los circuitos que alimentan los equipos de aire acondicionado. Fuente: Los autores.

El edificio administrativo I presenta cuatro tipos de aires acondicionados: De paquete, split, mini split y de ventana (Ver tabla 2).

Para obtener datos de la eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado, se hallará la tasa de eficiencia energética (EER) o coeficiente de operación (COP) con la finalidad de llevar un registro histórico de su variación y poder tomar decisiones en las rutinas de mantenimiento.

Para tal fin, se tomó como referencia algunos apartes de la norma NTC 5115 la cual tiene como objeto indicar los métodos de ensayo con los cuales se pueden obtener las capacidades de refrigeración, cantidades de flujo de aire y eficiencia energética que permiten clasificar los equipos de aire acondicionado tipo unitario.

Id	UBICACIÓN	MARCA	OFICINA	MODELO	TIPO	NÚMERO DE SERIE	SITIOS DE INCIDENCIA	VOLTAJE	CORRIENTE	POTENCIA ELÉCTRICA	EFICIENCIA	POTENCIA FRIGORÍFICA	TIPO DE REFRIGERANTE	CARGA DE REFRIGERANTE	OBSERVACIONES
1	Edificio Administrativo I	LG	Admisiones	LK-C180BC00	PAQUETE	901K4HG000001		220 V	89 A	30 kW		18000 BTU/h	R-22	Circuito A: 4.25 kg. Circuito B: 2.85 kg	
3	Edificio Administrativo I	YORK	Recepción rectoría	HLD A18FS-ADA	MINI-SPLIT			220 V	6.9 A	1.95 kW		18000 BTU/h	R-22	1.02 kg	Número de serie difuso
4	Edificio Administrativo I				PAQUETE		División de servicios de información			30 kW		36000 BTU/h	R-22		No tiene placa (Datos aproximados)
5	Edificio Administrativo I	YORK		HLD A18FS-ADA	MINI-SPLIT	217402099091000049		220 V	8.9 A	2.198 kW		18000 BTU/h	R-22	1.05 kg	
6	Edificio Administrativo I	YORK		YND A38FS-ADA	MINI-SPLIT	54590239		230 V	17.6 A	3.941 kW		36000 BTU/h	R-22	1.6 kg	
7	Edificio Administrativo I	CARRIER	Recursos humanos	38BA008530		D406527				8.8 kW		90000 BTU/h	R-22		No tiene placa (Datos aproximados)
8	Edificio Administrativo I	YORK	Secretaría de rectoría	D4CE060A25A	PAQUETE	NNJM155098	Sala alterna de rectoría	230 V		6.3 kW		60000 BTU/h	R-22	2.7 kg	
9	Edificio Administrativo I	YORK	Auditorio principal rectoría	NM90C00A2AAA1	PAQUETE	NTK0352815	Sala de juntas de rectoría	230 V	31.3 A	7.2 kW	13 SEER	60000 BTU/h	R-410 ^a		
10	Edificio Administrativo I	YORK		HLD A12FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE		220 V	6.1 A	1.33 kW		12000 BTU/h	R-22	0.78 kg	
11	Edificio Administrativo I	YORK		HLD A12FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE		220 V	6.1 A	1.33 kW		12000 BTU/h	R-22	0.78 kg	
12	Edificio Administrativo I	YORK		HLD A09FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE		220 V	4 A	0.89 kW		9000 BTU/h	R-22	0.58 kg	
13	Edificio Administrativo I	YORK	Planeación		SPLIT		Planeación			5 kW		48000 BTU/h	R-22		No tiene placa (Datos aproximados)
14	Edificio Administrativo I	YORK	Planeación		SPLIT		Planeación			5 kW		48000 BTU/h	R-22		No tiene placa (Datos aproximados)
15	Edificio Administrativo I	YORK	Recursos humanos II	TLDA18FS-ADR	MINI-SPLIT	217402099091000649		220 V	9.6 A	2.2 kW		18000 BTU/h	R-22	1.05 kg	
16	Edificio Administrativo I	YORK		YHEA12FS-ADK	MINI-SPLIT	213402908091100560		230 V	5.4 A	1.2 kW		10919 BTU/h	R-22	1.05 kg	
17	Edificio Administrativo I	CARRIER	Secretaría general	38CKC060520	SPLIT	0998E14732	Secretaría general	208-230 V	21.4 A	6.6 kW			R-22	4.49 kg	
18	Edificio Administrativo I	CLIMATEC	División financiera	PAC 120 H13	PAQUETE	47351448		220 V	31 A	6.8 kW		120000 BTU/h	R-22		Potencia frigorífica aproximada
19	Edificio Administrativo I		Vicerrectoría académica, tesorería, contabilidad y otra.		SPLIT		Vicerrectoría académica.			10.6 kW		120000 BTU/h			No tiene placa (Datos aproximados)
21	Edificio Administrativo I	TEMPSTAR	Vicerrectoría académica	38TCT022344	MINI-SPLIT			220-230 V		2.95 kW		22000 BTU/h	R-22	1.44 kg	
22	Edificio Administrativo I	TEMPSTAR	Vicerrectoría académica	38TCT022344	MINI-SPLIT			220-230 V		2.95 kW		22000 BTU/h	R-22	1.44 kg	
23	Edificio Administrativo I	YORK		YHDC18FS-ADG	MINI-SPLIT	21650202507100500095		208-230 V	7.04 A	1.585 kW		18000 BTU/h	R-410 ^a	1.48 kg	
24	Edificio Administrativo I	TEMPSTAR		TCT18SKCC	MINI-SPLIT			220-230 V		2 kW			R-22	1.6 kg	
25	Edificio Administrativo I	YORK	Caja	TLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NUMERO CONFUSO		220-230 V	6.4 A	1.465 kW		12000 BTU/h	R-22	0.65 kg	
26	Edificio Administrativo I	YORK	Caja	TLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NUMERO CONFUSO		220-230 V	6.4 A	1.465 kW		12000 BTU/h	R-22	0.65 kg	
27	Edificio Administrativo I				VENTANA					1.33 kW		12000 BTU/h			Datos aproximados

Tabla 2. Equipos de aire acondicionado. Fuente: Los autores.

4.4.1. Pruebas de ensayos para hallar la rata de eficiencia energética (EER) o coeficiente de operación (COP) de los equipos de aire acondicionado tomando como referencia apartes de la Norma Técnica Colombiana 5115 (NTC 5115)

La NTC 5115 tiene estipulado las condiciones y los diferentes tipos de pruebas que se deben realizar para calcular el EER o COP en los equipos de aire acondicionado tipo unitario.

A continuación se hace un resumen de la norma y sus requerimientos.

- a) *Prueba A:* Es una prueba en estado estable de serpentín húmedo, donde el aire cumple con ciertas condiciones de temperatura (26,6°C al lado interior del equipo, 19,5°C de bulbo húmedo y 35°C de bulbo seco en el lado exterior del equipo).
- b) *Prueba B:* Es una prueba de desempeño similar a la anterior pero con una temperatura de 27,6°C de bulbo seco en lado exterior del equipo de 27,6°C.
- c) *Prueba C:* Es una prueba de desempeño a estado estable de serpentín seco, donde la temperatura del aire de entrada en el lado interior del equipo es de 26.6°C de bulbo seco y una temperatura de bulbo húmedo de tal forma que no haya formación de condensado en el condensador (se recomienda 13.9°C o menos), y con una temperatura del aire de entrada en el lado exterior del equipo de 27.6°C de bulbo seco.

d) *Prueba D*: Es una prueba de desempeño de serpentín seco con realización de ciclos (con la opción de encendido y apagado de forma manual o automática del circuito normal de control del equipo), desarrollada con una temperatura del aire de entrada en el lado interior del equipo de 26.6°C de bulbo seco y una temperatura de bulbo húmedo tal que no resulte en una formación de condensado en el serpentín condensador (se recomienda 13.9°C o menos) y con una temperatura del aire exterior del equipo de 27.6°C de bulbo seco.

- **Métodos de ensayo – procedimientos**

Los métodos de ensayo aplicables son seis, avalados por esta norma, que son:

- a) Método de aire entalpia, lado interior.
- b) Método de aire entalpia, lado exterior.
- c) Método de calibración de compresor.
- d) Método de entalpia de refrigerante.
- e) Método de flujo de agua del serpentín condensador.
- f) Método de medición indirecta del flujo de aire.

- **Aplicabilidad de los métodos de prueba**

Los equipos tipo unitario deben probarse con los métodos establecidos en la tabla 3 para cada clasificación específica.

El método que se tomó como referencia para el cálculo de la eficiencia energética en los aires acondicionados presentes en el edificio de estudio es el *Método de aire entalpía del lado interno*.

		Prueba A	Prueba B	seleccionar una					
Arreglos de componentes	Método de enfriamiento del serpentín condensador	Método de entalpia del lado interno	Método de entalpia del lado externo	Método de calibración del compresor	Método de entalpia del refrigerante	Método de flujo de agua del serpentín condensador	Medición indirecta de flujo de aire		
Equipo paquete	Enfriamiento por aire	X	X	X			X		
	Enfriamiento por agua	X		X					
Condensador remoto; y compresor dentro de un espacio acondicionado	Enfriamiento por aire	X	X	X	X		X		
	Enfriamiento por agua	X		X		X	X		
Compresor y condensador remotos	Enfriamiento por aire	X	X	X	X		X		
	Enfriamiento por agua	X		X	X		X		
Condensador remoto	Enfriamiento por aire	X	X				X		
Compresor remoto dentro de un espacio	Enfriamiento por agua	X				X	X		

Tabla 3. Métodos de prueba para equipos tipo unitario. Fuente: NTC 5115

- **Método de aire entalpia, lado interior**

En el método de aire entalpia, la capacidad es determinada por las mediciones de temperatura de bulbo seco y húmedo de entrada y salida, y la razón de flujo de aire asociado.

- **Condiciones de prueba**

La prueba debe llevarse a cabo con una temperatura del aire de entrada en el lado interior del equipo de 26.6°C de bulbo seco y de 19.5°C de bulbo húmedo. La temperatura de bulbo seco del aire de entrada del lado exterior del equipo debe ser de 35°C en la prueba. Para aquellos equipos que rechazan condensado al condensador, localizado en el lado exterior del equipo, la temperatura circundante de bulbo húmedo en el lado exterior del equipo debe ser de 23.9°C.

Para el caso específico de la prueba que se realizó en los equipos de aire acondicionado presentes en la edificación de estudio, la prueba se hizo bajo las condiciones climáticas del momento sin acogerse estrictamente a las temperaturas mencionadas en la norma técnica.

4.4.2 Cálculo del COP en los aires acondicionados presentes en el edificio administrativo I de la UIS.

En refrigeración el *coeficiente de desempeño* COP indica su eficiencia, es decir, se define como el efecto refrigerante producido por unidad de trabajo suministrado⁵ (Ver Fig. 4):

$$COP = \frac{\text{Efecto de enfriamiento}}{\text{Entrada de trabajo}} = \frac{h1 - h4}{h2 - h1} = \frac{Ql}{W_{\text{neto, entrada}}}$$

⁵ MARADAY, Juan Francisco. Termodinámica Aplicada. Pág. 545

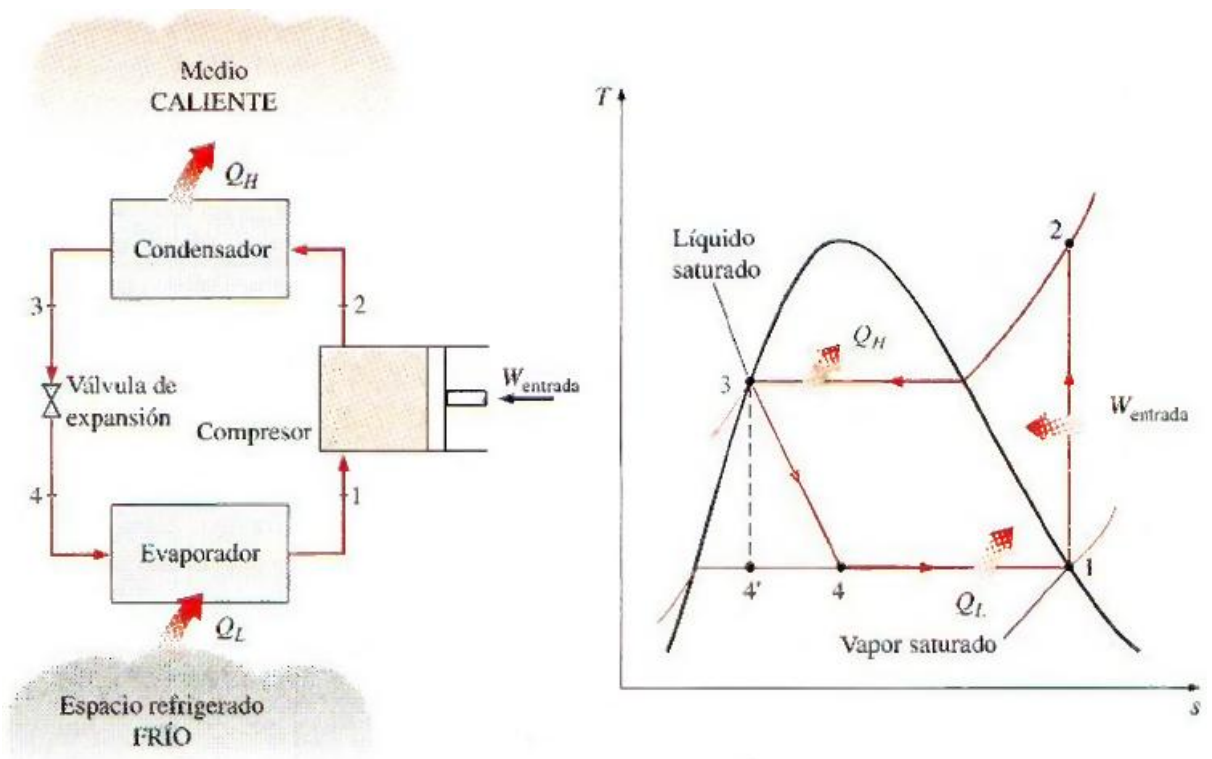


Fig. 4. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor. Fuente: CENGEL, Yunus A y BOLES, Michael A. Termodinámica. Pág. 621. 6ª ed.

Un valor mayor de COP implica que el equipo es más eficiente. En el ejemplo de tener un $COP=3$ su valor indica que la maquina remueve tres unidades de energía del espacio refrigerado por cada unidad de energía eléctrica que consume. Según este COP, la potencia consumida por tonelada de refrigeración es:

$$Consumo = \frac{12660}{(3600 \times COP)} = 1,17 \frac{kW}{ton}.$$

Existen otras eficiencias utilizadas en la refrigeración como la *Relación de Eficiencia Energética (EER)* y el *Índice de Eficiencia Energética Estacional (SEER)*. El COP es la relación energética de enfriamiento y eléctrica con las mismas unidades (kW) a diferencia del EER que está dada en (BTU/H) la carga refrigerante y en (W) la potencia eléctrica consumida por la unidad, es decir, el principio conceptual y la fórmula matemática del EER y COP es la misma. A diferencia del SEER, mide la eficiencia con el consumo anual de la potencia de refrigeración y potencia eléctrica de la unidad⁶. Las formulas de conversión son:

- $SEER = EER / 0,9$
- $SEER = COP \times 3,792$
- $EER = COP \times 3,412$

El objeto de medir el coeficiente de operación (COP) en los equipos de aire acondicionado, es conocer su estado actual de eficiencia, de tal manera que se lleva un registro histórico de su valor y así poder establecer los rangos en los que deberían funcionar. Esto se hace debido a que no se tiene al respecto una condición de operación de los equipos para poder comparar los valores obtenidos; producto de la falta de información de los fabricantes.

El COP se debe calcular obteniendo la potencia de enfriamiento (Q_l) sobre la potencia eléctrica del equipo (W_e), es decir, el COP se define como: $COP = Q_l / W_e$

Los métodos que se implementaron para obtener el COP fueron:

- *Método analítico.*
- *Carta psicrométrica.*

⁶

http://translate.google.com.co/translate?hl=es&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Air_conditioner

La potencia eléctrica (W_e) fue obtenida por medio de un *analizador de redes* (Metrel MI 2592), el cual se instaló en la unidad del equipo mientras se tomaban las respectivas mediciones de flujo, temperatura y humedad para realizar los respectivos cálculos de la potencia de enfriamiento del equipo (Q_c).

Para el cálculo de la potencia de enfriamiento se ha procedido a tomar datos del aire en la unidad del equipo de aire acondicionado. Los datos tomados son: temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire que se obtuvo de un equipo de medición de marca: Extech instruments HD 300 para medir velocidad y temperaturas del aire (Ver Fig. 5).



Fig. 5. Mediciones de velocidad y temperatura. Fuente: Los autores.

La toma de datos se realizó antes y después que el aire pasara por el evaporador, para determinar la potencia de enfriamiento.

