

**Trabajo de Diploma**  
**Ingeniería Mecánica**



## **Título**

**Elaboración del mapa térmico de los principales locales de la universidad de Cienfuegos.**

## **Autor:**

**Lierys A Abrahams Barrizonte**

## **Tutores:**

**Msc. Jesús Peña Acción**

**Dr. Sergio Montelier Hernández**

**Ing. Ana M. Díaz Rodríguez**

**“AÑO 55 DE LA REVOLUCIÓN.”**

**Cienfuegos 2013**



**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”**

**Facultad de Ingeniería**

**Departamento de Ingeniería Mecánica**

**Declaración de Autoridad:**

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Mecánica; autorizando a que el mismo sea utilizado para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total, y además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Cienfuegos.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esa envergadura, referido a la temática señalada.

---

Información Científico – Técnica

Firma

---

Firma de Vicedecano

---

Firma de Tutor

---

Sistema de Documentación de Proyecto



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**DEDICATORIA**

---

*A mis padres por ser ejemplo de incondicionalidad y dedicación durante toda mi vida.*

*A mis hermanos y sobrino por estar siempre para mí.*

*A mi abuela, mi tía y mi primo por ser tan importantes en mi vida.*

*A Lisnaicy por llenar mi vida de momentos maravillosos.*



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**AGRADECIMIENTOS**

*A mis tutores, Ana M, Jesús P, Sergio M y Juan B por ser mis guías durante la investigación, por su valiosa contribución y por todo el tiempo dedicado.*

*A mis amigos y amigas por los innumerables momentos que hemos compartido juntos.*

*A mis suegros Santana y Madelin por ser tan especiales conmigo, por haberme acogido en su familia como un hijo.*

*A mis compañeros de aula por todos los maravillosos momentos que compartimos durante los 5 años de la carrera, por la reciprocidad y por todo el tiempo que pasamos juntos.*

*A mis profesores por contribuir día a día en mi crecimiento profesional.*

*A Lisnaicy por quererme tal y como soy, por regalarme los dos años más felices de mi vida y por hacerme sonreír día tras día.*

*A mi familia en general por ser los mejores, por compartir momentos incomparables y por sentirse orgullosos de mí.*

*A mis padres por ser los mejores papás del mundo, por todavía considerarme su hijo, a ustedes no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho de mí, los adoro.*

*A Yoanet por haber confiado en mi y por haberme apoyado tanto en la preparación de la misma....*

*A todos.....*

***MIL GRACIAS.***



## **RESUMEN**

En este trabajo se realiza un estudio del comportamiento energético de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, se partió del análisis particularizado dos edificaciones específicas de dicha universidad a partir de su integración con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE), esta permite una mejor gestión de recursos y portadores energéticos en la universidad y analizar el comportamiento energético de los edificios. A partir de analizar los resultados obtenidos luego de una caracterización energética general de la Universidad. En cuanto a la metodología, se utilizó el software Saunier Duval, el cual es una herramienta de simulación térmica de edificaciones que tiene concebido como parte de su funcionamiento una metodología de cálculo basado en todos los factores y parámetros que intervienen en los cálculos de climatización, de la utilidad para saber el comportamiento y la distribución de calor que existe en cada una de los locales simulados.

Por último se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio y que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.

### **Palabras claves**

- Climatización
- Edificaciones
- Metodología
- Simulación
- Software
- Térmica



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**SUMMARY**

---

## **Abstract.**

In this work we make a study of energy-environmental behavior at the University of Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" particularized analysis broke two specific buildings of the university from its integration with the Total Management System and Efficient Energy (SGTEE), this allows for better management of resources and energy carriers in college and analyze the energy performance of buildings. From analyzing the results obtained after a general energy characterization of the University. In terms of methodology, the software was used Saunier Duval, which is a thermal simulation tool that has designed buildings as part of its operation a method of calculation based on all the factors and parameters involved in the calculation of air conditioning, utility to know the behavior and heat distribution that exists in each of the premises simulated.

Finally we present the conclusions and recommendations from the study and to define a suitable path to follow to continue the theme developed in the investigation.

### **Key words:**

- Climate
- Buildings
- Methodology
- Simulation
- Software
- Thermal



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**ÍNDICES**

---

# ÍNDICE

Introducción	15
Capítulo I: Marco Teórico.	19
1.1 Introducción al capítulo.	19
1.2 Definición general de los mapas.	19
1.3 Clasificación de los mapas térmicos.	19
1.3.1 Mapa térmico de los edificios.	19
1.3.2 Mapas térmicos de la Luna identifican regiones súper-frías.	19
1.4 Gestión de la energía en edificaciones. Indicadores.	21
1.5 Uso eficiente de la energía en las Universidades.	23
1.5.1 Universidad Central de Las Villas, Cuba.	23
1.5.2 Universidad de Cienfuegos, Cuba.	24
1.6 Conclusiones parciales.	26
Capítulo II: Gestión Energética y Metodología empleada.	28
2.1 Introducción al capítulo.	28
2.2 Caracterización de la Universidad de Cienfuegos.	28
2.3 Caracterización energética de la Universidad de Cienfuegos.	33
2.4 Caracterización de las edificaciones de la universidad.	37
2.5 Metodología de cálculo empleada.	37
2.6 Conclusiones parciales.	39
Capítulo III: Análisis de los resultados.	41
3.1 Introducción al capítulo.	41
3.2 Datos recopilados.	41
3.3 Resultados de Software.	42
3.4 Comparación de los locales de los edificios.	44
3.4.1 Análisis de variantes ventajosas de instalación de equipamiento y distribución de carga.	44
3.5 Elaboración del mapa.	45
3.6 Conclusiones parciales.	46
Conclusiones Generales.	48
Recomendaciones.	50
Bibliografía.	52

Anexo	55
Anexo 1. Mapa de procesos de la Universidad de Cienfuegos.	55
Anexo 2. Organigrama de la Universidad de Cienfuegos.	56
Anexo 5. Resultado del software Saunier Duval del Rectorado	59
Anexo 6. Resultado del software Saunier Duval de la Facultad de Ingeniería	61
Anexo 7. Mapa térmico de Rectorado distribuido en niveles	62
Anexo 8. Mapa térmico de la Facultad de Ingeniería distribuido en niveles.	64
Anexo 8. Mapa térmico de la Facultad de Ingeniería distribuido en niveles.	64



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**

Carlos Rafael Rodríguez

**INTRODUCCIÓN**

---

## Introducción

El siguiente trabajo fue desarrollado en la Universidad de Cienfuegos. El mismo se encuentra enmarcado dentro de una de las líneas de investigación principales que se desarrollan el incremento de los costos de la energía y los impactos del cambio climático, son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está inmerso el mundo de hoy.

Un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento. Un sistema de gestión establece claramente las responsabilidades, los procedimientos, el entrenamiento, la verificación interna, las acciones correctivas y preventivas, y el mejoramiento continuo.

La existencia del Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) desarrollada por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), así como de un administrador de energía capacitado y certificado, sin dudas contribuye significativamente a la mejor gestión energética en la Universidad de Cienfuegos, la ausencia de indicadores energéticos de salida impiden la evolución y el mejoramiento continuo de la misma.

En la Universidad de Cienfuegos se han venido estudiando la posibilidad de realizar un investigación sobre las características térmicas de las edificaciones, la misma resulta una tarea actual e importante teniendo en cuenta la repercusión social actual que tiene el uso eficiente de la energía y la necesidad de profundizar en las normativas de gestión de recursos y portadores energéticos y en la definición de indicadores que permitan el monitoreo y el control sobre los procesos y los productos en la universidad, todo lo anterior constituye la **situación problemática** de la investigación.

## **Problema Científico**

La necesidad de desarrollar una investigación sobre la situación térmica de las edificaciones que permita la toma de decisiones de los directivos con el fin de disminuir los consumos energéticos de la Universidad de Cienfuegos.

## **Hipótesis:**

La elaboración de un mapa térmico de dos edificaciones seleccionadas en la Universidad de Cienfuegos, para la toma de decisiones de los directivos del centro, contribuirá a reducir su consumo de energía.

## **Objetivo general:**

Elaborar un mapa térmico de dos edificaciones de la universidad para reducir su consumo de energía.

## **Objetivos específicos:**

- ✓ Caracterizar energéticamente la Universidad de Cienfuegos, así como las dos edificaciones en estudios.
- ✓ Procesar a través del software Saunier Duval los datos relacionados a la cantidad de personas y equipos consumidores de los locales en estudio.
- ✓ Determinar mediante el cálculo de cargas térmicas la capacidad de refrigeración necesaria de los locales a comprobar, haciendo uso del software Saunier Duval.
- ✓ Elaboración del mapa térmico de las edificaciones estudiada.

## **Valor práctico de la investigación:**

La caracterización térmica de dos de las principales edificaciones es aplicable en la Universidad de Cienfuegos y a otras universidades cubanas teniendo en cuenta las particularidades de cada una de ellas, además de que permite dar continuidad a una temática tan actual como es el uso eficiente de la energía, lo que ayuda a los directivos del centro a la hora de decidir los equipos de climatización necesarios en cada instalación estudiada.

El trabajo queda estructurado de la siguiente forma: resumen bilingüe (español e inglés), introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I: Se realiza una caracterización general de los mapas y una búsqueda bibliográfica específica acerca de los tipos de mapas térmicos, además de evidencia la necesidad de la gestión energética en las edificaciones.

Capítulo II: En este capítulo se realiza una caracterización energética de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” de manera general, así como de las instalaciones en estudio, en este caso los edificios del Rectorado y la Facultad de Ingeniería. Además se expone la metodología utilizada sobre el software empleado en dicho estudio.

Capítulo III: Se expone el análisis de los resultados obtenidos en el estudio, así como los datos recopilados durante la investigación, el procesamiento del software y la elaboración del mapa térmico.



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

## CAPÍTULO I

# **Capítulo I: Marco Teórico.**

## **1.1 Introducción al capítulo.**

En este capítulo se realiza una definición general de los mapas así como clasificación de los mapas térmicos, además de la característica de la gestión energética de las edificaciones e indicadores. También se realiza una caracterización del uso eficiente de las universidades y de igual manera se refiere de la Universidad de Cienfuegos.

