

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**SECCIÓN DE CIENCIAS AMBIENTALES**

UNIVERSIDAD CENTRAL MARTA ABREU DE LAS VILLAS

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Departamento de Energía

**LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA CUBANA EN LA  
UCLV**

**¿UN PASO EN EL CAMINO HACIA LA  
SOSTENIBILIDAD?**



**PARTE I: ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

---

Memoria del Proyecto de Final de Carrera

Presentado por: Alicia Oto Aibal y Maria Solé Congost

Dirigido por Josep Puig

Con la colaboración de Cándido Quintana y Sergio Jauregui, de la UCLV.

Bellatera, 4 de Febrero de 2009



## **PREÁMBULO**

El presente proyecto “La Revolución Energética Cubana: ¿Un paso en el camino hacia la sostenibilidad? Bloque I: Análisis de Impacto Ambiental” se ha desarrollado juntamente con el proyecto “La Revolución Energética Cubana: ¿Un paso en el camino hacia la sostenibilidad? Bloque II: Análisis de Impacto Social”, elaborado por Maribel Calvó y Mercedes Ibáñez. Los dos proyectos comparten el marco conceptual y el análisis de la sostenibilidad socio-ambiental de la Revolución Energética Cubana aplicada en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (Santa Clara, Cuba), desarrollando el análisis de los impactos ambientales en el presente proyecto y el de los impactos sociales en el bloque II. De este modo, es recomendable que el lector/a tenga en consideración dicha complementariedad.



## AGRADECIMIENTOS

A Cándido Quintana, por ser nuestro tutor del proyecto, nuestro padre cubano, y nuestro punto de partida, por su disposición y su entrega en la realización de este proyecto, sin su colaboración nada de este trabajo hubiera sido posible. A Sergio Jauregui, por ser nuestro segundo tutor, y nuestro segundo padre cubano, al igual por la paciencia y las horas robadas. A Víctor y Mayda García. Y al resto del equipo de profesores de la Facultad de Mecánica y Sociología de la Universidad Central Las Villas de Cuba: Norge Coello, José Martí, Arsenio Soto, Cristóbal Ríos, Ernesto Fariñas, y otros muchos que nos han aportado grandes ayudas.

A los amigos cubanos que hemos dejado en Santa Clara y que han hecho que la estancia en dicha ciudad sea única e irrepetible: Alejandro, Sara, Miguel Ángel, Muke, Luís y Lenon.

También mencionar a Ángela, María Julia, Martha, Bibiana y Luisa, nuestras abuelas cubanas, que nos abrieron sus casas y brindaron la oportunidad de conocer la cocina del país.

Finalmente a los familiares y amigos que nos han apoyado en la elaboración de este proyecto, en los buenos y malos momentos, especialmente a Domènec Martínez por iniciar el contacto de colaboración con Cándido Quintana, los padres y las niñas del 5è B, que nos apoyaron de lejos y cerca.

Al equipo creado juntamente con Maribel y Mercedes, por tantos momentos que se han compartido desarrollando este proyecto. Y a la compañera de este proyecto, gran compañera y gran amiga.



## ÍNDICE GENERAL

---

PREÁMBULO.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	5
ÍNDICE GENERAL.....	7
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	11
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Introducción y justificación.....	17
1.2 Hipótesis.....	17
1.3 Objetivos.....	18
1.4. Estructura .....	18
Capítulo 2. METODOLOGÍA.....	21
2.1 Metodología general .....	23
2.2 Metodología específica análisis impactos ambientales .....	26
2.2.3 Caracterización impactos ambientales.....	26
2.2.4 Cuantificación emisiones de CO2.....	26
Capítulo 3. CONTEXTO NACIONAL DE CUBA.....	35
Capítulo 4. MARCO CONCEPTUAL.....	39
4.1 Marco energético internacional.....	41

4.2 Marco energético cubano .....	43
4.2.1 Antecedentes energéticos .....	43
4.2.2 Revolución Energética Cubana (REC) .....	445
4.2.3 Implementación de la rec a nivel nacional .....	46
Capítulo 5. EL CASO DE LA UNIVERSIDAD MARTA ABREU DE LAS VILLAS (UCLV).....	61
5.1 Características de la UCLV .....	63
5.2 La REC en la UCLV .....	65
Capítulo 6. ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REC EN LA UCLV.....	75
6.1 El sistema energético de la UCVL .....	77
6.2 Impactos ambientales.....	78
6.3 Portadores energéticos.....	79
6.3.1 El portador eléctrico.....	80
6.3.2 El fuel oil y las calderas de vapor .....	100
6.3.3 La gasolina, el diesel y el transporte .....	105
6.4 Evaluación conjunta de los impactos ambientales.....	111
6.5 Aspectos internacionales de las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	114
6.5.1 Protocolo de kioto y mecanismos de compensación .....	114
6.5.2 Absorción de CO <sub>2</sub> y la plantacion de árboles.....	116
Capítulo 7. ANÁLISIS CONJUNTO SOCIO-AMBIENTAL DE LA SOSTENIBILIDAD.....	119
Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
8.1 Conclusiones .....	127
8.2 Recomendaciones.....	129
ACRÓNIMOS.....	131



DEFINICIONES .....	135
PRESUPUESTO .....	137
CRONOGRAMA .....	138
BIBLIOGRAFIA .....	141
ANEXOS A	
ANEXOS B	



# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1: Escenarios de emisión de CO <sub>2</sub> para la electricidad según actuaciones de la REC en la producción y transmisión de la energía. Los cálculos incluyen el tipo de combustible y la conversión a TCC y a CO <sub>2</sub> . Elaboración propia. ....	29
Tabla 2: Tarifa eléctrica sector residencial, año 2008. Fuente: Unión Nacional Eléctrica. ....	49
Tabla 3: Facultades y carreras que se imparten en la UCLV. Fuente: elaboración propia a partir de datos cedidos por la UCLV. ....	64
Tabla 4: Tecnologías y servicios energéticos de cada portador, con el % de cada uno de la energía consumida en la universidad (2007). En el <i>Anexo B.1: Consumos de Energía de la UCLV</i> se exponen los valores absolutos y conversiones correspondientes. Elaboración propia a partir de datos cedidos por la UCLV. ....	77
Tabla 5: Puestos claves de los portadores, sus problemáticas y las medidas de la REC aplicadas a cada caso. * Porcentaje de consumo respecto el total del portador **20% restante se destina a la tintorería. Adaptada de Jauregui 2007. ....	78
Tabla 6: Características de los GE de la Universidad. Fuente: datos expuestos en las placas de las calderas. ....	81
Tabla 7: Se muestran los contadores de la UCLV y las secciones o bancos que incluye cada una. Los números entre paréntesis y negrita corresponden a la ubicación en la Figura 4. Tabla adaptada de PAEC y Jauregui, 2007. ....	84
Tabla 8: Puesto clave y la problemática que les afecta, juntamente con las medidas correctoras aplicadas de la REC. Elaboración propia. ....	86
Tabla 9: Ahorro eléctrico derivado de las medidas de ahorro aplicadas en las aulas de computación, equipos clima, refrigeración y bombeo. Ver Cuadro 4. Fuente: PAEC. ....	87
Tabla 10: Ahorro de toneladas de CO <sub>2</sub> en el Campus Central. ....	88
Tabla 11: Cambio de equipos alto consumidores, el consumo total de éstos y el ahorro en toneladas de CO <sub>2</sub> que supone para el sistema. Elaboración propia. ....	89
Tabla 12: Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con el cambio de electrodomésticos. Elaboración propia. ....	91
Tabla 13: Emisiones de CO <sub>2</sub> relacionadas con el cambio de electrodomésticos en el IBP. Elaboración propia. ....	92
Tabla 14: Cambio de electrodomésticos en el Hotel Los Sauces (número de cambios entre paréntesis), reducción en el consumo eléctrico y disminución en las emisiones de CO <sub>2</sub> . Elaboración propia. ....	92

Tabla 15: Emisiones de CO <sub>2</sub> , TEM y TDE relacionadas con el cambio de equipos en el Hotel Los Sauces. Elaboración propia. ....	93
Tabla 16: Características de las bombas cambiadas en los acueductos. Fuente: Jauregui 2005. Elaboración propia. ....	94
Tabla 17: Ahorro de electricidad y emisiones de carbono debido al cambio de las bombas en los acueductos. Elaboración propia. ....	95
Tabla 18: ahorro en el consume eléctrico y las correspondientes emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas. Elaboración propia. ....	97
Tabla 19: Emisiones de CO <sub>2</sub> , TEM y TDE en el portador eléctrico. ....	99
Tabla 20 Tabla de características principales de las dos calderas. Fuente: datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia. ....	100
Tabla 21: Número de personas que hacen uso del comedor en los diferentes años académicos. Consumo mensual de combustible y relación con los comensales. Elaboración propia. ....	102
Tabla 22 Consumo de la caldera expresados en promedio mensual y consumo anual a lo largo del periodo 2001-2008. Datos cedidos por la UCLV. Véase Anexo B.5. Calderas. Elaboración propia. ....	103
Tabla 23: Demanda energética en función de las horas anuales de funcionamiento. Elaboración propia. ....	104
Tabla 24: Componentes principales de las emisiones de la caldera de vapor. Fuente: Estudio de la Calidad del Aire en la UCLV. I. Herrera (2007) ....	105
Tabla 25: TCC de diesel, gasolina y totales consumidos en el transporte. Elaboración propia. ....	109
Tabla 26: Emisiones de CO <sub>2</sub> , TEM y TDE totales de la UCLV. ....	112
Tabla 27: Hectáreas de bosque sumidero de carbono correspondientes las emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas por la REC. ....	117
Tabla 28: Criterios de conmensurabilidad. Elaboración propia. ....	121
Tabla 29: Suma impactos ambientales y sociales. Elaboración propia. ....	122

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1: Días con apagón en la hora pico (de 6:00 a 8:00 pm). Hubo dos momentos críticos: de 1993 a 1996 debido a la desaparición del respaldo soviético y el 2003-2004, con la avería de dos CTE. Fuente: Toledano. ....	44
Gráfico 2: Consumo de electricidad en la UCLV (cabe remarcar que los datos del 2008 son reales hasta el mes de septiembre, y que en los últimos tres meses se ha calculado el consumo mediante una aproximación de los meses anteriores). Elaborado a partir de datos cedidos por el Comité de Energía. ....	85
Gráfico 3: Consumo mensual Campus Central. Elaboración propia a partir de datos de la UCLV. ....	88

Gráfico 4: Emisiones de CO <sub>2</sub> ahorradas debido al cambio de electrodomésticos. Elaboración propia.....	90
Gráfico 5: Porcentaje de contribución al ahorro por el cambio de equipos. Elaboración propia. .	90
Gráfico 6: Consumo eléctrico mensual del IBP expresado en MWh. Se refleja claramente la reducción del consumo posterior al cambio de equipos de climatización impulsado por los programas de ahorro energético. Adaptado de Gustabello, 2008.....	91
Gráfico 7: Emisiones de CO <sub>2</sub> ahorradas mediante el cambio de equipos en el Hotel Los Sauces. Elaboración propia.....	93
Gráfico 8: Consumo eléctrico del bloque 900. Adaptado de UCLV, de consumo intranet EE08 UCLV .....	96
Gráfico 9: Porcentaje de contribución a la disminución de emisiones de CO <sub>2</sub> en el portador eléctrico. Elaboración propia.....	98
Gráfico 10: emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas en las actuaciones sobre el portador eléctrico. Elaboración propia.....	99
Gráfico 11: Consumo anual de fuel oil. Fuente: datos cedidos por la Universidad. Elaboración propia.....	101
Gráfico 12 Consumo de fuel oil por cada comensal (2001-2008). Elaboración propia. ....	103
Gráfico 13: consumos anuales de diesel en la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.....	107
Gráfico 14: consumos anuales de gasolina en la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.....	108
Gráfico 15 Consumos anuales de gasolina y diesel en total, correspondiente a la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia. ....	109
Gráfico 16: Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas en los diferentes portadores. Los escenarios sólo afectan al portador eléctrico y al total, ya que el resto no tiene diferenciadas las fases de producción y transmisión. Elaboración propia.....	111
Gráfico 17. Contribución a la disminución de emisiones de CO <sub>2</sub> de los distintos portadores. Elaboración propia.....	112
Gráfico 18: Emisiones reales con la REC (color verde) de los años 2006, 2007 y 2008, y toneladas de CO <sub>2</sub> que se habrían liberado a la atmósfera si no se hubiera aplicado ningún programa de la REC (color anaranjado). El porcentaje corresponde a las toneladas que se habrían emitido de más si no se hubiera aplicado la REC.....	113
Gráfico 19. Evolución de las emisiones nacionales de millones de toneladas de métricas de CO <sub>2</sub> . Datos extraídos de EIA. Elaboración propia. ....	115

## ÍNDICE DE CUADROS

---

Cuadro 1: Objetivos y líneas de acción de la REC a nivel nacional. Elaboración propia. ....	46
Cuadro 2: Efectos nocivos del queroseno sobre la salud. Fuente: Directiva 2001/51/CE.....	49
Cuadro 3: Gestión de la energía. Estrategia de control del consumo energético por parte de la administración. Fuente: elaboración intranet UCLV.....	67
Cuadro 4: Medidas de ahorro y uso racional de la energía. Estrategia de control energético por parte de la población universitaria. Fuente: PAEC.....	68
Cuadro 5: El caso del bloque 900 y la no intervención de la REC. Elaboración propia. ....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1: Esquema de la metodología del trabajo. Elaboración propia.....	23
Figura 2: Esquema de las actuaciones de la REC (en verde) en la UCLV en las tres fases de la energía. Los recuadros anaranjados muestran el sistema anterior a la REC. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 3: Diagrama de los programas de la REC en la UCLV según su impacto social y/o ambiental. Elaboración propia.....	73
Figura 4: Circuito eléctrico de la UCLV. Fuente: PAEC. ....	83
Figura 5: Porcentajes de reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> entre los distintos escenarios según cambios en la producción y transmisión de la energía eléctrica. Elaboración propia. ....	97

## ÍNDICE DE IMÁGENES

---

Imagen 1: Mapa de Cuba. Fuente: Geocities.....	35
Imagen 2: La Revolución Energética Cubana.....	523
Imagen 3: Cambio de equipos alto consumidores por otros más eficientes. ....	55
Imagen 4: Publicidad de la REC. ....	529
Imagen 5: mapa Área Central UCLV. Fuente: intranet UCLV .....	63
Imagen 6: Mapa Área Central UCLV. Fuente: intranet UCLV .....	69

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**





## 1.1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

---

La energía es el motor de desarrollo del hombre y de las sociedades. Para la producción de ésta es imprescindible la utilización de recursos naturales y en los últimos años, en especial a partir del siglo XX, el hombre ha desarrollado un modelo de producción basado, principalmente, en la generación de energía mediante la combustión de combustibles fósiles no renovables. La explotación de estos recursos finitos en un horizonte temporal cercano, ha desembocado en una crisis energética mundial que afecta a todos los ámbitos y niveles del planeta.

Las características insulares y la crisis económica (motivado por la rotura del bloque soviético y por el bloqueo estadounidense) llevaron a Cuba a una situación energética preocupante, donde escaseaban recursos para hacer funcionar las instalaciones e infraestructuras (básicamente petróleo, que antiguamente se importaba a bajos precios), que a su vez, superaban los años de operatividad. Los apagones en la red eléctrica eran constantes y de larga duración, por lo que la situación social y económica del país estaba altamente afectada. La actividad productiva, docente y doméstica se veía continuamente interrumpida sin permitir el correcto desarrollo de las tareas correspondientes, empeorando el nivel de vida y la situación económica de la población. En este marco surgió la política nacional de la Revolución Energética Cubana (REC), basada en los principios de la autosuficiencia, el ahorro y el uso racional de la energía.

En el ámbito internacional, la REC ha sido reconocida como ejemplo para la conservación del medio ambiente, la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático en la VI Convención Internacional de Medio Ambiente y el Desarrollo (PNUMA) (Avendaño, 2007). Además, esta política se está exportando a otros países de Latinoamérica como opción de desarrollo y respuesta a necesidades energéticas (Ciego de Ávila, 2008).

Conscientes de la importancia de la relación que se establece entre los modelos energéticos y el desarrollo social y los efectos sobre el medio ambiente, en el presente trabajo se pretende modestamente analizar el signo del cambio de los impactos sociales y ambientales en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV), en Santa Clara, Cuba, para determinar si la aplicación de la REC es o no un paso en el camino hacia la sostenibilidad socio-ambiental.

## 1.2 HIPÓTESIS

---

En base a la situación expuesta, se plantea la siguiente hipótesis:

“La REC ha permitido mejoras sociales en la universidad para sus usuarios sin que esto haya conllevado el incremento proporcional de sus impactos ambientales”.

Expresado en términos ambientales: “el ahorro de energía de la UCLV, y consecuentemente de los impactos ambientales, no hubiera sido posible sin la gestión energética derivada de los programas de la REC, y el crecimiento de la universidad habría producido un aumento significativo de los impactos ambientales”.

## 1.3 OBJETIVOS

---

El **objetivo general** del presente proyecto es:

“Evaluar la sostenibilidad socio-ambiental de la Revolución Energética Cubana (REC) en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV)”.

Los **objetivos específicos** compartidos por las dos partes del proyecto son:

- Describir la REC a nivel nacional y dentro del marco energético internacional.
- Caracterizar el área de estudio: la UCLV.
- Investigar la implementación de la REC a nivel local: la UCLV.

Tras el desarrollo de éstos objetivos, el estudio de la sostenibilidad en la UCLV se divide en dos partes: la *Parte II: Análisis de los impactos sociales*, realizado por Maribel Calvó y Mercedes Ibáñez, y la *Parte I: Análisis de los impactos ambientales*, que se desarrolla en el presente trabajo.

Los objetivos específicos son:

- Conocer el ciclo y los portadores de la energía en la UCLV (origen, transmisión y consumo).
- Caracterizar los cambios producidos por la REC en la UCLV.
- Identificar los impactos ambientales derivados de la REC.
- Determinar los impactos más representativos.
- Cuantificar los cambios en emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Calcular la diferencia de los impactos ambientales entre la situación actual y la que se hubiera dado si no se hubiera aplicado la REC.

## 1.4. ESTRUCTURA

---

El presente trabajo consta de 8 Capítulos, los cuales se estructuran de la forma siguiente:

En el primer capítulo se expone, como se ha visto, la introducción, la justificación, los objetivos y la estructura del trabajo.

El segundo capítulo se centra en la metodología de trabajo, separada en dos partes: la primera de metodología común en los dos bloques (*Parte I y Parte II*), y la segunda de metodología específica para el análisis de los impactos ambientales. Este capítulo permite la comprensión de cómo se ha podido desarrollar el trabajo, qué herramientas se han usado y qué tipo de análisis se realiza.