4.4.3. Cálculo del COP mediante el método analítico.

Humedad específica

La humedad específica es la razón entre la masa de vapor de agua (m_v) y la masa de aire seco (m_a). Inicialmente se procede a calcular la humedad específica con las temperaturas de bulbo húmedo y seco, mediante la siguiente ecuación:

$$\omega = l_{@h} \times \omega^*_{@h} - C_{pa} (t - \hat{h}) / l_{@h} + C_{pv} (t - \hat{h})$$

Siendo la humedad específica de saturación de bulbo húmedo como:

$$\omega^*_{@h} = 0,622 \times P^*_{@h} / (P - P^*_{@h})$$

Teniendo presente que la presión atmosférica en Bucaramanga es de 0,9 bar, el calor específico del aire seco y el calor específico del vapor como $C_{pa} = 1,005 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ y $C_{pv} = 1,82 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

Entalpia del aire húmedo

Es la energía que transporta el aire húmedo, es decir, es la suma de las entalpías del vapor y del aire, se expresa por unidad de aire seco.

Con la humedad específica y la temperatura de bulbo seco se procede a calcular la entalpía del aire, con la siguiente ecuación:

$$h = [(1 + 1,82\omega) t + 2501\omega] \text{ [kJ/kg]}.$$

Flujo del aire seco

Es la cantidad de masa de aire seco que pasa por segundo a través del evaporador. Siendo imperioso para el cálculo de la carga de refrigeración.

Se procede al cálculo del flujo másico del aire seco, teniendo en cuenta la humedad específica y el flujo volumétrico del aire. La siguiente ecuación define el cálculo:

$$\dot{v}_a = R_a \times T_1 (1 + 1,608\omega) / P$$

Siendo $m_a = V / \dot{v}_a$ y $R_a = 287 \text{ J/Kg} \cdot \text{K}$

Humedad relativa

Está definida como la masa de vapor (m_v) entre masa de vapor si este estuviera saturado a un mismo volumen y temperatura (m_g).

$$\phi = m_v / m_g$$

La humedad relativa se cuantifica para verificar que este en el rango de confort, condicionado por la ASHRAE. La ecuación que la rige es:

$$\phi = (\omega \times P_a) / (0,622 \times P^*_{t1})$$

Siendo la presión de saturación obtenida de la ecuación de *Antoine*:

$$\ln(P^*_{t1}) = [23,7 - (4107 / t_1 + 237,6)]$$

La presión del aire es obtenida por la ecuación de gases ideales

$$P_a = R_a \times T_1 / v_a$$

Carga de refrigeración

Es la potencia que transfiere el fluido refrigerante al aire húmedo. Con los resultados de los cálculos anteriores se procede a cálculo de la carga de enfriamiento con la siguiente ecuación:

$$Q_{enf} = m_a (h_1 - h_2)$$

COP del equipo de aire acondicionado

Es coeficiente de rendimiento del equipo de refrigeración, el cual se define como la carga de refrigeración entre la potencia eléctrica del equipo.

$$COP = Q_{enf} / W_{ele}$$

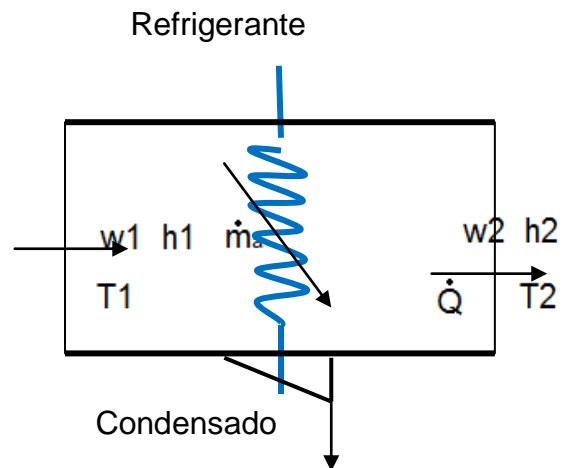
Se tomará como ejemplo para calcular el COP el Aire Acondicionado (AA) que pertenece a la oficina de División Financiera de marca y referencia: Climatec PAC120H13 tipo paquete.

Condiciones 1 aire de recirculación:
 $t_1 = 22,84^\circ\text{C}$; $\bar{h}_1 = 16,94^\circ\text{C}$

Condiciones 2. Aire de suministro:
 $t_2 = 10,66^\circ\text{C}$; $\bar{h}_2 = 8,88^\circ\text{C}$

Flujo volumétrico: $V = 0,898 \text{ m}^3/\text{s}$

Potencia eléctrica: $W_{ele} = 6,82 \text{ KW}$



Condiciones iniciales 1

Calor latente del vapor:

$$l_{@h_1} = 2460,791 \text{ kJ/kg}$$

Humedad específica de saturación de temperatura de bulbo húmedo:

$$\omega^*_{@h_1} = 0,622 \times P^*_{@h_1} / (P - P^*_{@h_1})$$

$$\omega^*_{@h_1} = 0,013623$$

Humedad específica:

$$\omega_1 = l_{@h_1} \times \omega^*_{@h_1} - C_{pa} (t_1 - \bar{h}_1) / l_{@h_1} + C_{pv} (t_1 - \bar{h}_1)$$

$$\omega_1 = 0,0111646$$

Entalpía:

$$h_1 = [(1 + 1,82\omega_1) t_1 + 2501\omega_1] \text{ [kJ/kg]}$$

$$h_1 = 51,2267 \text{ kJ/kg}$$

Flujo másico del aire seco:

$$v_a = R_a \times T (1 + 1,608\omega) / P$$

$$M_a = V / v_a$$

$$m_a = 0,935 \text{ kJ/kg}$$

Humedad relativa:

$$\ln(P^*_{t_1}) = [23,7 - (4107 / t_1 + 237,6)]$$

$$p^*_{t_1} = 2780,9 \text{ pa}$$

$$P_a = R_a \times T / v_a$$

$$p_a = 88431,875 \text{ pa}$$

$$\phi = (\omega \times P_a) / (0,622 \times P^*_{t_1})$$

$$\phi = 0,57$$

Condiciones finales 2

Calor latente del vapor:

$$l_{@h_2} = 2479,546 \text{ kJ/kg}$$

Humedad especifica de saturación de temperatura de bulbo húmedo:

$$\omega^*_{@h_2} = 0,622 \times P^*_{@h_2} / (P - P^*_{@h_2})$$

$$\omega^*_{@h_2} = 0,007967$$

Humedad especifica:

$$\omega_2 = l_{@h_2} \times \omega^*_{@h_2} - C_{pa} (t_2 - \tilde{h}_2) / l_{@h_2} + C_{pv} (t_2 - \tilde{h}_2)$$

$$\omega_2 = 0,007236$$

Entalpia:

$$h_2 = [(1 + 1,82\omega_2) t_2 + 2501\omega_2] \text{ [kJ/kg]}$$

$$h_2 = 28,897 \text{ kJ/kg}$$

Carga de refrigeración:

$$Q_{enf} = m_a (h_1 - h_2)$$

$$Q_{enf} = 20,88 \text{ kW}$$

Coeficiente de operación:

$$COP = Q_{enf} / W_{ele}$$

$$COP = 3$$

4.4.4. Cálculo del COP y EER, con la carta psicrométrica a 90 kPa.

La carta psicrométrica es una representación gráfica de las propiedades (t , t_r , \bar{h} , ϑ_1 , h , ω , ϕ) del aire húmedo a una presión total fija, necesarias para el cálculo del COP.

Mediante los datos obtenidos con los equipos de medición: $t_1=22,84^\circ\text{C}$, $\bar{h}_1=16,94^\circ\text{C}$ $t_2=10,66^\circ\text{C}$, $\bar{h}_2=8,88^\circ\text{C}$, $V=0,898\text{ m}^3/\text{s}$, $W_e=6,82\text{ kW}$. Se procede a plasmar estos datos en la carta psicrométrica (Fig. 6)

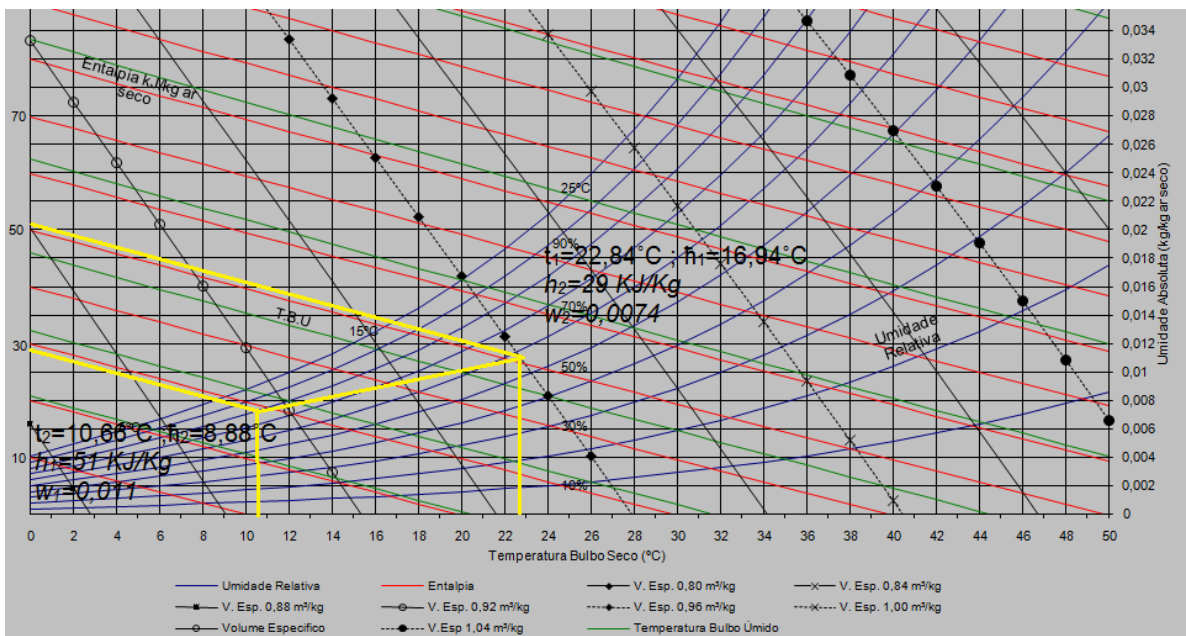


Fig. 6. Carta psicrométrica a 90 kPa. Fuente: <http://www.demec.ufmg.br/grupos/refrigerar/>

Humedad específica: $w_1=0,011$; $w_2=0,0074$

Entalpia del aire: $h_1=51\text{ KJ/Kg}$; $h_2=29\text{ KJ/Kg}$

Volumen específico: $v_1=0,96\text{ m}^3/\text{Kg}$

Humedad relativa: $\phi_1=56\%$

El cálculo del flujo del aire seco se obtiene por el método analítico: $m_a=m_t / (1+\omega_1)$

siendo el flujo de aire húmedo: $m_t=V/\vartheta_1=0,898/0,96$; $m_t=0,935\text{ kg/s}$.

$m_a=0,935/(1+0,011)$; $m_a=0,924\text{ kg/s}$.

El efecto de enfriamiento es la energía que le transfiere el gas refrigerante al aire que circula por el evaporador: $Q_{enf}=m_a (h_1-h_2)$; $Q_{enf}= 0,924(51-29)$; $Q_{enf}=27,83 \text{ KW}$

Coeficiente de operación (COP): $COP= Q_{enf}/W_{ele}$; $COP= 2,98$

En la tabla 4 se encuentran los resultados del cálculo de los COP para los equipos de aire acondicionado de mayor potencia térmica.

4.4.5 Nivel de instrumentación, control y automatización de los equipos de aire acondicionado.

A nivel general, para los equipos de aire acondicionado mini-split la variable controlada es la temperatura, por medio de un termostato actuado mediante una sonda de temperatura. Para los equipos grandes (split y de paquete) existe un controlador donde se puede programar la temperatura, la humedad y el tiempo y fecha de encendido y apagado.

Para conocer si era factible optimizar o cambiar los sistemas de control de los equipos existentes, se tomó como referencia la norma técnica Española denominada: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias (ITE) numeral 02.11.2.1⁷ la cual enuncia que las instalaciones individuales o unitarias tendrán como mínimo un control de temperatura regulado por un termostato.

⁷ <http://www.endesaonline.es/resourceses/rite0pdf3.pdf>

La norma anteriormente citada, describe una serie de variables que se deben controlar en instalaciones con potencia térmica superiores a 100 kW, caso que no se presenta en ningún equipo presente en la edificación de estudio, donde la potencia térmica máxima es de 180.000 Btu/h (52,75 kW). Por consiguiente, no se optó por hacer análisis de cambios u optimizaciones en los controles existentes.

OFICINA	EQUIPO	COP
RECTORIA	YORK D4CE060A25A	3,1
	Tipo Paquete	
DIVISIÓN FINANCIERA	CLIMATEC PAC120H13	3
	Tipo Paquete	
DIVISIÓN DE RECURSOS HUMANOS	CARRIER 38BA008530	2,7
	Tipo Paquete	
ADMISIONES	LG LK-C0BC00	2,9
	Paquete	
SECRETARIA GENERAL	CARRIER FB4ANF060	2,8
	Tipo split	
PLANEACIÓN	YORK	2,7
	Tipo split	
VICERRECTORIA ACADEMICA, TESORERIA, PRESUPUESTO, INVENTARIOS Y CONTABILIDAD	Tipo Split.	2,6
DIVISIÓN DE RECURSOS HUMANOS II	YORK YHEA-12 FS-ADK	2,5
	Tipo Mini-split	

Tabla 4. Datos de los COP para los equipos de mayor potencia térmica. Fuente: Los autores.

4.4.6. Programa de mantenimiento utilizando la metodología RCM II para los equipos de aire acondicionado del edificio de administración I de la Universidad Industrial de Santander.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual⁸ La metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad se basa en contestar siete preguntas básicas consistentes en:

- *¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?*
- *¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?*
- *¿Cuál es la causa de cada falla funcional?*
- *¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?*
- *¿En qué sentido es importante cada falla?*
- *¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?*
- *¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?*⁹

Funciones y parámetros de funcionamiento de cada uno de los equipos de aire acondicionado: Los principales factores en una buena climatización activa es la temperatura, humedad del aire, ruido, ventilación y purificación del aire. El buen control de estos factores conlleva a un ambiente de confort: Si el ambiente es seco (baja humedad relativa) produce una sensación agradable; sin embargo, si el ambiente llega a ser muy seco puede generar inconvenientes, como resequedad en las mucosa, en la piel, etc. Si el ambiente es muy húmedo genera ahogo y genera la dificultad de eliminar el sudor corporal.

⁸ MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM II). Pág. 7

⁹ Op.Cit. Pág 7.

El confort es muy importante para el desarrollo de las actividades, generando un mejor estado de ánimo y un mayor rendimiento. Si no hay confort, se genera estrés térmico por calor o frío, creando efectos negativos (Ver tabla 5).

Calor extremo	Efectos desastrosos si es prolongado
Calentamiento inevitable	Produce agotamiento, calambre.
Calentamiento medio	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación por evaporación. • Operan las glándulas sudoríparas.
Calentamiento ligero	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación vaso-motora. • Dilatación de los vasos superficiales e incremento de la irrigación. • Aumento de la temperatura de la piel.
Zona neutra	No hay reacción. Confort.
Enfriamiento ligero	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación vaso-motora. • Disminución del riego y contracción de los vasos.
Enfriamiento fuerte	Escalofríos. Movimiento.
Enfriamiento fuerte	Efectos desastrosos si es prolongado.

Tabla 5. Efectos del clima en el cuerpo humano. Fuente: MIRANDA, Ángel. Técnicas de climatización. Pág. 36.

La sensación de confort se logra regulando por lo menos dos variables: la temperatura y humedad. Por medios experimentales se ha demostrado que variando éstos dos factores, da como resultado un intervalo de valores al cual una persona en un recinto perfectamente acondicionado se siente en confort.

La temperatura efectiva es el índice que expresa el efecto compuesto de la temperatura y la humedad relativa sobre el cuerpo. Para su determinación, se puede emplear ábacos o gráficos (Ver figura 7).

Estudios realizados por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) establecen que la temperatura de confort ¹⁰ es aproximadamente entre 23 y 25°C con una humedad relativa entre 40 y 60%.

La definición de los funcionamientos de los equipos plantea los objetivos de desempeño que estos deben cumplir, asegurando que las labores de mantenimiento se enfoquen a mantener el confort del aire que desean la mayoría de los empleados que laboran en el edificio.

Para tal fin, se evaluó las condiciones de confort que están brindando los diferentes equipos de aire acondicionado que hay en la edificación. El método consistió en realizar una encuesta a todas las personas (Ver Fig. 8) que laboran en cada una de las áreas que cada equipo presta su servicio, con el fin de conocer los problemas que presentan cada uno de ellos en relación con los requerimientos de confort.

El confort o comodidad que sienten las personas se debe a cinco variables que son:

- Temperatura.
- Humedad.
- Movimiento del aire.
- Limpieza del aire.
- Ruido que produce el aire en los ductos.