## **1.2 Definición general de los mapas.**

Un mapa es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, la cual tradicionalmente es plana, como es el caso del papel, aunque también puede ser esférica, tal como nos lo demuestran los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas, significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él, y obtener un resultado lo más exacto posible. Iniciados con el propósito de conocer el mundo, y apoyados primeramente sobre teorías filosóficas, los mapas constituyen hoy una fuente importantísima de información, y una gran parte de la actividad humana está relacionada de una u otra forma con la cartografía. (Wikipedia, 2013)

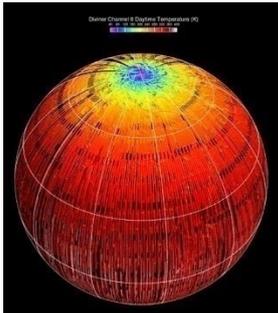
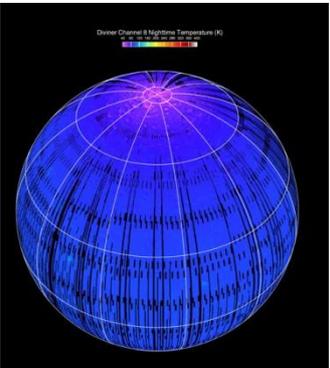
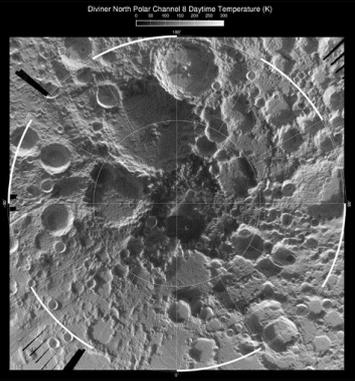
## **1.3 Clasificación de los mapas térmicos**

### **1.3.1 Mapa térmico de los edificios**

Ayuda a reducir su consumo de energía y podría ayudar a aumentar la eficiencia energética y disminuir las emisiones de carbón de los edificios, de acuerdo con sus creadores. («Explicación mapas térmicos», 2013)

### **1.3.2 Mapas térmicos de la Luna identifican regiones súper-frías**

Uno de los grandes objetivos de la Lunar Reconnaissance Orbiter es localizar recursos potenciales en la Luna, como por ejemplo agua helada. Para ello uno de los instrumentos de los que está dotada es el radiómetro lunar. Se trata de un dispositivo virtualmente idéntico al que emplea la Mars Reconnaissance Orbiter, su propósito es obtener mapas térmicos detallados de la superficie lunar el cual disponemos ahora de los primeros mapas térmicos globales de la Luna, ver figura 1.1. («Mapas térmicos de la lunas», 2009)

<p>Mapa térmico diurno.</p>	<p>Las temperaturas ecuatoriales diurnas son de unos 106°C, mientras que durante la noche bajan hasta los -183°C (ligeramente por debajo del punto de ebullición del oxígeno)</p>	
<p>Mapa térmico nocturno.</p>	<p>Las temperaturas nocturnas permanecen -133°C, debido a que se trata de cráteres recientes cuyo material estaba en el subsuelo y arrastra aún cierta inercia térmica.</p>	
<p>Mapa térmico diurno del Polo Norte lunar.</p>	<p>La temperatura diurna de estas regiones súper-frías puede llegar a ser de -238°C, más o menos la temperatura mínima de la superficie de Plutón</p>	

**Figura 1.1. Primeros mapas térmicos globales de la Luna. Fuente:** («mapas térmicos de la lunas», 2009)

## **1.4 Gestión de la energía en edificaciones. Indicadores.**

Las medidas para el uso eficiente de la energía en centros comerciales y edificios se agrupan en dos actividades fundamentales; la primera, para edificios en funcionamiento, la cual consiste en realizar una readecuación (retrofit), y la segunda, para el diseño de nuevos edificios, se proponen criterios o recomendaciones que permiten edificios de máxima eficiencia energética (diseño bioclimático).

La readecuación o retrofit consiste en el cambio de equipos obsoletos, aplicando dispositivos y accesorios mecánicos, eléctricos y electrónicos, a los cuales genéricamente se les llama ahorradores de energía. Dentro de las acciones que se incluyen en este grupo tenemos: la seccionalización de circuitos de alumbrado, sustitución de lámparas incandescentes por ahorradoras, sustitución de balastos electromagnéticos por electrónicos, aislamiento de techos y paredes, entre otras.

El diseño bioclimático por su parte permite construir edificios teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas de la localidad a fin de que sea esta misma la que regule los intercambios de materia y energía con el medio ambiente y propicie las condiciones que determinan la sensación de bienestar térmico del ser humano en interiores.

Un reporte del Instituto para Eficiencia Energética en California publicó un estudio realizado en el año 1998 donde se evaluaba un edificio comercial de un consumo de 86,593 GWh, distribuido un 35% para consumo eléctrico y un 15 % en el consumo de gas. En el espacio condicionado de la edificación comercial aproximadamente el 18 % se correspondía con el consumo de electricidad, un 42% con gas natural y una 10% del consumo de electricidad se utilizaba en ventilación como era el caso de ventiladores y bombas.

El propósito del proyecto estaba encaminado a realizar la distribución de energía en el sistema incluyendo ventiladores, bombas transporte de calor y enfriamiento, ventilación de aire, donde se destacaban un grupo de tareas tales como:

- Caracterizar la distribución del consumo de energía del edificio comercial.
- Analizar la distribución del sistema de consumo de energía.
- Identificar oportunidades de ahorro.

Los resultados de este estudio evidencian la necesidad de realizar un conjunto de tareas en edificaciones que contribuyen a identificar un grupo de oportunidades de ahorro en la distribución de energía.

La implementación de programas de eficiencia energética en edificaciones por concepto de cambio de iluminación ha tenido un amplio uso a nivel internacional, el Grupo

Lawrence Berkeley del laboratorio Nacional fundó la llamada lámpara

Berkeley por el departamento de energía y la comisión de energía de California, fueron sustituidas lámparas incandescentes de 150 watt, por lámparas halógenos de 300 watt resultado que facilita un 40% de facilidades de costos de electricidad por incremento de eficiencia.

El efecto del cambio en el Hotel Sacramento California en el reemplazo de las lámparas fluorescente por las lámparas **Berkeley**.

### Indicadores energéticos en edificios.

Existen varios indicadores que se emplean en los edificios para gestionar el consumo de energía, ya sean indicadores físicos como los kWh/persona, los kWh/m<sup>2</sup> o indicadores económicos como los costos de energía por personas o costos de energía por m<sup>2</sup>. En la Tabla 1.1 se muestran los indicadores empleados en Perú para los edificios.

Indicadores Energéticos	
Consumo de EE por empleado (d/a)	kWh/persona
Consumo de ET por empleado (e/a)	kWh/persona
Consumo de Energía por empleado (f/a)	kWh/persona
Consumo de EE por m <sup>2</sup> (d/b)	kWh/m <sup>2</sup>
Consumo de ET por m <sup>2</sup> (e/b)	kWh/m <sup>2</sup>
Consumo de Energía por m <sup>2</sup> (f/b)	kWh/m <sup>2</sup>
Costos de EE por empleado (g/a)	S/. /Persona
Costos de ET por empleado (g/a)	S/. /Persona
Costos de Energía por empleado (i/a)	S/. /Persona
Costos de EE por m <sup>2</sup> (g/b)	S/. m <sup>2</sup>
Costos de ET por m <sup>2</sup> (h/b)	S/. m <sup>2</sup>
Costo Total de Energía por m <sup>2</sup> (i/b)	S/. m <sup>2</sup>

**Tabla 1.1 Indicadores energéticos para edificaciones**

**EE:** Energía eléctrica

**ET:** Energía térmica

**Fuente:** Manual Ahorro Edificios Públicos. Perú

Los índices energéticos constituyen una importante herramienta que permiten conocer el nivel de eficiencia con que opera un edificio determinado, al comparar sus valores con los de construcciones similares, o sea permiten gestionar el consumo energético.

## **1.5 Uso eficiente de la energía en las Universidades**

El uso eficiente de la energía es la medida más efectiva, a corto y mediano plazo para lograr una reducción significativa de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero. Las universidades tienen una gran responsabilidad y repercusión social, pues son ejemplo y motor impulsor del cambio social. (Martínez Díaz, J, 2010).

### **1.5.1 Universidad Central de Las Villas, Cuba**

La elaboración de una Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética es sin dudas una de las actividades prioritarias en que se encuentra enfrascado el país. Todo ello pasa por la caracterización energética de las entidades mayores consumidoras del territorio nacional lo que constituye el paso inicial en la implementación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía. (García Morales and Landa García, 2009)

Según los autores antes mencionados, por sus características, la Universidad Central de Las Villas se ubica dentro de los grandes consumidores de portadores energéticos de la provincia y el país. Para determinar el consumo existente se emplea la siguiente metodología:

- Establecimiento de la estructura de consumo del centro.
- Comportamiento de los consumos energéticos del centro para los años 2003, 2004 y 2005. Gráficos de control.
- Estratificación de los resultados por áreas de trabajo.
- Determinación de las áreas y puestos claves.
- Establecimiento de indicadores físicos de control.
- Oportunidades de ahorro.

Al aplicar esta metodología se obtienen diversos resultados entre los que se encuentran la estructura de consumo de portadores energéticos en la UCLV, las áreas y puestos claves, los principales consumidores de energía eléctrica, las facultades que mayor consumo energético tienen; demostrándose el consumo real de energía en la Universidad. (García Morales and Landa García, 2009)

La implementación de las herramientas del sistema de gestión energética permite determinar el panorama global generalizado del estado técnico organizativo y nivel de gestión en la Universidad Central de Las Villas y establecer:

1. Medidas de ahorro específicas en las áreas para el incremento de eficiencia.
2. Banco de problemas energéticos.
3. Proponer el plan de medidas.

### **1.5.2 Universidad de Cienfuegos, Cuba**

La gestión eficiente de la energía dentro de la Universidad de Cienfuegos es un compromiso que se adquiere ante la necesidad de tener campos sustentables.

El compromiso incluye la reducción del consumo de energía, la implementación de acciones de conservación de la energía y la eficiencia del uso de la misma; así como la implementación de tecnologías nuevas que permitan el ahorro y uso efectivo de los recursos.

Según los autores previamente citados este proyecto requiere del esfuerzo de cada individuo que se desenvuelve en el campus para la eliminación de comportamientos que conducen al desperdicio de energía.

#### **Objetivos:**

- Reducir el consumo de energía.
- Hacer uso eficiente de la energía.
- Implementar acciones de conservación de energía.
- Formar hábitos para el uso eficiente de la energía.
- Fomentar el desarrollo de investigaciones sobre energía renovable y energía que no produzca contaminación.

#### **Situación actual:**

La Universidad de Cienfuegos en el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) en colaboración con varias universidades e instituciones del país, basándose en la experiencia nacional e internacional en administración de energía, desarrolla el Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía (SGTEE) para el mejoramiento continuo de la eficiencia y la reducción de los costos energéticos en la industria y los servicios. (Fernández Pérez, R.D., 2012)

La generalización del SGTEE se incluye como una tarea de la Revolución Energética, encaminada a la elevación de la eficiencia energética en 1010 centros comprendidos entre

los mayores consumidores del País. La Universidad de Cienfuegos se encuentra al frente de la Red Nacional de Eficiencia Energética del Ministerio de Educación Superior.

La aplicación del SGTEE en la Universidad de Cienfuegos contribuye directamente a la disminución del consumo de energía eléctrica algo que se puede corroborar cuando se comprueba que el consumo es inferior al plan. Pero como en todo sistema se hace necesaria la mejora, en estudios realizados en un trabajo de diploma el año pasado se detectaron una serie de problemas que afectan la Eficiencia Energética en nuestro centro, los que se relacionan a continuación:

- Poca conciencia de la necesidad de ahorro de energía eléctrica por el personal en general.
- Inexistencia de indicadores de salida o producto final que refleje realmente la eficiencia en el consumo de energía.
- Poca uso de las posibilidades de ahorro de las PC.
- Existencia de salideros de agua en la red interna y externa que implican un trabajo adicional de las bombas de agua.
- Alto consumo de energía eléctrica por la Residencia Estudiantil.
- Registro deficiente y poco frecuente del consumo de energía eléctrica por parte de las diferentes áreas de la UCF.
- Desconocimiento por parte del personal de contabilidad del consumo de energía eléctrica.

## **1.6 Conclusiones parciales**

1. Se realiza una breve reseña de todo lo referido a los mapas, así como los tipos de mapas térmicos existentes.
2. Se realiza de manera general una caracterización de la gestión de edificaciones e indicadores.
3. Se evidencia que el uso eficiente de la energía, la necesidad del ahorro y la eficiencia energética en las universidades tiene una amplia repercusión social, pues estas son ejemplo y motor del cambio social.



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

## CAPÍTULO II

---

## **Capítulo II: Gestión Energética y Metodología empleada.**

### **2.1 Introducción al capítulo.**

En este capítulo se realiza una caracterización general de la Universidad de Cienfuegos así como la caracterización energética de la misma. También se hace referencia a la característica de las edificaciones del rectorado y la Facultad de Ingeniería, además se propone la metodología para el cálculo de los locales de cada edificio a estudiar.