A partir del tercer capítulo, y hasta el quinto, se pretende contextualizar al lector en la temática. El primer punto aporta información acerca de Cuba en términos generales, para entender el marco político, social e histórico de la REC. El cuarto capítulo se centra en la situación energética. En un primer punto se introduce el marco internacional, especialmente la crisis energética, para comprender, en un segundo punto, la situación energética nacional. En éste se exponen los

motivos y antecedentes que han propiciado la creación de la REC y las líneas de actuación de la misma.

El quinto capítulo focaliza el área de estudio, caracterizando la universidad e identificando qué cambios han tenido lugar a partir de los programas de la REC.

En el sexto capítulo se realiza finalmente el análisis de los impactos sociales incidiendo en los efectos que ha tenido la REC sobre la calidad de vida, la participación y la concienciación.

El séptimo capítulo reúne los resultados obtenidos de este proyecto y los del proyecto asociado, *Parte I: Análisis de los Impactos Ambientales*, y se realiza un análisis conjunto de la sostenibilidad socio-ambiental. Finalmente, en el capítulo 8, se exponen las conclusiones del trabajo y se realizan las recomendaciones.



## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGÍA**



## 2.1 METODOLOGÍA GENERAL

La metodología utilizada en el presente estudio está basada principalmente en el trabajo de campo y la búsqueda bibliográfica. En la siguiente figura se muestran, de forma esquemática, las principales etapas seguidas para el desarrollo del proyecto y la metodología utilizada.

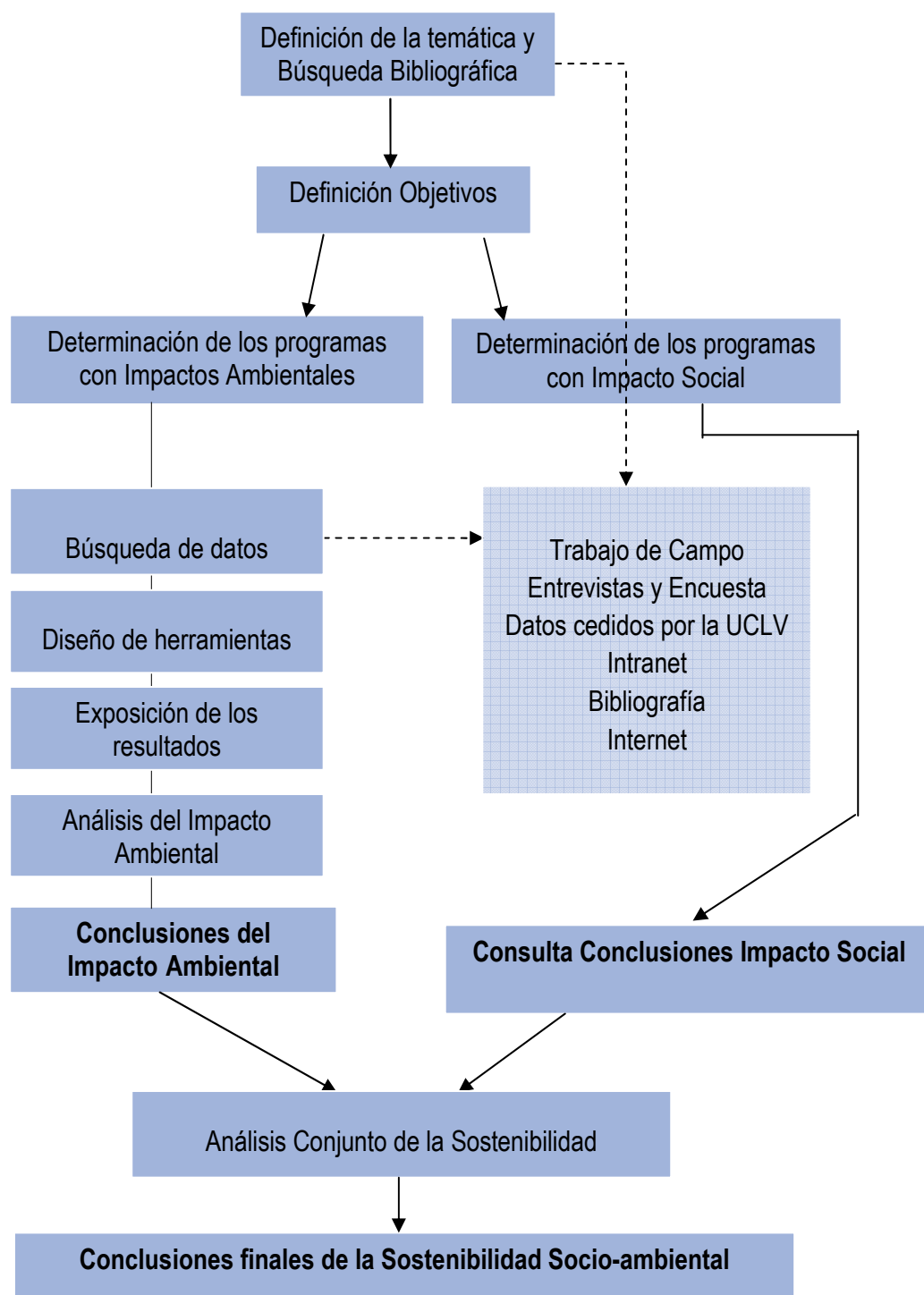


Figura 1: Esquema de la metodología del trabajo. Elaboración propia.

En primer lugar cabe remarcar que la realización del proyecto ha conllevado el desplazamiento al área de estudio por un período de tiempo de 2 meses y medio. A continuación se detalla la elaboración de cada etapa del proyecto, concretando las fuentes de información, las herramientas utilizadas y la organización del trabajo.

### **1. Definición de la temática del estudio y contextualización.**

Primeramente se ha definido la temática y el ámbito de estudio: "Estudio de la sostenibilidad de la Revolución Energética Cubana, a partir del análisis socio-ambiental de sus impactos en la UCLV". Y en segundo lugar, se han concretado los equipos de trabajo y sus correspondientes objetivos; un equipo para la evaluación de los impactos sociales y otro equipo para la evaluación de los impactos ambientales.

Para la definición y concreción del objeto de estudio se han organizado dos conferencias con los tutores de la universidad cubana. La primera, con el fin de entender el funcionamiento básico y la estructura de gobierno de Cuba, así como su situación política, social, económica, histórica y cultural. En una segunda conferencia se ha presentado la situación del país en el ámbito energético: antecedentes, necesidad de la REC, objetivos y grado de implementación de la REC a nivel Nacional.

A partir de esta presentación, se ha realizado una búsqueda de artículos de prensa escrita y digital, así como lecturas de documentos oficiales, fuentes estadísticas, y trabajos publicados, para contextualizar y determinar el funcionamiento de Cuba en materia energética, sus antecedentes, su influencia en el ámbito social, y los cambios que propone la REC.

Con el fin de aproximarse a la temática específica y entender los cambios que proporciona la REC a nivel nacional, se ha asistido a la conferencia de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de Cuba (UNAICC) sobre "Los Grupos Electrógenos" y "Energías Renovables" (24 de octubre de 2008), la V Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC) (4-6 de noviembre de 2008) en la UCLV y la Conferencia de Celebración del XXV Aniversario de la UNAIC (14 de noviembre de 2008). En esta última conferencia se ha expuesto el presente estudio.

### **2. Determinación de los principales programas de la REC en la UCLV, y sus respectivos impactos ambientales y sociales.**

Teniendo en cuenta los programas de la REC aplicados a nivel nacional, se ha hecho un primer esbozo de los programas aplicados a nivel de la UCLV. En este proceso se ha recopilado información a través de intranet (red interna de la UCLV), internet, libros y artículos presentes en las bibliotecas, consulta de proyectos relacionados, consulta de expertos y toda la documentación cedida por los mismos.

Esto ha permitido realizar un listado de los impactos ambientales y sociales relacionados con tales programas, para posteriormente seleccionar los más significativos y analizarlos.



### **3. Diseño de herramientas de análisis.**

Una vez definidos los impactos ambientales que se pretenden analizar, se ha procedido a la obtención de datos específicos, provenientes en gran proporción de la consulta a expertos, la población de la UCLV y mediante visitas a las instalaciones. Se han diseñado herramientas específicas para tratar la información, las cuales se detallan en la *Metodología específica de los impactos ambientales*.

### **4. Análisis e interpretación de los resultados.**

Con los resultados obtenidos mediante la metodología establecida, se ha procedido al análisis de los datos en cada uno de los portadores de energía mediante herramientas de cálculo, para poder evaluar conjuntamente las acciones en los distintos ámbitos.

Finalmente, se ha hecho una valoración de la sostenibilidad socio-ambiental de la aplicación de las medidas de la REC en la UCLV considerando los aspectos sociales y ambientales (como se ha expresado en el Preámbulo, los aspectos sociales han sido analizados en el *Parte II: estudio de los impactos sociales*). Esta valoración conjunta de los impactos propios de cada programa se ha hecho mediante un sistema de conmensurabilidad débil (definida en el *Capítulo 7. Análisis socio-ambiental*). Esto ha permitido unir estas dos dimensiones en un mismo plano.

### **5. Conclusiones**

La última etapa del proyecto ha consistido en la elaboración de las conclusiones parciales del análisis ambiental y social de cada una de las partes del estudio, y posteriormente, la redacción de las conclusiones del análisis conjunto de la sostenibilidad socio-ambiental, a partir de los objetivos planteados, y respondiendo con la información obtenida y analizada en el desarrollo del proyecto.

Finalmente, se ha procedido a la elaboración de recomendaciones establecidas a partir de las conclusiones de los análisis ambiental y social, y de una serie de recomendaciones que surgen a partir del análisis conjunto de la sostenibilidad. Estas recomendaciones surgen de la observación y de los puntos de vista de la población y de expertos, y se respaldan en la bibliografía consultada.

## 2.2 METODOLOGÍA ESPECÍFICA ANÁLISIS IMPACTOS AMBIENTALES

---

Como en todo trabajo, la búsqueda previa de información ha sido esencial para elaborar el marco en el cuál se ha trabajado, tarea realizada mediante las herramientas internet, intranet y la consulta directa a personal de la universidad y bibliotecas.

El primer paso ha sido caracterizar el sistema energético de la UCLV para poder definir el punto de partida y, posteriormente, plantear qué tipo de análisis y tratamiento de los datos se tendría que realizar.

El espacio temporal del estudio varia según cada portador energético, ya que el contexto de la situación energética es diferente en cada uno de ellos.

### 2.2.3 CARACTERIZACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES

---

Del listado de impactos ambientales, expuestos en el apartado 6.2. *Impactos Ambientales*, se han seleccionado las emisiones atmosféricas, y especialmente de CO<sub>2</sub> por los motivos que se detallan allí. Los otros compuestos de las emisiones han sido cuantificados en los casos que se ha dispuesto de los datos necesarios.

### 2.2.4 CUANTIFICACIÓN EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

---

Para la cuantificación de CO<sub>2</sub>, se ha requerido la obtención de datos de consumo energético de cada portador (eléctrico, fuel oil, gasolina y diesel), cedidos por el personal de la UCLV. Ha sido imprescindible la consulta a inventarios de equipos eléctricos y la identificación de los cambios producidos por la REC en los últimos tres años. Para estas tareas ha sido necesaria la realización de entrevistas a los encargados de cada sección (en especial a miembros del departamento de energía, al director de transportes y a la responsable de equipos), así como otro personal de la universidad relacionado con la temática de la energía (trabajadores de las calderas, de los grupos electrógenos, técnicos de reparación de equipos, alumnos, profesores, etc.) y centros externos de la universidad (empresas, centros de investigación como CUBASOLAR, UNAICC, etc).

Como ya se ha mencionado, se han analizado las actuaciones de la REC según el impacto en la variación del consumo energético, traducido a Toneladas de Combustible Convertible (TCC) <sup>1</sup> y expresado, en última instancia, en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para realizar estos cálculos se ha tenido en cuenta el ciclo energético y las características de cada portador. En el caso de la electricidad, se ha considerado a partir de la quema de combustible fósil en la Central Termoeléctrica (CTE) y en los Grupos Electrógenos (GE), (las Energías Renovables (ER) aún no se han aplicado a nivel universitario significativamente). Con el fuel oil, la gasolina y el

---

<sup>1</sup>Unidad de medida común para los distintos tipos de combustibles fósiles. TCC expresa Toneladas de Combustible Convertible.

diesel, se han contabilizado a partir de este estado, sin haber incluido la fase de extracción ni de refinamiento, ya que en tal caso se hubiera requerido de más recursos temporales para la realización del trabajo.

Una vez cuantificados, se ha realizado una comparación temporal entre la situación anterior y posterior a la REC. El término temporal es susceptible a cambios dependiente del portador energético que se valore, ya que la implementación de la REC se ha dado progresivamente y con distinta intensidad dentro de la UCLV, estando en las fechas de realización del presente trabajo no concluidas todas las fases.

Para el tratamiento de los datos se han elaborado tablas de cálculo mediante el programa informático (Excel), y una vez obtenidos los resultados, han sido analizados en base a la documentación consultada.

## EL PORTADOR ELÉCTRICO

La REC ha incidido en las tres fases de la electricidad: producción, transmisión y consumo. Debido a que la producción se realiza mediante la quema de combustibles fósiles, se puede traducir el consumo de ésta a emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases.

Las actuaciones de la REC en las tres fases han sido:

- **Producción:** disminuir la cantidad de combustible necesario para la generación de 1 kWh. (expresado en g/kWh).
- **Transmisión y distribución:** disminuir el coeficiente de pérdidas (expresado en porcentaje, %).
- **Consumo:** reducir el consumo eléctrico mediante el incremento de la eficiencia en los equipos y la limitación directa de consumo en algunos sectores (expresado en kWh/año, es decir, en la cantidad de energía consumida/reducida en un margen temporal anual).

En la **producción**, se ha procedido a calcular las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por cada kWh generado de la siguiente manera:

- 1) Conversión de kWh a toneladas de combustible, según los gramos de combustible por kWh generado requerido en las centrales productoras de electricidad (fuel oil para CTE y diesel para GE).
- 2) Conversión de toneladas de combustible a TCC  
(0,999 toneladas fuel = 1 toneladas TCC y 1,053 toneladas diesel = 1 toneladas TCC).
- 3) Conversión de TCC a toneladas de CO<sub>2</sub> (2,93 toneladas CO<sub>2</sub> / TCC)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Según Alejandro Quintana en su trabajo "Consideraciones sobre el potencial de inserción de la provincia de Villa Clara en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto", realizado en la UCLV.

En la **transmisión y distribución**, se han determinado los porcentajes de pérdida de energía eléctrica correspondientes a las distintas fases de implementación de la REC.

Para el cálculo de la variación en el **consumo eléctrico**, expresado en MWh/año (o kWh/año)<sup>3</sup>, se han valorado las actuaciones de la REC sobre esta fase, procediendo de dos modos distintos:

- cálculos directamente cedidos por la universidad (en el caso de las medidas de ahorro).
- cálculo del consumo según datos técnicos de los equipos (en el caso de la caldera de vapor, las bombas del acueducto y el cambio de equipos). En estos casos, cada sección ha precisado de distintos procesos que serán detallados en el apartado correspondiente.

Para el cálculo del impacto ambiental, es decir, la variación de emisiones de CO<sub>2</sub>, de la REC en la electricidad, se deben combinar estas tres variables según las distintas fases de implementación de la REC.

Debido a la multitud de combinaciones, se han agrupado las dos primeras fases (producción y transmisión) según cinco situaciones posibles, nombradas **escenarios**, con el fin de conocer **la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera por cada MWh de energía consumida (es decir, con 1 unidad de consumo)**. Cada escenario corresponde a una situación real del proceso de implementación de la REC, y son los siguientes.

- **Escenario 1 (E1):** corresponde a la situación anterior a los programas de la REC, con un alto consumo de petróleo y un porcentaje muy elevado de pérdidas en la transmisión y la distribución.
- **Escenario 2 (E2):** se ilustra la situación actual, teniendo en cuenta sólo las mejoras realizadas en las CTE, en la transmisión y en la distribución.
- **Escenario 3 (E3):** situación futura si se llegara a los objetivos de mejora de las CTE (menor consumo de petróleo por unidad eléctrica generada, en MWh).
- **Escenario 4 (E4):** corresponde a la producción de electricidad mediante los grupos electrógenos, con un coeficiente de pérdidas en la transmisión nulo ya que se sitúan muy cerca del lugar de consumo, aunque con pérdidas en la red de distribución.

Teniendo en cuenta que la electricidad consumida por la UCLV proviene en un 85% de las CTE (E2) y un 15% de los GE (E4), se obtiene el **Escenario 5 (E5)**, el cual refleja la situación actual de la universidad.

Resumiendo la situación, la tabla resulta de la siguiente manera:

---

<sup>3</sup> 10<sup>6</sup> kWh/año= 1 MWh/año.

Escenarios Variables	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
	Anterior a la REC	Sistema Actual CTE	Futuro CTE	Sistema GE	Sistema actual UCLV
Tecnología de generación	CTE	CTE	CTE	GE	85% E2 (CTE) + 15% E4 (GE)
Combustible usado	Fuel Oil	Fuel Oil	Fuel Oil	Diesel	
g combustible / kWh generado	380	300	260	225	
Pérdida transmisión (%)	17,6	10	10	0	
Pérdida distribución (%)	14,3	8	5	5	
<b>Toneladas CO<sub>2</sub> / MWh consumido</b>	<b>1494</b>	<b>1043</b>	<b>879</b>	<b>729</b>	<b>997</b>

Tabla 1: Escenarios de emisión de CO<sub>2</sub> para la electricidad según actuaciones de la REC en la producción y transmisión de la energía. Los cálculos incluyen el tipo de combustible y la conversión a TCC y a CO<sub>2</sub>. Elaboración propia.

La información que aportan los escenarios es que para consumir 1 MWh se emitían 1494 toneladas de CO<sub>2</sub> según la situación anterior a la REC (E1), 1043 toneladas si solamente se obtuviera la electricidad de las CTE (E2), 879 toneladas en la misma situación pero en un futuro próximo (E2), 729 si se obtiene la electricidad de los GE (E4) y finalmente, 997 toneladas si la electricidad es consumida en el área de estudio (la UCLV) hoy en día (E5). Si se quisiera conocer la cantidad correspondiente al consumo de 3 MWh, solamente se deberían multiplicar los valores anteriores por 3.

El siguiente paso consiste en obtener qué cantidad de MWh se han dejado de consumir a partir de las actuaciones de la REC en la UCLV. Para contabilizar esta variación del consumo, se ha procedido de dos maneras distintas, como ya se ha comentado más arriba (según cálculos de la UCLV o según los datos técnicos de los equipos cambiados por la REC).