¹⁰ MIRANDA, Ángel. Técnicas de climatización. Pág. 35

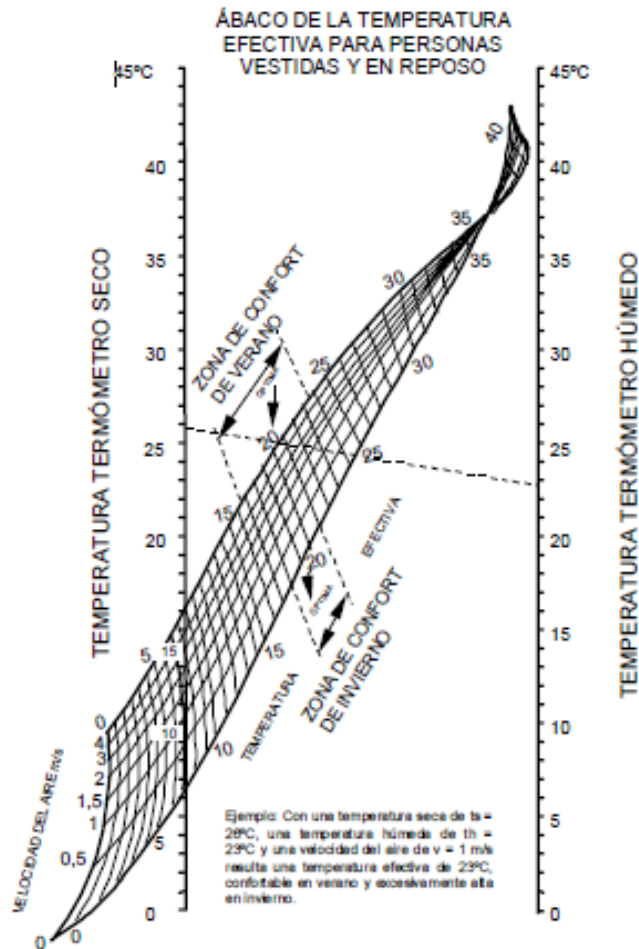


Fig. 7. Gráfico para calcular la temperatura efectiva de las personas. Fuente: MIRANDA, Ángel. Técnicas de climatización. Pág. 38.

Estas variables fueron analizadas mediante las preguntas que se citan a continuación (Ver Fig. 8)

ENCUESTA SOBRE LA PERCEPCIÓN DE CONFORT EN EL EDIFICIO ADMINISTRATIVO I DE LA UIS

Sabía usted que...

- El edificio administrativo I es el que más consume energía en la Universidad con una contribución del 10% del total.
- El consumo energético mensual del edificio es de 41804 kWh equivalentes a 133,4 kg de emisiones de gas carbónico.
- El gas carbónico es el principal responsable del calentamiento global.
- Los equipos que más consumen energía son los aires acondicionados.
- En el edificio tenemos 26 equipos de aire acondicionado.

Nombre: _____ Fecha: _____ Oficina: _____ Edad: _____ Sexo: _____
M___ H___

Estatura: _____m Peso: _____kg

1. Califique de 1 a 5 la temperatura del ambiente de la oficina dónde trabaja (Siendo: 5 muy fría; 3 normal y 1 muy caliente)

2. ¿Existen días en que por causa del aire acondicionado le toca usar saco, doble camisa, bufanda, etc.? Si___ No___

3. ¿Considera que su puesto de trabajo es más frío o más caliente que el resto de la oficina? Si___ No___

4. ¿En ocasiones se siente asfixiado? Si___ No___

5. ¿Frecuentemente por causa del aire acondicionado la oficina huele mal? Si___ No___

6. ¿Le molesta el ruido que produce el aire acondicionado? Si___ No___

7. En términos generales, califique de 1 a 5 el sistema de aire acondicionado (Siendo: 1 muy malo; 3 Ni bueno ni malo; 5 muy bueno)

Observaciones _____

Fig. 8. Encuesta de percepción de confort para los empleados del edificio administrativo I de la UIS.

Los resultados de la encuesta (Ver Fig. 9) muestran, en porcentajes, las inconformidades que existen entre las personas que laboran en el edificio de estudio en cada una de sus oficinas. Para tal caso se evaluaron los siguientes puntos:

- Ruido.
- Malos olores por causa del aire acondicionado (limpieza del aire).
- Asfixia (movimiento del aire).
- Temperaturas diferentes en la misma oficina de trabajo (mal diseño de distribución de las salidas del aire frio).
- Uso de abrigo por causa del aire acondicionado (temperatura del puesto de trabajo).

En el eje de las abscisas se encuentran las diferentes oficinas del edificio administrativo I de la UIS y el número que está dentro de los cuadros de diferentes colores representa el porcentaje de personas que se sienten insatisfechas con la variable que representan.

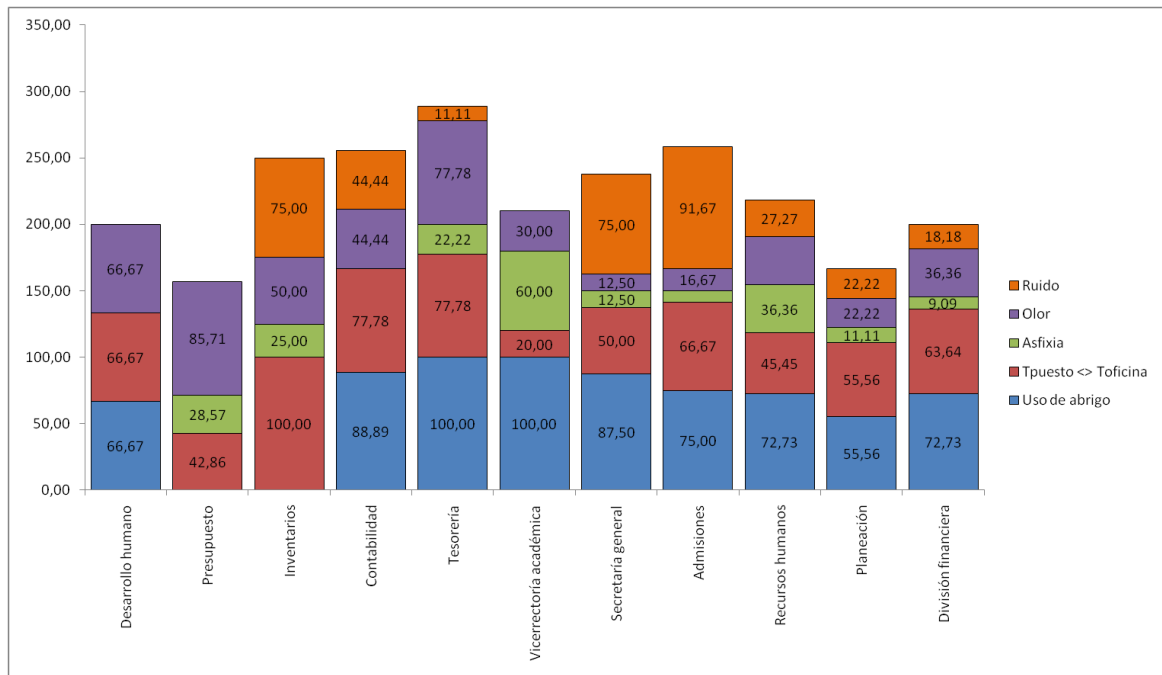


Fig. 9. Problemas de confort en las oficinas. Fuente: Los autores.

En términos generales se observa que hay un gran número de personas que les toca usar algún tipo de protección para enfrentar las bajas temperaturas producto del aire acondicionado, lo que se traduce en pérdidas energéticas debido a una mayor diferencia de temperatura entre el medio ambiente y las oficinas. Además, se observa que hay una gran disconformidad con el diseño de los ductos de suministro debido a que en la mayoría de las oficinas más del 50% de las personas consideran que su puesto de trabajo presenta una temperatura diferente a los demás.

Para el caso del equipo Split que alimenta a vicerrectoría académica, tesorería, contabilidad, presupuesto e inventarios. las tres primeras oficinas presentan una baja temperatura para los empleados que allí laboran, mientras que los empleados de las oficinas de inventarios y presupuesto no perciben ese inconveniente. El principal problema para la oficina de inventarios es que no son uniformes las temperaturas dentro de la oficina; mientras que para la oficina de presupuesto su principal inconveniente es la sensación de asfixia. Este tipo de manifestaciones muestran un mal diseño del sistema de ductería y en el número de salidas del aire frío.

En la Fig. 10. se observa la sensación térmica en porcentajes de la población que trabaja en cada una de las oficinas. En la oficina de presupuesto hay más de un 70% de personas que sienten calor, mientras que al contrario sucede en las oficinas de contabilidad, tesorería, vicerrectoría académica, secretaría general, admisiones, recursos humanos y planeación, donde más del 50% de la población sienten frío con las condiciones de funcionamiento actual de los equipos correspondientes.

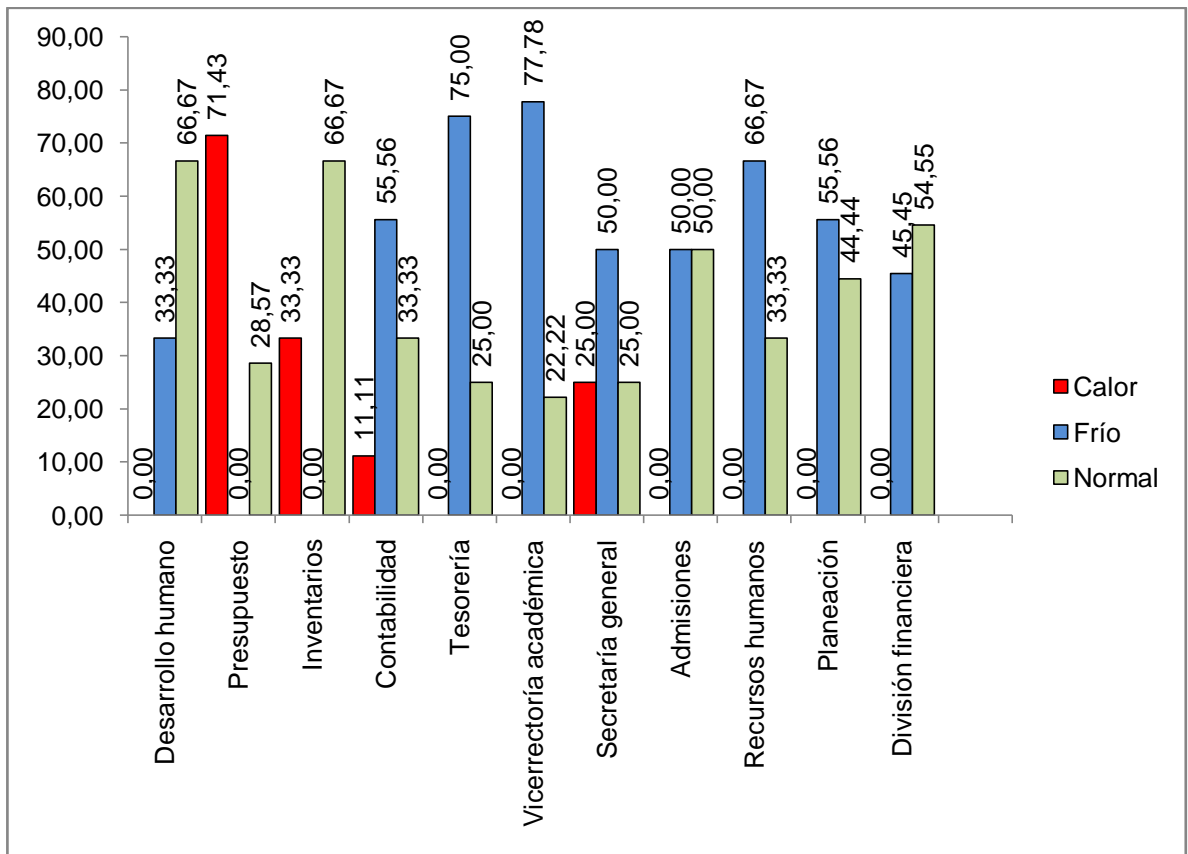


Fig. 10. Sensación térmica del personal que trabaja en las oficinas del edificio administrativo I de la UIS. Fuente: Los autores.

En términos generales, en la Fig. 11. se observa que existe más del 59% del total de empleados del edificio están inconformes con la temperatura en su puesto de trabajo, con aproximadamente un 49% de ellos que sienten frío, lo que implica pérdidas energéticas en el sistema de aire acondicionado.

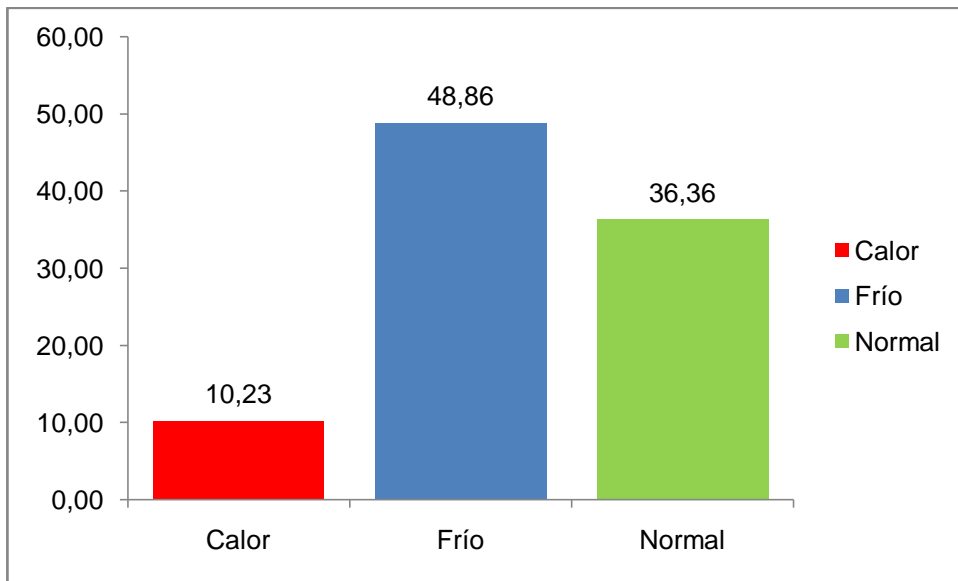


Fig. 11. Sensación térmica general. Fuente: Los autores.

- **Contexto operacional**

Para definir completamente las funciones del activo físico se necesita identificar plenamente los detalles del sitio y posibles inconvenientes debido a la posición del equipo que puedan surgir en la operación del mismo, con el fin de definir correctamente sus funciones.

- **Fallas funcionales**

La definición de falla es la incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga¹¹ Para esto, se va a hacer énfasis en las especificidades de la falla como pérdidas de una función más no como falla total del equipo (Falla funcional).

¹¹ Op cit. Pág. 49

- **Análisis de los modos de falla y sus efectos**

Un modo de falla es el evento que causa una falla funcional¹²

- **Categorías de los modos de falla**

Los modos de falla se clasifican en tres grupos los cuales son:

- Disminución de su capacidad por debajo del planteado por el usuario.
- Cuando se cambian las funciones iniciales del equipo de tal forma que quedan por encima de la capacidad inicial.
- Cuando desde el comienzo el equipo no es capaz de cumplir las funciones que el usuario requiere.

Para el caso de los aires acondicionados del edificio en estudio, estos pueden presentar la falla enunciada en primer orden debido a que éstos ya están en funcionamiento.

La pérdida de capacidad se presenta por cinco factores principales que son:

- Desgaste.
- Fallas en lubricación.
- Suciedad.
- Desarme.
- Disminución de la capacidad producto de los errores humanos.

¹² Op. cit. Pág. 56

Desgaste: El desgaste se presenta por la presencia de diferentes tipos de esfuerzos en los elementos o partes del equipo que hacen que este vaya perdiendo su capacidad de resistencia trayendo como consecuencia la disminución de su capacidad.

Dentro de las formas de desgaste se encuentran: fatiga, corrosión, evaporación, abrasión, erosión, degradación de aislantes, etc.

Fallas en la lubricación: Hay dos formas en que éste tipo de falla se presente, una es por falta de lubricante y la segunda por falla del lubricante.

Suciedad: El efecto de suciedad en los equipos hace que estos pierdan capacidad cuando se traban, se obstruyen pasos, disminuyen la transferencia de calor, etc.

Desarme: Este modo de falla sucede cuando las piezas de un conjunto se desarticulan entre sí por fallas de uniones soldadas o remachadas y elementos roscados.

Errores humanos: Estos errores se presentan en las labores de mantenimiento preventivo de tal forma que el equipo pierde capacidad y no supe las necesidades del usuario, producto de un mal montaje, incorrecta graduación del sistema de control, mala graduación de válvulas, etc.

- **Efectos de falla**

Los efectos de falla describen qué pasa cuando ocurre un modo de falla¹³. El efecto de falla responde a la pregunta: ¿qué ocurre si sucede la falla?

¹³ Op. Cit Pág. 76

La descripción de los efectos de una falla debe contener los siguientes parámetros si aplican para cada modo de falla:

- La evidencia de la ocurrencia de una falla.
- Las formas de amenaza para el medio ambiente y la seguridad.
- Los modos en que afecta las operaciones o producción.
- Los deterioros físicos que causa la falla.
- Las acciones que se deben realizar para reparar la falla junto con el tiempo que se toma su reparación.

Por último, la función, la falla funcional, los modos de falla y sus efectos se plasman en la hoja de información para cada uno de los subsistemas de los equipos (Ver tabla 6).