### **2.2 Caracterización de la Universidad de Cienfuegos**

La educación superior revolucionaria en Cienfuegos tiene sus orígenes en las actividades que la Universidad Central de Las Villas realiza en 1969 como preparación de la participación de profesores y estudiantes en la zafra de 1970; a partir de este momento ha existido un proceso de ininterrumpido desarrollo hasta nuestros días. (Díaz Rodríguez. Ana M, 2011)

En 1971 se iniciaron los estudios de Ingeniería para trabajadores de la Brigada Comunista de la Construcción y Montaje y la Termoeléctrica, y comienza el curso diurno para estudiantes de Pedagogía. En 1972, se crea la Filial Universitaria, la cual, con fecha 6 de diciembre de 1979, se convierte en el Instituto Superior Técnico de Cienfuegos; creciendo gradualmente su matrícula y espectro de carreras con dos facultades: Ingeniería y Economía. Simultáneamente se desarrollan la Filial Pedagógica, la Facultad de Cultura Física y la Facultad de Ciencias Médicas.

Los primeros años de la Universidad cumplieron una vocación técnica determinada por la necesidad en el territorio de formar especialistas que luego dedican sus esfuerzos al desarrollo del urgente proceso industrial, que se verifican en la recién creada provincia de Cienfuegos. Surge entonces el Instituto Superior Técnico de Cienfuegos (ISTC).

En los 90 el antiguo ISTC es sometido a un proceso que es denominado como “integración”, caracterizado por la incorporación de las facultades de Cultura Física y la Filial Pedagógica; que en lo adelante se subdivide a su vez en dos facultades más, la de Educación Primaria y la de Educación.

En 1991, por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, las dos primeras entidades se integran en el Instituto Superior Técnico de Cienfuegos, que desde entonces

asume los siguientes perfiles: Técnico, carreras de Ingeniería Mecánica e Industrial, Termoenergética y Mecánica Automotriz; Económico, Licenciatura en Economía y Licenciatura en Contabilidad, Pedagógico, Licenciaturas en Inglés, Matemática, Español, Química, Marxismo, Educación Primaria, Defectología y Preescolar, Deportivo, Licenciatura en Cultura Física, Agropecuario, Ingeniería Agronómica en la modalidad de curso para trabajadores, así como las Unidades Docentes de 4to y 5to Agronomía y Veterinaria, Ciencias Sociales: Unidades Docentes de 4to y 5to año de Licenciatura en Derecho. Además de desarrollar Cursos Libres en varias carreras. Esta situación conlleva a fomentar además un perfil más diverso y humanístico para el ISTC que logra ser declarado como Universidad en 1994.

En 1998, la Universidad de Cienfuegos recibe el honroso nombre de “Carlos Rafael Rodríguez”.

En 1999 la Universidad “Carlos Rafael Rodríguez” arriba a su XX Aniversario de fundada con la apertura por primera vez en el país de la carrera de Licenciatura en Estudios Socioculturales.

Finalizando el curso 99 – 2000, la Universidad alcanza el tercer lugar provincial en la emulación nacional por el 26 de julio, mientras que en el curso 2000 – 2001 inician su vida académica dos nuevas Facultades: “Ciencias Sociales y Humanísticas”, que incluye a los estudiantes del Curso Preparatorio en Idioma Español con los estudiantes caribeños y la carrera de Estudios Socioculturales; la otra Facultad es la de Informática, con la apertura de la carrera del mismo nombre con un grupos de estudiantes.

Como parte de la universalización de la educación superior, a partir del año 2003, se crean ocho sedes universitarias, una en cada municipio, en las que se abren nuevas carreras de diferentes perfiles, con énfasis en las humanidades, la economía y las carreras agropecuarias.

En el año 2010, como parte del fortalecimiento de la estructura universitaria, se aprueba oficialmente un redimensionamiento de las estructuras y se crea la Facultad de Ciencias Agrarias, lo cual responde a la prioridad de la problemática agropecuaria del país.

En su sistema de trabajo de ciencia, innovación y postgrado, la Universidad cuenta hasta el cierre del curso 2012/2013 con cinco centros de estudios aprobados como forma organizativa de la educación superior para potenciar áreas estratégicas en la investigación, la innovación y el postgrado. Los centros de estudios se crean en las líneas de investigación

relacionadas con la energía y el medio ambiente, la oleohidráulica y la neumática, la mecánica aplicada, la didáctica y dirección de la educación superior, los estudios socioculturales y la transformación agraria sostenible.

El curso 2011/2012 comienza con la adopción de una nueva estructura universitaria. Se unifican las facultades de Informática e Ingeniería Mecánica, así como el Centro de Estudios de la Oleohidráulica y la Neumática (CEDON) y el Departamento de Mecánica. La nueva Facultad de Ingeniería se fortalece e incorpora una nueva perspectiva ingenieril a la Universidad de Cienfuegos.

Varios grupos de investigación – desarrollo, comienzan a consolidarse desde el año 2010, entre ellos el Grupo de Estudios Avanzados (GEA) y el Grupo de Desarrollo de Tecnologías Educativas (DGTED). El Centro de Recursos de Aprendizaje e Investigación (CRAI) se consolida en el año 2011, dando inicio a una nueva era de la gestión de la información y la comunicación.(Díaz Rodríguez. Ana M, 2011)

La Universidad de Cienfuegos tiene como misión y visión:

**Misión:**

La Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” con un colectivo comprometido con la Revolución y el Socialismo, garantiza la formación integral y la superación continúa de profesionales que demanda la sociedad.

Consolida, desarrolla y promueve la ciencia, la innovación y la cultura acorde con las exigencias del desarrollo sostenible del territorio y el país.

**Visión:**

La Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” arriba al 2015 como:

- Fiel exponente de los principios revolucionarios, valores patrios y participa activamente en el perfeccionamiento del modelo económico cubano.
- Promotora de una cultura general, competencias y programas académicos al nivel de los estándares internacionales de acreditación.
- Entidad que garantiza a los profesionales del territorio la actualización sistemática al más alto nivel, con un claustro de excelencia que desarrolla en sus clases el debate científico, político e ideológico y son formadores de las nuevas generaciones de docentes.

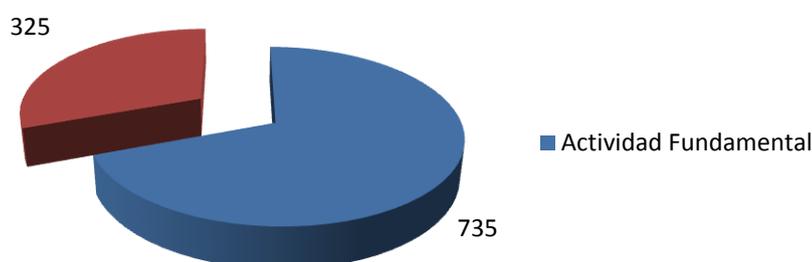
- Institución que consolida las dimensiones humanista, medio ambiental y económica en sus egresados, dotados de una adecuada expresión oral y escrita en la lengua materna, comunicación en idioma inglés con fines profesionales y que aplica las categorías marxistas acorde al área del conocimiento en que se ha graduado.
- Referente en la gestión de la ciencia, tecnología, innovación y extensión universitaria que impacta en las áreas de desarrollo petroquímico, agroindustria, vivienda, generación de energía, materiales de la construcción y de las ciencias física y matemática.
- Modelo de gestión integrada de los procesos universitarios que genera impactos en el desarrollo socioeconómico local.
- Institución que mantiene estrecha relación con otros centros de educación superior que permite a través del intercambio elevar la calidad y pertinencia de sus procesos con eficiencia y eficacia.

Por otra parte la universidad tiene hoy un gran reto que la ubica en un momento trascendental y de cambios cualitativamente superiores, como parte integrante de la Tercera Revolución Educacional: La Universalización de la Educación Superior. Ello se pone de manifiesto en la apertura de nuevas carreras universitarias que garantizan la continuidad de estudios a los jóvenes egresados de las Escuelas de Trabajadores Sociales, Maestros Emergentes, y Curso Integral para Jóvenes. Hoy la universidad cuenta en la provincia con 8 Centros Universitarios Municipales (CUM), en las cuales se estudian las carreras de: Psicología, Derecho, Estudios Socio Culturales, Contabilidad, entre otras.

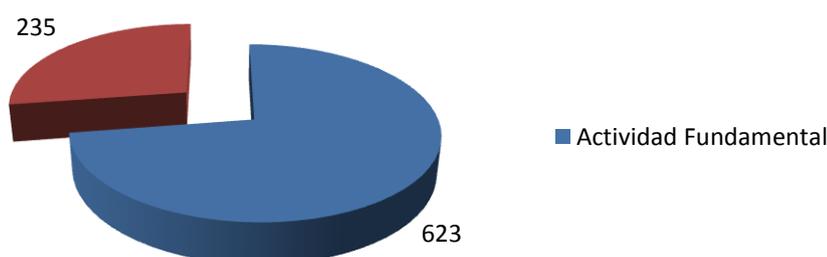
Como estrategias y procesos actúan en igual sentido en la organización, es precisamente el desarrollo e interacción del conjunto de procesos que intervienen en ella, los que permiten el cumplimiento de sus objetivos estratégicos y de la misión en la organización. En el mapa general de procesos de la Universidad se identifican tres tipos de procesos: los procesos directrices o de anticipación, dentro de los cuales se destacan, la planeación estratégica, la implantación de esta y el control de gestión (autoevaluación), los procesos misionales, considerándose como tales: el proceso de proyección social que incluye los programas de impacto social y los vínculos con la comunidad, además del proceso docente-educativo y el proceso ciencia e innovación, identificándose en un tercer grupo los procesos de apoyo, los cuales incluyen la gestión de los recursos humanos , gestión de servicios universitarios, gestión de servicios financieros, gestión de

conocimientos y la información, y relaciones internacionales, cuya selección responde a la misión y al estado de desarrollo del modelo de gestión en ella empleado. (Díaz Rodríguez. Ana M, 2011)

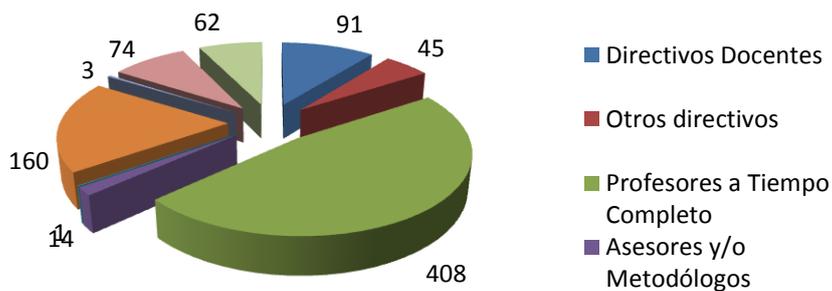
La Universidad de Cienfuegos cuenta con una plantilla actual aprobada de 1060 trabajadores, los cuales están distribuidos en dos grupos, 325 realizan las actividades de apoyo y 735 la actividad fundamental, tal como se muestra en la figura 2.1, esta plantilla está actualmente cubierta por 858 de ellos, como aparece en la figura 2.2, en general cuentan con un promedio de 875 trabajadores. En la figura 2.3 se desglosan los trabajadores de la Universidad de Cienfuegos (UCF) según las categorías ocupacionales, docentes y científicas.