Así, una vez obtenida la variación del consumo eléctrico en MWh, se ha procedido a traducirla a emisiones de CO<sub>2</sub>, con los siguientes criterios de elección de escenarios:

- Acciones expresadas directamente en ahorro energético (MWh/año), exclusivas del sistema de la REC, y por lo tanto, relativas al escenario E5.
- Acciones expresadas en un cambio de sistema, y por tanto, una variación en el consumo eléctrico entre las dos situaciones (con el cambio de electrodomésticos, por ejemplo), con los que se puede hallar el valor de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las dos situaciones (1) consumo de los equipos viejos en el sistema antiguo (E1) y (2), consumo de los equipos nuevos en el escenario actual (E5).

Los escenarios E2, E3 y E4 muestran situaciones hipotéticas de la realidad ya que la electricidad proviene de una combinación de éstos. La información que aportan es la aproximación en el

cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> para variaciones de la situación actual y con la perspectiva de futuro planificada.

Así, se pueden establecer cuatro maneras de expresar las emisiones: Una vez determinados estos pasos, se ha procedido a la definición de las siguientes variables, que permiten la comparación de las emisiones en situaciones con la REC implementada y otros sin su implementación.

- A. Ahorro del consumo de energía de la REC: expresado en MWh, según los procedimientos ya expuestos.
- B. Emisiones ahorradas por la REC: el ahorro de A traducido a emisiones de CO<sub>2</sub> según el escenario indicado en cada caso.
- C. Emisiones reales con la REC: toneladas de CO<sub>2</sub> según el escenario E5, correspondientes a los consumos de los años 2007 y/o 2008.
- D. Emisiones hipotéticas sin la REC: emisiones reales del año en cuestión + emisiones ahorradas con la REC – emisiones añadidas por la REC, todos los valores mediante el escenario E1 ya que refleja la situación anterior a la REC.

Con estos valores calculados, se ha procedido a su tratamiento para obtener:

- Toneladas de CO<sub>2</sub> Evitadas con la REC (TE)

$$TE = D (E1) - C (E5)$$

- Porcentaje (%) de Toneladas de CO<sub>2</sub> que se hubieran Emitido de Más sin la REC (TEM), equivalente a % de toneladas evitadas respecto lo emitido con la REC.

$$TEM (\%) = TE / C * 100$$

- Porcentaje (%) de Toneladas de CO<sub>2</sub> Dejadas de Emitir por la REC (TDE), equivalente al % de toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas respecto lo que se habría emitido sin la REC.

$$TDE (\%) = TE / D * 100$$

- Así,  $100 - TDE$  = porcentaje de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas realmente respecto lo que se habría emitido sin la REC.

Para ejemplificar, se puede suponer  $B = 90$  toneladas de CO<sub>2</sub> y  $C = 150$  toneladas de CO<sub>2</sub>. En este caso,  $TE = 150 - 90 = 60$  toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas con la aplicación de la REC. Para conocer la magnitud de este ahorro, se pueden plantear dos preguntas.

La primera, ¿cuánto se habría emitido de más si no se hubiera realizado ningún cambio relativo a la REC? La respuesta viene dada encontrando el valor de TEM, que es igual a  $60/90 * 100 = 66,7\%$ . Así se puede afirmar que sin la REC se habrían emitido el 66,7% más de toneladas de CO<sub>2</sub>.

La segunda, ¿cuánto se ha evitado respecto lo que se habría emitido sin la REC? El  $TDE = 60/150 * 100 = 40\%$ , por tanto, la respuesta es que con la REC se han reducido las emisiones en un 40%.

## **Cálculo consumo electrodomésticos**

Para estimar la influencia de los electrodomésticos en el consumo eléctrico se ha elaborado un inventario de todos los equipos cambiados según modelo y tipo (refrigeradores, equipos clima, televisores, computadoras y lámparas) y el consumo de cada uno (en amperes, A). Con estos datos se ha podido calcular la potencia [Potencia (W) = voltaje (V) \* Amperes (A)] de cada equipo según el voltaje de la red eléctrica (220V para los equipos de clima y 110V para el resto), y estimando el número de horas diarias que cada equipo está en funcionamiento se ha extrapolado el consumo energético [Energía (Wh) = W \* tiempo (h)] de todo un año (introduciendo el factor de conversión de agosto en el cual se considera que se consume la mitad respecto el resto de los meses). De esta manera queda:

$$E = W * h = V * A * h$$

Una vez obtenidos los datos del consumo anual, se halla la diferencia entre el consumo de los equipos viejos o alto consumidores y el de los nuevos más eficientes, diferencia que se traduce a toneladas de CO<sub>2</sub> dejadas de emitir a la atmosfera.

Los cálculos se incluyen en el *Anexo B.3. Consumo de equipos y conversión a toneladas de CO<sub>2</sub>*.

## **EL FUEL OIL**

La caracterización del portador ha permitido conocer el destino del fuel oil, alimentar la caldera de vapor, y la importancia del portador respecto a los consumos energéticos totales de la universidad.

Se ha valorado el consumo de combustible de la caldera durante el periodo 2001-2008. La selección de este periodo se ha hecho por ser un número de años suficientemente grande para ser representativo y por ser consumos anteriores a las acciones de la REC, que han consistido en el cambio de la caldera. Los periodos correspondientes son, 2001-2004 para la caldera vieja y 2005-2008 para la nueva.

Se ha realizado también un listado de los impactos ambientales, escogiendo los más significativos, para evaluar la magnitud del cambio producido por la REC.

A partir de los datos extraídos de los registros de gasto de combustible, se ha calculado el consumo por comensal para obtener el consumo relativo a lo largo del periodo. El análisis de datos se ha basado en el cálculo de la variación del consumo de combustible anual debido al cambio de la caldera, con el fin de contemplar una disminución o un aumento. Los resultados han sido tratados con factores de conversión (de toneladas de fuel oil a TCC y a toneladas de CO<sub>2</sub>) para analizarlos conjuntamente con el resto de portadores, y como ya se ha comentado, expresarlo en las unidades de medida del impacto ambiental.

## **GASOLINA Y DIESEL**

La flota de transporte, que se sirve de diesel y gasolina, ha sufrido cambios con la REC a partir del 2006. Estos cambios han consistido en una remotorización de vehículos ineficientes y una retirada

de vehículos altos consumidores. Por falta de datos sobre los consumos específicos de los vehículos altos consumidores no se ha podido analizar qué ha representado la retirada en términos de disminución de consumo de combustible. No obstante, la remotorización se ha podido analizar en términos de variación de consumo. Los cálculos se han hecho en base al recorrido fijo de los vehículos remotorizados a partir del consumo de combustible por km, con el viejo motor y con el nuevo, comparando el consumo del año 2005, sin la medida aplicada, y el año 2008 con las acciones de la REC finalizadas. Estos valores se han tratado con los mismos factores de conversión que en el apartado anterior (de litros diesel o gasolina a TCC a toneladas CO<sub>2</sub>), de manera que se ha podido valorar la variación en los impactos ambientales a través de la diferencia (entre los distintos años) de consumo anual de diesel y gasolina.

## **COMPARACIÓN TEMPORAL**

La evaluación de los análisis ambientales concluye con una comparación del antes y el después de la REC en la UCLV.

- De la situación posterior a la REC se considera la siguiente: consumo real del 2006, 2007 y el 2008 (aunque los valores del 2008 son más próximos a la estabilización de las medidas de la REC), calculando las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir del E5. Para el fuel oil, el período comprende también el año 2005.
- La situación anterior a la REC varía en cada portador, siendo el 2001 el año de referencia en la electricidad (ya que en el 2003-2004 el sistema energético estuvo muy afectado por la crisis energética). En el caso del fuel oil, este período comprende los años 2001-2004. Para el transporte, el año de referencia es el 2005.



## **CAPÍTULO 3**

### **CONTEXTO NACIONAL DE CUBA**



## CONTEXTO NACIONAL DE CUBA

La República de Cuba se ubica en el mar del Caribe. Está formada por una isla principal, conocida como Isla de Cuba, la Isla de la Juventud y la multitud de pequeñas islas. Tienen una extensión total de 110.860 km<sup>2</sup> y una población, según los datos del último censo (2007), de 11.177.743 habitantes (Indexmundi).



Imagen 1: Mapa de Cuba. Fuente: Geocities.

El Estado Cubano sigue la línea política del socialismo-comunista. Esta ideología se basa en el principio de la propiedad comunitaria en contra de la individual o privada. De esta idea se deriva que los bienes y recursos deben repartirse equitativamente a la población, en función de las necesidades. Con estas premisas, el estado debe ser compuesto de la clase obrera, y es propietario y gestor de las actividades económicas, sociales y políticas. La responsabilidad de satisfacer las necesidades públicas recae en el estado, quien crea, dirige y aplica las políticas pertinentes. A continuación se describe brevemente la historia que ha determinado esta situación política, social y económica que vive Cuba.

Cuba fue colonia española desde el siglo XV y tras varias guerras contra insurgentes cubanos, EEUU entró en la guerra para apoderarse de la isla, y en el 1898 se firmó, sin la participación cubana, el Tratado de París (1898) en el cual España renuncia a la colonia de Cuba, cediendo los poderes a EEUU. En el 1901 se impone la Enmienda Platt con la que los EEUU se reservan el derecho a intervenir militarmente en Cuba siempre que lo considere oportuno, estando aún vigente en la actualidad. En el 1902 se proclamó La República Cubana.

En los años que siguieron hubo una sucesión de presidentes mandados por los Estados Unidos, entre ellos Fulgencio Batista, el cual llegó al poder mediante un golpe de estado en 1952, cuando parecía que democráticamente ganaría el partido ortodoxo. En contra del poder dictatorial de Batista nació el movimiento revolucionario (que más tarde se denominaría Movimiento Revolucionario 26 de Julio), encabezado por Fidel Castro, un joven abogado cuyas primeras

actividades políticas se habían desarrollado en el medio universitario y las filas de la ortodoxia. Fidel Castro, junto con sus seguidores, iniciaron la lucha armada en contra del gobierno tirano (1953 con el Cuartel Moncada y 1956 el desembarco del yate Granma), hasta que en el 1959 se proclamó el triunfo de la Revolución, con Fidel Castro como Comandante en Jefe de las Fuerzas Armadas.

En 1959, el Gobierno Revolucionario comenzó a promulgar una serie de decretos polémicos que finalmente llevarían a la eliminación total de la propiedad privada, garantizando propiedad solo sobre inmuebles particulares, bienes de carácter personal y pequeños negocios. El 7 de mayo de 1959 se aprobó la ley de reforma agraria, abriendo entonces un proceso de expropiaciones y nacionalizaciones que afectaron fuertemente a la clase alta y a las empresas estadounidenses. Esto fue mal recibido por el gobierno estadounidense, que incluso desde antes del triunfo comenzó a tener sus diferencias con el gobierno cubano.

También se emprendió campañas de alfabetización, llegando a erradicar el analfabetismo y se estableció la educación y la salud gratuitas a todos los niveles para toda la población. Estas medidas se mantienen hasta la actualidad.

En el 1961 se declaró el carácter socialista de la Revolución, y se establecieron acuerdos comerciales financieros, además de vínculos culturales, con todos los países del bloque Comunista, cortando las relaciones diplomáticas con Estados Unidos, quedando en una situación de total dependencia de la Unión Soviética y del bloque comunista. Además, en 1962, se inicia el embargo de Estados Unidos contra Cuba (convertido en ley en 1992 y 1995), bloqueando de manera comercial, económica y financiera al país, con el objetivo de presionar al gobierno cubano a abandonar sus acciones de socialización.

Con el colapso del comunismo en Europa del Este (1989), Cuba perdió la mayor parte de sus socios comerciales. Esta quedó sin el mercado habitual de su producto de exportación principal, el azúcar. Las industrias se fueron debilitando poco a poco y la economía cayendo. Fidel Castro tuvo que enfrentar una dura crisis económica denominada comúnmente como *Periodo especial* (ver *Apartado Definiciones*).

En 1993 la situación se agravó mucho más. La agricultura y la ganadería, productoras de alimentos, se fueron reduciendo hasta quedar con pocos suministros para la población. Esta situación hizo que se intensificara el flujo migratorio de Cuba. En 1995 se tomaron nuevas medidas para aliviar la situación del país. Se fomentó la inversión extranjera y se permitieron algunas iniciativas privadas. Esto hizo que poco a poco mejorase algo la economía cubana, a pesar de que en 1999, el presidente Bill Clinton amplió el embargo comercial prohibiendo a las filiales extranjeras de compañías estadounidenses comerciar con Cuba por valores superiores 700 millones de dólares anuales. Actualmente esta crisis económica ha disminuido ligeramente, aunque el país sigue sumergido en una situación crítica.

En 2006 Fidel Castro cedió la presidencia a su hermano y por entonces vicepresidente, Raúl Castro, de forma provisional debido a su estado de salud. A comienzos de 2008 Raúl fue finalmente elegido por el parlamento como nuevo Presidente, tras la renuncia definitiva de Fidel. Esto fue visto por algunos sectores como un traspaso de poder hereditario y antidemocrático. Sin embargo otros están esperanzados por la llamada "transformación socialista" promovida por Raúl Castro, donde se iniciaron una serie de reformas aún muy incipientes para *democratizar* la vida en la isla. Esto ha incluido la reanudación del diálogo político con la Unión Europea y las esperanzas de mejorar las relaciones con Estados Unidos, ya que el nuevo presidente estadounidense, Barack

Obama, ha prometido un nuevo diálogo con Cuba, que podría mejorar la situación del embargo económico, y que aún sigue en pie, siendo uno de los más duraderos de la historia.



## **CAPÍTULO 4**

### **MARCO CONCEPTUAL**





## 4.1 MARCO ENERGÉTICO INTERNACIONAL

---

La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo, aún así son múltiples las connotaciones que acompañan este concepto según la óptica de análisis. La energía se puede presentar diversas formas; calor, movimiento, etc. Los humanos han elaborado clasificaciones por su utilidad, por ejemplo, el concepto de *Energía Útil*; aquella energía que no se dispersa en forma de calor en el ambiente externo, o la denominada *Energía primaria*, que hace referencia a las fuentes de energía tal como se obtienen en la naturaleza, ya sea en forma directa (eólica, solar) o después de un proceso de extracción (petróleo, carbón mineral), (Greenpeace).

La historia del desarrollo humano va íntimamente ligada al aprovechamiento energético, el cual ha variado en pos de los diferentes descubrimientos que la ciencia y la tecnología han hecho sobre el campo. La relación entre desarrollo y energía se considera tan estrecha que algunos autores opinan que: *El consumo de la energía eléctrica es uno de los principales índices que se mide en el capitalismo para caracterizar el desarrollo* (Bérriz, L. 2004). Es por esto que se ha creado en torno a la energía intereses políticos, científicos y económicos con el afán de controlarla, transformarla y enriquecerse.

La situación presente, caracterizada principalmente por la existencia de un horizonte finito de las reservas energéticas que el humano está empleando en esta era actual, la denominada Era del Petróleo<sup>4</sup>, y por una serie de cambios en el ritmo de procesos naturales<sup>5</sup> causados por las actuaciones antrópicas, ha desembocado una crisis de dimensiones mundiales. El ser humano se halla ante una crisis energética que le obliga a reformular y replantear los actuales modelos de consumo y de producción. No es posible abastecer la actual demanda con otra fuente energética sin que esto suponga un incremento muy significativo del coste económico del recurso, ya que primeramente se agotan los yacimientos de petróleo de extracción barata<sup>6</sup>, tampoco es posible seguir con la actual cantidad de emisiones de gases derivados de la quema de combustibles fósiles a la atmósfera<sup>7</sup>. Esta situación se agrava en los Países en vías de Desarrollo (PVD). La desigualdad económica y social entre norte y sur se acentúa con la crisis por el hecho de que los PVD no disponen de la tecnología necesaria para desarrollar otras fuentes energéticas, lo que implicará una mayor dependencia de los PVD con los países desarrollados por el proceso de transferencia de tecnologías limpias, como tampoco por no disponer de la tecnología para hacer un uso más eficiente de la energía que tienen, además de ser el blanco de la mayoría de desastres naturales, los cuales aumentan en cantidad y severidad por el cambio climático.

Aunque los PVD son poseedores de la gran mayoría de recursos naturales, el extremado interés por poseer las fuentes energéticas que tiene el ser humano les hace más vulnerables frente a

---

<sup>4</sup> El principio de la Era del Petróleo se sitúa aproximadamente a comienzos del S.XIX (Tarbuck, E., 2004).

<sup>5</sup> Cambio climático, extinción acelerada de especies de animales y plantas, desertificación de suelos. (Tarbuck, E., 2004).

<sup>6</sup> Una parte de los yacimientos no podrá ser utilizada por la gran profundidad a la que se encuentran y por las dificultades de acceso a ellos. En estos casos, el gasto de energía para la obtención será mayor que la energía obtenida por la combustión del fósil. (Turrini, 2006)

<sup>7</sup> La producción, transformación y consumo de energía representa cerca del 82% de las emisiones de gases de invernadero de la UE. (Santamaría, J., 2007)

guerras (ej. Irak) y acuerdos desiguales entre países así como entre multinacionales energéticas. Se dice que tal es la importancia de poseer la energía que:

“[...] desde la Edad Media los señores feudales habían comprendido que el hombre que tiene acceso a su propia fuente de energía motriz es un hombre libre. [...]. Para dominar a los hombres hay que impedirles que posean un excedente y por lo tanto prohibirles el libre acceso a las fuentes de energía” [*El Ecologista*, mayo (1980)] (Puig, 1990).

Algunos autores<sup>8</sup> opinan que la tecnología desarrollará sistemas cada vez más eficientes para poder dar respuesta a la escasez energética, así como para el desarrollo de nuevas fuentes y también para dar soluciones a las ya visibles afectaciones al medio ambiente.

Otros, como (Claudin, 2008) en cambio, opinan que para poder evitar una crisis de mayores dimensiones en un futuro próximo es necesario que el modelo de desarrollo actual se reformule entre los siguientes parámetros:

- *Estimación de la capacidad planetaria máxima (estimación de los niveles máximos de uso de energías renovables y de procesamiento materiales que puedan ser sostenidos por los ecosistemas del planeta).*
- *Determinación de un nivel de uso suficiente de recursos y energía, que sea inferior al máximo nivel sostenible.*
- *Adecuación de todos los principales sistemas de funcionamiento de la sociedad –el transporte, la manufactura, la agricultura, la energía, el diseño de construcción, etc.– para que estén en sintonía con estos estándares, desplegando energías renovables<sup>9</sup> y a la vez asegurar una mejora en términos de eficiencia, conservación, y niveles de consumo inferiores.*
- *Redistribución, a través de distintos mecanismos, de los recursos limitados del planeta sobre una base más equitativa.*

A modo de conclusión se puede reafirmar la necesidad de cambio del modelo de consumo actual, siendo necesaria una disminución de la cantidad demandada y un cambio del tipo de fuentes energéticas. Seguramente, el cambio necesario obligará a replantearse el sistema económico actual para poder encajar los nuevos modelos de consumo que permitan asegurar la continuidad de la existencia humana en un futuro lejano.