- **Importancia de cada falla**

La filosofía RCM utiliza dos términos para clasificar las actividades que son:

- Tareas proactivas: Abarca tareas que se realizan antes de que suceda la falla -comúnmente denominadas como mantenimiento preventivo y predictivo- Dentro de las actividades que se realizan se encuentra el reacondicionamiento cíclico, la sustitución cíclica y el mantenimiento a condición (mantenimiento predictivo).
- Acciones a falta de: Estas tareas son realizadas después de que se ha presentado la falla y son escogidas cuando no es posible seleccionar una tarea proactiva efectiva. Sus actividades van dirigidas hacia la búsqueda de falla, el rediseño y mantenimiento a rotura.

En esos términos, una tarea proactiva es realizable si es técnicamente factible, reduce las consecuencias del modo de falla y tiene una justificación en la reducción de costos. Para conocer estos criterios se dividen las consecuencias en cuatro categorías:

- Consecuencias ambientales y para la seguridad.
- Consecuencias operacionales.
- Consecuencias no operacionales.
- Consecuencias de fallas ocultas.

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN
I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
1	Acondicionar el área de la oficina entre 23 y 25 °C con humedad relativa entre 40 y 60%, manteniendo un COP admisible según la norma NTC 4366.	A Acondicionamiento deficiente (Temperaturas por encima de 25°C y HR>60%), y COP deficiente.	1 Baja el flujo de aire por obstrucción en el filtro del evaporador.	Baja transferencia de calor por impedimento de circulación del aire al evaporador. Tiempo para reparar los filtros, dos horas.
			2 Motor ventilador del evaporador no funciona.	No hay suministro de aire en las oficinas y presencia de líquidos en las tuberías de retorno. Tiempo de parada del equipo para reparar, alrededor de dos días.
			3 Evaporador excesivamente sucio	La suciedad crea un aislante en la superficie del evaporador, reduciendo el efecto refrigerante. Tiempo de parada del equipo para reparar, seis horas.
			4 Baja carga del refrigerante	Formación de hielo en el evaporador y a su vez el compresor funciona por corto tiempo. Tiempo de parada del equipo para reparar, dos horas.
			5 Condensador sucio o defectuoso	Aumento de presión del aire en la succión y descarga del compresor, prolongando la falla el equipo se apaga. Tiempo de parada del equipo para reparar, seis horas.

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN

I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

FUNCION

FALLA FUNCIONAL

MODO DE FALLA

EFECTO DE FALLA

		6	Capacitor del motor del compresor dañado (Mini Split, Aires de ventana)	Ocurre una desconexión automática de la tarjeta y el motor no funciona. Tiempo de parada del equipo para reparar, cinco horas.
		7	Aumento de la carga por infiltraciones de aire exterior.	Trabajo continuo del compresor y se manifiesta condensación en las rejillas.
		8	Aumento de la carga por aumento del número de personas.	Trabajo continuo del compresor.
		9	Daño de los sensores de temperatura.	El compresor funciona por corto tiempo. Tiempo para reemplazar el sensor, tres horas.
		10	Aire o gases no condensables en el circuito refrigerante.	El compresor funciona continuamente. Tiempo de parada del equipo para reparar, cuatro horas.
		11	Termostato a temperaturas muy bajas.	Compresor funciona continuamente.
		12	Daño del motor eléctrico.	El motor eléctrico se analiza por separado.
		13	Daño en el compresor.	El compresor se analiza por separado
B	No funciona el sistema eléctrico.	1	Fusible quemado.	No hay suministro energético al sistema. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el fusible, dos

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN
I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

FUNCION

FALLA FUNCIONAL

MODO DE FALLA

EFECTO DE FALLA

			De:	
			horas.	
2		Interruptor abierto.		No hay suministro energético al sistema.
3		El voltaje es demasiado bajo.		Funcionamiento deficiente o parcial del sistema.
4		Relé defectuoso.		No funcionan los circuitos que activa. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el relé, cuatro horas
5		Interruptor de presión disparado (Aires de paquete)		El motor electico se para. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el interruptor de presión, cuatro horas.

Tabla 6. Hoja de información del RCM. Fuente: MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad: RCM II.

- **Consecuencias ambientales y para la seguridad**

Las consecuencias para la seguridad se refieren al peligro que conlleva el hecho de que un modo de falla pueda lesionar o matar a alguna persona. Por otra parte, las consecuencias ambientales van ligadas con el cumplimiento de las normas o reglamentos inherentes a él, es decir, existe una consecuencia ambiental si el modo de falla viola alguna norma ambiental.

Para estos tipos de modos de falla se realiza una tarea proactiva si se reducen las consecuencias a un nivel tolerable. Si esto no sucede se requeriría un rediseño (cambio del activo físico, del proceso o del procedimiento operativo).

- **Consecuencias operacionales.**

Las consecuencias operacionales de las fallas afectan las operaciones de cuatro maneras:

- Disminución del volumen de producción total.
- Bajan la calidad del producto.
- Desmejoran el servicio al cliente.
- Se incrementa el costo operacional.

Para el caso de estudio, el incremento del costo operacional se tiene en cuenta debido a que implica que se esté consumiendo mayor energía para mantener las mismas condiciones de confort en las oficinas. Es decir, se reducirán las consecuencias operacionales a un estado económicamente tolerable.

- **Consecuencias no operacionales**

Las consecuencias no operacionales son aquellas que no presentan ningún riesgo para la seguridad, el medio ambiente o la capacidad operacional, pero que conllevan incremento de costos debido a sus reparaciones en conjunto. Para tal fin, se debe prevenir la falla si en un lapso de tiempo el costo de realizar la tarea proactiva es menor que el esperar que suceda.

- **Consecuencias de fallas ocultas**

Las fallas ocultas se presentan en los dispositivos que tienen la función de eliminar o reducir las consecuencias cuando falla la función protegida (equipo, sistema, etc.). Estos dispositivos tienen como función realizar cualquiera de las cinco actividades siguientes:

- Alertar en caso de funcionamiento anormal del activo físico.
- Detener el activo físico en caso de falla.
- Eliminar o disminuir las anomalías del equipo en caso de que se presente una falla.
- Reemplazar o controlar la función del equipo que falla.
- Prevenir que se presenten situaciones peligrosas.

Los dispositivos de protección pueden presentar dos posibilidades de falla que dependen si tiene seguridad inherente o no.

- **Dispositivos de protección con seguridad inherente**

Esta categoría de dispositivos se identifican porque al presentar una falla, en circunstancias de operación normales, los usuarios del equipo pueden detectarla.

- **Dispositivos de seguridad que no tienen seguridad inherente.**

Con estos tipos de dispositivos no es evidente la falla en circunstancias normales. Por consiguiente, existirá el problema de que el equipo protegido falle mientras el dispositivo de seguridad se encuentre en estado de falla (falla múltiple) sin que los operarios o usuarios se percaten del hecho con anterioridad a la aparición de la falla. Este suceso lleva a plantear como objetivo del programa de mantenimiento para una función oculta el de prevenir o reducir la probabilidad de que ocurra una falla múltiple.

Ahora bien, si la falla múltiple genera consecuencias para la seguridad y el medio ambiente es evidente que el esfuerzo para prevenirla debe ser grande comparado con una falla que genere solamente pérdidas económicas, donde el caso se limita exclusivamente al análisis de costos para realizar una tarea proactiva o a falta de (correctiva).

- **Predicción o prevención de fallas (tareas proactivas)**

Para la ejecución de una tarea proactiva se requiere de dos condiciones: que sea técnicamente factible y que merezca la pena.

Una tarea es técnicamente factible si posibilita disminuir las consecuencias de la falla de forma tal que sea aceptable para el usuario.

Una tarea merece la pena si aminora los efectos del modo de falla de tal forma que justifique los costos de mano de obra, materiales, trabajos para realizar la tarea (costos directos) y los de tiempos muertos (costos indirectos).

Para la selección de las tareas proactivas se deben tener en cuenta los siguientes dos aspectos:

- Edad y probabilidad de falla.
- Acontecimientos cuando empieza la falla.

- **Fallas relacionadas con la edad**

Este tipo de fallas se presentan principalmente cuando los equipos entran en contacto con el producto. También se encuentran ligadas a la fatiga, corrosión, oxidación y evaporación. Para prevenirlas se dispone de dos soluciones a considerar:

- Tareas de reacondicionamiento cíclico.
- Tareas de sustitución cíclica.

La frecuencia en que se realizan este tipo de tareas está condicionada por la edad a partir de la cual el elemento o conjunto del equipo manifiesta un rápido incremento probabilístico de la falla.

- **Reacondicionamiento cíclico.**

Esta tarea se realiza con el objeto de acondicionar nuevamente una parte del activo físico antes o en límite de edad definida sin tener en cuenta la condición en que se encuentre en ese momento.

Este tipo de tareas incluyen revisiones o cambios enteros a intervalos de tiempo establecidos, teniendo como objeto la prevención de fallas concernientes a la edad del equipo. Esto conlleva a que para que éste tipo de tareas se puedan ejecutar, se debe tener claro la vida útil del elemento y el punto -en el tiempo, número de ciclos, etc.- en el que se incremente la probabilidad de falla, la mayor parte de los elementos sobreviven a esta edad y si se restaura la resistencia original del elemento.

- **Sustitución cíclica.**

Este tipo de tareas consisten en cambiar parte del equipo antes o en el límite de edad definida sin tener en cuenta la condición en que se encuentre en ese momento.

Estas tareas se realizan si se tiene la vida útil del elemento o equipo y el punto en el que se aumenta la probabilidad de falla.

- **Fallas no asociadas con la edad**

Este tipo de fallas se presentan por esfuerzos variables o alta complejidad de los equipos, sistemas o subsistemas, para lo cual no es posible realizar una tarea proactiva producto de que no se conoce la vida útil de los elementos o equipos. Para tal caso, se evalúa una tarea a condición (Mantenimiento predictivo).

Se denomina tarea a condición porque los elementos que se inspeccionan se dejan en servicio a condición de que continúen cumpliendo con los parámetros de funcionamiento especificados¹⁴

Para valorar una tarea a condición es necesario conocer en primera instancia si está por ocurrir o en el proceso de suceder alguna falla para poder prevenir sus consecuencias (falla potencial). Para tal fin, es necesario conocer el intervalo en el que se empieza a manifestar una falla potencial y el instante en que se presenta la falla funcional.

Las tareas a condición son factibles si presentan las siguientes características¹⁵

- Es posible definir una condición clara de falla potencial.
- El intervalo P-F es razonablemente consistente.
- Resulta práctico monitorear el elemento a intervalos menores al intervalo P-F.
- El intervalo P-F neto es lo suficientemente largo como para ser de alguna utilidad (en otras palabras, lo suficientemente largo como para actuar a fin de reducir o eliminar las consecuencias de la falla funcional).
- **Acciones a falta de (mantenimiento correctivo).**

Las acciones a falta de se ejecutan cuando no es posible técnicamente y mediante un análisis de costos realizar el mantenimiento proactivo. Las tareas catalogadas dentro de éste tipo de acciones consisten en:

¹⁴ Op. Cit. Pág 149

¹⁵ Op. Cit. Pág. 153

- Tarea de búsqueda de falla: Se realizan para disminuir el riesgo que conlleva una falla múltiple al presentarse la falla en una función oculta.
- No realizar mantenimiento programado: Este tipo de acciones se ejecutan cuando cuesta más realizar tareas proactivas que esperar que el equipo falle para el tipo de consecuencias operacionales y no operacionales.
- Rediseño: Se realiza cuando no hay posibilidad de disminuir el riesgo a un nivel bajo y existe la posibilidad de que la falla genere daños al medio ambiente o a la seguridad del personal. Además esta opción se debe considerar cuando los costos son supremamente altos y no es técnica ni económicamente viable realizar tareas de mantenimiento programado o de búsqueda de falla.
- **Diagrama de decisión**

El diagrama de decisión consiste en un diagrama de flujo que sirve de guía para seleccionar las tareas a ejecutar dependiendo de los factores que conllevan cada falla funcional. Con el diagrama de decisión se llena la hoja de decisión la cual va concadenada con la hoja de información descrita anteriormente.

El diagrama de decisión está determinado para identificar las fallas en tres diversas formas:

1. Las primera cuatro casillas tituladas H, S, E, O, y N representan las consecuencias del modo de falla, es decir, si la falla tiene consecuencias de evidencias de fallas, lesionar o matar a alguien, infringir normas ambientales o genera problemas operacionales.

2. Las tres primeras casillas que derivan de las anteriores (H_1 , H_2 , H_3 , etc.) notifican el tipo de tarea proactiva que se debe realizar.
 3. Al no implementarse una tarea proactiva se acude a la pregunta a falta de que corresponde a las casillas H_4 , H_5 y S_4 .
- **Hoja de decisión.**

En la hoja de decisión es donde se notifica las tareas propuestas, la frecuencia del mantenimiento y quien lo debe hacer. El desarrollo de la hoja de decisión está concadenada al diagrama de decisión para establecer las consecuencias de falla, tareas proactivas y preguntas a falta de.

- **Consecuencias de falla.**

Esto implica qué importancia tiene la falla. La prioridad de hacer cualquier mantenimiento proactivo al equipo no es evitar que falle sino evitar o reducir sus consecuencias, en la hoja de decisión existen cinco tipos de consecuencias (Ver tabla 7).

Tareas proactivas.

Esta tarea es también conocida como mantenimiento preventivo y predictivo. Este mantenimiento se realiza antes que ocurra la falla, y se establece la tarea más adecuada respecto al costo y eficacia (Ver tabla 8).

Evaluación de consecuencias

H	S	E	O	
N				Falla oculta
S	S			Consecuencias para la seguridad
S	N	S		Consecuencias para el medio ambiente
S	N	N	S	Consecuencias operacionales
S	N	N	N	Consecuencias No-operacionales

Tabla 7. Consecuencias de falla. Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: RCM II.

H ₁	H ₂	H ₃	
S ₁	S ₂	S ₃	
O ₁	O ₂	O ₃	
N ₁	N ₂	N ₃	
S			¿Es técnicamente factible realizar una tarea para detectar si está ocurriendo una falla o está a punto de ocurrir?
N	S		¿Es técnicamente factible realizar una tarea de reacondicionamiento programado para reducir la frecuencia de la falla (evitar todas las fallas que afecten la seguridad)?
N	N	S	¿Es técnicamente factible realizar una tarea de sustitución cíclica para reducir la frecuencia de la falla (evitar todas las fallas que afecten la seguridad)?

Tabla 8. Tareas proactivas. Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: RCM II.

- **Tareas a falta de.**

Se aplica en el caso que no se encuentre una tarea programada conveniente respecto al costo-beneficio. Las actividades que se realizan son de búsqueda de fallas, el rediseño y la no necesidad de un mantenimiento programado.

En resumen, las tareas proactivas o falta de se registran en el diagrama de decisión de acuerdo a las actividades que se van a ejecutar como se encuentra en la tabla 9.

Evaluación de las consecuencias				H ₁	H ₂	H ₃	Acción a falta de			
				S ₁	S ₂	S ₃				
				O ₁	O ₂	O ₃				
				N ₁	N ₂	N ₃				
H	S	E	O				H ₄	H ₅	S ₄	
N				N	N	N	S	---	---	Tarea de búsqueda de fallas
N				N	N	N	N	S	---	El rediseño es obligatorio
N				N	N	N	N	N	---	Ningún mantenimiento programado y el rediseño puede ser deseable
S	S			N	N	N			S	Hacer combinación de tareas
S	S			N	N	N			N	El rediseño es obligatorio
S	N	N	S	N	N	N	---	---	---	En estos casos las consecuencias son puramente económicas, y como resultado no se realiza mantenimiento y el rediseño puede ser deseable
S	N	N	N	N	N	N	---	---	---	

Tabla 9. Acciones a realizar en el diagrama de decisión. Fuente: MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: RCM II.

Los resultados obtenidos del mantenimiento de los aires acondicionados del edificio de estudio se resume en las hojas de decisión que se encuentran en la tabla 10.

			SISTEMA			Sistema N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°							
			SUBSISTEMA			Subsistema N°	Auditor:	Fecha	De							
Referencia información	Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por			
	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3				O1	O2	O3
			N1	N2	N3											
1	A	1	S	N	N	N	N	S				Remover las obstrucciones de los filtros.	Semestral	Técnico		
1	A	2	S	N	N	N	N	N	S			Reemplazar el motor del ventilador.	Cada 3 años	Técnico		
1	A	3	S	N	N	N	N	S				Limpieza de los evaporadores.	Cada 4 meses	Técnico		
1	A	4	N				N	N	S			Retire la carga, evacuación y recarga.	Cada 3 años	Técnico		
1	A	5	S	N	N	N	S					Realizar limpieza al condensador cuando la temperatura del recinto supere los 25°C.	Semestral	Técnico		
1	A	6	S	N	N	N	N	N	N			Ningún mantenimiento programado.				
1	A	7	S	N	N	N	S					Verificar filtraciones del aire exterior en ventanas y puertas.	Cada semana	Usuario		
1	A	8	S	N	N	N	N	N	N			Sustitución del equipo por incapacidad de carga.				
1	A	9	N				N	N	N	S		Verificar con un termómetro la temperatura dada por el sensor.	Cada año	Técnico		
1	A	10	N				N	N	N	S						
1	A	11	N				N	N	N	S		Compruebe el ajuste del termostato.	Cada mes	Usuario		
1	A	12	N				N	N	N	N	N	Ningún mantenimiento				

													programado.		
1	A	13	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.		
1	B	1	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.		
1	B	2	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.		
1	B	3	N				N	N	N	S			Verificación de la tensión que alimenta el equipo.	Cada año.	Técnico.
1	B	4	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.		
1	B	5	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.		