**Figura 2.1: Plantilla actual aprobada de la Universidad de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura 2.2: Plantilla actual cubierta de la Universidad de Cienfuegos. Fuente: Elaboración Propia.**



**Figura 2.3: Trabajadores físicos (fijos) por categorías ocupacionales, docentes y científicas. Fuente: Elaboración Propia.**

### 2.3 Caracterización energética de la Universidad de Cienfuegos

Desde 1996 en la Universidad de Cienfuegos se realizan acciones dirigidas a disminuir el consumo de los portadores energéticos, principalmente de energía eléctrica y de fuel oíl. Aunque, debido principalmente a la escasez de recursos, sobre todo de medios de medición y a la inexistencia de un sistema de gestión energética, los trabajos se limitan a las tareas de mantenimiento y al corte frecuente de fluido eléctrico a las áreas de mayor consumo. (Consejo Energético, 2009)

En el año 2001 comienza la introducción del SGTEE, desarrollado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) con los siguientes objetivos iniciales:

- Recolección de datos estadísticos sobre el uso de los portadores energéticos.
- Estudio de los principales problemas en el uso eficiente de los portadores energéticos.
- Determinación de la estructura de consumo del centro.
- Levantamiento del banco de problemas energéticos.
- Determinación de la estructura de consumo del centro.
- Determinación de potenciales de ahorro.
- Conformación de la comisión de energía del centro

Actualmente en la UCF se aplica el Sistema de Gestión Total Eficiente de Energía.

De acuerdo al control energético existente en la universidad, en el mes de diciembre de 2012 los portadores energéticos presentan el siguiente comportamiento:

- **Energía:** de un plan de 68000 kWh tuvo un real de 52032 kWh para un 76.5% y un 90.16% al cierre del año.

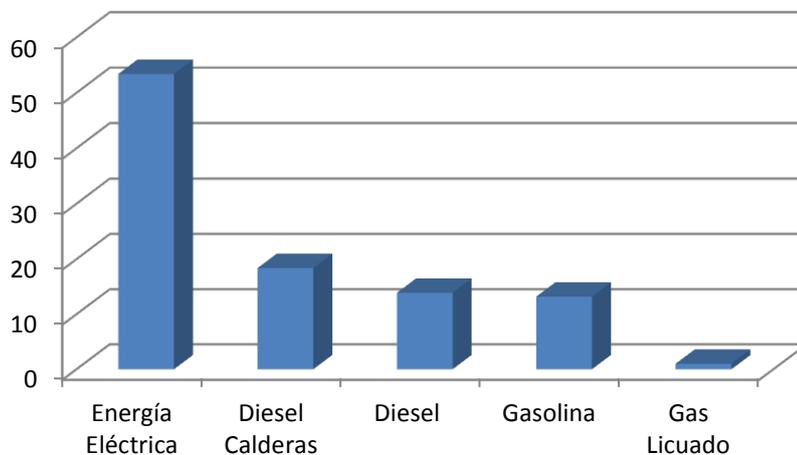
- **Diesel:** en el caso del diesel para las calderas se comporta a un 100% y para transporte de un índice de 3.9 planificado se incurre en un 4.4 para un 112.8%, la sobreejecución está dada por una asignación adicional en el mes.

- **Agua:** el consumo se comporta a un 96.4%.

La estructura de consumo y costos de los portadores energéticos en el año 2012 se puede apreciar en la tabla 2.1, así como en la figura 2.4.

Portador	Unidad	Valor	TCC	%	Acumulado	Costo, pesos
E. ELEC	MWh	761.2	271.2	67.2	67.2	157908.8
Diesel Calderas	Litros	46322	41.48	10.3	77.5	45858.8
Diesel	Litros	36771	32.92	8.2	85.7	36403.3
Gasolina	Litros	58443	48.73	12.1	97.8	58443
Gas licuado	Kg	7785	9.05	2.2	100	7486.6
TOTALES			403.4	100		306100.4

**Tabla 2.1: Estructura de consumo y costo del pasado año.**



**Figura 2.4: Estructura de consumo de portadores energéticos.**

Según los datos analizados es evidente que el mayor consumo corresponde a la energía eléctrica, no significando esto que la universidad incurra en grandes gastos de energía, por el contrario, su consumo se mantiene por debajo de la mayor parte de las empresas de la provincia de Cienfuegos, evidenciándose esto en la figura 2.5.

El energético de la universidad en conjunto con el Consejo Energético desarrollan un estudio de la distribución del consumo eléctrico por áreas, lo que demuestra que el 75 % del promedio diario de energía lo consumen ocho áreas, lo cual se muestra en la figura 2.6.

En la figura anterior se demuestra que las áreas de la Residencia Estudiantil, Las Facultades de Informática, Ciencias Económicas y Empresariales, Mecánica, el Hotel, el Rectorado y las bombas, la cocina y la iluminación son las mayores consumidoras de energía eléctrica debido a que son en las que existe un mayor flujo de personas, ya sea en tareas educativas o administrativas.

Así mismo se muestra la distribución del consumo eléctrico por uso final, demostrándose que los equipos mayores consumidores de electricidad son las PC y los aires acondicionados, el resto de los equipos no son representativos en el consumo, tal como se muestra en la figura 2.7.

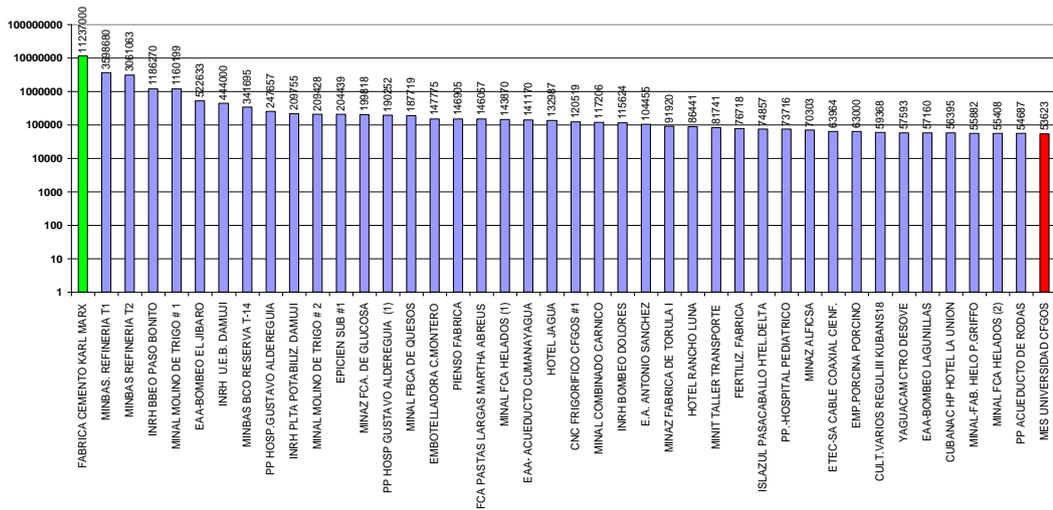


Figura 2.5: La UCF como consumidora de energía eléctrica.

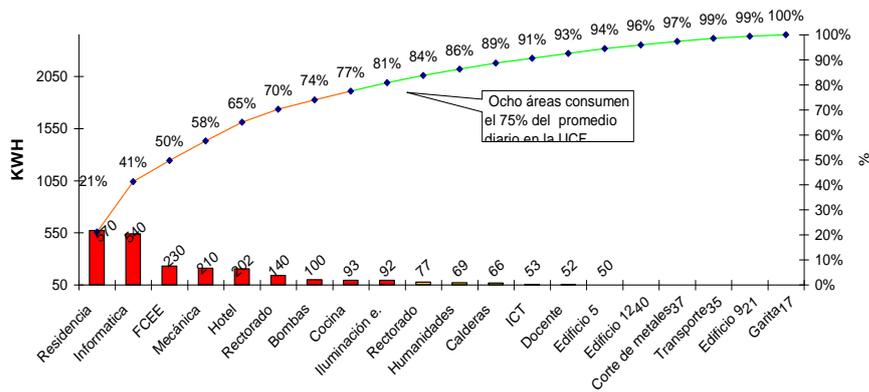


Figura 2.6: Distribución del consumo por áreas. Fuente:

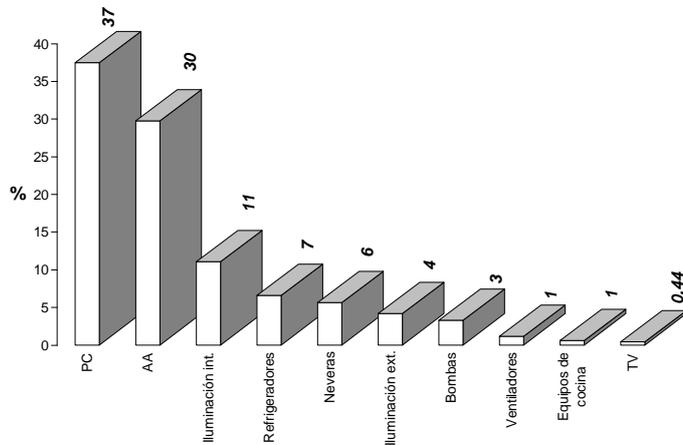


Figura 2.7: Distribución del consumo por uso final. Fuente:

El estudio energético realizado en el mes de diciembre de 2012, muestra que el cumplimiento de los planes mensuales de consumo de electricidad es el adecuado, este se comporta por debajo del plan; en la Facultad de Ingeniería el consumo también es inferior al plan, así como en el Rectorado. Los indicadores de consumo de los medios de transporte son los correctos, (Colectivo de Autores, 2010)

A pesar que la Universidad de Cienfuegos cumple con todos los requisitos energéticos y se encuentra en una posición favorable.

## **2.4 Caracterización de las edificaciones de la universidad.**

El rectorado es un edificio de cuatro niveles y teniendo en cuenta que la salida del sol se muestra de este a oeste, es decir, desde atrás hacia adelante del edificio del rectorado no tiene árboles a su alrededor que lo protejan de los rayos solares y las temperatura es mayor que en la facultad de ingeniería, además de que los equipos consumidores de energía como son computadora y aires acondicionados son poco a diferencia de la Facultad de Ingeniería por lo que esto representa que no es un edificio que dependiendo de dichos equipos sea ineficiente el uso de la energía.

La Facultad de Ingeniería que tiene cierta cantidad de árboles a su alrededor que lo pueden proteger de los rayos de sol, por lo cual mantiene las temperatura más fresca, pero tiene mucho más equipos consumidores de energía por lo que influye más en el consumo de energía que en el edificio del rectorado.

La tipología constructiva de ambos edificios es de pórticos y el material de su estructura es hormigón prefabricado. Basado en el sistema constructivo Girón. Estos son aspectos necesarios a tener en cuenta en las cargas térmicas de los locales para la confección del mapa térmico.

## **2.5 Metodología de cálculo empleada.**

Se realiza la recopilación de datos necesarios de las edificaciones en estudios para la aplicación del software Saunier Duval, el cual se llevó a cabo el cálculo de cargas térmicas de los edificios Rectorado y Facultad de Ingeniería. Este programa tiene el propósito de resolver la mayor parte de los trabajos de cálculo que se realizan en una instalación, con el menor número de demandas de datos.

Para realizar los cálculos exhaustivos de la tesis se necesitan múltiples datos además de ser totalmente fiables, esto en la mayoría de los casos es imposible ya que se desconocen los datos y valores que a simple vista se le van dando al programa. Esto hace

que pierda fiabilidad el programa, haciendo que un cálculo resulte interminable y al final se arrincone el programa por falta de operatividad.

En el caso del cálculo de aire acondicionado, este programa tiene algunas ventajas con respecto al método de cálculo manual:

- ✓ La introducción y corrección de datos es fácil.
- ✓ No hace falta tener al lado una calculadora.
- ✓ Poder realizar el cálculo en cualquier momento.
- ✓ Poder copiar cualquier zona o proyecto.
- ✓ Poder borrar cualquier zona o proyecto.
- ✓ Posee ayudas en cada dato y en línea.
- ✓ Posee ayudas por menús en los datos de elección.
- ✓ Se puede crear todo desde un proyecto, por ejemplo crear los datos de una zona tipo.
- ✓ Los cálculos se pueden realizar hora a hora y zona a zona.
- ✓ Se piden los datos más relevantes, ya que la demanda de muchos datos no significa necesariamente un cálculo más exacto.