---

<sup>8</sup> “[...] Debemos prepararnos para la transición desde el petróleo a diferentes fuentes de energía, no fósiles. Ahora mismo no hay una fuente energética de precio comparable al petróleo y que sea usable para el transporte. Debemos empezar entonces a trabajar ahora en desarrollar las soluciones tecnológicas” (Bérriz H, 2004).

<sup>9</sup> Los recursos renovables pueden volver a recuperarse en tiempos relativamente cortos, de meses, años o decenios. [...] A veces algunos recursos pueden pertenecer a cualquiera de las dos categorías, dependiendo de cómo se utilicen. (Tarbuck., 2004) p.484.)

## 4.2 MARCO ENERGÉTICO CUBANO

---

### 4.2.1 ANTECEDENTES ENERGÉTICOS

---

La perspectiva histórica de la situación energética en los últimos 50 años de Cuba (des de la Revolución Cubana) puede separarse en dos etapas:

#### **Del triunfo de la Revolución (1959) hasta 1989:**

Período caracterizado por la estabilidad y las mejoras energéticas gracias al respaldo del bloque soviético, que garantizaba el comercio e importación del petróleo<sup>10</sup>, principal recurso energético del país. Durante esta época se logró mejorar el sistema eléctrico con grandes éxitos:

- Potencia eléctrica instalada de casi cuatro mil MegaWatts (MW) (se multiplica ocho veces en este período).
- Disponibilidad de las Centrales Termoeléctricas (CTE) del 80% (Díaz, Martínez *et. al.*)
- Sistema Electroenergético Nacional (SEN) que llegó a casi el 95% de la población (en el 1958 este porcentaje era de tan sólo el 56%).
- El consumo energético incrementa de 0,5 a 1,5 toneladas combustible equivalente por habitante, triplicándose con relación al 1958, impulsado también por la mayor disponibilidad de aparatos eléctricos. (Altshuler, 2004).

Por estos motivos se considera que la calidad de vida mejoró considerablemente. Durante este período se impulsó las energías renovables mediante avances científico-técnicos que darían fruto más adelante (Altshuler, 2004).

#### **El período especial y los programas de ahorro energético (Des del 1989 hasta la actualidad):**

La caída del muro de Berlín (1989) y la consecuente disolución de la URSS provocaron una fuerte crisis económica y energética que dio inicio al Período Especial, agudizada por el bloqueo estadounidense. Cuba perdió la gran parte su comercio y la importación de combustible de forma barata y segura. Este déficit energético impactó en todas las ramas de la economía nacional. En el 1993 se aprobó el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía (PDFNE) (Altshuler, 2004), que intentaba paliar la situación apostando por la reducción de la necesidad de importación mediante la explotación del crudo nacional (de baja calidad y alto contenido en azufres, y con tan sólo un rendimiento de extracción del 8%. Éste no cubrió las necesidades energéticas del país, y juntamente con la vejez de las CTE y el mal estado de las líneas de distribución y suministro, el SEN tan sólo llegaba a un 50% de la población (Díaz, Martínez *et. al.*). Este suministro no era constante y la demanda superaba a la oferta en horas de máxima demanda (6-8 PM), o comúnmente denominada *hora pico*, provocando grandes apagones. Tal era la frecuencia de fallos en el suministro eléctrico, que el período se denomina popularmente como la

---

<sup>10</sup> Mediante las ventajosas condiciones de intercambio en el marco del antiguo Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), que permitían y sustentaban el desarrollo de Cuba sobre la base de esta fuente energética importada (Altshuler, 2004).

época de los alumbrones, aludiendo a las pocas horas de luz que se disponía. En el Gráfico 1 se representa la cantidad de apagones diarios en la hora pico y su evolución anual.

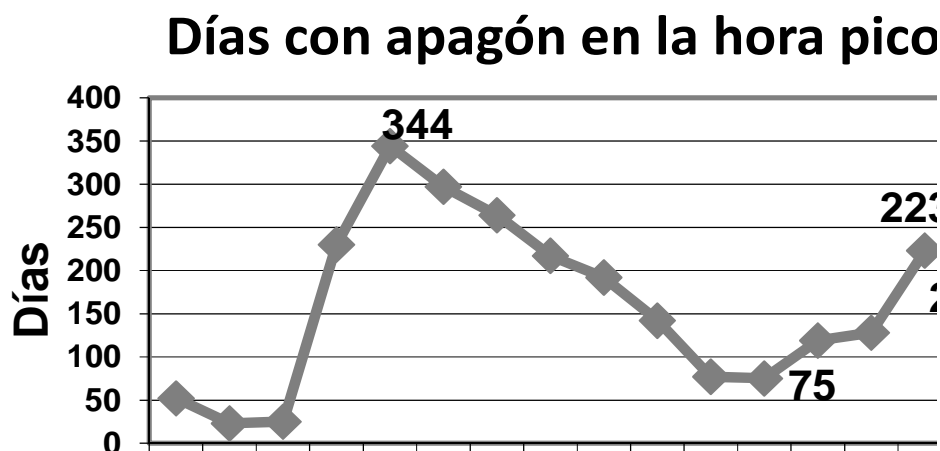


Gráfico 1: Días con apagón en la hora pico (de 6:00 a 8:00 pm). Hubo dos momentos críticos: de 1993 a 1996 debido a la desaparición del respaldo soviético y el 2003-2004, con la avería de dos CTE. Fuente: Toledano.

En el 1997 se intentó recuperar la situación mediante tres estrategias básicas: (1) modernizar las centrales termoeléctricas y asimilar el crudo nacional, (2) constituir y explotar nuevas capacidades (construcción CTE y aprovechamiento del gas acompañante), y (3) desarrollar el **Programa de Ahorro de Energía en Cuba (PAEC)** cuyos principales objetivos son:

- Reducir la máxima demanda del sistema y la tasa de crecimiento anual del consumo según los planes que se establezcan.
- Lograr desarrollar hábitos y costumbres en el Uso Racional de la Energía y Protección del Medio Ambiente en las nuevas generaciones.
- Desarrollar una base normativa y una política de precios que garanticen una buena eficiencia energética de todos los nuevos equipos eléctricos que se instalen en el país.

(Díaz, Martínez *et al.*) y (Altshuler, 2004).

El PAEC es una de las primeras políticas que apuestan por el ahorro energético y el incremento de la eficiencia. La situación energética mejoró sensiblemente, electrificando zonas rurales y llegando de nuevo a un 95.5% de la población en el 2001 (de los cuales el 89.04% está conectada al SEN) (Díaz, Martínez *et al.*).

En el 2004 una nueva crisis energética arrasó el país: dos centrales termoeléctricas sufrieron afectaciones muy graves (por su antigüedad y por no estar preparadas para el funcionamiento con combustibles de baja calidad). La producción de energía disminuyó drásticamente dando a lugar a apagones de larga duración. El sistema de distribución, viejo y debilitado, sufrió numerosas averías y pérdidas que se sumaron a las adversidades meteorológicas (huracanes), aislando de nuevo parte de la población del SEN (Díaz, Martínez *et al.*). Todo ello, sumado a la falta de

previsión y planificación, condujo al estado de emergencia que propició el desarrollo, en el 2006, de la nueva política energética denominada **Revolución Energética Cubana (REC)**.

#### 4.2.2 REVOLUCIÓN ENERGÉTICA CUBANA (REC)

---

El término “revolución” se define como un “*Cambio total y radical*” (Nueva Enciclopedia Larousse). Con esta idea, la política a nivel nacional de la Revolución Energética Cubana pretende reformar todo el sistema energético, basándose en el principio del ahorro energético y el uso racional de la energía. Es una de las líneas estratégicas que permiten el crecimiento nacional a partir de la estabilización y la autosuficiencia energética. Sus objetivos y líneas de acción se presentan en el siguiente cuadro.

---

##### LÍNEAS NACIONALES DE ACTUACIÓN DE LA REC

---

###### 1. GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- ✓ Instalación de Grupos Electrógenos (GE).
- ✓ Formación de técnicos.
- ✓ Centro de Investigación para la Generación Distribuida (CIGEDI).

###### 2. AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA

- ✓ Petróleo nacional: investigación, prospección y refinamiento.
- ✓ Producción del 50% del consumo total.
- ✓ Gas natural: mejor aprovechamiento. Se obtiene el 14% de energía eléctrica total del país (González, 2008).
- ✓ Mejoras tecnológicas en las CTE e investigación para CTE de ciclo combinado (gas + petróleo).

###### 3. REHABILITACIÓN DE LAS REDES DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

- ✓ Mejora de las condiciones de las redes de transmisión y distribución para reducir las pérdidas (de un 14,25% a un 9%) (Velo, 2007).
- ✓ Eliminación de zonas de bajo voltaje.

###### 4. INCREMENTO DE LA EFICIENCIA

- ✓ Cambio masivo de electrodomésticos (refrigeradores, aires de climatización, televisores y ventiladores).
- ✓ Cambio de bombas de agua.
- ✓ Cambio masivo de bombillos incandescentes por ahorradores.
- ✓ Instauración sistema de cocción eléctrico (hornillas, ollas multipropósito, arroceras, etc.) eliminando el uso del queroseno y el Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- ✓ Incremento tarifa eléctrica

###### 5. PARTICIPACIÓN Y CONCIENCIACIÓN

- ✓ Participación
    - brigadas estudiantiles.
    - trabajadores sociales.
  - ✓ Concienciación
-

- 
- Medios de comunicación.
  - Difusión y reflexión.
  - Programa de ahorro de electricidad del Ministerio de Educación (PAEME).

#### **6. ENERGÍAS RENOVABLES (ER)**

- ✓ Eólica: prospección eólica y construcción parques experimentales (11 MW instalados).
  - ✓ Solar: producción de electricidad y calentamiento del agua en centros específicos y comunidades aisladas.
  - ✓ Hidráulica: recuperación y potenciación de las micro hidroeléctricas en zonas montañosas.
  - ✓ Biomasa: cogeneración con el bagazo de las industrias azucareras y aprovechamiento residuos forestales.
  - ✓ Cooperación y colaboración nacional e internacional para el desarrollo de las Energías Renovables .
- 

Cuadro 1: Objetivos y líneas de acción de la REC a nivel nacional. Elaboración propia.

### **4.2.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA REC A NIVEL NACIONAL**

---

El desarrollo de la REC y cumplimiento de los objetivos ha sido posible gracias a la elaboración de varios planes y programas que abordan las distintas líneas de acción<sup>11</sup>.

#### **1. Generación distribuida de la electricidad cerca del lugar de consumo mediante GE. Esto permite cierta autonomía local en el abastecimiento de energía en casos de insuficiencia del SEN (en situaciones de emergencia o exceso de demanda).**

La introducción de los GE permite un funcionamiento con una cierta autonomía local, destinado sobre todo a puntos críticos donde el SEN está más debilitado para asegurar el suministro eléctrico a la población, así como en puntos especiales (Centros de Salud, Centros de Elaboración de Alimentos, Bombeos y Potabilizadoras de Agua, Centros Vinculados a la Educación, Hoteles y Centros vinculados al Turismo y Otros Centros Vitales de la Economía) en caso de alta demanda o de emergencias. Tal y como se expone más adelante, la disminución de la frecuencia y la duración de los apagones ha sido, de forma considerable, el logro más reconocido por la población.

Los motivos para la elección de los GE frente a otras opciones han sido los siguientes: (1) permiten una instalación relativamente rápida, (2) su uso no requiere de alta especialidad del personal (formación con cursos de "Operadores de Grupos Electrógenos") y (3) aunque funcionen con derivados del petróleo, el consumo por kWh generado es menor que en las CTE.

Se han instalado un total de 6.378 GE de emergencia con una capacidad de generación de 708 MW, 943 grupos diesel sincronizados al SEN con una capacidad de generación de 1.320,9 MW y

---

<sup>11</sup> Extraído del documento Programas de la Revolución Energética (Mayo 2007).

696 de fuel oil con una capacidad de 1.753,5 MW. Los GE acarrean la instalación de tanques, naves y casetas de operadores para su control y buen funcionamiento, así como la mejora en recursos humanos con formación de operadores. Requiere de vigilancia constante por parte de un operario, ya que en cualquier momento puede cortarse el suministro eléctrico del SEN y es necesaria una persona que en ese momento ponga en marcha el GE.

Para poder velar por el correcto funcionamiento y centralizar los esfuerzos realizados en la mejoras de los GE, se prevé inaugurar en breve el CIGEDI, ubicado en La Habana.

## **2. Autosuficiencia energética mediante la explotación del petróleo nacional y aprovechamiento del gas natural acompañante, con mejoras tecnológicas en las CTE.**

Debido a la crisis económica y las presiones políticas que sufre Cuba, la autosuficiencia energética se convierte en un eje estratégico para reducir estas tensiones. Cuba goza de pozos de petróleo en la zona noreste de la isla, explotados en la plataforma petrolera Eirik Raude, gestionado por la Unión Cuba Petróleo (CUPET). Se ha apostado por la investigación y prospección de nuevos pozos en territorio nacional y dentro del golfo de México en colaboración con compañías extranjeras (Petróleos de Venezuela SA, PDVSA) (Rodríguez, 2006) a la vez que una mejora tecnológica en términos de extracción (actualmente con un 8% de eficiencia) y refinación. Actualmente se producen 399 toneladas de crudo nacional, que representan la mitad de las consumidas (el resto se importa) (Monteagudo, 2007). Des de el 1998 se usa el gas natural acompañante, pero con la REC se han realizado mejoras en su sistema de aprovechamiento (también del azufre), transporte y tratamiento, además de programas de capacitación de recursos humanos. La producción anual (2008) se estima en 1.058.000.000 m<sup>3</sup>, un 50% más que en 2004, y una generación de electricidad de 16450MWh (Indexmundi) los cuales se consumen íntegramente en el país.

El plan incluye mejoras tecnológicas en las CTE (*ver Anexo A.1*) y la paulatina sustitución de motores nuevos en éstas que permitan procesos de ciclo combinado (Monteagudo, 2006). Esto va acompañado de un aumento en el control y la reducción del consumo de la energía fósil, vaya destinada a la producción de electricidad o en el transporte y demás necesidades. Por ejemplo en la mejora en las estaciones de servicio, el control de importaciones, el mejor aprovechamiento del queroseno para generar electricidad y el control en el consumo eléctrico de los ciudadanos (*ver objetivo 5 del Cuadro 1*), etc.

En referencia al transporte, se programa sustituir vehículos y remotorizar camiones viejos y altos consumidores de gasolina apostando por el combustible diesel al ser éste más eficiente por kilómetro y carga transportada. Además, se regula el transporte optimizando los viajes realizados mediante la concentración de transportistas mayores, la creación de bases de transporte para una mejor gestión de las cargas y la reorganización del transporte rural. En lo referente al transporte ferroviario, se pretende potenciar su uso para salvar largas distancias, renovando y arreglando las locomotoras, vagones y vías. De igual manera, los puertos son un punto clave de mejorías. Finalmente, y afectando principalmente al transporte marítimo y rodado, se usa la tecnología GPS (Global Positioning System) para determinar los recorridos idóneos y evitar kilómetros innecesarios. Cabe remarcar el plan de recuperación de materiales ante el desuso de automóviles y camiones.

### **3. Rehabilitación de las redes de transmisión y distribución para reducir las pérdidas y eliminar las zonas de bajo voltaje.**

Entre las acciones que se acometen dentro del mencionado plan están la sustitución paulatina de más de 21.290 kilómetros de líneas de distribución por conductores de superior calibre; el cambio de 116.134 postes y de cerca de 1.516.400 acometidas de viviendas. Igualmente se pretenden sustituir unos 1.200.000 contadores por otros de tecnología de punta; 3.250.000 limitadores de potencia, correspondientes a prácticamente la totalidad de las viviendas electrificadas en Cuba. Este plan se encontraba al 74% de su aplicación en mayo del 2007. En medio de tal proceso se instalará el servicio a más de 108.000 nuevos clientes, acción sobre cumplida en un 7%. Los mayores beneficios se ubican en la supresión de las zonas de bajo voltaje, la disminución del tiempo de interrupción por usuario de 170 a 10 horas por año y la reducción de las pérdidas de distribución de 14,25% hasta un 9% (Veloz, 2007).

### **4. Incremento de la eficiencia en el consumo de la energía eléctrica, con una campaña de cambio masivo de electrodomésticos y bombillos energéticamente más eficientes.**

En referencia a los electrodomésticos se han sustituido la gran mayoría de los equipos altamente consumidores. En los hogares podían verse electrodomésticos de fabricación casera o de gran antigüedad, algunos de ellos con más de cincuenta años.

Para disminuir el uso de dichos utensilios, se han realizado campañas para que la población compre electrodomésticos más eficientes con la ayuda y subvenciones del gobierno. Se plantea llegar a suministrar 1.030.767 ventiladores, 223.224 aires de climatización, 2.553.278 refrigeradores y 555.494 televisores, gran parte ya concluida. Desde la administración se aseguró que los nuevos electrodomésticos son más eficientes y garantizó que no habría problemas para la reparación de los electrodomésticos (Rodríguez, G., 2006).

Se ha realizado una campaña exhaustiva de sustitución de bombillas incandescentes (60 W) por bombillas ahorradoras (32 W) con la ayuda de los trabajadores sociales y las brigadas estudiantiles, que casa por casa han explicado y cambiado los bombillos de manera voluntaria y gratuita para la población. En total se han sustituido 9.485.655 bombillas y se estima que a nivel nacional se puede ahorrar hasta un 70% del consumo actual en el sector de la luminaria (Monteagudo, 2006).

Además el ahorro energético supone un ahorro económico. Si tenemos en cuenta que a nivel de toda Cuba se han cambiado más de 9 millones de bombillas, se cuantifica monetariamente este ahorro en unos 42 millones de dólares anuales. (Toledano).

También se ha incidido en el circuito de agua y su bombeo, con la sustitución de 256.874 bombas de agua en las viviendas de 1 o 2 plantas, 24.453 en las de 3 y 4 y 792 en los bloques de pisos, premiando aquellas viviendas que apliquen más medidas para el ahorro de la energía disminuyendo su consumo. Finalmente, se han cambiado 2.671 bombas en acueductos.