Tabla 10. Hoja de decisión. Fuente: Los autores.

4.5. ACTIVIDAD 9. VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

La vigilancia tecnología e inteligencia competitiva consiste en obtener información externa a la empresa y perdurable en el tiempo, con el fin de conocer el mercado, la competencia, los avances tecnológicos y el entorno para poder tomar decisiones antes de que se produzcan cambios que repercutan negativamente en las finanzas de la compañía.

Para el caso específico del presente proyecto, la vigilancia competitiva y del entorno o de la competencia no es fundamental, producto que no interfiere directamente en la misión de la Universidad.

4.6. ACTIVIDAD 10. PLAN DE MEDIDAS DE USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Se identifican, clasifican y analizan de manera técnica las medidas que se tomarán a corto, mediano y largo plazo.

Las medidas a largo plazo para todo el edificio son:

- Evaluar técnica y económicamente la centralización de los sistemas de aire acondicionado: Para tal fin se requiere abrir una licitación para la elaboración del rediseño. Posteriormente se realizaría otra, para conocer el precio de su implementación por parte de los oferentes y saber si la propuesta es viable financieramente.
- Cambio de ventanas.
- Arborización por el costado occidental del edificio, de tal manera que sirva de barrera natural a la radiación solar en las horas de la tarde.
- Evaluar técnica, económicamente y ambientalmente la implementación de una barrera natural contra la radiación solar en los techos (techos verdes) mediante la apertura de una licitación para conocer los costos y tomar una decisión con base en el ahorro energético producto de la disminución de la transferencia de calor por radiación, que se presentaría en el último piso de la edificación.

Las medidas a corto plazo para toda la edificación comprenden los siguientes puntos:

- Encendido de los aires acondicionados a partir de las 9:00 a.m y apertura de ventanas desde las 8:00 a.m hasta las 9:00 a.m. Con esto se logra un ahorro energético producto del no uso del aire acondicionado durante una hora y por otro lado permite que salgan los malos olores acumulados y la sensación de asfixia de los cuales se quejaron muchos encuestados (Ver Fig. 5).
- Apagado de los sistemas de aire acondicionado una hora antes de terminar la jornada laboral (5:00 p.m)

Las medidas a mediano plazo consisten en techar los condensadores que se encuentran en la azotea del edificio para disminuir la transferencia de calor por radiación y, por consiguiente, disminuir la diferencia de temperatura entre el ambiente y el espacio acondicionado disminuyendo el consumo energético de los equipos.

Las medidas específicas por oficinas son (Ver tabla 11).

OFICINA	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO
Admisiones	Cierre de ventanas y puertas	Rediseño del sistema de ductería en el área de archivo
Recepción rectoría		
Recursos humanos	Cierre de ventanas	Rediseño del sistema de ductería
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la temperatura del termostato. • Reorganizar algunos 	

	<p>puestos de trabajo,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubrir todas las ventanas con persianas poliméricas. 	
Secretaría general	Aumentar la temperatura del termostato	
División financiera	Aumentar la temperatura en el termostato	
OFICINA	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO
Vicerrectoría académica, tesorería, contabilidad, presupuesto e inventarios.		Rediseño del sistema de ductos

Tabla 11. Medidas a mediano corto y largo plazo de uso eficiente de la energía. Fuente: Los autores.

4.7. ACTIVIDAD 11. ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA GESTIÓN ORGANIZACIONAL DEL SGIE

Con esta actividad se pretende establecer responsabilidades y funciones de quienes serán los encargados de manejar el SGIE dentro de la empresa.

Además, se define la política energética de la empresa, las metas de consumo y pérdidas energéticas, se determinan las nuevas actividades en las diferentes áreas organizacionales como: mantenimiento, producción, operación, ventas, innovación, proyectos, gestión tecnológica, operación, gestión humana, salud ocupacional, medio ambiente, procesos gerenciales y se ejecutan los diferentes programas encaminados hacia el mejoramiento de la eficiencia energética que abarca la parte de mantenimiento, buenas prácticas operacionales, innovación y gestión tecnológica, de medidas a corto, mediano y largo plazo.

Producto de que el proyecto cobija solamente un edificio de la Organización en estudio, se desarrollaron algunas de los procedimientos anteriormente mencionados. Dentro de ellos se encuentran:

4.7.1. Responsabilidad del SGIE.

Para el normal desarrollo de las actividades del Sistema de Gestión Integral de la Energía y para que este perdure, se requiere establecer la responsabilidad de la ejecución de las actividades en las diferentes áreas establecidas en el presente trabajo. Para tal fin, los encargados de asumir la responsabilidad de que se ejecuten los diferentes trabajos asignados son la división de mantenimiento tecnológico de la UIS en cabeza del Ingeniero Mecánico encargado de la parte de refrigeración quien tendrá como función el implementar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II) dirigido a los sistemas de aires acondicionados.

4.7.2. Nuevas actividades de mantenimiento.

A continuación se destacan nuevamente los resultados de la encuesta hecha anteriormente sobre los puntos que hay que fortalecer en el programa de mantenimiento que tiene la Organización.

- Documentar las instrucciones de trabajo por escrito o los procedimientos a seguir para trabajos difíciles que conlleven riesgos para la seguridad personal, para la realización de ciertos ajustes y comprobaciones que puedan tener como consecuencias accidentes y, por consiguiente, demandas jurídicas y malas ejecuciones en los equipos.
- Archivar en las hojas de vida de los equipos los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones con el fin de tener un soporte ante cualquier eventualidad y, de esa manera, poder sustentar la planificación de los mismos ante cualquier autoridad que lo requiera si se llegara el caso de presentarse un accidente.
- Realizar acciones que lleven a normalizar los equipos, repuestos o subconjuntos con el fin de realizar más fácilmente las labores de mantenimiento producto de una fácil consecución de los mismos.
- Llevar control de los tiempos empleados en las labores de mantenimiento. Esto es importante hacerlo por equipo para poder sacar los costos del mantenimiento y tener argumentos para tomar decisiones en cuanto a su modificación o reemplazo.

- Utilizar herramientas informáticas como los diagramas de GANTT o PERT para la planificación y coordinación de trabajos complejos y delicados, con el fin de tener un mejor control de las actividades a realizar.
- Se requiere mejorar los métodos formalizados para realizar las reparaciones y protocolos de prueba con el fin de hacer una buena adecuación de los equipos averiados.
- Mejorar la información de los equipos y ponerla a disposición de los técnicos de manera ordenada y de fácil interpretación.
- Agilizar los procedimientos de aprovisionamiento de repuestos o equipos para los casos en los que se presente una urgencia.
- Tener alternativas de solución extras a los repuestos originales que tienen los equipos, de tal forma que en caso de su no consecución inmediata se pueda resolver el problema con piezas homologadas.
- Producto que cada dependencia de la universidad maneja su propio presupuesto para el mantenimiento de sus equipos, no existe de manera general una buena coordinación para la gestión de repuestos.
- Se requieren procedimientos ágiles para la solicitud de un repuesto, servicios de manutención, transporte y reparación.
- Afianzar la documentación para las tareas habituales de mantenimiento en cuanto a la mecánica de construcción de los equipos, electricidad, normas que deben cumplir, análisis de riesgos y recomendaciones de seguridad.

- Levantar planos de equipos de tal forma que haya claridad en cada uno de los sistemas que lo componen, sus subconjuntos y controles. Estos planos deben ser de fácil acceso y entendibles para el personal de mantenimiento y deben actualizarse conforme a la modificación de los equipos.
- Consolidar las instrucciones técnicas para que el personal de mantenimiento y los usuarios las ejecuten adecuadamente. De igual forma se requiere tener un listado de repuestos codificados e identificados de los equipos.
- Fortalecer los registros de los trabajos que modifican a los equipos, donde se encuentren: la planificación de trabajos, programa de actividades, órdenes de trabajo y actualización documental.
- Mejorar la calidad del software para que sea amigable con el usuario.
- Ajustar el software a las necesidades de la División.
- Condicionar el software para que se interrelacione con otras dependencias de la Organización de tal forma que se pueda conocer las nóminas del personal, compras e inventarios.

Además, se requiere medir en periodos trimestrales, inicialmente, el coeficiente de operación (COP) para establecer un límite mínimo de su valor con el cual los equipos cumplen con las condiciones de confort y al mismo tiempo mantiene unas pérdidas energéticas producto del deterioro del equipo o de la falta de mantenimiento, no inferiores al 5%(Valor referenciado al potencial de ahorro energético en el sector industrial¹⁶) de su valor mínimo de operación (que cumpla

¹⁶ <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/URE/Anex-Resol-Proure-Plan-Accion-01-06-2010.pdf>

con las solicitudes de confort). El objetivo de controlar la variable COP es tomarla como referencia para la realización de un mantenimiento de reacondicionamiento cíclico (preventivo) basado en la eficiencia energética fuera de las actividades plasmadas en el programa de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM II) resumido a continuación y explicado anteriormente (Ver tabla 12 y 13)

Debido a que no se tiene información de las eficiencias de los equipos (EER) y, si así fuera, no se tendría una ecuación o gráfica donde se pudiera compararlo con las temperaturas y humedades actuales de operación, se requiere llevar un control estadístico para su determinación a través del tiempo.

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN
I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA
1	Acondicionar el área de la oficina entre 23 y 25 °C con humedad relativa entre 40 y 60%, manteniendo un COP admisible según la norma NTC 4366.	A Acondicionamiento deficiente (Temperaturas por encima de 25°C y HR>60%), y COP deficiente.	1 Baja el flujo de aire por obstrucción en el filtro del evaporador.	Baja transferencia de calor por impedimento de circulación del aire al evaporador. Tiempo para reparar los filtros, dos horas.
			2 Motor ventilador del evaporador no funciona.	No hay suministro de aire en las oficinas y presencia de líquidos en las tuberías de retorno. Tiempo de parada del equipo para reparar, alrededor de dos días.
			3 Evaporador excesivamente sucio	La suciedad crea un aislante en la superficie del evaporador, reduciendo el efecto refrigerante. Tiempo de parada del equipo para reparar, seis horas.
			4 Baja carga del refrigerante	Formación de hielo en el evaporador y a su vez el compresor funciona por corto tiempo. Tiempo de parada del equipo para reparar, dos horas.
			5 Condensador sucio o defectuoso	Aumento de presión del aire en la succión y descarga del compresor, prolongando la falla el equipo se apaga. Tiempo de parada del equipo para reparar, seis horas.

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN
I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

FUNCION

FALLA FUNCIONAL

MODO DE FALLA

EFECTO DE FALLA

		6	Capacitor del motor del compresor dañado (Mini Split, Aires de ventana)	Ocurre una desconexión automática de la tarjeta y el motor no funciona. Tiempo de parada del equipo para reparar, cinco horas.
		7	Aumento de la carga por infiltraciones de aire exterior.	Trabajo continuo del compresor y se manifiesta condensación en las rejillas.
		8	Aumento de la carga por aumento del número de personas.	Trabajo continuo del compresor.
		9	Daño de los sensores de temperatura.	El compresor funciona por corto tiempo. Tiempo para reemplazar el sensor, tres horas.
		10	Aire o gases no condensables en el circuito refrigerante.	El compresor funciona continuamente. Tiempo de parada del equipo para reparar, cuatro horas.
		11	Termostato a temperaturas muy bajas.	Compresor funciona continuamente.
		12	Daño del motor eléctrico.	El motor eléctrico se analiza por separado.
		13	Daño en el compresor.	El compresor se analiza por separado
B	No funciona el sistema eléctrico.	1	Fusible quemado.	No hay suministro energético al sistema. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el fusible, dos horas.
		2	Interruptor abierto.	No hay suministro energético al sistema.

SISTEMA: AIRE ACONDICIONADO SPLIT Y PAQUETE

UBICACIÓN: Hoja: 1

EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN
I

SUBSISTEMA:

N. INVENTARIO: De:

FUNCION

FALLA FUNCIONAL

MODO DE FALLA

EFECTO DE FALLA

3	El voltaje es demasiado bajo.	Funcionamiento deficiente o parcial del sistema.
4	Relé defectuoso.	No funcionan los circuitos que activa. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el relé, cuatro horas
5	Interruptor de presión disparado (Aires de paquete)	El motor electico se para. Tiempo de parada del equipo para reemplazar el interruptor de presión, cuatro horas.

Tabla 12. Programa de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM II) para los equipos de aire acondicionado del edificio administrativo I de la UIS

			SISTEMA						Sistema N°			Facilitador:		Fecha		Hoja N°					
			SUBSISTEMA						Subsistema N°			Auditor:		Fecha		De					
Referencia información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de			Tarea Propuesta					Intervalo inicial		A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O				H4	H5	S4									
1	A	1	S	N	N	N	N	S					Remover las obstrucciones de los filtros.					Semestral		Técnico	
1	A	2	S	N	N	N	N	N	S				Reemplazar el motor del ventilador.					Cada 3 años		Técnico	
1	A	3	S	N	N	N	N	S					Limpieza de los evaporadores.					Cada 4 meses		Técnico	
1	A	4	N				N	N	S				Retire la carga, evacuación y recarga.					Cada 3 años		Técnico	
1	A	5	S	N	N	N	S						Realizar limpieza al condensador cuando la temperatura del recinto supere los 25°C.					Semestral		Técnico	
1	A	6	S	N	N	N	N	N	N				Ningún mantenimiento programado.								
1	A	7	S	N	N	N	S						Verificar filtraciones del aire exterior en ventanas y puertas.					Cada semana		Usuario	
1	A	8	S	N	N	N	N	N	N				Sustitución del equipo por incapacidad de carga.								
1	A	9	N				N	N	N	S			Verificar con un termómetro la temperatura dada por el sensor.					Cada año		Técnico	
1	A	10	N				N	N	N	S											
1	A	11	N				N	N	N	S			Compruebe el ajuste del termostato.					Cada mes		Usuario	
1	A	12	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								
1	A	13	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								
1	B	1	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								
1	B	2	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								
1	B	3	N				N	N	N	S			Verificación de la tensión que alimenta el equipo.					Cada año.		Técnico.	
1	B	4	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								
1	B	5	N				N	N	N	N	N		Ningún mantenimiento programado.								

Tabla 13. Programa de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM II) para los equipos de aire acondicionado del edificio administrativo I de la UIS

4.8. ACTIVIDAD 12. PREPARACIÓN DEL PERSONAL

Para el desarrollo de la presente actividad, se identificó las personas consideradas claves para el desarrollo del Uso Racional de la Energía en la edificación de estudio, las cuales son: las personas que laboran en el edificio, los tres técnicos que prestan labores de mantenimiento a los equipos de aire acondicionado y el ingeniero encargado del área.

Para tal fin, se desarrollaron una serie de exposiciones para las personas que laboran en las oficinas del edificio en estudio, enfocadas hacia el uso racional y eficiente de la energía y al mismo tiempo se hicieron algunas recomendaciones para el ahorro cotidiano de energía en los hogares.

En la encuesta realizada para valorar el personal y el programa de mantenimiento actual de la Organización se realizaron algunas preguntas para conocer el estado actual de competencia del personal. Dicha valoración dio como resultado que el personal domina el área, caso que se evidenció en la elaboración del programa de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM II) donde el personal de mantenimiento participó activamente.

4.9. ACTIVIDAD 13. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SGIE.

Se elaboran procedimientos, registros y el manual de energía con el fin de informar, controlar y auditar al SGIE.

En el presente proyecto, se resume en las labores de mantenimiento que se plantearon, las responsabilidades en su ejecución y las medidas a corto mediano y largo plazo que se deben ejecutar para reducir el consumo energético de la edificación en estudio.

4.10 ACTIVIDADES 14- 21.

Las actividades desde la 14 hasta la 21 comprenden las auditorías, los seguimientos, mejoras y ajustes al Sistema de Gestión Integral de la Energía a partir de su implementación.

CONCLUSIONES

- Para poder tomar las medidas respectivas que se requieren para la obtención del coeficiente de operación (COP) es conveniente la compra de un equipo donde se obtenga su valor directamente de manera fácil y directa.
- Las principales medidas a tomar para un buen Uso Racional y Eficiente de la Energía están enfocadas hacia una transformación cultural de las personas que trabajan en la edificación de estudio, por lo que se requiere un buen programa de comunicación que sea innovador, motivador y persistente.
- Es de suma importancia, para que se lleve un buen control de las labores de mantenimiento, el que se desarrolle un software para el programa de mantenimiento de la Organización, que sea amigable con el usuario y al cual tengan acceso todas las personas de la División de Mantenimiento Tecnológico.
- Es necesario implementar varios proyectos como el rediseño de los sistemas de aire acondicionado, la implementación de techos verdes, la valoración de riesgos eléctricos contra descargas atmosféricas y el levantamiento de planos eléctricos de la edificación para valorar la instalación del edificio de acuerdo al Reglamento Técnico de las Instalaciones Eléctricas (RETIE).