A la hora de recolectar los datos en los locales se tuvo en cuenta los momentos picos de la demanda de clima, por lo que todos los cálculos tienen un factor de seguridad.

Saunier Duval posee la forma más rápida de calcular las conducciones de aire para climatizar. Se puede variar el número de salidas sin tener que reiniciar los cálculos y modificar en todo momento cualquier dato sin ir a ninguna pantalla inicial.

Tampoco se necesita especificar caudales para los datos y se pueden numerar los mismos como se desee.

## **2.6 Conclusiones parciales**

1. Se caracteriza la universidad de manera general así como de igual forma se hace referencia de las características energéticas de la misma.
2. Se caracterizan las edificaciones que son objeto de estudios en la presente investigación.
3. Se utiliza el software Saunier Duval para el calcula el cual es una herramienta de simulación térmica de edificaciones que tiene concebido como parte de su funcionamiento una metodología de cálculo basado en todos los factores y parámetros que intervienen en los cálculos de climatización, el cual permite analizar el comportamiento térmico y energético del edificio, mediante el ingreso de los datos auditados.



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

## CAPÍTULO III

---

## Capítulo III: Análisis de los resultados.

### 3.1 Introducción al capítulo.

En este capítulo se realiza el análisis según los datos recopilados para una comparación con algunos de los locales y también de los resultados obtenidos por el software Saunier Duval, donde se realiza la elaboración del mapa térmico de cada nivel.

### 3.2 Datos recopilados.

Los datos que se copilaron fueron las temperaturas de cada local para posteriormente realizar los cálculos con la temperatura para observar la transferencia de calor que transfiere desde el exterior hacia el interior y con la ayuda del software Saunier Duval realizar un mapa térmico.

#### Rectorado.

	Local	Mañana			Mediodia			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Rector	1	28,1	25,8		29	26		27,8	25,1	
Secretaria	2	28,1	26,1		29	26,4		27,8	25,5	
Salon 2	3	28,1	26,1		29	26,3		27,8	25,6	
Salon 1	4	28,1	26		29	26,3		27,8	26,1	
Cont	5	27,1	25,3		28,7	27		27,1	27,2	
Cobro-Pago	6	27,1	26		28,7	26,1		27,1	26,7	
Planificacion	7	27,1	25,9		28,7	26,1		27,1	27	
Finanza	8	27,1	25		28,7	26,4		27,1	26,7	
Salon d' Reunion	9	27,4	25,9		28,5	26,5		27,4	26,7	
Economia	10	27,4	25,6		28,5	26,2		27,4	25,5	
Asesoria	11	27,4	25		28,6	26,3		27,4	25,4	
Asesoria	12	27,4	26,7		28,6	26,1		27,4	25,6	
Asesoria	13	27,4	25,3		28,9	26,4		27,4	26,1	

Tabla 3.1. Temperatura del 1 nivel de la Rectorado

Ver anexo 3

## Facultad de Ingeniería.

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Laboratorio Físico-Mecánico	1	26,2	25,1		26,7	25,1		26,6	25,8	
Laboratorio Físico-Molecular	2	26,2	25,4		26,7	25		26,6	25,6	
Laboratorio Eléctrico y Magnetismo	3	26,2	24,1		26,7	25,8		26,6	25,1	
Laboratorio de Física Óptica y CEEMA	4	26,4	24,6		26,7	25		26,6	25,9	
Laboratorio de Computación	5	26,4	25,9		26,7	25,7		26,6	25,7	
Laboratorio de Maestría	6	26,4	24,3		26,7	25,1		26,6	25,7	
Aula de Maestría	7	26,1	25,5		27,3	26,1		26,4	25,7	
Teatro	8	26,1	25,4		27,3	26		26,4	25,4	
Decanato	9	26	24,9		27,3	25,8		26,4	25,3	
Salón de Reuniones	10	26	24,9		27,3	25,6		26,4	25,7	
Administración	11	26	25		27,1	26		26,2	25,3	
Oficina FEU	12	25,9	24,1		26,3	25,1		26,2	25,5	
Oficina Milagro	13	25,9	24,1		26,3	25,6		26,2	25,1	
C-Inf-Energia	14	25,9	24,6		26,3	25,3		26,4	25,5	
Vice decano Investig	15	26,2	25,6		26,4	25,6		26,1	25,3	
Oficina de Owen	16	26,2	25,7		26,4	25,6		26,1	25,4	
Oficina Vladimir	17	26,2	25,4		26,4	25,4		26,1	25,3	

Tabla 3.2. Temperatura del 1 nivel de la Facultad de Ingeniería

Ver anexo 4

### 3.3 Resultados de Software

Como se explicó en el capítulo anterior para los cálculos de cargas térmicas se utilizó el software Saunier Duval, donde para la realización de estos cálculos se tomaron las condiciones iniciales siguientes:

- ✓ Provincia: Cienfuegos.
- ✓ Temperatura en invierno: 14 °C.
- ✓ Temperatura en verano: 32 °C.
- ✓ Humedad relativa: 77%.
- ✓ Variación de la temperatura: 10 °C.
- ✓ Altura sobre nivel del mar: 20 m
- ✓ El tiempo de trabajo se tomo el horario pico para que la carga fuera la máxima y fue de 8 AM a 16 PM.

A partir de estas condiciones se introdujeron todos los datos de los locales en el software y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

## Rectorado.

Locales	Maxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Rector	1785	1482	303	0,59
Secretaria	1659	1356	303	0,55
Salon 2	3048	2285	763	1,01
Salon 1	7864	4947	2917	2,6
Cont	2711	1996	715	0,9
Cobro-Pago	1077	839	238	0,36
Planificacion	1283	926	357	0,42
Finanza	1832	1236	596	0,61
Salon d' Reunion	3022	1871	1551	0,99
Economia	1381	1102	279	0,46
Asesoria	742	595	147	0,25
Asesoria	1089	851	238	0,36
Asesoria	497	259	238	0,16
<b>Totales</b>	<b>27990</b>	<b>19745</b>	<b>8645</b>	<b>9,26</b>

Tabla 3.3. Datos del Saunier Duval 1 nivel del Rectorado

Ver anexo 5

## Facultad de Ingeniería

Locales	Máxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Laboratorio Físico-Mecánico	3992	3055	937	1.32
Laboratorio Físico-Molecular (almacenamiento)	2226	2226	0	0.73
Laboratorio Eléctrico y Magnetismo	8044	5200	2844	2.6
Laboratorio de Física Óptica y Modelado	3825	2888	937	1.26
CEEMA	3526	3049	477	1.16
Laboratorio de Computación	4233	526	707	1.39
Aula de Maestría	4906	3509	1397	1.62
Teatro	12072	8344	3728	3.99
Decanato	1056	913	143	0.34
Salón de Reuniones	2378	1671	707	0.78
Administración	866	763	103	0.28
Oficina FEU	446	436	0	0.14
Oficina Milagro	436	436	0	0.14
C-inform-energía	788	691	97	0.26
Oficina Vicedecano de investigación	744	647	97	0.24
Oficina Owen (Física)	547	450	97	0.19
Oficina Vladimir (Electricidad)	698	601	97	0.23
<b>Totales</b>	<b>50783</b>	<b>35405</b>	<b>12368</b>	<b>88.94</b>

Tabla 3.4. Datos del Saunier Duval 1 nivel del Facultad de Ingeniería

Ver anexo 6

### 3.4 Comparación de los locales de los edificios

Para la comparación de los locales se escogieron 4 locales del rectorado y de la Facultad de Ingeniería para esto se llevo a cabo los cálculos específicos para estos locales, el cual por consiguiente se muestran en las tablas 3.5 y 3.6 ...

FING				
Locales	Máxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
CEEMA	3526	3049	477	1,16
Teatro	12072	8344	3728	3,99
Decanato	1056	913	143	0,34
Oficina Owen (Física)	547	450	97	0,19
<b>Totales</b>	<b>17201</b>	<b>12756</b>	<b>4445</b>	<b>5,68</b>

Tabla 3.5. Resultados del software en la Facultad de Ingeniería.

RECTORADO				
Locales	Máxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Oficina del Rector	1320	1257	63	0,87
Salon de Reunion	7864	4947	2917	5,2
Economia	1381	1102	279	0,91
Finanza	1832	1236	596	1,21
<b>Totales</b>	<b>12397</b>	<b>8542</b>	<b>3855</b>	<b>8,19</b>

Tabla 3.6. Resultados del software en el Rectorado.

#### 3.4.1 Análisis de variantes ventajosas de instalación de equipamiento y distribución de carga.

El análisis de las variantes de instalación de equipamiento se puede determinar analizando la capacidad de refrigeración instalada y la que demanda del local, determinado la capacidad sobrante y la capacidad faltante, además de la cantidad de persona por local. También como se puede instalar en los locales no climatizados, estos datos los podemos observar en la tabla 3.7.

	Locales	Cap. Instalada (TR)	Cap. Necesitada (TR)	Cap. Sobrante (TR)	Cap. Faltante (TR)	Cantidad de persona
FING	CEEMA	2	1,16	0,84	----	10
	Teatro	4,5	4	0,5	----	80
	Decanato	1	0,34	0,66	----	3
	Oficina Owen (Física)	----	0,19	----	----	2
Rectorado	Oficina del Rector	2	0,87	1,13	----	1
	Salon de Reunion	5	5,2	----	0,2	47
	Economia	1,5	0,91	0,59	----	2
	Finanza	1	1,21	----	----	5

### Tabla 3.7 Comparación entre los locales de la demanda real y la instalada.

Como se puede observar en la tabla anterior en la mayoría de los locales hay capacidad sobrante, excepto en el salón de Reunión, por lo que en la tabla 3.7 se observa claramente en el caso del teatro y del salón de reunión debido que este se encuentra en una ubicación donde el sol prevalece más y por consiguiente la temperatura va a ser aun mayor el cual hace que sea necesaria una mayor capacidad de refrigeración por la temperatura y en caso del teatro al ser una zona donde rodeada de árbol es una zona mas fría y húmeda el cual provoca que la temperatura no altere la capacidad de refrigeración, además que algunos de los aires están sobre dimensionados y por esta causa el consumo de corriente eléctrica se eleva. Si se tuvieran aires acondicionados que no estuvieran sobredimensionados el consumo de corriente disminuiría en gran porcentaje.

### 3.5 Elaboración del mapa

En la siguiente figura se muestra la elaboración del mapa térmico, con todas las características para una valoración de los directivos para toda de decisiones. En la figura 3.1 se muestra el mapa térmico confeccionado.