En este campo es imprescindible destacar que ante la gran cantidad de residuos generados, se ha elaborado un plan para la degasificación (obtención del freón 12 de las neveras, clorofluorocarbono (CFC) más contribuyente a la destrucción de la capa de ozono), desmantelamiento y recuperación de las materias primas.



Antes de la REC las cocinas funcionaban con queroseno (80-85%) y GLP en el 20% restante de hogares (González, R., 2008), hecho que a pesar de la elevada eficiencia energética, provocaba graves riesgos ante la salud de las personas, tal y como se expone a continuación en el Cuadro 2, y el riesgo de posibles explosiones y accidentes en el transporte de éstos era elevado si no se realizaba de manera adecuada.

### **EFFECTOS NOCIVOS DEL QUEROSENO SOBRE LA SALUD**

Ficha de Datos de Seguridad conforme a la Directiva 2001/58/CE

- Inhalación: la exposición prolongada y repetida a altas concentraciones de vapor puede irritar las vías respiratorias y puede provocar náuseas, dolor de cabeza, vómitos y tener efectos anestésicos.
- Ingestión/aspiración: irritación del aparato digestivo, náuseas y vómitos. La aspiración a los pulmones puede causar edema pulmonar, hemorragias e incluso muerte.
- Contacto piel/ojos: el contacto prolongado y repetido puede producir irritación, escozor y dermatitis. La exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación.

Cuadro 2: Efectos nocivos del queroseno sobre la salud. Fuente: Directiva 2001/51/CE.

Por estos motivos, la REC ha apostado por el cambio en el sistema de cocción hacia la electricidad, ofertando a la población aparatos eléctricos a bajo precio: 3.141.483 hornillos eléctricos, el mismo número de ollas eléctricas multipropósitos, conjunto de cazuelas y calentadores eléctricos de agua y 3.483.261 ollas arroceras. Al entregar los electrodomésticos, se retiraba la asignación de queroseno y GLP, dejando al mismo tiempo una reserva de éstos para poder cocinar en caso de emergencia o apagón.

Para mantener satisfactoriamente el uso de los electrodomésticos, se intenta garantizar el suministro en las tiendas de piezas de recambio, así como la oferta de garantías de calidad con la que responde la Unión Nacional Eléctrica (UNE). Por otra parte, se ha modificado la tarifa eléctrica, dejando de ser lineal, para pasar a ser creciente en función del consumo. En la Tabla 2 se refleja la nueva tarifa, dónde se puede observar el incremento del precio por kWh al sobrepasar ciertos límites de consumo.

TARIFA ELECTRICA SECTOR RESIDENCIAL		
ANTERIOR (pesos por kWh)	RANGO DE CONSUMO (kWh)	ACTUAL (pesos por kWh)
0,30	Superior a 300	1,30
0,20	De 251 a 300	0,80
0,20	De 201 a 250	0,60
0,20	De 151 a 200	0,40
0,20	De 101 a 150	0,30
0,09	De 0 a 100	0,09

Tabla 2: Tarifa eléctrica sector residencial, año 2008. Fuente: Unión Nacional Eléctrica.

(...) Las estadísticas revelan que el 45 por ciento de los núcleos urbanos gasta entre 0 y 100 kilo Watts; y de 101 a 300, el 48 por ciento. Por encima de ese consumo está el 7 por ciento, más de 45 mil familias consumen entre 500 y 100, mientras 9104, sobrepasan los 1000 Kw, sobretodo en Ciudad de la Habana, considerada la “campeona olímpica” (Monteagudo, 2006).

Como se puede observar en la Tabla 6, el consumo es medianamente moderado en la mayoría de las familias, pero para las que sobrepasan los 100 kilo Watts/mes el importe empieza a ser una suma importante. Para hacerse una idea, el sueldo medio de un trabajador cubano ronda los 408 pesos (20 \$ aproximadamente) (Salario medio mensual en las entidades estatales y mixtas por clase de actividad económica, año 2007, Oficina Nacional de Estadísticas) por lo tanto un importe de la factura de la luz de 24 pesos por 150 kWh supone más de un 5% del sueldo.

## **5. Participación y concienciación ambiental mediante el desarrollo de proyectos de ahorro de energía.**

Un punto clave de la REC ha sido la involucración de la sociedad en la implantación de los programas mediante la participación y la concienciación. Esta estrategia persigue el objetivo de formar, a largo plazo, una cultura energética, una conciencia del ahorro y del uso eficiente de los recursos para garantizar el éxito de las otras medidas.

La participación ha sido realizada de forma masiva a través de las Brigadas Universitarias de Trabajo Social (BUTS) y los trabajadores sociales (ver Anexo A.2. *La REC en el Arte*).

Los programas de concienciación, dirigidos a todos los sectores de la población, han abarcado todos los medios de comunicación (televisión, periódicos, radio, revistas, carteles “publicitarios”, etc.), de difusión (ver Anexo A.2) y reflexión en convenciones, conferencias, talleres, charlas, reuniones de barrio, organizaciones sindicales, etc. También se ha potenciado el desarrollo de programas educativos enmarcados en el PAEME, que tiene como objetivo *Contribuir, a través del Sistema Nacional de Educación, a la formación en las actuales y futuras generaciones de una actitud cívica responsable, que partiendo del conocimiento de la situación energética actual garantice una toma de conciencia de la necesidad del uso racional de la energía eléctrica, su ahorro y la consecuente contribución de la protección del medio ambiente en el marco del desarrollo sostenible*, (Altshuler, 2004) haciendo especial énfasis en las escuelas como espacio educativo.

## **6. Desarrollo y empleo de las ER.**

La REC pretende potenciar el uso y el desarrollo de las ER a lo largo de los años (una vez normalizada la situación energética), considerando que es una de las alternativas más óptimas para el ahorro de petróleo.

En Cuba, cuatro tipos de ER tienen opciones reales de ser explotadas: eólica, solar, hidráulica y biomasa.

En el primer caso, se realizan estudios de prospección para calcular el potencial eólico del país, y ya actualmente se han instalado 11 MW eólicos en tres parques de prueba<sup>12</sup>, así como el estudio de sistemas híbridos de producción de energía (eólico-solar-diesel) para la electrificación de comunidades aisladas y el uso de molinos eólicos en el sector ganadero y agricultor.

La energía solar goza de alto potencial en la región caribeña (5kWh/día/m<sup>2</sup>), según Althshuler, para su transformación en electricidad (placas fotovoltaicas) y energía térmica (calentadores para agua). Se han instalado placas y calentadores principalmente en comunidades aisladas y centros que requieren de especial atención como hospitales, hogares de ancianos, escuelas, hoteles, industrias, etc.

Cuba posee un notable potencial hidroenergético<sup>13</sup> de 650 MW (con una generación anual de 1300 GWh/año, equivalentes a medio millón de toneladas de combustible convencional, con las repercusiones económicas derivadas), aunque no posee ríos que puedan albergar presas e instalaciones eléctricas de gran envergadura, pero sí mediante pequeñas instalaciones (principalmente en zonas montañosas que abastecen a comunidades aisladas). Actualmente se explotan tan sólo 55 MW con una generación de 80 GWh/año (el 6%) (Althshuler, 2004). La REC tiene previsto ampliar y potenciar el uso de este recurso con el estudio de factibilidad de 21 centrales más, contando también con la formación de nuevos operarios especialistas en este ramal.

El uso de la biomasa es históricamente muy importante en la estructura energética del país, especialmente el aprovechamiento del bagazo (el residuo de la caña de azúcar)<sup>14</sup>. A pesar de la caída de la producción azucarera en los últimos 15 años<sup>15</sup>, la REC pretende incrementar su uso mediante mejoras tecnológicas pudiendo lograr altos rendimientos en la cogeneración. También se están elaborando proyectos para el uso de los residuos forestales, en concreto en la Isla de la Juventud, donde se quiere instalar una planta de 3 MW para este fin.

La REC contempla también la cooperación y colaboración con organismos nacionales e internacionales para el desarrollo del resto de la ER.

**NOTA: ver las imágenes que siguen a continuación para ilustrar los temas tratados en este apartado (Imagen 2, 3, 4).**

---

<sup>12</sup> Isla de Turiguanó, Isla de la Juventud y el parque eólico Gibara 1, en el Holguín.

<sup>13</sup> Cuba tiene un potencial hidroeléctrico de 650 MW con capacidad de generación anual de 1300 GWh/año, equivalentes a medio millón de toneladas de combustible convencional, con las repercusiones económicas derivadas. Actualmente se explotan tan sólo 55 MW con una generación de 80 GWh/año (el 6%).(Althshuler, 2004).

<sup>14</sup> Para obtener una zafra de 7 millones de toneladas de azúcar (producción de los años 90) hay que moler 60 millones de toneladas de caña, que producen 17,5 millones de toneladas de bagazo y una cantidad similar de residuos agrícolas cañeros. Si Cuba produce 1,2 millones de ton de azúcar anuales (en el 2006), se convertirían en 3 ton de bagazo potencialmente convertibles en energía eléctrica y calorífica. Históricamente esta fuente de energía representó casi el 30% de la demanda energética nacional, con el respectivo ahorro en el uso del petróleo, pero la producción se ha reducido drásticamente (de 7 T azúcar en los años 90 hasta 1,2 el 2006, cifra más baja de la historia Cubana. (Althshuler, 2004).

<sup>15</sup> Históricamente esta fuente de energía representó casi el 30% de la demanda energética nacional, con el respectivo ahorro en el uso del petróleo, pero la producción se ha reducido drásticamente (de 7 ton azúcar en los años 90 hasta 1,2 el 2006, cifra más baja de la historia Cubana (BBC y La Opinión) y (Althshuler, 2004).



## BLOQUE IMÁGENES 2. LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA CUBANA



Imagen 2.1: Caseta de Grupo Electrógeno, con lemas político en las paredes. Jibacoa. Villa Clara. Elaboración propia.

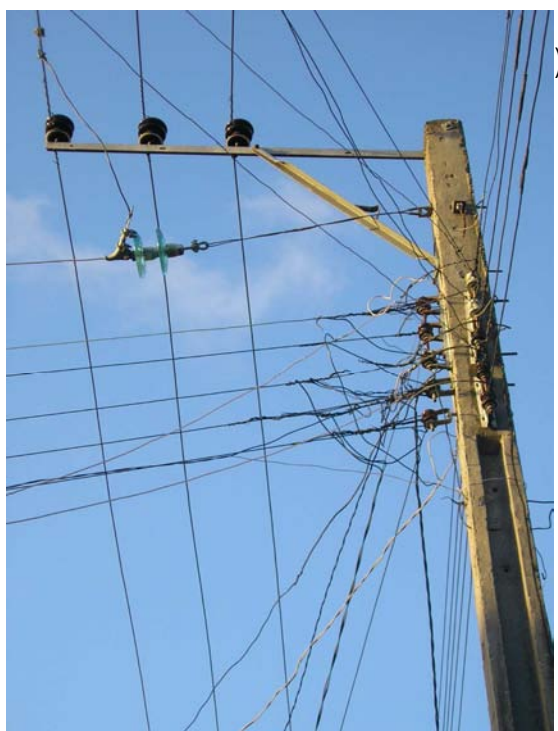


Imagen 2.2: Cartel anunciativo de una central microhidroeléctrica situada en Manantiales, en el corazón de la sierra del Escambrai. Villa Clara. Elaboración propia.





Imágenes 2.3 y 2.4: Reparación de las líneas de transmisión y distribución en zonas rurales (Manantiales, Escambrai. Villa Clara). y en la derecha, líneas de transmisión de alto voltaje. Elaboración propia



Imágenes 2.5 y 2.6: Estado de las líneas de distribución, y transformadores de voltaje de grandes dimensiones. Elaboración propia.

### BLOQUE IMÁGENES 3. CAMBIO DE EQUIPOS ALTO CONSUMIDORES POR OTROS MÁS EFICIENTES.

EQUIPOS ANTIGUOS

EQUIPOS NUEVOS



Imagen 3.1. Neveras.



Imagen 3.2. Ventiladores



IMAGEN 3.3. BOMBILLAS



## EQUIPOS ANTIGUOS



## EQUIPOS NUEVOS



Imagen 3.4: Calentadores de agua



IMAGEN 3.5: HORNILLAS ELÉCTRICAS



## EQUIPOS ANTIGUOS



## EQUIPOS NUEVOS



IMAGEN 3.6: OLLAS Y CAZUELAS CONVENCIONALES



IMAGEN 3.7: OLLAS A PRESIÓN Y ARROCERAS





IMAGEN 3.8. BOMBAS DE AGUA  
COMÚNMENTE USADAS EN LAS  
POBLACIONES. ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 3.9. TELEVISOR DE  
GENERACIÓN RUSA ALTO  
CONSUMIDOR. ELABORACIÓN  
PROPIA.

## BLOQUE IMÁGENES 4. PUBLICIDAD DE LA REC.

---



Imagen 4.1 y 4.2: Propaganda ideológica de la Revolución Energética. Elaboración propia.



Imagen 4.3: Billeto de diez pesos cubanos con ilustraciones de la Revolución Energética Cubana. Elaboración propia.



## **CAPÍTULO 5**

### **EL CASO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL MARTA ABREU DE LAS VILLAS (UCLV)**





## 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA UCLV

La Universidad Central “Marta Abreu” Las Villas se sitúa en la provincia de Las Villas en el municipio de Santa Clara (a 7,5 km de la misma). Fue fundada simbólicamente en el año 1948 y comenzó sus actividades académicas el 30 de noviembre de 1952. El nombre hace referencia a su ubicación en la provincia y en honor a Marta Abreu, ilustre benefactora y patriota villaclareña muy conocida en la provincia. El verdadero desarrollo de la UCLV se llevó a cabo a partir de 1959, con la ejecución de la Reforma Universitaria que impulsó la Revolución. Esta Reforma supuso una transformación esencial en la enseñanza, en la formación de profesionales de nuevo tipo y promovió la vinculación de la Universidad con las prioridades de desarrollo social y económico del país (II Simposio Internacional).

La UCLV es la universidad más multidisciplinaria del país y una de las más amplias y complejas, además fue la tercera en ser fundada después de la Universidad de la Habana y la Universidad de Oriente (Santiago de Cuba), hecho que le otorga experiencia y prestigio. Actualmente se imparten 30 carreras de pregrado (ver Tabla 7). Además ofrece una amplia gama de estudios de postgrados, maestrías, formación de doctores y numerosos centros de investigación, entre los cuales destacan el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) y el Centro de Bioactivos Químicos (CBQ).

Todo ello se engloba en una extensión de 225 ha, (ver Anexo A.3 Datos de la UCLV) dividida en tres áreas fundamentales de estudio y trabajo que detallaremos a continuación.

- **Área Central** (Campus central) → se trata de la zona principal debido a la cantidad de equipamientos e infraestructuras que engloba, aunque no corresponda a la más extensa. En ésta se ubican todas las facultades (excepto la de Ciencias Agropecuarias), cuatro comedores, residencias estudiantiles, un centro policlínico, etc. En el siguiente mapa se detallada la ubicación de cada equipamiento (para más información acerca de la extensión de cada zona y las edificaciones ver Anexo A.3 Datos de la UCLV).

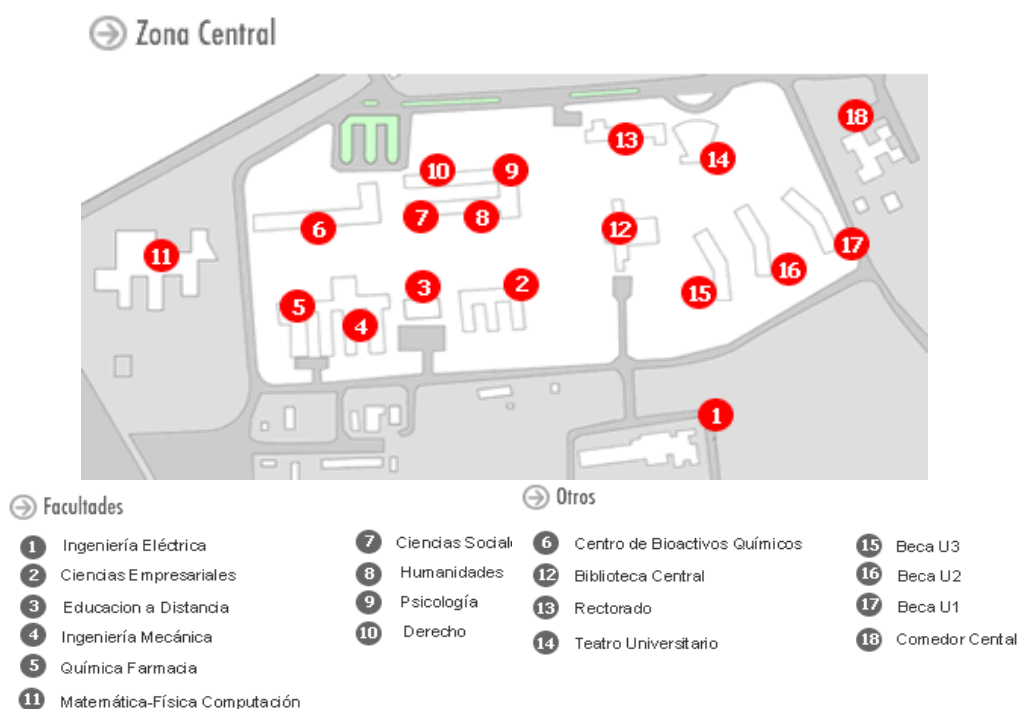


Imagen 5: mapa Área Central UCLV. Fuente: intranet UCLV

- **Área Agropecuaria** → en esta zona se encuentra la facultad de Ciencia Agropecuarias y el Instituto de Biotecnología de las Plantas, centro de gran prestigio a nivel internacional.

- **Área Antillas** → Zona residencial

En la siguiente tabla se detallan las Facultades de la UCLV y los estudios de pregrado que se imparten.

FACULTAD	CARRERAS UNIVERSITÁRIAS
Matemáticas, Física y Computación	Matemática Ingeniería Informática Física
Ciencias Agropecuarias	Medicina Veterinaria y Zootecnia Ingeniería en Mecanización de la Biología Agronomía
Ciencias Económicas	Economía Contabilidad y Finanzas
Ciencias Sociales	Sociología Estudios Socioculturales
Ciencias de la Información	Bibliotecología
Construcciones	Ingeniería Civil Arquitectura
Derecho	Derecho
Humanidades	Periodismo Letras Lengua Inglesa
Ingeniería Industrial	Turismo Ingeniería Industrial
Ingeniería Mecánica	Ingeniería Mecánica
Ingeniería de Eléctrica	Ingeniería en Telecomunicaciones Ingeniería en Automática Ingeniería Eléctrica Ingeniería Biomédica
Psicología	Psicología Comunicación Social
Química y Farmacia	Química Ingeniería Química Ciencias Farmacéuticas

Tabla 3: Facultades y carreras que se imparten en la UCLV. Fuente: elaboración propia a partir de datos cedidos por la UCLV

La población en el campus es cercana a los 10.000 habitantes, formada por profesores, trabajadores y estudiantes de pre y post grado (según datos de la dirección de becas). Además, la Universidad tiene un área de influencia de 300.000 personas si se toma en consideración las Sedes Universitarias Municipales (SUM). Las SUM son centros que se ubican en cada municipio



de la provincia y en los cuales se imparten algunas carreras con el objetivo de que la educación universitaria pueda alcanzar a la máxima población posible.