BIBLIOGRAFÍA

CENGEL, Yunus A y BOLES, Michael A. Termodinámica. Ed. Mc. Graw. Hill. 1008p.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión: Lorenzo y el limpiacristales (las cinco amenazas del mantenimiento). Madrid, Editorial Fundación Confemetal, 2004. p259.

MARADEY, Juan Francisco. Termodinámica aplicada. Ed. Ediciones Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2002. 640p.



MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: RCM II. North Carolina, USA: Editorial Aladon LLC, 2004. 433p.

REAL DECRETO 1751/1998, DE 31 DE JULIO. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias (ITE). [online] [citado 20 Enero 2010] Disponible en internet: <http://www.endesaonline.es/resourceses/rite0pdf3.pdf>

SISTEMA DE INFORMACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS. Guía para la implementación del Sistema de Gestión Integral de la Energía. Disponible en internet: <http://www.si3ea.gov.co/si3ea/Home/GestiónIntegraldeEnergía/tabid/113/language/en-US/Default.aspx>.

WHITMAN, William C. y JHONSON, William M. Tecnología de refrigeración y aire acondicionado. Tomo 1,2 y 3. Ed. Marcombo S.A. Barcelona, 1999.

ANEXO A. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA

 Libertad y Orden	TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 001	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 1 DE 3
					HOJA N°:

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA										890.201.213-4							
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA				UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						NIT							
DIRECCIÓN		CARRERA 27 CALLE 9				TELEFONO		6344000		FAX							
REGIÓN		SANTANDER				CIUDAD		BUCARAMANGA									
BARRIO		LA UNIVERSIDAD				CÓDIGO POSTAL											
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO				C.C		CARGO											
RESPONSABLE INFORMACIÓN CONSIGNADA				SERVICIOS EDUCATIVOS		C.C		CARGO									
ACTIVIDAD INDUSTRIAL				EMAIL													
2. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA																	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES		20		HORARIO LABORAL		DE		8-12		A.M		A		2-6		A.M	
										P.M						P.M	
NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL AÑO				PRODUCCIÓN MENSUAL		PRODUCCIÓN ANUAL PROMEDIO											
TURNO S		Nº DE TRABAJADORES		HORARIO				Nº PARADAS POR VACACIONES (P.P.V)									
1		DE		A.M		A		A.M		MES		1	2	3	4	5	6
										P.P.V		7	8	9	10	11	12
2		DE		A.M		A		A.M		Nº DE DÍAS P.P.V							
										P.M							
3		DE		A.M		A		A.M		Nº PARADAS POR MANTENIMIENTO (P.P.M)							
										P.M							
4		DE		A.M		A		A.M		MES P.P.M		1	2	3	4	5	6
										P.M		7	8	9	10	11	12
Nº DE DÍAS P.P.M		Nº DE PARADAS POR BAJA PRODUCCIÓN (P.P.B.P)		MES P.P.B.P		1	2	3	4	5	6	Nº DE PARADAS					
						7	8	9	10								
Nº DE PARADAS OTROS MOTIVOS (P.O.M)		Nº DÍAS DE P.O.M		MES P.O.M		1	2	3	10 ⁴	11 ⁵	12	AL AÑO					
						7	8	9									
ESPECIFIQUE P.O.M																	



INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA
TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA



CÓDIGO: 001

FECHA: 28/07/2011

VERSIÓN: 02

PÁGINA 2 DE 3

HOJA N°:

3. DATOS REFERENTES AL MANTENIMIENTO PLANIFICADO

¿LA EMPRESA REALIZA ALGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO?

SI

NO

¿CON QUE PERIODICIDAD SE REALIZA EL MANTENIMIENTO? CADA:

DÍA

MES

AÑO

¿CUALES SON LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO QUE LA EMPRESA REALIZA?

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO, PLANTA DE TRANSFORMADORES

4. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

ESQUEMA GENERAL



INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA
TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA



CÓDIGO: 001

FECHA: 28/07/2011

VERSIÓN: 02



PÁGINA 3 DE 3

HOJA N º:

DIAGRAMA DE BLOQUES DE CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES Y/O DE LOS PROCESOS PRINCIPALES DEL CENTRO



DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN		
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO	DD	MM	AAAA
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO			
FIRMA RESPONSABLE			



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 1 DE 10
					HOJA N°:

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



1. FICHA DE INSCRIPCIÓN						
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO DEL FORMATO						
EMPRESA OBJETIVO			ÁREA OBJETIVO			
ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ÁREA OBJETIVO						
FECHA REALIZACIÓN DEL FORMATO			DD		MM	AAAA
DE LA SIGUIENTE LISTA DE EQUIPOS, MARQUE CON UNA X EN LA LOS EQUIPOS DE SERVICIO ENERGÉTICO CON QUE CUENTA SU EMPRESA Y MARQUE CON UNA X EN 2 AQUELLOS QUE LE PRODUCEN MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DE GAS. (LAS DOS CASILLAS NO SON EXCLUYENTES). ADICIONALMENTE, COLOQUE EL TIPO DE EQUIPO, SU MARCA Y SU CAPACIDAD O POTENCIA DE ACUERDO CON EL EQUIPO.						
EQUIPOS	1	2	TIPO	MARCA	CAPACIDAD O POTENCIA	
CALDERAS						
CHILLERS			REFRIGERANTE:			
COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN						
COMPRESORES DE AIRE						
TORRES DE ENFRIAMIENTO						
MOTORES ELECTRICOS						
BOMBAS						
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA	X					
ACONDICIONADORES DE AIRE		X				
O T R O S						
ILUMINACIÓN	X					
EQUIPOS DE OFIMÁTICA	X					
2. INFORMACIÓN SOBRE SUMINISTROS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS						
CONSUMO DE GAS, m /mes			VALOR FATURA GAS MENSUAL, \$			
CONSUMO DE DIESEL, m /mes			VALOR FACTURA DIESEL MENSUAL, \$			
CONSUMO ELECTRICIDAD, kW /mes	41804		VALOR FACTURA ELECTRICIDAD, \$		\$12'194.22	

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 2 DE 10
					HOJA N°:



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 3 DE 10
					HOJA N°:



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

 <p>Libertad y Orden</p>	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 4 DE 10
					HOJA N°:

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

	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 5 DE 10
					HOJA N°:

DEFINA CUALES SON LOS CENTROS DE COSTO DEL ÁREA CONTABLE DE LA EMPRESA									
PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LA ENERGÍA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN, DILIGENCIE LA SIGUIENTE TABLA:									
DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE COSTO	COSTO EN PESOS				PORCENTAJE EN LOS COSTOS TOTALES				
COSTOS FIJOS									
MATERIA PRIMA									
MANO DE OBRA.									
MANTENIMIENTO									
O T R O S									
COSTOS DE LOS ENERGÉTICOS	COP 291,7/ kWh								
TOTAL									
¿LA EMPRESA HA REALIZADO UNA AUDITORIA ENERGÉTICA?	SI	NO	SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA SEÑALE:	TIPO DE AUDITORÍA		EXTERNA		INTERNA	
FECHA APROXIMADA DE LA ÚLTIMA AUDITORÍA			DD		MM		AAAA		
ENTIDAD QUE REALIZÓ LA AUDITORÍA									
¿LA GERENCIA DE LA EMPRESA SIGUE ALGÚN INDICADOR ENERGÉTICO?	SI	NO	DEFINALO	Pesos colombianos/					
¿SE LLEVA UN GRÁFICO DE TENDENCIA DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS ÁREAS O EN LA EMPRESA?	SI	NO							
¿SE HAN LEVANTADO BALANCES ENERGÉTICOS (ELÉCTRICOS O TÉRMICOS) PARA LA PLANTA?	SI	NO							
¿EXISTE EN LA EMPRESA UN PROGRAMA ORGANIZADO DE MEDIDAS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO PARA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS?	SI	NO							
¿SE HAN REALIZADO OPTIMIZACIONES ENERGÉTICAS EN ALGUNAS ÁREAS DE LA EMPRESA?	SI	NO							
SI SU RESPUESTA ES AFIRMATIVA, INDIQUE EN CUÁLES ÁREAS									
Alumbrado									



	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 6 DE 10
					HOJA N º:

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



¿EXISTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ENERGÉTICO EN SU EMPRESA? SI NO

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



ACTIVIDAD	SE REALIZA		FRECUENCIA ANUAL (Nº DE VECES AL AÑO)
	SI	NO	
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS ELÉCTRICOS	X		6
TERMOGRAFÍA A SISTEMAS TÉRMICOS (CALDERAS, CÁMARAS FRÍAS)			
TERMOGRAFÍA A EQUIPOS ROTODINÁMICOS			
TERMOGRAFÍA A MOTORES			
ULTRASONIDO A VÁLVULAS PRINCIPALES			
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE GAS			
ULTRASONIDO A TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO			
ULTRASONIDO A TRAMPAS DE VAPOR			
ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN			
AJUSTES DE COMBUSTIÓN			
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS TIERRAS			
MEGUEO DE MOTORES			
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE VOLTAJE ENTRE FASES	X		2
EVALUACIÓN DEL BALANCE DE AMPERAJE ENTRE FASES	X		2
EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ACEITE DEL TRANSFORMADOR	X		Cada 2 años
NIVEL DE BALANCEO (VIBRACIONES) DE LOS EQUIPOS ROTODINÁMICOS)			
DIAGNÓSTICO DE FALLAS POR VIBRACIONES			
ESTADO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS Y EQUIPOS		X	
ESTADO DE LAS PROTECCIONES TÉRMICAS		X	
ESTADO DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	
CALIBRACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN		X	

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 7 DE 10
					HOJA N°:



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

 <p>Libertad y Orden</p>	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 8 DE 10
					HOJA N º:



¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES BARRERAS QUE EXISTEN EN SU EMPRESA PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?							
¿CUÁL ES EL NIVEL DE APROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE SERVICIOS O PROYECTOS EXTERNOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SU EMPRESA?							
MUCHO		NO RM A L		POCO		NU NCA	
DEL SIGUIENTE LISTADO DE PROCEDIMIENTOS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE APLICAN EN SU EMPRESA O ÁREA.							
PROCEDIMIENTO						EXISTE	SE APLICA
PROCEDIMIENTO DE DIVULGACIÓN DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ALCANZADOS.							
PROCEDIMIENTO PARA LA COMPRA DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES PREVENTIVAS A LAS VARIACIONES DE LOS INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.							
PROCEDIMIENTO PARA LA MANIPULACIÓN DE REGISTROS DE DATOS DE INDICADORES ENERGÉTICOS.							
PROCEDIMIENTO PARA LA AUDITORIA PERIÓDICA AL SGE							
PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO EFICIENTE DE LOS EQUIPOS Y PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
PROCEDIMIENTOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE INDICADORES DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS O PROCESOS ALTOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.							
DEL SIGUIENTE LISTADO DE REGISTROS INDIQUE CUÁLES EXISTEN Y SE ENCUENTRAN ACCESIBLES EN SU EMPRESA O ÁREA.							
REGISTRO						EXISTE	ACCESIBLE
RESULTADOS DE LAS REVISIONES DE LA GERENCIA A LOS INDICADORES ENERGÉTICOS Y DE EFICIENCIA							
ANÁLISIS Y DECISIONES TOMADAS POR LA GERENCIA SOBRE MODIFICACIONES, EXPANSIONES O COMPRA DE EQUIPOS, SISTEMAS O PROCESOS QUE IMPACTAN SIGNIFICATIVAMENTE EL USO DE LA ENERGÍA.							

 <p>Libertad y Orden</p>	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 9 DE 10
					HOJA N º:

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



 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 002	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 10 DE 10
					HOJA N°:

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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 1 DE 7
					HOJA N º:

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



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

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 2 DE 7
					HOJA N°:

TIPO DE PÉRDIDA	LUGAR	OBSERVACIONES
CAÍDA DE PRESIÓN EXCESIVA EN TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO O VAPOR		
SERPENTINES O DIFUSORES DE LAS CÁMARAS FRÍAS O LOCALES REFRIGERADOS TAPADOS DE HIELO O ESCARCHA.		
LOCALES A TEMPERATURAS FRÍAS CON PUERTAS O VENTANAS ABIERTAS AL EXTERIOR O SIN CORTINAS PLÁSTICAS O DE AIRE.		
TUBOS O ALETAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR, CONDENSADORES EN MAL ESTADO		
AGREGUE OTRAS QUE NO ESTÉN ARRIBA RELACIONADAS.		



MARQUE SI O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS RELACIONADAS CON LOS EQUIPOS QUE POSEE SU EMPRESA

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
AIRE COMPRIMIDO			
1	¿EXISTE UN SISTEMA DE CONTROL PARA COORDINAR MÚLTIPLES COMPRESORES INSTALADOS?		
2	¿EXISTE LA CULTURA DE APAGAR LOS COMPRESORES DE RESERVA HASTA QUE SEAN NECESARIOS?		
3	¿HA OBSERVADO AGUA EN LAS TUBERÍAS DE AIRE COMPRIMIDO?		
4	¿LAS ADMISIONES DE AIRE DEL COMPRESOR SE ENCUENTRAN DENTRO DEL CUARTO DE COMPRESORES?		
5	¿SE EXTRAE EL CALOR QUE EMITEN LOS ENFRIADORES DE ACEITE DE LOS COMPRESORES DEL CUARTO DE COMPRESORES?		
6	¿SE CHEQUEA EL ESTADO DE LIMPIEZA Y DE LAS ALETAS DEL ENFRIADOR DE ACEITE DEL COMPRESOR?		
7	¿SE MONITOREAN LAS CAÍDAS DE PRESIÓN A TRAVÉS DE LOS FILTROS DE SUCCIÓN Y DESCARGA?		
8	¿EL AIRE COMPRIMIDO SE USA PARA SACUDIR Y REMOVER LA SUCIEDAD O EL POLVO?		



 <p>Libertad y Orden</p>	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 3 DE 7
					HOJA N°:

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



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

 <p>Libertad y Orden</p>	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 5 DE 7
					HOJA N°:

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
47	¿HAN SIDO INSTALADAS NUEVAS BOQUILLAS PARA OBTENER PATRONES DE ROCIADO MÁS UNIFORMES?		
48	¿SE SIGUE EN LO POSIBLE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE SOBRE ESPACIOS MÍNIMOS ALREDEDOR DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO PARA GARANTIZAR EL FLUJO DE AIRE REQUERIDO?		
49	¿ESTÁN LOS SEPARADORES DE AGUA DEL AIRE A LA SALIDA DE LA TORRE EN BUEN ESTADO?		
50	¿SE VARÍAN LAS RPM DEL VENTILADOR O EL ÁNGULO DE LAS ASPAS DEL VENTILADOR DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO BASÁNDOSE EN LAS VARIACIONES DE CARGA?		
51	¿HAY ESPACIOS EXCESIVOS O DISPAREJOS EN LAS PUNTAS DE LAS ASPAS DE LOS VENTILADORES?		
52	¿SE ENCUENTRAN DESBALANCEADOS LOS VENTILADORES DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO?		
53	¿EXISTEN FUGAS EN LOS TANQUES DE AGUA FRÍA?		
54	¿SE TOMA EL AGUA DE PURGAS DE LOS CABEZALES DE AGUA DE RETORNO?		
55	¿SE REALIZA LA PURGA DE AGUA DE LA TORRE DE ACUERDO AL CICLO DE CONCENTRACIÓN DEL AGUA?		
56	¿HA SIDO OPTIMIZADO EL FLUJO DE AGUA DE PURGAS?		
57	¿ESTÁN AUTOMATIZADAS LAS PURGAS?		
58	¿ES ENVIADA EL AGUA DE LAS PURGAS A OTROS USUARIOS O AL DRENAJE MÁS ECONÓMICO DISPONIBLE?		
59	¿ESTÁN INSTALADOS BLOQUEOS PARA PREVENIR LA OPERACIÓN DE LOS VENTILADORES CUANDO NO HAYA FLUJO DE AGUA?		
60	¿LAS EMPAQUETADURAS DE LA TORRE ESTÁN EN BUEN ESTADO?		
61	¿SE HA ANALIZADO LA POSIBILIDAD DE REEMPLAZAR LAS EMPAQUETADURAS DAÑADAS POR OTRAS DE PELÍCULA DE CONTACTO CELULAR DE PVC?		
62	¿SE HA ANALIZADO LA POSIBILIDAD DE REEMPLAZAR LAS TOBERAS TIPO SPRAY POR SPRAY TIPO ANTIBLOQUEO (ABS)?		
63	¿ESTÁ ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE EFICIENCIA-MANTENIMIENTO?		
CALDERAS			
64	¿LOS ANÁLISIS QUÍMICOS PARA DETERMINAR EL RÉGIMEN DE PURGAS SON REALIZADOS POR EL OPERADOR DE CALDERAS?		