#### Rectorado

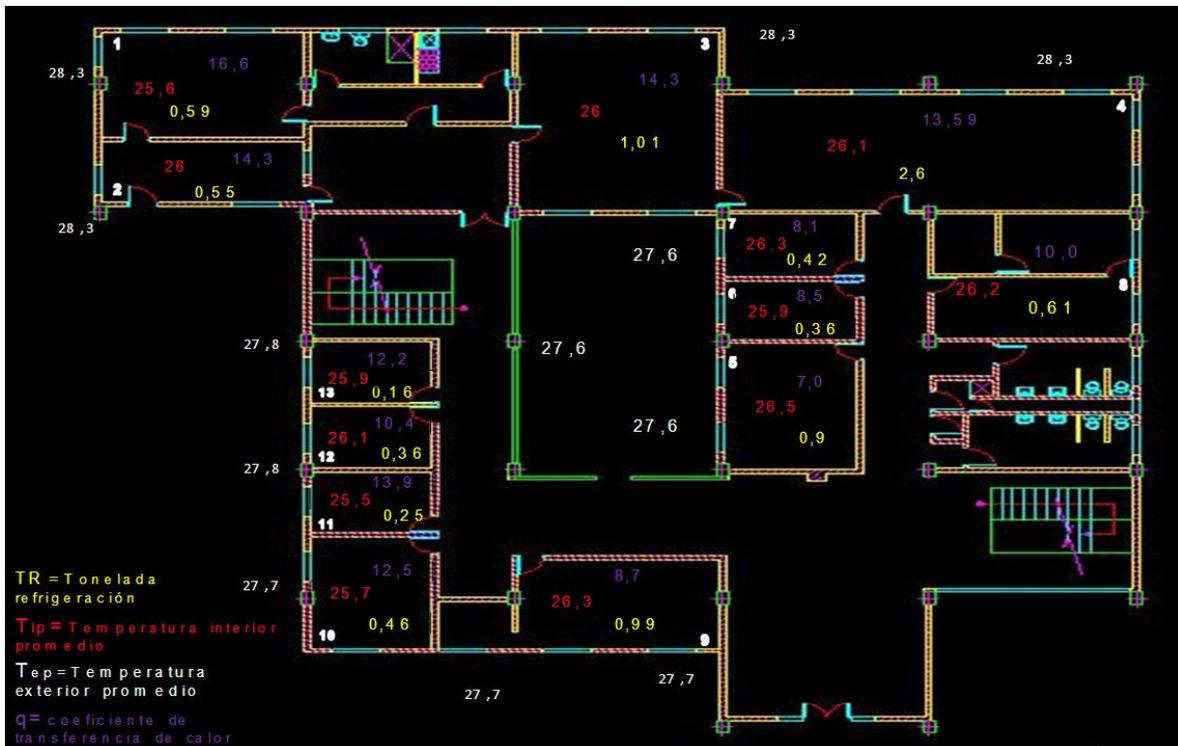


Figura 3.1. El 1 nivel del rectorado.

Ver anexo 7



Figura 3.2. El 1 Nivel de la facultad de Ingeniería

Ver anexo 8

### 3.6 Conclusiones parciales.

1. Se realiza el cálculo de la demanda necesaria para la climatización de los edificios.
2. Se realiza la comparación entre alguno de los locales de estas edificaciones demostrándose que estos valores cambian según su ubicación.
3. Se realiza la elaboración del mapa térmico pero en algunos locales en los cuales no se realizaron fue debido a que no obtuvieron los datos suficientes.



## **Conclusiones Generales**

1. La aplicación del Software Saunier Duval a las edificaciones es una es una valiosa y poderosa herramienta que permite la toma de decisiones de los directivos.

2. La elaboración del mapa térmico permite evaluar alternativas técnicas y económicas y por consiguiente ayuda a la toma de decisiones de los directivos del centro.

3. El desarrollo de la investigación permite al ingeniero predecir resultados rápidamente con posibles cambios en los sistemas constructivos y combinaciones de eficiencia energética, planificación y administración de la energía y la demanda.

4. Este trabajo permite realizar un análisis del comportamiento energético de las edificaciones, con el fin tomar las medidas necesarias para el ahorro energético.



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**RECOMENDACIONES**

---

## **Recomendaciones**

1. Aplicar esta investigación a todos las edificaciones en la Universidad.
2. Que se utilice esta herramienta para la toma de decisiones de los directivos para la hora de climatizar locales del centro.
3. Integrar este mapa al sistema de información geográfica que se está realizando en la Universidad de Cienfuegos.



UNIVERSIDAD  
**CIENFUEGOS**  
Carlos Rafael Rodríguez

**BIBLIOGRAFÍA**

---

## Bibliografía

Análisis del comportamiento Energético-Ambiental en torre de vivienda en la plata. (2009).

Colectivo de Autores. (2009). Plan de sostenibilidad energética en los campus de la Universidad de Valladolid.

Colectivo de Autores. (2010). Estrategia Energética de Euskadi 2010.

Consejo Energético. (2009). Norma de la Ucf. Sistema de Gestión Energética.

Consejo Energético de la Universidad de Cienfuegos. (2009). Norma de la Ucf. Sistema de Gestión Energética.

Czajkowsk J. (1993). *Análisis de los planos de los edificios*.

Definición-De-Mapa. (n.d.). Retrieved from <http://www.buenastareas.com/>

explicación-mapas-térmicos. (n.d.). Retrieved from <http://www.visualslot.es/visual-slot-test-system-race/explicación-mapas-térmicos/>

Fernández Pérez, R.D. (2007). Sistemas de Gestión y Pronóstico de energía eléctrica en la UCF.

Fernández Pérez, R.D. (2008). Determinación de Indicadores de Eficiencia Energética en la UCF.

Fernández Pérez, R.D. (2012). Experiencias y resultados de la implantación del SGTEE en la UCF.

geogra/12mapas2. (n.d.). Retrieved from <http://www.escolar.com/geogra/12mapas2.htm>

Guzmán Hernández, A. (2011). Norma de Gestión Energética para la Universidad de Cienfuegos a partir de la ISO 50001.

ICONTEC. (2011). Normalización en el ámbito de la gestión energética.

Importancia+que+tienen+los+mapas+termicos. (n.d.). Retrieved from <http://www.google.com/cu/search?flImportancia+que+tienen+los+mapas+térmicos>

IRAM. (2007). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas.

IRAM 11605. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. IRAM. Buenos Aires.

IRAM. 11601. (2002). Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. IRAM. Buenos Aires.

IRAM. 11603. (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.

IRAM. 11604. (1990). Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires.

López Páez, D.A. (2010). Gestión de la energía, reto para el mundo. Available at: <http://energiaadebate.com/gestion-de-la-energia-reto-para-el-mundo/>.

Mapas termicos. (n.d.). Retrieved from <http://jdvicent.com/5BB046C1-71F8-4573-8446-BF3C737E89CA/Mapas%20termicos%201.html>

mapatermico. (n.d.). Retrieved from <http://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/atmosfera/mapatermico/default.htm>

mapsofworld. (n.d.). Retrieved from <http://espanol.mapsofworld.com/>

Martínez Díaz, J. (2010). Sistemas de Gestión Energética.

Morejon A. (2011). *Cálculos vericativos del sistema de climatización del área de Automática en La Empresa Termoeléctrica "Carlos Manuel de Céspedes" de Cienfuegos*. Cienfuegos. Cienfuegos.

nuevos-mapas-termicos-de-la-luna-identifican-regiones-super-frias. (2009, September 18). Retrieved from <http://singularidad.wordpress.com/>

question. (n.d.). Retrieved from <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20121115120116AA4M4b7>

Roca, S. Y. (2007). *Análisis de Cargas Térmicas de Climatización del Hospital Clínico Quirúrgico "Gustavo Alderegía Lima"*. Cienfuegos.

s.f. (2013, de 02 de). Cargas térmicas de climatización. *Cargas termicas de climatizacion*.

Saunier Duval. (2013). *Calculo de carga termica*. Cienfuegos: Cienfuegos. Retrieved from [http://zotero.org/support/quick\\_start\\_guide](http://zotero.org/support/quick_start_guide)

vaisala. (n.d.). products. Retrieved from <http://es.vaisala.com/>

vaisalatimestepthermalmaps. (n.d.). Retrieved from <http://es.vaisala.com/sp/roads/products/forecastinganddecisionsupport/Pages/vaisalatimestepthermalmaps.aspx>

wikipedia. (2013). Mapa. Retrieved from <http://es.wikipedia.org/>

YueJin, Z. (2011). The Standard for Energy Management System of China.



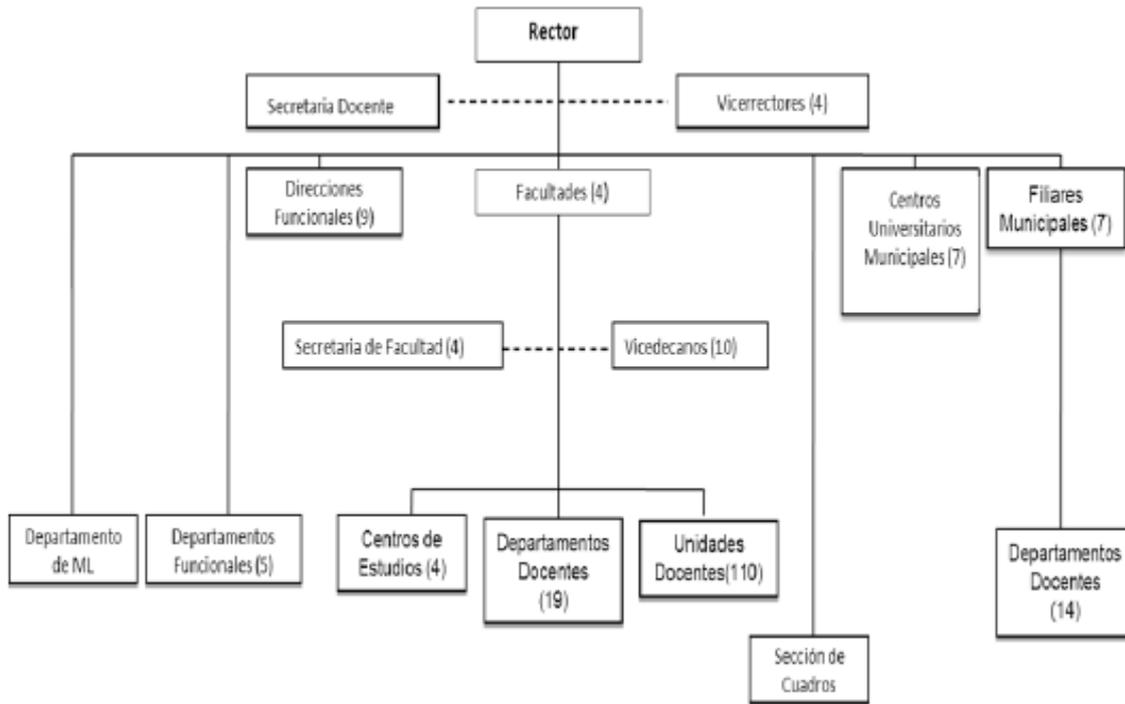
# Anexo

**Anexo 1. Mapa de procesos de la Universidad de Cienfuegos. Fuente: Universidad de Cienfuegos.**



## Anexo 2. Organigrama de la Universidad de Cienfuegos.

Fuente: Universidad de Cienfuegos.