Debido a la gran cantidad de servicios y el abarco poblacional, se considera que la UCLV presenta características de un municipio especial.

La actividad de la universidad varía en función del calendario académico. Las clases, en general, empiezan a principios de setiembre y terminan la segunda semana de julio, a pesar de que este curso el inicio de las clases ha demorado debido a dos ciclones (Gustav 29/08/08 y Ike 08/09/08), que afectaron al suministro eléctrico. La máxima actividad coincide con los períodos de exámenes que se concentran entre diciembre-enero y junio-julio.

## 5.2 LA REC EN LA UCLV

La REC ha tenido un fuerte impacto en la UCLV. A partir del año 2006 la UCLV empezó a implementar los programas de la REC mencionados en el apartado “Implementación de la REC a nivel nacional”, permitiendo un alto nivel de desarrollo técnico y docente, pero manteniendo el consumo energético en unos valores aceptables (ver Capítulo 7 Análisis socio-ambiental). Además la Universidad es uno de los Centros Grandes Consumidores Seleccionados (definidos como tal por tener una potencia instalada superior a los 50 kW), y por lo tanto mantener bajo control el consumo eléctrico se convierte en una obligación (para ampliar esta información ver Cuadro 3) .

Cada uno de los programas de la REC se ha desarrollado en diversos grados según las necesidades y los recursos de la UCLV. En la siguiente figura se representan de manera esquemática estas acciones.

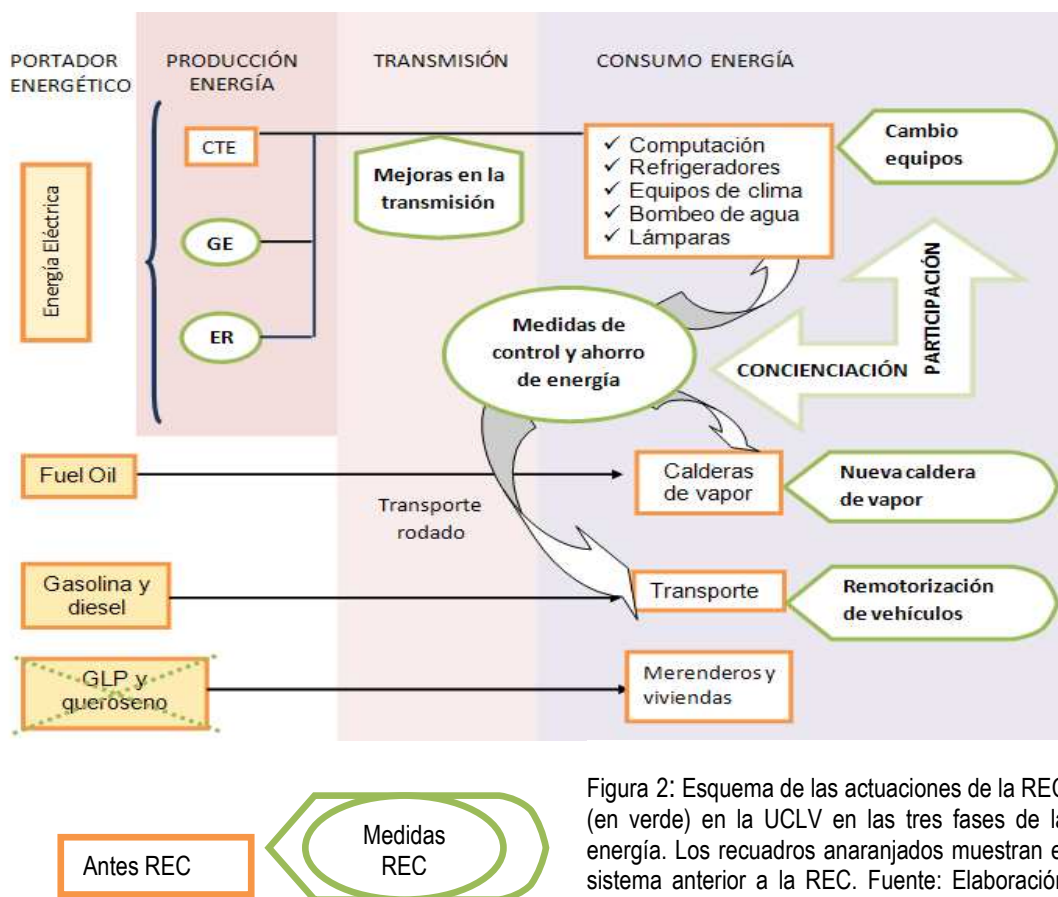


Figura 2: Esquema de las actuaciones de la REC (en verde) en la UCLV en las tres fases de la energía. Los recuadros anaranjados muestran el sistema anterior a la REC. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el anterior diagrama, la REC abarca todos los portadores y fases del ciclo de la energía, desde la producción, pasando por la transmisión hasta el consumo.

Para la reducción del combustible fuel oil se ha optado por la sustitución de la caldera de vapor del comedor central. En el caso del gas oil y la gasolina, destinados a transporte, se han remotorizado distintos vehículos para reducir su consumo relativo, a la vez que retirado otros altamente consumidores.

El GLP y el queroseno, usados en cocinas particulares y merenderos, han sido retirados y sustituidos por sistemas de cocción eléctricos.

La energía eléctrica que abastece a la universidad se obtiene principalmente de las CTE del SEN. Para dar un soporte al suministro eléctrico (y asegurarlo en caso necesidad), se han instalado 5 grupos electrógenos. Uno de ellos está vinculado al servicio sanitario de la universidad y el otro al servicio del comedor. La REC pretende también impulsar el uso de las energías renovables para incrementar su uso en un futuro próximo, y en el departamento de ingeniería mecánica se está trabajando en el uso de placas fotovoltaicas y energía eólica para el suministro eléctrico a una área de la facultad, concretamente el aula de la agenda 21, vinculada a proyectos de índole ambiental. El mismo grupo de trabajo está investigando para el aprovechamiento del curso fluvial que pasa a través del propio campus, diseñando una mini-presa.

La gestión de la transmisión es externa a la Universidad ya que la competencia corresponde a la administración central, pero la distribución interna está fase de modernización y mejora (hasta la fecha se ha operado en las facultades y en el Sector de la Educación Física y del Deporte (SEDER), ya que es de vital necesidad reparar la situación actual de inestabilidad del voltaje y la baja capacidad de la red.

En la fase del consumo es en la que se centran principalmente las actuaciones de la Universidad:

- **Cambio de equipos:** con el objetivo de mejorar la eficiencia, se han cambiado prácticamente la totalidad de los aparatos eléctricos altos consumidores (186 equipos de climatización, 127 refrigeradores, 35, televisores, 4.000 lámparas, equipos de bombeo de los acueductos (9 nuevas bombas), además de haberse adquirido 1537 computadoras y 200 equipos de climatización extras.

- **Control estricto de la energía,** centrándose en una **gestión eficiente** (ver Cuadro 3) de la electricidad y de los combustibles, y la elaboración de un **plan de ahorro y uso racional de la energía,** detallado en el Cuadro 4.

Se han desarrollado también varias actividades de **concienciación y participación estudiantil** ya que los estudiantes son actores activos en el desarrollo de algunos de los programas de la REC (ver *Apartado de 6.8 Programas de Participación*).

## GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN LA UCLV

El consumo energético está altamente controlado, y las cantidades consumidas son determinadas y limitadas por el gobierno. Para adecuar la demanda energética a las necesidades reales, se procede a contabilizar meticulosamente las dos variables.

### Electricidad

El Consejo Energético hace la prospección del consumo de electricidad futuro, en base al consumo real (medido dos veces por semana) de los meses y años anteriores, para determinar la demanda energética, que es revisada en un primer término por el consejo de dirección de la universidad. Tras la revisión por el departamento de estadística, se envía al Ministerio de Educación Superior (MES), el cual realiza la valoración de las necesidades energéticas de todas las universidades del país. Posteriormente, lo transmite al Ministerio de Economía y Planificación (MEP), que en contacto con el Ministerio de Industria Básica (MINBAS), el cual gestiona los aspectos relacionados con el transporte) y la Unión Nacional Eléctrica (UNE) y CUPET, gestora de la electricidad, dictan la resolución final y adjudican la cantidad de energía de cada portador.

### Combustibles

La obtención del combustible para el transporte se hace a través de un proceso mensual que consiste en:

1. La Universidad caracteriza los consumos por actividad mensual (a partir de cuentas semanales), y pasa el parte mensualmente al departamento de estadística.
2. El Ministerio de Interior (MININ) asigna una cantidad determinada (igual o menor que la demandada).
3. Se solicita el combustible, en forma de tarjeta magnética, en correspondencia a la asignación del Ministerio (1,5 por equipo).
4. Cada tarjeta tiene asignado un submayor donde se va descargando toda la cantidad utilizada.

Es importante destacar que este procedimiento no permite la ampliación de la demanda de combustible, por tanto en el momento de finalización de la reserva, no se puede disponer del transporte. Para que estas limitaciones afecten lo menos posible se realizan procedimientos estadísticos para contabilizar los equipos más consumidores desde el 2003, así como controles diarios mediante hojas de ruta que especifican la ruta del vehículo, el tipo de combustible que consume, etc. y, en varias fases, se van remotorizando los vehículos para aumentar la eficiencia en el consumo.

Para el control del consumo a nivel global, la administración ha apostado por un sistema de compensación negativa, es decir, que en caso de superar la cuota eléctrica establecida por el MINBAS, se penaliza con la retirada de una cantidad proporcional de combustible para el transporte (gasolina y diesel).

Cuadro 3: Gestión de la energía. Estrategia de control del consumo energético por parte de la administración. Fuente: elaboración intranet UCLV.

**PLAN DE AHORRO Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA: ESTRATEGIA DE CONTROL ENERGÉTICO POR PARTE DE LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA (PAEC)**

**1- Para todas las dependencias universitarias:**

*Conectar las impresoras, fotocopadoras, microcomputadoras y monitores sólo cuando se vayan a utilizar, y los dos últimos configurarlos en su opción de ahorro.*

**2- En el horario pico de (11:00 AM a 1:00 PM) En todas las dependencias universitarias:**

- *Desconectar los equipos de climatización, siempre que no se afecten los procesos productivos.*
- *Desconectar todos los equipos de climatización de los locales, aulas, laboratorios de computación de estudiantes, profesores e investigadores. que no estén siendo utilizados en la impartición de docencia de pregrado y postgrado.*

**3. En el horario de (6:00 PM – 8:00 PM) En todas las dependencias universitarias.**

- *Desconectar todos los equipos de climatización del Centro, incluidas las cámaras frías del comedor Central, solo se exceptúa el local de los servidores de computación central del Centro.*
  - *En este horario se realizará el cierre de todos los laboratorios de computación de estudiantes, profesores e investigadores.*
  - *Los laboratorios de computación de los estudiantes, profesores e investigadores, cerraran en el horario de lunes a viernes desde las 2:00 AM, hasta las 8:00 AM.*
  - *Los sábados y domingos todos los laboratorios de computación, trabajarán en el horario de 8:00 AM hasta las 11:00 AM y de 1:00 PM a 6:00 PM.*
- 4. Suspender el bombeo de agua del acueducto Central al tanque elevado y del acueducto agropecuario a la residencia estudiantil, en el horario comprendido de 6:00 PM a 8:00 PM.**

***Se encenderá el alumbrado público a partir de las 6:00 PM (Mínimo para garantizar la protección del centro) y se apagará a las 6:00 AM del próximo día. Esta actividad queda bajo la responsabilidad del Oficial de Guardia y su cumplimiento será verificado durante la entrega del turno de guardia.***

Cuadro 4: Medidas de ahorro y uso racional de la energía. Estrategia de control energético por parte de la población universitaria. Fuente: PAEC.

**NOTA:** ver las imágenes que siguen a continuación para ilustrar los temas tratados en este apartado.

## BLOQUE IMÁGENES 6. LA REC EN LA UCLV.

---



Imagen 6.1: Campus universitario de la UCLV. Elaboración propia.



Imagen 6.2: Maqueta del campus universitario de la UCLV. Elaboración propia.





Imágenes 6.3 y 6.4: Neveras de nueva generación y aires de climatización, ya instalados en prácticamente todas las unidades docentes. Elaboración propia.



Imágenes 6.5 y 6.6 : Bombilla ahorradora a la derecha y camión de carga de vieja generación. Elaboración propia.



Imagen 6.7: Sala de calderas del comedor central.  
Elaboración propia.



Imagenes 6.8 y 6.9: Caldera nueva (imagen superior) y  
caldera Cubano-Búlgara (inferior), ya retirada.

Elaboración propia.

## ENERGÍAS RENOVABLES EN LA UCLV

---



Imagen 6.10: Turbina hidráulica (axial tubular D300). Autor: Ernesto Fariñas Wong.



Imagen 6.11: placas fotovoltaicas instaladas en el tejado de la facultad de mecánica. Autor: Ernesto Fariñas Wong.



Imagen 6.12: placas fotovoltaicas y aerogenerador, ubicadas en el tejado de la a facultad de mecánica. Autor: Ernesto Fariñas Wong.



Se han catalogado las acciones de la REC en la UCLV, expuestas anteriormente, según si tienen impacto ambiental (color salmón), social (color verde) o ambos (amarillo). El principal criterio de selección es la relación directa entre acción e impacto, en base de los objetivos definidos en el presente proyecto.

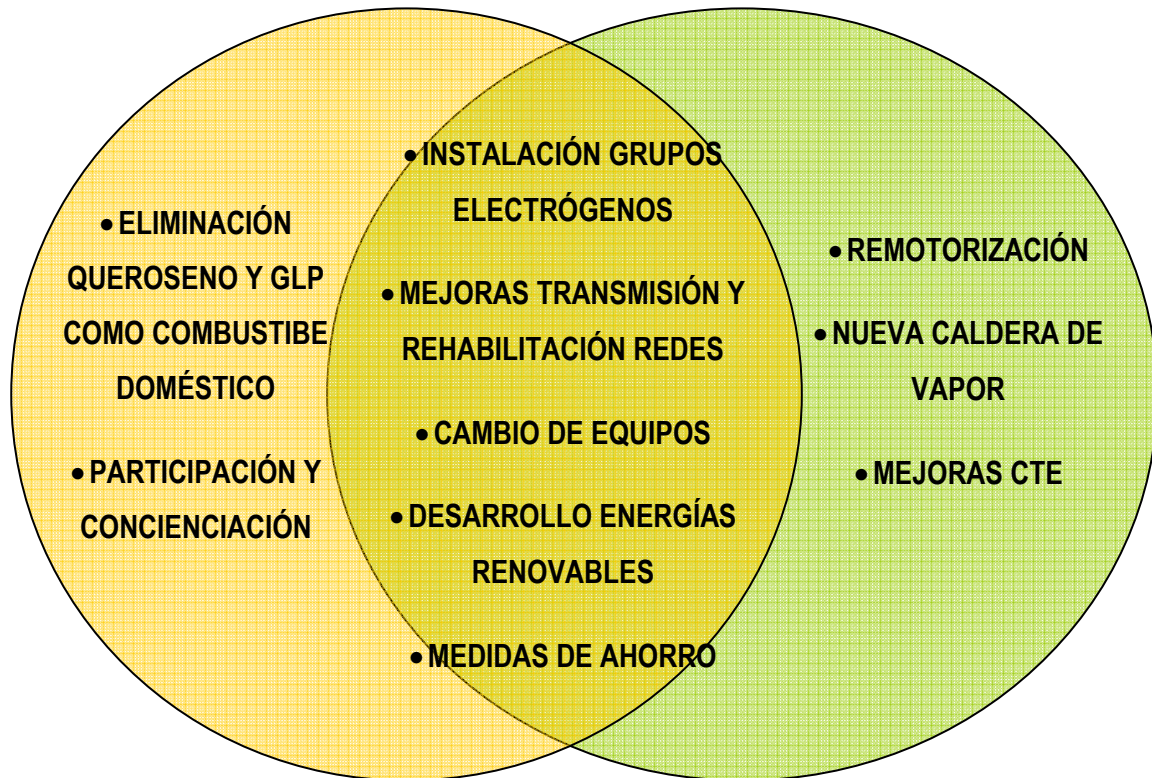


Figura 3: Diagrama de los programas de la REC en la UCLV según su impacto social y/o ambiental. Elaboración propia.

En los apartados que siguen a continuación se desarrolla un análisis exhaustivo de los impactos ambientales consecuencia de los programas, así como una descripción detallada de las acciones concretas ejecutadas.



## **CAPÍTULO 6**

### **ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REC EN LA UCLV**



## 6.1 EL SISTEMA ENERGÉTICO DE LA UCLV

La energía en la universidad proviene de cuatro portadores distintos: electricidad, fuel oil, diesel y gasolina (aunque hasta el 2005 también se utilizaba GLP), y cada uno de ellos cubre unas necesidades específicas. En la Tabla 4 se detalla la relación de los portadores energéticos con los respectivos servicios y tecnologías de uso final, juntamente con el porcentaje que representa cada portador en el consumo total de energía de la UCLV (Jauregui, 2007).

PORTADOR ENERGÉTICO	TECNOLOGÍAS DE USO FINAL	SERVICIOS ENERGÉTICOS	%
Electricidad	Bombillos, refrigeradores, equipos de clima, bombas de agua, computadoras, calentadores, etc.	Iluminación, confort térmico, refrigeración, computación, bombeo agua, etc.	75.3
Fuel Oil	Caldera de vapor y sistema de cocción al vapor.	Cocina de los comedores universitarios.	10.0
Gasolina	Vehículos de motor	Transporte y Desplazamiento	7.7
Diesel			7.0

Tabla 4: Tecnologías y servicios energéticos de cada portador, con el % de cada uno de la energía consumida en la universidad (2007). En el *Anexo B.1: Consumos de Energía de la UCLV* se exponen los valores absolutos y conversiones correspondientes. Elaboración propia a partir de datos cedidos por la UCLV.