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 6 DE 7
					HOJA N°:

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
65	¿EL AJUSTE DE LA COMBUSTIÓN SE REALIZA UTILIZANDO EL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES?		
66	¿EL AJUSTE DEL TIRO DE GASES SE REALIZA UTILIZANDO EL EQUIPO MEDIDOR DE TIRO DE GASES?		
67	¿SE REGISTRA LA PRESIÓN DE GAS COMBUSTIBLE A LA ENTRADA DEL QUEMADOR O SALIDA DE REGULADORA PARA DETECTAR FALLAS EN LA VÁLVULA REGULADORA O SISTEMA DE GAS?		
68	¿SE REGISTRA LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LOS GASES DE CHIMENEA Y EL VAPOR PRODUCIDO PARA DETECTAR DESAJUSTES DE COMBUSTIÓN O ENSUCIAMIENTO DE LA CALDERA?		
69	¿SE CONTROLA LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN DE LA CALDERA PARA CONOCER LAS FLUCTUACIONES EN LA RECUPERACIÓN DEL CONDENSADO QUE AFECTAN EL CONSUMO DE GAS?		
70	¿EXISTE REVAPORIZACIÓN DEL CONDENSADO EN EL TANQUE DE CONDENSADO QUE SE EMITE AL EXTERIOR?		
71	¿LAS TUBERÍAS DE RETORNO DE LOS CONDENSADOS ESTÁN AISLADAS?		
72	¿EL TANQUE DE CONDENSADO SE ENCUENTRA AISLADO?		
73	¿LA TEMPERATURA DE LA PARED POSTERIOR DE LA CALDERA ES SUPERIOR A LOS 80°C EN VARIAS PARTES?		
74	¿HA OBSERVADO HUMO NEGRO EN LA CHIMENEA DURANTE EL ARRANQUE O EN ALGÚN MOMENTO DE LA OPERACIÓN DE LAS CALDERAS REPETITIVAMENTE?		
75	¿EXISTEN FUGAS DE GAS EN EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE GAS AL QUEMADOR?		
76	¿LAS CALDERAS ESTÁN REGULADAS AUTOMÁTICAMENTE PARA QUE LA SEGUNDA ENTRE A TRABAJAR SOLO CUANDO LA GRANDE NO ALCANZA A MANTENER LA PRESIÓN DE TRABAJO?		
77	¿SE HA EVALUADO SI LA PRESIÓN DE TRABAJO DE LAS CALDERAS ES LA MÍNIMA REQUERIDA EN EL PROCESO MÁS LAS PÉRDIDAS DE PRESIÓN POR TRANSPORTE DEL VAPOR?		
78	¿EXISTEN ESCAPES SIGNIFICATIVOS DE VAPOR EN LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN?		
79	¿EXISTEN DRENAJES DE CONDENSADO EN LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR?		
80	¿EL OPERADOR DE CALDERAS DRENA LAS TUBERÍAS DE VAPOR DESPUÉS DE ARRANCAR Y ESTABILIZAR LAS CALDERAS?		
81	¿TODOS LOS EQUIPOS QUE UTILIZAN VAPOR SIN CONTAMINARLO TIENEN TRAMPAS DE VAPOR?		

 Libertad y Orden	INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"- COLCIENCIAS UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA-UPME MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – REPÚBLICA DE COLOMBIA				
	CÓDIGO: 003	FECHA: 28/07/2011	VERSIÓN: 02		PÁGINA 7 DE 7
					HOJA N°:

Nº	PREGUNTAS	SI	NO
82	¿EXISTEN EQUIPOS QUE UTILIZAN VAPOR Y LO CONTAMINAN?		
83	¿SE BOTA EL CONDENSADO CALIENTE DE ESTOS EQUIPOS AL DRENAJE?		
84	¿LAS TRAMPAS DE VAPOR DE LOS EQUIPOS DE CALENTAMIENTO CON VAPOR FUNCIONAN CORRECTAMENTE?		
85	¿SE PUEDE CONOCER INMEDIATAMENTE DURANTE LA OPERACIÓN CUÁNDO LAS TRAMPAS DE VAPOR NO FUNCIONAN CORRECTAMENTE?		

CUARTOS FRÍOS

86	¿EXISTE UN RÉGIMEN DE DESESCARCHE QUE NO PERMITE EL TAPADO DE HIELO DE LOS DIFUSORES?		
87	¿SE REGISTRA EN UN LIBRO O COMPUTADOR LOS REGÍMENES DE DESESCARCHE REALIZADOS A LOS CUARTOS FRÍOS?		
88	¿LOS PISOS DE LOS CUARTOS FRÍOS PRESENTAN CON FRECUENCIA CAPAS DE HIELO?		
89	¿EXISTE UN ESPACIO SIGNIFICATIVO ENTRE LA ALTURA DE LOS DIFUSORES Y EL TECHO DEL CUARTO FRÍO?		
90	¿SE OBSERVAN ZONAS EN EL CUARTO FRÍO MENOS FRÍAS QUE OTRAS?		
91	¿LAS CAPACIDADES DE LOS CUARTOS FRÍOS SON INFERIORES A LAS REQUERIDAS?		
92	¿LAS PUERTAS DE LOS CUARTOS FRÍOS CIERRAN HERMÉTICAMENTE Y ESTÁN EN BUEN ESTADO?		
93	¿EXISTEN BOMBILLAS INCANDESCENTES EN LOS CUARTOS FRÍOS?		
94	¿EXISTE UN HORARIO DE CARGUE Y DESCARGUE DE LOS CUARTOS FRÍOS?		
95	¿SE REGISTRAN LAS ACTIVIDADES DE APERTURA Y CIERRE DE LOS CUARTOS FRÍOS?		
96	¿EN HORAS DE LA NOCHE SE APAGAN LOS DIFUSORES DE LOS CUARTOS FRÍOS?		
97	¿SE CONTROLA Y REGISTRA LA TEMPERATURA A LA QUE SE INTRODUCE EL PRODUCTO A LOS CUARTOS FRÍOS?		
98	¿EL AISLAMIENTO DEL TECHO DE LOS CUARTOS FRÍOS SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO?		

PERSONAS QUE PARTICIPARON EN EL DESARROLLO DEL FORMATO

NOMBRE	CARGO
FIRMA RESPONSABLE	

**ANEXO B. ENCUESTA PARA EVALUAR LA GESTIÓN DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO
TECNOLÓGICO DE LA UIS**

A. ORGANIZACIÓN GENERAL	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento de mantenimiento?	0	-	-	-	30
2. Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0	-	-	-	10
3. Están las responsabilidades y las tareas de los mandos intermedios y técnicos claramente definidas?	0	-	-	-	20
4. Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10	-	20	30
5. Tienen los edificios, secciones o actividades un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	0	-	-	-	10
6. Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?	0	5	-	15	20
7. Existen por escrito descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20
8. El personal de operación tiene instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?	0	10	-	20	30
9. Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se atribuyen adecuadamente las actividades y repuestos?	0	-	-	-	20
10. Tienen objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	0	5	-	20	30
11. Los departamentos de compras e ingeniería tienen en cuenta de forma activa al Mantenimiento en nuevos estudios de instalaciones?	0	10	-	20	30
12. Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicio percibidos por los usuarios?	0	10	-	20	30

B. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO	NO	MBN	NSNN	MBS	Sí
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?	0	10	-	20	30
2. ¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer repuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?	0	-	10	-	20
3. ¿Disponen de instrucciones de trabajo por escrito a los técnicos para labores complejas o delicadas? (evitar líos jurídicos)	0	-	10	-	20
4. ¿Tienen un procedimiento por escrito que sea aplicado donde se definan las autorizaciones de trabajo (instalación o desinstalación) para los trabajos que conlleven riesgos?	0	-	-	-	25
5. ¿Se archivan en las hojas de vida de los equipos y sistemas, los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5	-	10	15
6. ¿Hay acciones que lleven a normalizar equipos o sistemas?	0	5	-	20	30
7. ¿Tienen métodos para estimación de tiempos de mantenimiento en trabajos tipos?	0	-	5	-	10
8. ¿Utilizan el método de PERT (u otra gestión parecida: Diagrama de Gantt) para la preparación de trabajos largos, importantes, o que necesiten mucha coordinación?	0	5	-	10	20
9. ¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?	0	10	-	20	30
10. Guardan las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10	-	20	30
11. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente	0	5	-	10	20

clasificada y fácilmente accesible?					
12. ¿Tienen sistemas de priorización de actividades, con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?	0	-	-	-	20

C. CONTROL TÉCNICO DE SISTEMAS Y EQUIPOS	NO	MBN	NSNN	MBS	Sí
1. ¿Disponen de un inventario de ubicación de los equipos e instalaciones?	0	10	-	20	40
2. ¿Tiene cada equipo un número de identificación único?	0	5	-	10	20
3. En su ubicación, ¿tienen todos los equipos e instalaciones un número de identificación claramente señalado?	0	5	-	10	10
4. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipos o sistemas?	0	5	-	10	20
5. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su costo?	0	10	-	20	30
6. ¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo (AMFE, RCM, etc.)?	0	10	-	20	20
7. Disponen de información sobre las horas utilizadas en mantenimiento, las piezas consumidas y los costos	0	10	-	25	30

(horas/ hombre y repuestos) de cada uno de los equipos?					
8. ¿Hay uno (o varios) responsables del registro de las reseñas históricas de los trabajos?	0	5	-	15	20
9. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?	0	-	15	-	30
10. ¿Tiene posibilidad de analizar, sistema a sistema, el costo real de sus ciclos de vida (LCC)?	0	10	-	20	20

D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Tienen ustedes un programa establecido de mantenimiento preventivo?(acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)	0	10	-	25	40
2. ¿Disponen ustedes de fichas (check lists) escritas de mantenimiento preventivo?	0	5	-	10	20
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?	0	-	-	-	10
4. ¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipos o sistemas responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina?	0	5	-	15	20
5. ¿Tienen ustedes un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo? (Mto Correctivo)	0	10	-	25	30
6. ¿Hay alguna persona responsable de la planificación de los trabajos?	0	5	-	10	20

7. ¿Tienen ustedes reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	0	10	-	15	30
8. ¿Conocen ustedes permanentemente la carga de trabajo en cartera y tienen un balance de capacidad?(horas/hombre)	0	5	-	15	20
9. ¿Existen órdenes de trabajo que permite informar o seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?	0	5	-	15	30
10. ¿Se reúnen periódicamente los directores de cuadrilla para debatir las prioridades, problemas de planificación, personal, etc.?	0	10	-	20	30
11. ¿Disponen ustedes de un plan semanal (o periódico) de distribución de los trabajos?	0	-	15	-	30
12. Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción o explotación ¿tienen un procedimiento para informar de ello y proponer medidas correctivas y preventivas?	0	-	-	-	20

E. COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y una base de datos de proveedores para la	NO APLICA				

consecución de los diferentes repuestos?					
2. ¿Disponen de un sistema de libre servicio para artículos y piezas de consumo habitual?	0	-	5	-	10
3. ¿El stock de repuestos está actualizado, accesible al personal en forma sistematizada y disponible?	NO APLICA				
4. ¿Están todas las piezas de repuestos identificadas y codificadas?	NO APLICA				
5. ¿Están definidos los sistemas de aprovisionamiento y de compras por demandas?	0	-	5	-	10
6. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?	NO APLICA				
7. ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?	0	-	-	-	20
8. ¿Tienen proveedores concertados que almacenen en sus dependencias los repuestos y materiales de suministro?	NO APLICA				
9. ¿Tienen facilidad y homologados administradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	0	5	10	15	30
10. ¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de	0	8	-	20	30

inventario?					
11. ¿Hay gran cohesión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los proveedores?	0	10	-	20	30
12. ¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?	0	5	-	15	20

F. SISTEMAS INFORMÁTICOS	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Ha participado activamente el departamento de mantenimiento en las especificaciones técnicas y definición de requisitos de su sistema informático?	0	10	-	15	20
2. ¿El sistema es amigable a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?	0	5	10	15	20
3. ¿Se ha ajustado la aplicación informática implementada a los procedimientos organizativos eficaces ya implantados?	0	-	-	-	30
4. ¿Los operarios, a pie de obra, interactúan con el sistema recogiendo ordenes, cerrando las finalizadas, imputando recursos, etc.?	0	10	15	20	30
5. ¿Su sistema informático dialoga adecuadamente con otras aplicaciones corporativas como costes, nómina, etc.?	0	10	-	20	30
6. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la	NO SE SABE				

carga administrativa de su departamento?					
7. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?	0	5	-	10	20
8. ¿Ha ahorrado personal y optimizado recursos, mejorando su eficiencia de forma contrastada, desde la puesta en marcha de la aplicación informática?	NO SE SABE				
9. ¿El hardware que dispone en su Departamento está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?	0	10	-	20	30
10. ¿La red de comunicaciones de su Empresa y otros servicios asociados de voz y datos funcionan con fiabilidad, disponibilidad, y prestaciones adecuadas?	0	5	-	10	20

G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿El espacio que tiene asignado su Departamento para actividades de banco, oficina de planificación de ingeniería, almacén, etc., es suficiente?	0	10	-	15	30

2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y Operarios directamente?	NO APLICA				
4. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos?	0	-	5	-	10
5. ¿Disponen de suficientes herramientas, instrumentos, insumos y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?	0	5	-	15	20
7. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, a averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?	0	-	10	-	20
8. ¿Hay un responsable de logística, de la custodia de herramientas y útiles y de la verificación y calibración periódica de ellas?	0	-	10	-	20

H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de prueba?	0	5	-	10	20
2. ¿Dispone su departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?	0	5	-	10	15
3. ¿Está correctamente definido el proceso de calibración y verificación de herramientas especiales y útiles?	0	10	-	20	30
4. ¿Dispone de procesos de puestas de	NO SE PRESTAN				

disposición o bono de responsabilidad de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas?	HERRAMIENTAS A CONTRATISTAS				
	5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	0	5	-	15
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad o a punto, de máquinas y herramientas: nuevas, usadas o modificadas por ustedes?	0	-	5	-	15
7. ¿Cuando necesitan un medio extraordinario de manutención o transporte, lo disponen con las características y celeridad precisa?	0	-	5	-	10
8. ¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por ustedes?	0	5	15	20	30

I.DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Disponen ustedes de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?	0	5	-	15	20
2. ¿Disponen de planos de conjunto y los esquemas necesarios?	0	15	-	30	40
3. ¿Están disponibles las instrucciones de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamiento de mayor envergadura?	0	5	-	15	20
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?	0	10	-	20	30

5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?	0	10	-	20	30
6. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipos e instalaciones y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?	0	5	-	15	20
7. ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento?	0	5	-	15	20
8. ¿Son suficientemente los medios de reprografía? (fotocopiadoras, impresoras, plotters, etc)	0	-	5	-	10

J. PERSONAL Y FORMACIÓN.	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?	0	10	-	25	40
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los mandos intermedios los trabajos efectuados bajo su responsabilidad?	0	10	-	20	30
3. ¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de mejora)?	0	10	-	20	30
4. ¿Se llevan a cabo encuentros periódicos de apreciación entre el personal directivo y el operativo?	0	5	-	15	20
5. ¿Los mandos intermedios y los operarios están suficientemente disponibles (alargamiento de jornada laboral para terminar un trabajo, etc.)?	0	10	-	20	30

6. ¿Consideran ustedes en general que la formación técnica del personal es satisfactoria?	0	15	-	35	50
7. ¿En el trabajo diario estiman ustedes que el personal tiene la iniciativa necesaria?	0	10	-	20	30
8. ¿Sus mandos intermedios aseguran en forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?	0	-	15	-	30
9. ¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias visitas a constructores, exposiciones, etc.?	0	-	15	-	30
J. PERSONAL Y FORMACIÓN.	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
10. ¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes en forma regular?	0	5	-	20	30
11. ¿El Departamento de Mto programa y domina la formación del personal?	0	5	-	15	20
12. ¿Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal? (test de actualización)	0	5	-	15	20
13. ¿tienen pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias? (falta de motivación)	0	20	-	10	-
14. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los agentes de producción?	0	-	5	-	10
K.CONTRATACIÓN	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Tienen ustedes un proceso de evaluación formal de las contratistas? (cómo han	0	-	-	-	10

respondido en los últimos trabajos, suministros y servicios, plazos de entrega, calidad)					
2. ¿Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	0	15	-	30	40
3. ¿La selección de los contratistas se lleva a cabo según criterios de técnica y de competencia?(no solamente monetaria)	0	5	-	15	20
4. ¿Desde el punto de vista de ubicación tienen ustedes accesos a muchas empresas de contratación para las áreas que le interesan?	0	5	-	15	20
5. ¿Contratan ustedes las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?	0	10	-	20	30
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas cláusulas de resultados?(compromisos de disponibilidad)	0	5	-	15	20
7. ¿Desarrollan ustedes una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?(compromisos de niveles de calidad del servicio, tiempos de respuesta, repercusión de las quejas)	0	10	-	20	30
8. ¿Fuera del contrato, ustedes tienen actas de reuniones, certificaciones, facturas, etc?	0	5	-	15	20
9. ¿El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de estos los lleva a cabo una persona de sus servicios,	0	10	-	20	30

especialmente designada y según un procedimiento riguroso?					
10. ¿Disponen ustedes de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipos e instalaciones?(normas de seguridad internas, procedimientos de controles de accesos, información sobre actuaciones en caso de incendios, amenazas terroristas, etc)	0	10	-	20	30