### Anexo 3. Tablas de temperatura del Rectorado

#### 2 Nivel

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Millo	1	27,6	26,4		29,2	26,1		28,4	26,4	
Secretaria	2	27,8	26,7		29	26,8		28,1	26,6	
Cap Cuad	3	27,8	26,8		29	26,9		28,1	26,6	
Con est	4	27,8	26,8		29,1	26,8		28,1	26,7	
Sec Genl	5	27,8	26,6		28,8	26,5		27,9	26,8	
Sec Genl	6	27,8	26,4		28,7	26,7		27,9	26,9	
Pre Def	7	27,8	26,7		28,7	26,9		27,9	26,7	
Archivo	8	27,8	26,6		28,7	26,7		27,9	26,9	
Extencion	9	27,6	25,9		28,5	26,8		27,7	26,8	
Extencion	10	27,6	26,1		28,5	26,7		27,7	26,5	
Extencion	11	27,6	26		28,5	26,9		27,8	26,7	
Vice rect Ext	12	27,9	26,1		28,9	26,4		28,4	26,8	
Universalización	13	27,9	25,9		28,9	26,2		28,4	26,7	
Plan Doc	14	27,9	26,6		28,9	26,5		28,4	26,3	
Asesor	15	27,9	26,1		28,9	26,4		28,4	26,5	

Continuación

#### 3 Nivel

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Frank	1	28	26,4		29,4	26,1		28,1	26,4	
Secretaria	2	27,9	26,9		29,2	26,9		28	26,8	
Rec Lab	3	27,9	26,7		29,2	26,8		28	26,9	
Direcc R.H	4	27,9	26,6		29,2	26,9		28	26,7	
Cap Cuad	5	27,6	26,5		29	26,6		27,9	26,7	
Rec Hum	6	27,6	26,6		29	26,7		27,9	26,9	
Rec Hum	7	27,6	26,7		29	26,4		27,9	26,6	
Servidor	8	28,1	26,8	Aire	puesto	todo	el dia			
Archivo	9	27,6	26,9		29	26,7		28	26,8	
OTS	10	27,6	26,8		29	27		28	26,9	
Esp ATM	11	28	26,3		29,4	26,7		28,1	27,1	
Direc ATM	12	28	26,4		29,4	26,7		28,1	26,6	
Archivo	13	28	26,3		29,4	26,6		28,1	26,5	

Continuación

#### 4 Nivel

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Salon Reun	1	28,3	26,1		28,7	26,4		28,2	26,3	
CIH	2	27,1	26,1		28,4	27		27,6	26,1	
Cien Tecn	3	27,4	26,1		28,4	27,3		27,6	26	
Ofic Secret	4	27,4	26,5		28,4	26,3		27,6	26,5	
Vice Rect Invs	5	28,3	25,9		28,4	26,6		28,2	26,2	
Asesor R I	6	28,3	25,8		28,7	27,1		28,2	26,4	
Relac Inter	7	27,5	26,2		28,7	26,5		28,1	26,4	
Serv AC	8	27,3	26,3		28,4	27,1		27,8	26,7	
Asesoría	9	27,3	26,2		28,4	27		27,8	26,6	
Asesoría	10	27,3	26,1		28,4	26,7		27,8	26,7	

## Anexo 4. Tablas de temperatura de la Facultad de Ingeniería

### 2 Nivel

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Departamento de Física	1	26,3	25,4		27,6	26,1		27,8	26,1	
Laboratorio Química 1	2	26,3	25,3		27,6	26		27,8	26,4	
Laboratorio Química 2	3	26,3	25,4		27,6	26,2		27,8	26,3	
Laboratorio de Metalografía	4	26,2	25,4		27,1	26,1		27,9	26,4	
Aula de PML	6	26,2	25,6		27,1	26		27,1	26,4	
Oficina de Goitzolo	7	26,2	25,7		27	26,3		27,9	26,5	
Oficina de Noa	8	26,4	25,6		27	26,4		27,9	26,7	
Oficina de Wilfredo	9	26,4	25,5		27	26,3		27,9	26	
Servidor	10	26	25,5							
				<b>Aire</b>	<b>puesto</b>	<b>todo</b>	<b>el día</b>			
Oficina de Pedro Fundora	11	26	25,4		27	26,7		27,9	26,3	
Oficina de Rohary	12	26	25,6		27	26,5		27,9	26,4	
Oficina de Cabello	13	26,4	25,4		27,6	26,9		27,9	26,1	
Laboratorio	14	26,4	25,6		27,6	26,4		27,9	26	

### Continuación

### 3 Nivel

	Local	Mañana			Mediodía			Tarde		
		T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev	T <sub>ex</sub>	T <sub>int</sub>	Obsev
Secretaria	1	26,4	25,4		28	26,4		27,1	26,4	
Laboratorio Profesores	2	27,5	26,3		30,1	28,6		28,4	27,1	
Departamento I	3	27,5	26,4		30,1	28,4		28,4	27,2	
Departamento II	4	27,5	26,2		30,1	28,3		28,4	27,1	
Departamento III	5	26,5	25,4		28,3	27,4		27,4	26,4	
Departamento IV	6	26,7	25,6		28,3	27,4		27,4	26,4	
Departamento V	7	26,7	25,4		28,3	26,4		27,4	26,5	
Departamento VI	8	26,7	25,7		28,3	26,7		27,4	26,6	
Aula Inf-41	9	27,3	26,4		28,1	27,3		27,3	26,5	
Almacén	10			<b>cerrado</b>	<b>siempre</b>					
Departamento Yody	11	26,8	25,3		27,1	26,4		27,6	26,4	
Departamento MA I	12	26,8	25,4		27,1	26,7		27,6	26,5	
Departamento MA II	13	26,8	25,6		27,1	26,5		27,6	26,3	
Departamento MA III	14	26,8	25,4		27,1	26,5		27,6	26,5	
Departamento MA IV	15	26,8	25,6		27,1	26,8		27,6	26,5	
Departamento MA V	16	26,8	25,6		27,1	26,7		27,6	26,4	
Departamento MA VI	17	26,8	26		27,1	26,5		27,6	26,6	
Laboratorio Profesores	18	26,8	25,7		27,1	26,6		27,6	26,7	
Oficina d' Arturo	19	26,8	26		27,1	26,1		27,6	26,8	

## Anexo 5. Resultado del software Saunier Duval del Rectorado

### 2 Nivel

Locales	Maxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Millo	1224	853	317	0,4
Secretaria	763	570	193	0,25
Cap-Cuad	1559	968	591	0,52
Con est	444	331	113	0,15
Sec Genl	880	731	149	0,29
Sec Genl	1362	1124	238	0,45
Pre Def	2293	1578	715	0,76
Archivo	577	219	358	0,19
Extencion	608	447	161	0,2
Extencion	1647	1051	596	0,54
Extencion	1077	839	238	0,37
Vice rect Ext	1803	1376	427	0,6
Universalización	1295	818	477	0,43
Plan Doc	1767	1260	507	0,58
Asesor	615	369	246	0,2
<b>Totales</b>	<b>17914</b>	<b>12534</b>	<b>5326</b>	<b>5,93</b>

Continuación

### 3 Nivel

Locales	Maxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Frank	1275	920	355	0,42
Secretaria	780	570	210	0,26
Rec Lab	1107	802	305	0,37
Direcc R.H	739	590	149	0,24
Cap Cuad	1588	1111	4777	0,53
Rec Hum	1881	1404	477	0,62
Rec Hum	1719	1004	715	0,57
Servidor	919	757	162	0,3
Archivo	192	192	0	0,06
OTS	623	385	238	0,21
Esp ATM	1458	1049	409	0,48
Direc ATM	1661	1492	169	0,55
Archivo	893	584	309	0,3
<b>Totales</b>	<b>14835</b>	<b>10860</b>	<b>8275</b>	<b>4,91</b>

Continuación

4 Nivel

Locales	Maxima Carga (F/h)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Salon Reun	2373	1280	1093	0,78
CIH	1244	941	303	0,41
Cien Tecn	739	590	149	0,24
Ofic Secret	1082	803	279	0,36
Vice Rect Invs	1555	1025	530	0,51
Asesor R I	577	449	128	0,19
Relac Inter	1395	1108	287	0,46
Serv AC	1430	1112	318	0,47
Asesoria	608	447	161	0,2
Asesoria	1806	1309	497	0,6
<b>Totales</b>	<b>12809</b>	<b>9064</b>	<b>3745</b>	<b>4,22</b>

## Anexo 6. Resultado del software Saunier Duval de la Facultad de Ingeniería

### 2 Nivel

Locales	Máxima Carga (F)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Laboratorio Química 1	5982	4191	1791	1,98
Laboratorio Química 2	10767	4778	5989	3,56
Laboratorio de Metalografía	3229	2110	1119	1,07
Oficina de Goitizolo	770	532	238	0,54
Oficina de Noa	665	500	165	0,22
Oficina de Wilfredo	711	559	152	0,24
Servidor	1467	1229	238	0,49
Oficina de Pedro Fundora	671	543	128	0,22
Oficina de Rohary	1125	768	357	0,37
Oficina de Cabello	1058	820	238	0,35
Laboratorio	2537	1791	746	0,84
<b>Totales</b>	<b>28982</b>	<b>17821</b>	<b>11161</b>	<b>9,88</b>

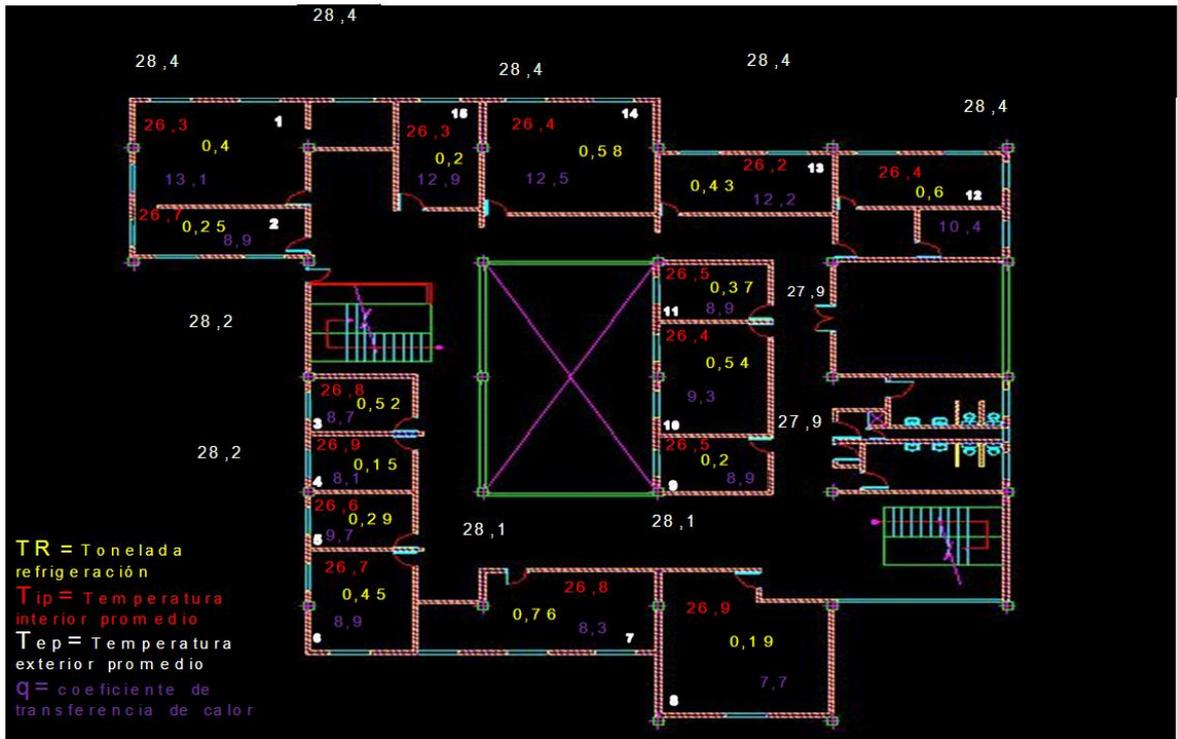
Continuación

### 3 Nivel

Locales	Máxima Carga (F)	Sensible (F/h)	Latente (F/h)	TR
Secretaria	1167	810	357	0,39
Laboratorio Profesores	3329	2434	895	1,1
Departamento I	581	240	341	0,19
Departamento II	581	240	341	0,19
Departamento III	581	240	341	0,19
Departamento IV	581	240	341	0,19
Departamento V	2987	2654	1431	0,98
Departamento VI	1429	714	715	0,47
Aula Inf-41	2679	1807	1492	0,88
Almacén	.....	.....	.....	.....
Departamento Yody	326	167	159	0,11
Departamento MA I	326	167	159	0,11
Departamento MA II	488	250	230	0,17
Departamento MA III	475	237	238	0,16
Departamento MA IV	304	176	128	0,1
Departamento MA V	490	252	238	0,16
Departamento MA VI	531	245	286	0,18
Laboratorio Profesores	2276	1829	447	0,75
Oficina d' Arturo				0
<b>Totales</b>	<b>19131</b>	<b>12702</b>	<b>8139</b>	<b>6,32</b>