Se observa claramente que la electricidad es el principal portador de la UCLV, con una demanda de servicios más variada: aires acondicionados, computación, iluminación, aparatos eléctricos de los laboratorios, así como también el suministro de agua a las instalaciones mediante el bombeo, etc. En segundo término, el fuel oil es en cantidad (consultar *Anexo B.1: Consumos de Energía de la UCLV*) el más consumido, y se usa en las calderas de vapor que alimentan a las cocinas de los comedores universitarios, y a la tintorería. La gasolina y el diesel son destinados al transporte, juntamente con aceites y lubricantes. El GLP fue usado hasta el 2005 en las cafeterías de la universidad y en algunas viviendas, pero en cantidades no significativas.

Para determinar los puntos más consumidores de energía, y consecuentemente, los más susceptibles de control, se han definido los puestos claves, que son aquellos servicios energéticos (o un área determinada consumidora de energía) que representan hasta el 80-85% del consumo total de energía del sistema tratado (Maynegra, 2007). Según el Comité de energía, éstos son los laboratorios de computación, el sistema de refrigeración o clima, y los acueductos. Estos datos concuerdan con los análisis en las distintas áreas universitarias, que determinan que las más consumidoras son el Campus Central o núcleo central de la universidad (Planta Piloto), el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) (estas dos contienen la mayoría de computadoras y aires), y el Bloque 900. Estos tres puntos consumen el 80% de energía eléctrica del total. Otras áreas también son consumidoras son el SEDER (Sector de la Educación Física y del Deporte) y las Cámaras. En la siguiente tabla se relacionan estas dos variables: los puestos clave y las áreas más consumidoras.

PUESTOS CLAVE UCLV Y MEDIDAS DE LA REC APLICADAS				
Portador	Área	Problemática	%*	Medidas aplicadas
Electricidad	Campus Central	Laboratorios de computación y equipos de climatización.	60	Medidas de ahorro Cambio equipos
	IBP	Equipos de climatización	10,9	Cambio equipos
	Residencia Bloque 900	Superpoblación Hábitos domésticos Líneas de distribución obsoletas	-	Mejoras líneas de distribución (pendiente de realización). Avisos informativos a la población
	Acueductos	Baja eficiencia de las bombas de agua	6,6	Cambio bombas
Fuel Oil	Caldera de vapor	Alto consumo y grandes pérdidas. Contaminación local de humos.	80**	Cambio caldera.
Gasolina Diesel	Transporte	Alto consumo de combustible Mal estado de los vehículos.	100	Remotorización de vehículos

Tabla 5: Puestos claves de los portadores, sus problemáticas y las medidas de la REC aplicadas a cada caso. \* Porcentaje de consumo respecto el total del portador \*\*20% restante se destina a la tintorería. Adaptada de Jauregui 2007.

En el presente trabajo, se analiza el impacto ambiental que han conllevado las medidas aplicadas de la REC para solventar las problemáticas indicadas (Tabla 5), incluyendo en cada caso la aplicación de las medidas sobre un área específica.

## 6.2 IMPACTOS AMBIENTALES

El simple uso y aprovechamiento de los recursos naturales provoca una serie de impactos ambientales ya que inevitablemente se interacciona con el medio. A continuación se realiza un listado de los impactos ambientales detectados en la universidad, en lo que refiere al sistema energético.

- Contaminación atmosférica mediante las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases (como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)), provenientes del proceso de combustión de productos derivados del petróleo: fuel oil, diesel y gasolina, así como y el combustible requerido para la generación de electricidad mediante las tecnologías de centrales termoeléctricas (CTE) y los grupos electrógenos (GE). Esta contaminación es puntual (calderas del comedor) o difusa (transporte).
- Producción de residuos debido al cambio masivo de electrodomésticos (siendo uno de los más importantes la liberación de Freón 12 de las neveras antiguas).

- Contaminación acústica en el funcionamiento de los GE y de las calderas de vapor.
- Pérdidas hidráulicas (y consecuentemente energéticas) en el sistema de acueductos.
- Ocupación del suelo de los grupos electrógenos.
- Desechos de hollín provenientes de las calderas de vapor.

En el presente trabajo son tratados detalladamente los impactos más representativos, que son las emisiones atmosféricas, por los motivos siguientes: (1) ser las más significativas y de mayor magnitud dentro de la lista de impactos ambientales, (2) la relación con la problemática global del cambio climático y (3) la posibilidad de medir con la misma unidad la magnitud del impacto ambiental debido al consumo energético de los distintos portadores, prácticamente todos provenientes de la vía energética dura (petróleo) (Turrini, 2006).

La combustión genera emisiones de gases que se expulsan a la atmósfera, convirtiendo las chimeneas y tubos de escape en focos de contaminación. Los gases liberados son principalmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas de pequeño tamaño (MP). (GIA, Cubaenergía, 2008) Estos gases están relacionados, a su vez, con varios impactos ambientales: en un primer plano, la característica de gases de efecto invernadero del CO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub> los convierte en los mayores contribuyentes del llamado cambio climático (EPA, 2006). En segundo lugar, al carácter ácido de los óxidos de azufre presentes en combustible fósiles de baja calidad, como son los de explotación nacional cubana, pueden producir el fenómeno de la lluvia ácida. Y en tercer lugar, altas concentraciones de éstos gases los convierten en tóxicos para la biosfera, afectando a la salud humana directamente en caso de emisiones directas y locales.

Aunque no se traten específicamente en el presente estudio, la generación de residuos es un impacto de gran envergadura, pero mitigado en su gran proporción por el tratamiento que reciben. La universidad envía sus residuos a la Empresa de Materias Primas, donde se tratan para separar y reaprovechar los materiales que lo permitan, sobretodo los metales. Es importante destacar que se tiene especial consideración con los residuos altamente contaminantes, como es el caso del gas refrigerante Freón 12 de las neveras<sup>16</sup>. Este es un gas del tipo clorofluocarbonos (CFCs) que provoca la disminución de la capa de ozono.

## 6.3 PORTADORES ENERGÉTICOS

---

A continuación se caracterizan los cuatro portadores de la universidad a través del papel que desarrollan en la UCLV, y de la identificación y cuantificación de los principales impactos ambientales derivados de su uso.

---

<sup>16</sup> A nivel nacional se ha extraído este gas de más de 600 mil refrigeradores, substituyéndolo por el LB-12 (mezcla de hidrocarburos). Existen más de 12 plantas en todo el país donde se realiza esta importante tarea. (Riera, 2007)

### 6.3.1 EL PORTADOR ELÉCTRICO

---

La electricidad que se consume en la universidad proviene de la vía energética dura (Turrini, 2006), es decir, de fuentes energéticas no renovables. Por esta razón, cada acción que se realiza donde interviene la electricidad requiere de un alto consumo de petróleo, que a la vez se traduce en la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera. También se consumen materiales en el transporte del líquido, construcción de infraestructuras para su extracción y refinamiento, el consumo de la energía necesaria para dar lugar a estos procesos, etc. Se debe añadir a esta lista la contaminación local debida a vertidos de petróleo en el mar (se recuerda que la extracción del crudo nacional se realiza en el Golfo de México, en alta mar), la contaminación térmica y emisiones puntuales provenientes de las chimeneas.

Contabilizar el total de inputs i outputs del proceso requeriría la dedicación exclusiva del presente trabajo a tal tarea, por lo que la investigación se centra, como se ha mencionado anteriormente, en las emisiones atmosféricas, y concretamente en el gas dióxido de carbono. De este modo, se tiene en cuenta el ciclo de vida de la electricidad, desde la fase de la quema de combustible, para su producción, hasta su consumo.

### LA PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

---

La producción de la electricidad se centra básicamente en sistemas de combustión interna de combustibles fósiles en las centrales termoeléctricas y en grupos electrógenos. Una pequeña parte proviene de energías renovables.

#### CENTRALES TERMOELÉCTRICAS (CTE)

Una central termoeléctrica clásica tiene la función de producir energía eléctrica a partir de la quema del combustible. El calor de la combustión produce vapor de agua que se inyecta a altas presiones a una turbina y, debido al movimiento de ésta, se genera el campo magnético productor de la electricidad.

Los impactos ambientales de las CTE son básicamente (1) emisión de gases debido a la quema del combustible, en especial CO<sub>2</sub>, gases de azufre y partículas<sup>17</sup>, y (2) contaminación térmica de las aguas de refrigeración (solventado parcialmente con torres de refrigeración).

Las emisiones de gases son muy notables con la quema de fuel oil, y mucho menores con el uso del gas natural (con el que se obtiene más eficiencia), recurso que se aprovecha más intensamente gracias a los programas de la REC. Las emisiones pueden disminuirse con la instalación de sistemas de retención de partículas y el reaprovechamiento de éstas para otros usos industriales. Para evitar la contaminación local, se promueven las chimeneas de más altura.

---

<sup>17</sup> Los principales componentes que se han detectado en las emisiones de la CTE Carlos Manuel de Céspedes son; SO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>. Éstas se encuentran en proporción de: SO<sub>2</sub>; 0.0097 mg/m<sup>2</sup> y PM<sub>10</sub>; 0.0003 mg/m<sup>2</sup> de promedio diario Según el Informe Técnico: Externalidades Ambientales Atmosféricas de la Generación Eléctrica (Cubaenergía, 2004)



La CTE más cercana a la universidad es Carlos Manuel de Céspedes, situada en la provincia colindante de Cienfuegos (a 60 km de Santa Clara). Aunque dentro del SEN es difícil determinar exactamente de qué central proviene la electricidad, en la UCLV ésta es la que tienen más influencia. Reanudó su actividad recientemente tras ser remodelada y modernizada por parte del programa REC con una inversión de cerca de 50 millones de dólares. Está preparada para aportar al SEN 158 MW. (Martínez, 2008)

## GRUPOS ELECTRÓGENOS

Los grupos electrógenos son portadores energéticos formados por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (turbina de gas, motor Otto o Diésel), un generador eléctrico (generalmente de corriente alterna), y los correspondientes elementos auxiliares y los sistemas complementarios. Como se ha citado en el apartado 4.3.2. *Implementación de la REC a nivel nacional*, el tipo de combustible que alimenta el motor caracteriza el grupo electrógeno. Los del fuel oil son de producción continua, más difíciles de instalar y más ineficientes que los que funcionan con gas o con diesel. Pueden ser desde pequeños motores con potencia para producir 40 kWh o menos hasta equipos de más de 1000 kWh.

En la universidad se dispone de cinco grupos electrógenos instalados en el comedor central, en el policlínico, en el CBQ (Centro de Bioactivos Químicos), el IBP y el CEQ (Centro de Estudios Químicos). Las características de los grupos electrógenos instalados son las siguientes:

Característica	Valor
Potencia	150 kVA (120 kW)
Voltaje	220 V
Índice de consumo	225 g/kW
Capacidad Tanque grupo	200 L
Capacidad Tanque auxiliar	3000 L
Consumo	75%, 34,5 L/h
Potencia instalada	100 kW

Tabla 6: Características de los GE de la Universidad. Fuente: datos expuestos en las placas de las calderas.

Dependiendo de los consumidores, la demanda será mayor o menor. La demanda de la puesta en marcha de los GE se produce cuando el SEN no puede abastecer todo el consumo (horas pico) o cuando hay una avería. El promedio de producción de cada uno de los GE instalados en la universidad es de 30 h/mes en tres de ellos, y 10 en el resto.

Según el estudio *Grupos electrógenos y su impacto ambiental* (Martínez, M. *et al.*, 2007) los GE tienen asociados los siguientes impactos ambientales: emisiones de gases, principalmente el CO, COV (compuestos orgánicos volátiles), NO<sub>x</sub>, MP, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub>, desechos de hollín, contaminación acústica, calor residual (cuando no se realiza la cogeneración<sup>18</sup>) y la absorción de oxígeno. Martínez muestra las concentraciones de estos gases en relación a los límites establecidos por las

<sup>18</sup> Cogeneración: producción y aprovechamiento conjunto de energía eléctrica y energía calorífica. (Greenpeace)

Concentraciones Máximas Admitidas (NC 39:99), que son superadas en el caso del NOx pero no en el del SO<sub>2</sub><sup>19</sup>.

Debido a que las horas de funcionamiento a mes son mínimas (menos de 30h/mes), y al no disponer de más datos referidos a las emisiones, no se ha podido analizar el impacto ambiental de manera cuantificada, aunque de forma cualitativa la población universitaria y técnicos de las calderas se han reducido los humos negros de la chimenea. El caso de los desechos de hollín tampoco podrá ser evaluado por las mismas razones.

La contaminación acústica se considera un impacto ambiental despreciable, al igual que el calor residual, ya que se tratan de instalaciones que se sitúan a una distancia suficientemente grande respecto los asentamientos humanos, y disponen de sistemas de silenciadores y ventiladores en la sala.

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se considera que los GE tienen un consumo de combustible de 225 gramos por kWh generado.

## FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

El grupo de Fluido Dinámico y Energía Renovable de la UCLV trabaja en la línea de transferencia de tecnología e implementación de las energías renovables (eólica, solar, hidráulica y biomasa).

Actualmente hay una instalado un aerogenerador (de 1 kW de potencia) y cuatro placas fotovoltaicas (2 de 150 kW y 2 de 100 kW). Según Fariñas (*com. verb.*), se puede lograr una producción de energía de 4318.6 kWh/año a pleno rendimiento de las instalaciones (ver imágenes bloque 6).

En la universidad hay una planta azucarera, aunque actualmente no se encuentra en funcionamiento. El bagazo se quema en la propia planta, pero sin un plan de aprovechamiento para la cogeneración (electricidad, vapor de agua, etc.), hecho que requeriría de infraestructuras específicas.

El río que cruza el campus universitario se ha convertido en un potencial hidráulico susceptible de ser explotado mediante la construcción de una pequeña represa y de la turbina correspondiente. Según los cálculos, se instalarán hasta 7 kW de potencia. El cálculo de la energía obtenida al año se procesa de la siguiente manera: 7 kW x eficiencia (25%) x tiempo (0,76) x horas de año (365 días) = 4882,5 kWh/año.

---

<sup>19</sup> Como datos interesantes se exponen las Concentraciones Máximas Admitidas según el acuerdo NC 39:1999 Calidad del aire. Requisitos Higiénico-sanitarios [Panel Normas de Emisiones a la Atmosfera, Habana (2008)]. Estas son de 85 µg/m<sup>3</sup> para el NO<sub>2</sub> y de 500 µg/m<sup>3</sup> para el SO<sub>2</sub>. [www.cubasolar.cu]

## TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN: LA RED ELÉCTRICA DE LA UCLV

La electricidad generada es transmitida al lugar de consumo mediante complejas redes de transmisión (de alto voltaje y que salvan las grandes distancias) y de distribución (de menor voltaje). La universidad recibe 4,16 kV (kilovoltio), que en los transformadores disminuyen hasta los 110 V, 220 V o 440 V, aptos para la conexión de los aparatos eléctricos disponibles.

Durante este trayecto las pérdidas de electricidad pueden sumar grandes cantidades, por lo que la energía producida, consumiendo petróleo, y por consiguiente emitiendo gases a la atmósfera, no es aprovechada. En este aspecto también se podrían sumar los costes económicos que conlleva la producción de la energía derrochada. Por estas razones se ha realizado, y se sigue realizando, un gran esfuerzo en minimizar las pérdidas en las líneas de transmisión y distribución (de 14,25% hasta un 9%, según está establecido a nivel nacional (Veloz, 2007) (ver apartado 4.3.2. *Implementación de la REC a nivel nacional*).

### La red eléctrica de la UCLV

La UCLV recibe la electricidad desde dos circuitos de distribución primaria de Santa Clara. Estas líneas se dividen en 13 contadores, donde se realizan las medidas de consumo de la universidad (Jauregui, 2007), y que a la vez, alimentan a 32 bancos de distribución, los cuales se muestran numerados en la siguiente Figura 4 y Tabla 77. En total, la universidad dispone de una potencia instalada de 3755,1 kWh (para mayor información, consultar A.3 Datos de la UCLV).

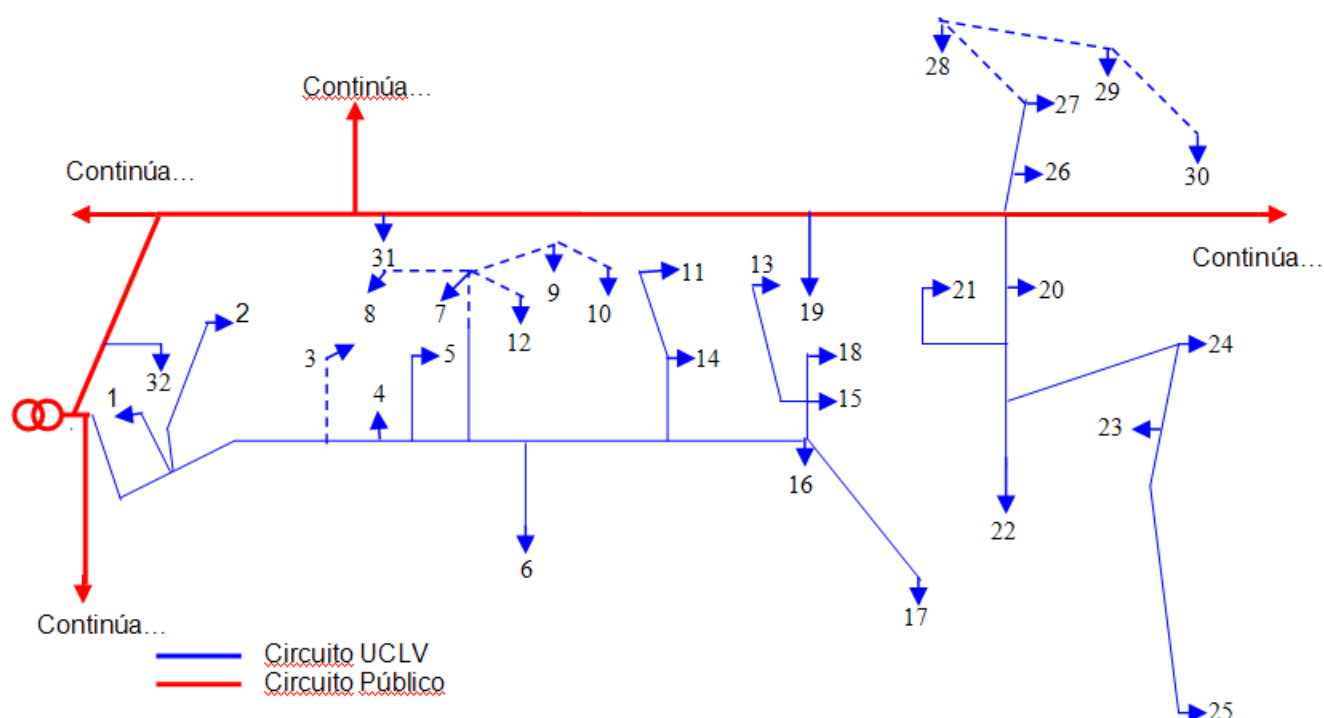


Figura 4: Circuito eléctrico de la UCLV. Fuente: PAEC.