L. CONTROL DE LA ACTIVIDAD	NO	MBN	NSNN	MBS	SI
1. ¿Disponen de un cuadro de mando integral (CMI) y de un balance continuo correctivo-preventivo que le permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?	0	-	-	-	20
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costos de mano de obra y repuestos?(horas efectivas/horas de presencia; mano de obra preventivo/correctivo, costos de repuestos por secciones o máquinas.	0	15	-	20	30
3. ¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio (beneficio previsto no obtenido), seguridad de la explotación, disponibilidad de los equipamientos y plazos de respuesta? (metas trazadas)	0	15	-	30	40
4. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?	0	15	-	30	40
5. ¿Dominan ustedes su carga de trabajo?(plantilla necesaria/disponible)	0	10	-	20	30
6. ¿Disponene ustedes de los costos de mantenimiento equipamiento por equipamiento?	0	10	-	20	30
7. ¿Tienen posibilidad de cruzar costos por tipo de mantenimiento, por equipamiento o sistemas y por secciones?	0	5	15	20	30

8. ¿Disponen ustedes de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto? (se consulta dichos informes económicos a diario para toma de decisiones)	0	10	-	15	20
9. ¿Emiten ustedes de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?(con indicadores económicos y de servicio)	0	10	-	15	20
10.¿Tienen autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos y periodicidades, etc.	0	-	-	-	20

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Id	ÁREA	PUNTUACIÓN OBTENIDA(PO)	PUNTUACIÓN MÁXIMA(PM)	PM/2
A	ORGANIZACIÓN GENERAL	230	280	140
B	MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO	110	270	135
C	CONTROL TÉCNICO DE SISTEMAS Y EQUIPOS	150	240	120
D	GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	295	300	150
E	COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS	45	150	75
F	SISTEMAS INFORMÁTICOS	110	200	100
G	ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	100	100	50
H	HERRAMIENTAS Y MEDIOS	140	145	72,5

DE PRUEBA

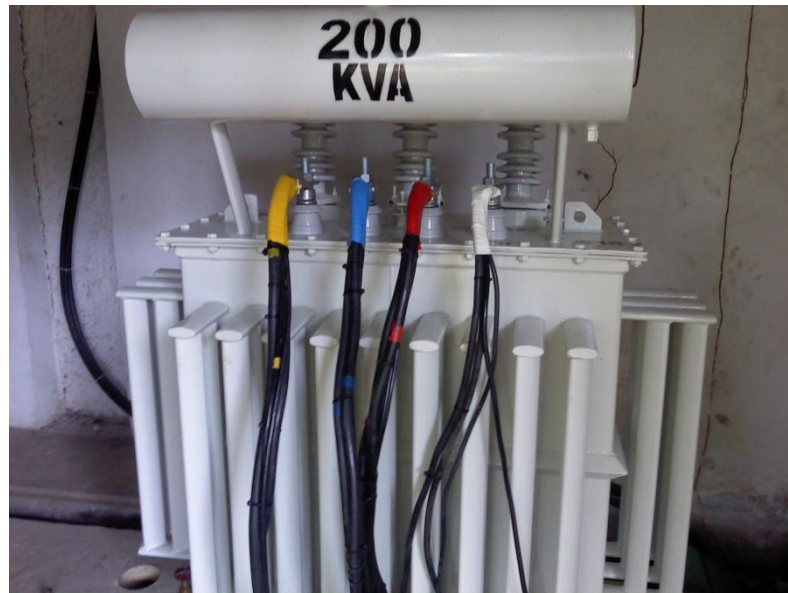
I	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	45	190	95
J	PERSONAL Y FORMACIÓN	280	370	185
K	CONTRATACIÓN	220	250	125
L	CONTROL DE LA ACTIVIDAD	160	280	140

ANEXO C. ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO I: MARZO DEL AÑO 2011

Consumo de energético de la subestación de 200 kVA del edificio administrativo I de la UIS

Fecha de la medición: 3 de marzo al 9 de marzo de 2011.

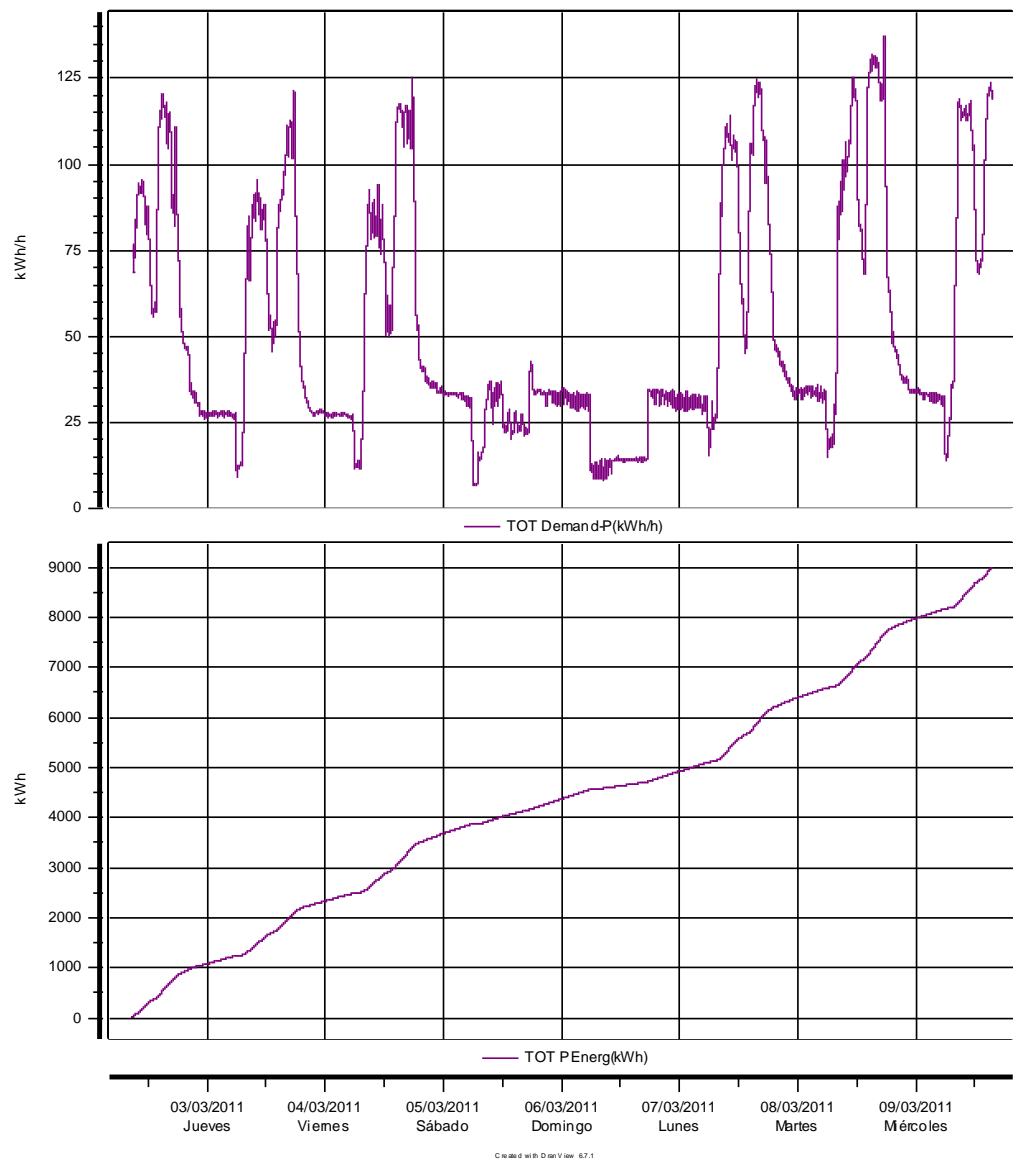
Datos de la Subestación:



Transformador	200 [kVA]
Relación de Transformación	13200 / 208 [V]
Corriente en el primario	8.74 [A]
Corriente en el secundario	555.1 [A]
Totalizador del tablero general en baja tensión	3x(320-400) [A], 400 [A]

Frecuencia del sistema	60 [Hz]
------------------------	---------

Diagramas de Demanda y Energia:



Los valores de demanda y energía indican que durante el periodo de medida se registra una demanda máxima de 137.3 [kWh/h] y una energía consumida en todo el periodo de 9000 [kWh], lo cual sirve como información para procesos de eficiencia energética.

Consumo energético de la subestación de 75 kVA del edificio administrativo I de la UIS

Fecha de la medición: 23 de marzo al 29 de marzo de 2011.

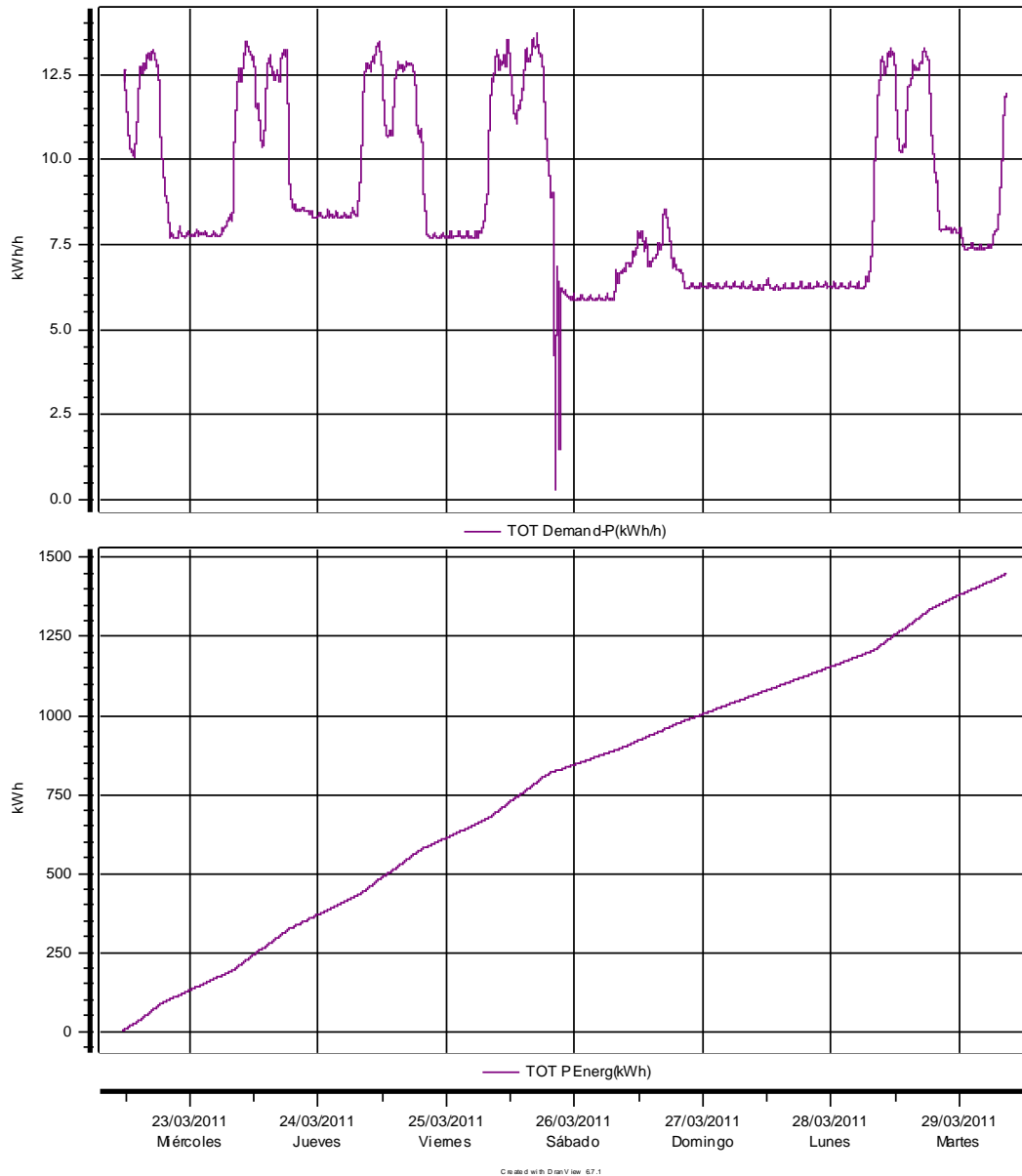
Datos de la Subestación:



Transformador	75 [kVA]
Relación de Transformación	13200 / 220 [V]
Corriente en el primario	3.28 [A]
Corriente en el secundario	196.82 [A]
Totalizador del tablero general en baja tensión	3x80 [A]

Frecuencia del sistema	60 [Hz]
------------------------	---------

Diagramas de Demanda y Energía:



Los valores de demanda y energía indican que durante el periodo de medida se registra una demanda máxima de 13.74 [kWh/h] y una energía consumida en todo el periodo de 1451 [kWh], lo cual sirve como información para procesos de eficiencia energética.

ANEXO D. INVENTARIO DE EQUIPOS

Id	OFICINA	MARCA	MODELO	TIPO	NÚMERO DE SERIE	POTENCIA FRIGORÍFICA	TIPO DE REFRIGERANTE	CARGA DE REFRIGERANTE	POTENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIONES
1	Admisiones	LG	LK-C180BC00	PAQUETE	901KAHG000001	180000 BTU/h	R-22	Circuito A: 4,25 kg. Circuito B: 2,85 kg	20 kW	
3	Recepción rectoría	YORK	HLDA18FS-ADA	MINI-SPLIT		18000 BTU/h	R-22	1,02 kg	1,95 kW	Número de serie difuso
4	División de servicios de información			PAQUETE		360000 BTU/h	R-22		30 kW	No tiene placa(Datos aproximados. Por confirmar)
5	Vicerrectoría académica	YORK	HLDA18FS-ADA	MINI-SPLIT	21740209909100004 9	18000 BTU/h	R-22	1,05 kg	2,198 kW	Foto de placa desenfocada. Falta confirmar datos.

Id	OFICINA	MARCA	MODELO	TIPO	NÚMERO DE SERIE	POTENCIA FRIGORÍFICA	TIPO DE REFRIGERANTE	CARGA DE REFRIGERANTE	POTENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIONES
6	Vicerrectoría académica	YORK	YNDA36FS-ADA	MINI-SPLIT	54590239	36000 BTU/h	R-22	1,6 kg	3,941 kW	
7	Recursos humanos	CARRIER	38BA008530		D406527	90000 BTU/h	R-22		8,8 kW	No tiene placa (Datos aproximados, por confirmar)
9	Auditorio principal rectoría	YORK	NM060C00A2AA A1	PAQUETE	N1K0352815	60000 BTU/h	R-410A		7,2 kW	
10	Recursos humanos II	YORK	HLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE	12000 BTU/h	R-22	0,78 kg	1,33 kW	
11		YORK	HLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE	12000 BTU/h	R-22	0,78 kg	1,33 kW	
12		YORK	HLDA09FS-ADR	MINI-SPLIT	NO TIENE	9000 BTU/h	R-22	0,58 kg	0,89 kW	

Id	OFICINA	MARCA	MODELO	TIPO	NÚMERO DE SERIE	POTENCIA FRIGORÍFICA	TIPO DE REFRIGERANTE	CARGA DE REFRIGERANTE	POTENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIONES
13	Planeación	YORK		SPLIT		48000 BTU/h	R-22		5 kW	No tiene placa (Datos aproximados)
15	Recursos humanos II	YORK	TLDA18FS-ADR	MINI-SPLIT	21740209909100064 9	18000 BTU/h	R-22	1,05 kg	2,2 kW	
16		YORK	YHEA12FS-ADK	MINI-SPLIT	21340290809110056 0	10919 BTU/h	R-22	1,05 kg	1,2 kW	
17	Secretaría general	CARRIER	38CKC060520	SPLIT	0998E14732		R-22	4,49 kg	6,6 kW	
18	División financiera	CLIMATEC	PAC 120 H13	PAQUETE	47351448	120000 BTU/h	R-22		6,8 kW	Potencia frigorífica aproximada
19	Vicerrectoría académica, tesorería, contabilidad y otra.			SPLIT		120000 BTU/h			10,6 kW	No tiene placa (Datos aproximados)
21	Vicerrectoría académica	TEMPSTAR	38TCT022344	MINI-SPLIT		22000 BTU/h	R-22	1,44 kg	2,95 kW	

Id	MARCA	MODELO	TIPO	NÚMERO DE SERIE	POTENCIA FRIGORÍFICA	TIPO DE REFRIGERANTE	CARGA DE REFRIGERANTE	POTENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIONES
22	TEMPSTAR	38TCT022344	MINI-SPLIT		22000 BTU/h	R-22	1,44 kg	2,95 kW	
23	YORK	YHDC18FS-ADG	MINI-SPLIT	216502025071 00500095	18000 BTU/h	R-410a	1,48 kg	1,585 kW	
24	TEMPSTAR	TCT18SKCC	MINI-SPLIT			R-22	1,6 kg	2 kW	
25	YORK	TLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NUMERO CONFUSO	12000 BTU/h	R-22	0,65 kg	1,465 kW	
26	YORK	TLDA12FS-ADR	MINI-SPLIT	NUMERO CONFUSO	12000 BTU/h	R-22	0,65 kg	1,465 kW	