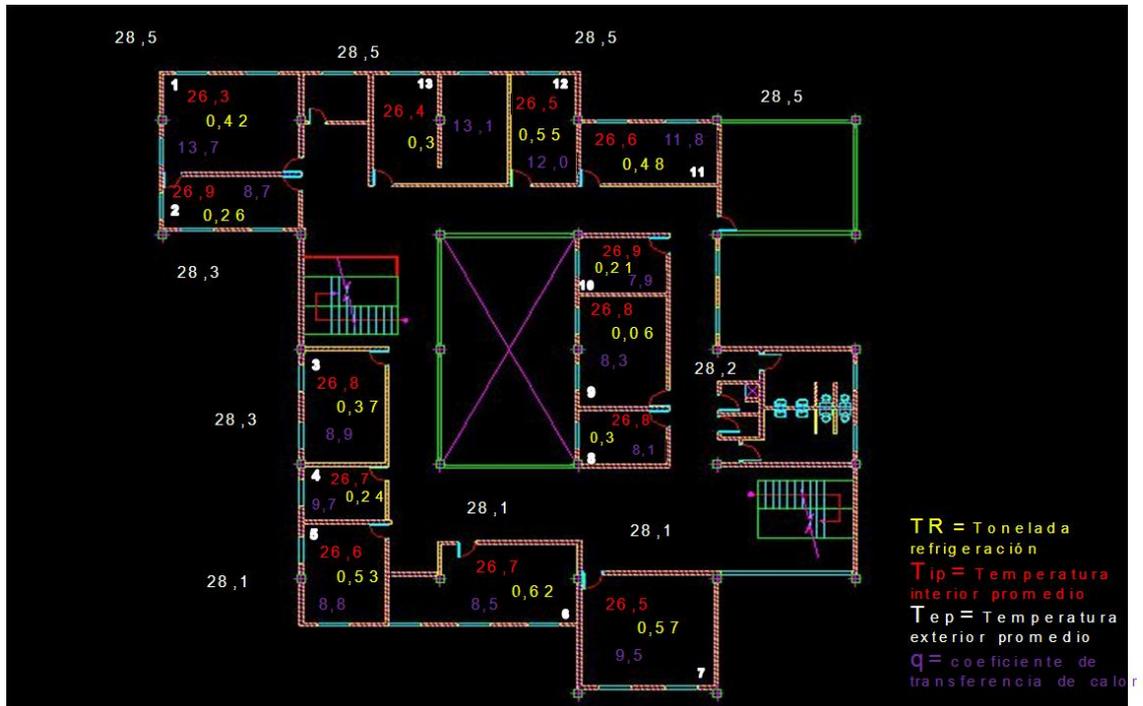
## Anexo 7. Mapa térmico de Rectorado distribuido en niveles

### 2 Nivel



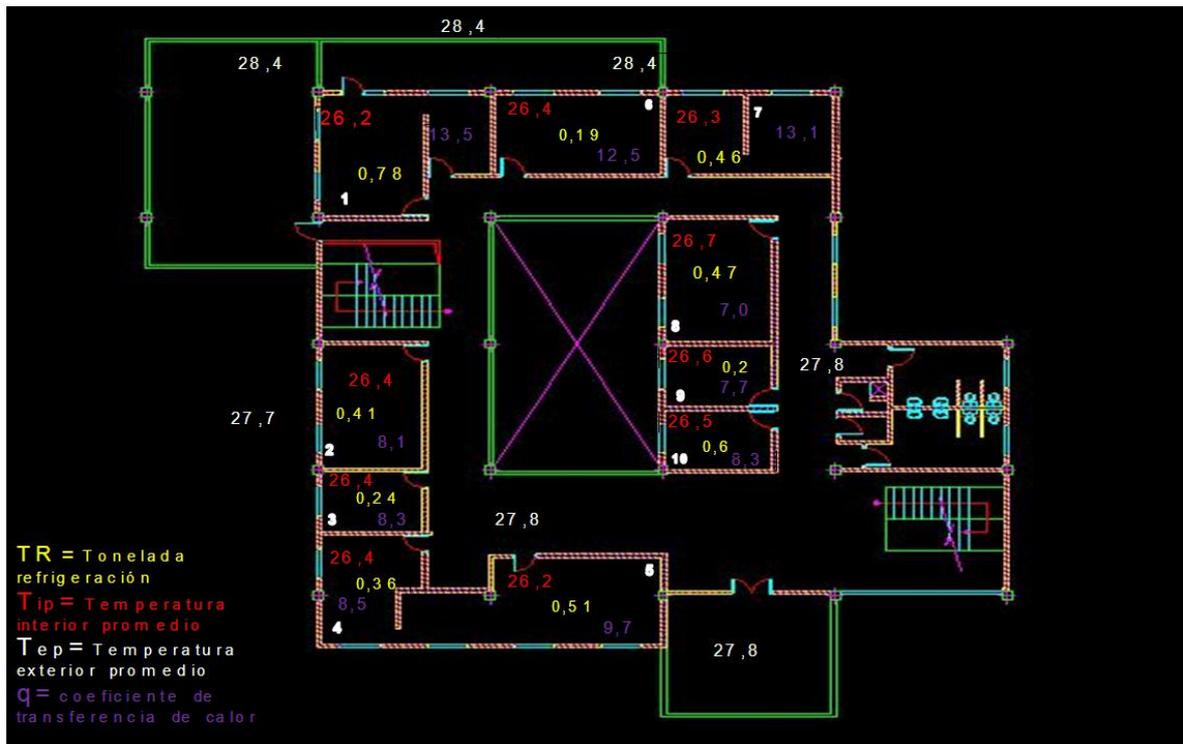
### Continuación

### 3 Nivel



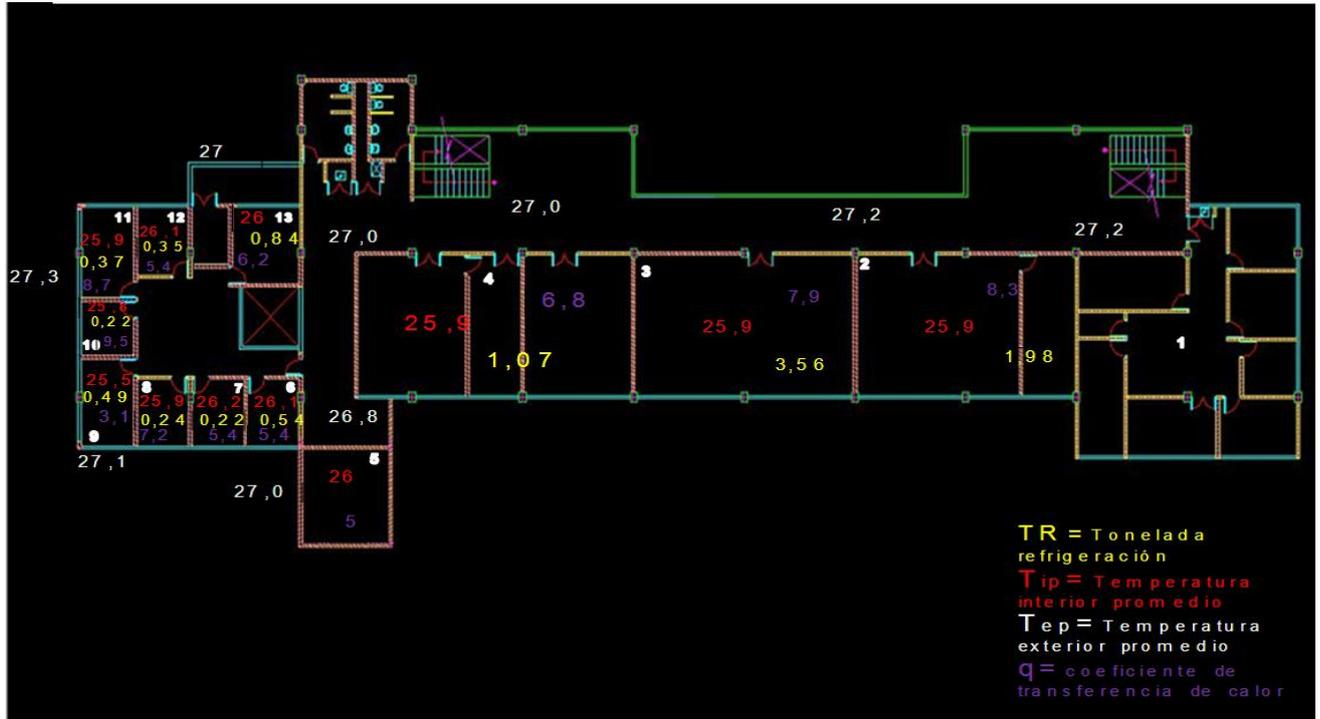
Continuación

4 Nivel



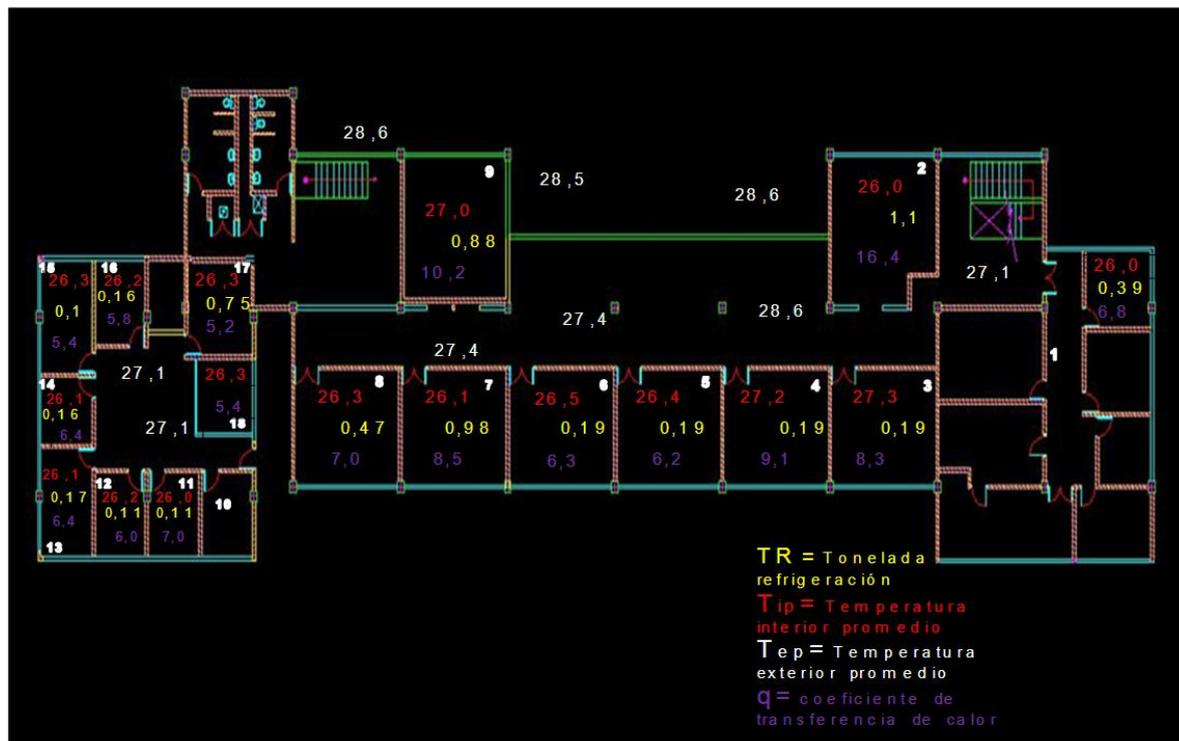
## Anexo 8. Mapa térmico de la Facultad de Ingeniería distribuido en niveles.

2 Nivel



Continuación

3 Nivel





UNIVERSIDAD  
DE CIENFUEGOS