<b>Contadores</b>	<b>Secciones que incluyen</b>
Albergue Antillas	
Bloque 900 <b>(19)</b>	
Cámara 1 <b>(30)</b>	Centro de Investigaciones Agropecuarias Facultad de ciencias Agropecuarias
Cámara 2 <b>(29)</b>	Edificio de trabajadores y becas
Cámara 3 <b>(28)</b>	Comedor Camilitos Albergue Becas
Cámara 4 <b>(27)</b>	Hotel los Sauces Edificio de becas Acueducto Agropecuaria <b>(26)</b>
CBQ (Centro de Bioactivos Químicos)	
Centralito	
IBP (Instituto Biotecnológico de las Plantas)	
Imprenta UCLV	
Planta Piloto (Campus Central)	Tanque elevado <b>(1)</b> Facultad Matemática <b>(2)</b> Facultad Mecánica <b>(3)</b> Fundición <b>(4)</b> Centro de Cálculo <b>(5)</b> Facultad Eléctrica <b>(6)</b> Facultad Humanidades <b>(7)</b> Sala Historia <b>(8)</b> Rectorado <b>(9)</b> Teatro 1 <b>(10)</b> Teatro 2 <b>(11)</b> Biblioteca y U3 <b>(12)</b> U4 y U5 <b>(13)</b> U1 y U2 <b>(14)</b> Lavandería <b>(15)</b> Acueducto Central <b>(16)</b> Bomba del río <b>(17)</b> Comedor <b>(18)</b>
Planta Purificadora	
Puerta UCLV	Fibra Óptica <b>(31)</b> Servidores <b>(32)</b>
SEDER <b>(20)</b>	Piscina <b>(21)</b> Gasolinera y FEU <b>(22)</b> Explosivos <b>(23)</b> Facultad Construcciones <b>(24)</b> Pollera <b>(25)</b>

Tabla 7. Se muestran los contadores de la UCLV y las secciones o bancos que incluye cada una. Los números entre paréntesis y negrita corresponden a la ubicación en la Figura 4. Tabla adaptada de PAEC y Jauregui, 2007.

La planificación urbanística y arquitectónica de la UCLV ha ido evolucionando a lo largo de los años de una manera espontánea y sin un desarrollo planificado, respondiendo a necesidades concretas de cada momento, y repercutiendo en el sistema eléctrico con la modificación del mapa de circuitos. Las ampliaciones han sido posibles gracias a la llegada de dos circuitos de Santa Clara, que alimentan a 11 contadores.

Las mejoras en la red de distribución en la universidad se están dando progresivamente desde hace dos años. Las áreas priorizadas han sido las facultades y otros centros de servicios. Aún faltan redes por cambiar, principalmente en algunas residencias, hecho que provoca notables problemas. El Bloque 900 es el más claro ejemplo, ya que sufre apagones casi diarios debido a que la red eléctrica no puede soportar la carga de consumo, que a su vez, es excedida por la superpoblación y la distorsión de hábitos de consumo (ver Cuadro 5).

### CONSUMOS EN LA UCLV

Debido a las exigencias de control de consumo procedente de las políticas de la REC, se ha trabajado notablemente para mejorar el conocimiento del sistema y hacer un seguimiento meticuloso de éste. El consumo ha ido variando significativamente a lo largo de los años, cómo se muestra en el gráfico 2.

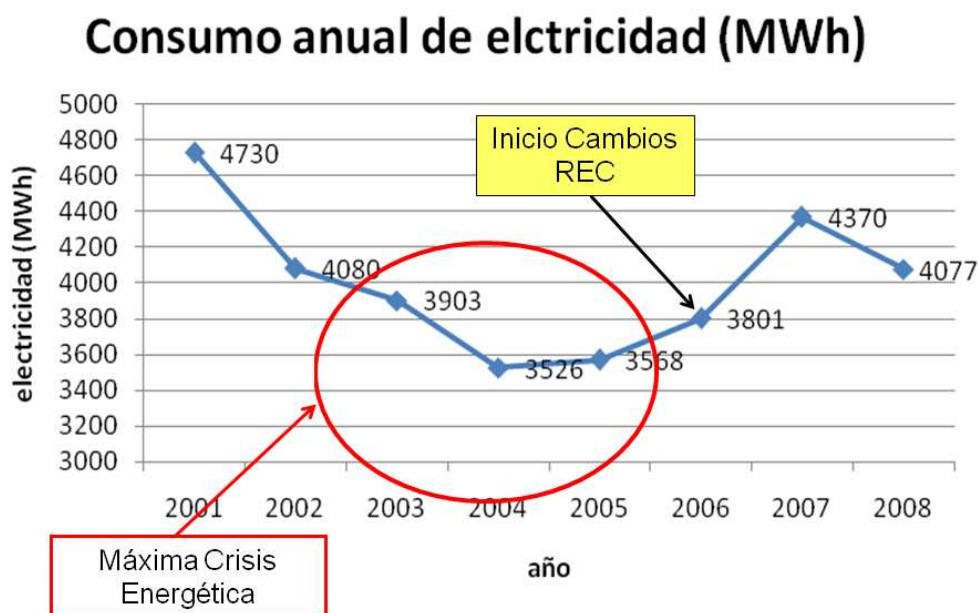


Gráfico 2: Consumo de electricidad en la UCLV (cabe remarcar que los datos del 2008 son reales hasta el mes de septiembre, y que en los últimos tres meses se ha calculado el consumo mediante una aproximación de los meses anteriores). Elaborado a partir de datos cedidos por el Comité de Energía.

Se puede observar claramente la influencia de la crisis energética en su peor momento, con un gran número de apagones en el 2003 (ver gráfico 1, apartado 4.2.1. Antecedentes Energéticos; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) con secuelas en los años siguientes. Este fenómeno afecta profundamente a la universidad ya que el gran número de

apagones limitaba la actividad docente. El incremento del consumo a partir de estos años se corresponde a la estabilización del SEN (la universidad puede funcionar sin tantas incidencias) y a la adquisición de numerosos equipos eléctricos (refrigeradores, equipos clima, etc.) que hicieron incrementar la demanda. Aunque las medidas de ahorro se empezaron a aplicar a partir del año 2006, no es hasta el 2008 que se percibe una disminución del consumo debido a dos motivos: (1) existe un período de adaptación en su eficacia y (2) se sustituye la mayoría de los equipos altos consumidores por otros más eficientes durante el último año.

El consumo por habitante sigue igual tendencia, ya que la población total no ha variado significativamente respecto al nivel universitario, manteniéndose alrededor de los 10.000 usuarios entre estudiantes, alumnos, becados y personal docente y no docente.

Se recuerdan en la siguiente tabla los puestos clave y las áreas más consumidoras y la causa de la problemática relacionadas con el consumo eléctrico.

Puestos Clave	Problemática	Medidas aplicadas
Campus Central	Laboratorios de computación y equipos de climatización.	Medidas de ahorro Cambio equipos
IBP	Equipos de climatización	Cambio equipos
Bloque 900	Redes de distribución obsoletas Superpoblación Hábitos domésticos	Mejoras líneas de distribución (pendiente de realización) Avisos informativos a la población
Acueductos	Baja eficiencia de las bombas de agua	Cambio bombas

Tabla 8: Puesto clave y la problemática que les afecta, juntamente con las medidas correctoras aplicadas de la REC. Elaboración propia.

De esta manera, las actuaciones de la REC a nivel de consumo se han centrado en estos puntos más consumidores. Éstas han consistido en la elaboración de medidas de ahorro y uso racional de la energía (ver Cuadro 4), el cambio de electrodomésticos y el cambio de las bombas de agua de los acueductos universitarios. A continuación se detallan analizando el impacto ambiental que ha tenido cada programa.

## MEDIDAS DE AHORRO Y USO RACIONAL DE LA ENERGÍA

En el PAEC<sup>20</sup> se especifican las medidas de ahorro (ver cuadro 4) diseñadas para reducir el consumo derivado de los laboratorios de computación, los aires de climatización y las bombas de agua. Se recuerdan aquí las principales actuaciones:

*“Estableciendo como horarios pico de 11:00 AM a 1:00 PM y de 6:00 PM a 8:00 PM en los cuales se obliga a permanecer desconectados todos los equipos de climatización, siempre que no se afecten los procesos productivos. En el horario pico de la tarde (6 a 8 pm) se deben desconectar las cámaras frías del comedor Central, sólo se exceptúa el local de los servidores de computación central del Centro. Los laboratorios de computación de los estudiantes, profesores e investigadores se cerrarán en el horario de lunes a viernes desde las 2:00 a.m. hasta las 8:00 a.m.” (PAEC).*

<sup>20</sup> PAEC: Programa de Ahorro Energético Cubano aprobado en el 1997.

Fases del Plan	Ahorro
1 y 2	15 MWh/mes
3 (2500 máquinas a 0.2kW* 2hr/día * 30 días mes)	30 MWh/mes
4	1800 kWh/mes
<b>total</b>	<b>50 MWh/mes</b>

Tabla 9: Ahorro eléctrico derivado de las medidas de ahorro aplicadas en las aulas de computación, equipos clima, refrigeración y bombeo. Ver Cuadro 4. Fuente: PAEC.

Según el PAEC las medidas aplicadas permiten un ahorro energético de 50 MWh/mes, y por consiguiente, de 600 MWh/año. Esta cantidad es equivalente a dejar de emitir 598 toneladas de CO<sub>2</sub> en el sistema actual (E5), y en el anterior a la REC (E1) este valor llegaría hasta las 897 toneladas de CO<sub>2</sub>.

#### **El campus central, área de más afectación**

Las medidas de ahorro y uso racional de la energía han afectado principalmente al Campus Central, ya que alberga la mayoría de los laboratorios de computación, con aproximadamente 2500 ordenadores y unos 300 equipos de clima (responsables del 60% del consumo total eléctrico). El contador de esta área es denominado planta piloto<sup>21</sup>, siendo el más consumidor dentro de la UCLV.

---

<sup>21</sup> Dentro de la Planta Piloto se contabiliza también el consumo de las bombas del acueducto central, que consumen el 6,6% de la electricidad (antes de la REC esta cifra se elevaba hasta el 10%), y el consumo de la caldera de vapor del comedor central. Ambos casos se tratarán detalladamente más adelante.

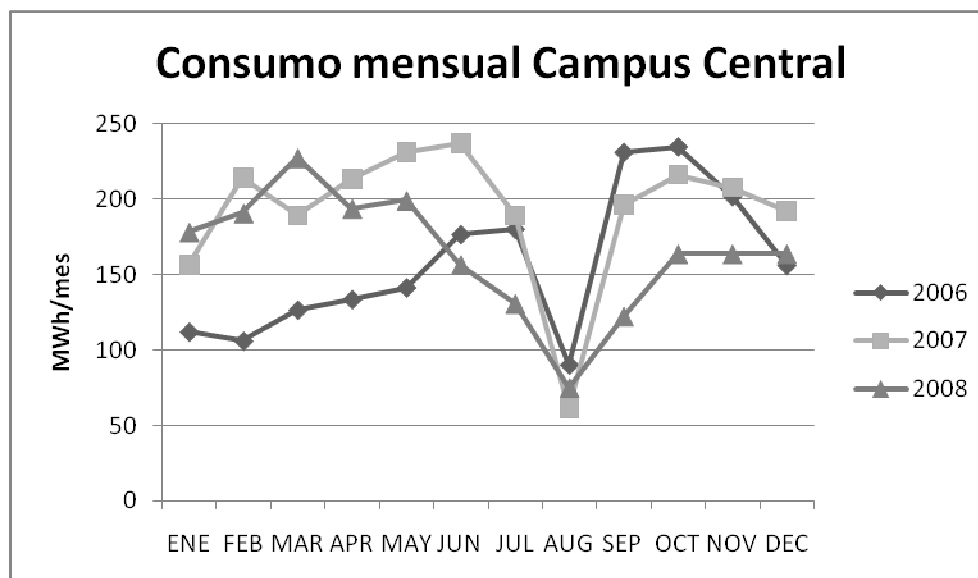


Gráfico 3: Consumo mensual Campus Central. Elaboración propia a partir de datos de la UCLV.

En el Gráfico 3 se puede observar la variación del consumo del Campus Central durante los últimos tres años. El consumo eléctrico de los años 07 y 08 para el primer período (enero a julio) es más alto que en el 2006, lo contrario a lo que debería haberse esperado. Esto es debido al incremento de equipos de computación y clima que tuvo lugar en esas fechas. Este incremento se contrarrestó debidamente con las medidas de ahorro energético ya comentadas (en el caso de los laboratorios de computación aplicadas a partir de agosto del 2007), reduciendo el consumo en el 2008. La reducción drástica del este en el mes de agosto se debe al período vacacional.

TONELADAS CO <sub>2</sub>	
Emisiones antes REC (E1, 2006)	2822
Emisiones REC (E5, 2008)	1773
Diferencia	1050
TDE (%)	37
TEM (%)	59

Tabla 10: Ahorro de toneladas de CO<sub>2</sub> en el Campus Central.

Elaboración propia.

Se observan, en la tabla anterior, las emisiones del Campus Central correspondientes a la situación anterior a la REC, la posterior y la diferencia entre las dos. De esta manera, se obtienen el TDE y el TEM, es decir, que la REC en el Campus Central ha conseguido reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 59%.

## EL CAMBIO DE ELECTRODOMÉSTICOS

El consumo eléctrico varía enormemente según la eficiencia de los equipos eléctricos. En el caso de la universidad los equipos eran de vieja generación (algunos con más de 30 años de funcionamiento) y provenientes del bloque soviético, con muy bajas eficiencias. Con la REC, la universidad ha realizado un cambio masivo de electrodomésticos en todos los niveles que ha supuesto la reducción directa del consumo eléctrico, a la vez que se ha reducido el gasto económico en la factura de la luz, una vez amortizada la inversión inicial de sustitución de los equipos.



Los principales electrodomésticos altos consumidores detectados, y consecuentemente cambiados, son: equipos de clima, frigoríficos, televisores, lámparas, computadoras y bombas de agua, aunque también se cambiaron ventiladores, estufas y otros aparatos en menor proporción. Se han sustituido por equipos de similares características pero de nueva generación, con una eficiencia mucho mayor y una tasa de inoperatividad más baja (los equipos antiguos a menudo se encontraban fuera de servicio). Los cambios empezaron el abril del 2007, y a fecha de hoy (2008) aún no se han concluido.

En la siguiente tabla se muestra la dimensión del cambio, con el consumo eléctrico asociado. (Para detalles del cálculo y características de los equipos cambiados consultar *Anexo B.3. Consumo de equipos y conversión a toneladas de CO<sub>2</sub>*).

CAMBIO EQUIPOS UCLV						
Equipo	Cambio	bajo consumidores (MWh/año)	alto consumidores (MWh/año)	Ahorro consumo eléctrico (MWh/año)	Ahorro T CO <sub>2</sub>	
					E1	E5
aires	186	432	666	235	351	234
refrigeradores	127	143	303	160	239	159
televisores	35	2	4	2	2	2
lámparas	4000	325	383	57	86	57
<b>Total bajo consumidores</b>		902			1347	898
<b>Total alto consumidores</b>			1355		2026	1351
<b>Total ahorro</b>				<b>454</b>	<b>678</b>	<b>452</b>

Tabla 11: Cambio de equipos alto consumidores, el consumo total de éstos y el ahorro en toneladas de CO<sub>2</sub> que supone para el sistema. Elaboración propia.

El cambio de equipos ha propiciado un gran ahorro energético de más de 450 MWh/año, equivalente a dejar de emitir en la situación actual (E5), un total de 452 toneladas de CO<sub>2</sub>.

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas se refleja en el gráfico siguiente, donde el signo negativo de las emisiones refleja que no se han liberado a la atmósfera. El eje horizontal muestra la acción en cada tipo de electrodomésticos, y en el eje vertical, la cantidad de CO<sub>2</sub> derivada de la acción.

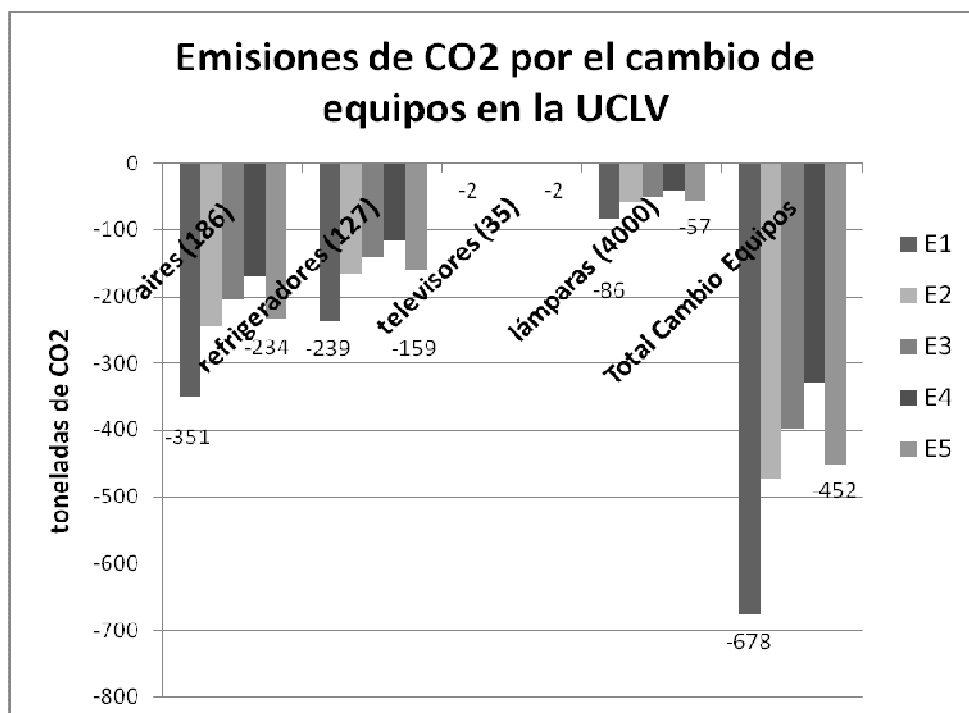


Gráfico 4: Emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas debido al cambio de electrodomésticos. Elaboración propia.

En el gráfico siguiente se visualiza la aportación que han tenido los cambios de equipo sobre esta acción en total. Se observa claramente que los aires y los refrigeradores son los que más abundaban y consumían, reduciendo en un 52% y un 35%, respectivamente, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al cambio de equipos.

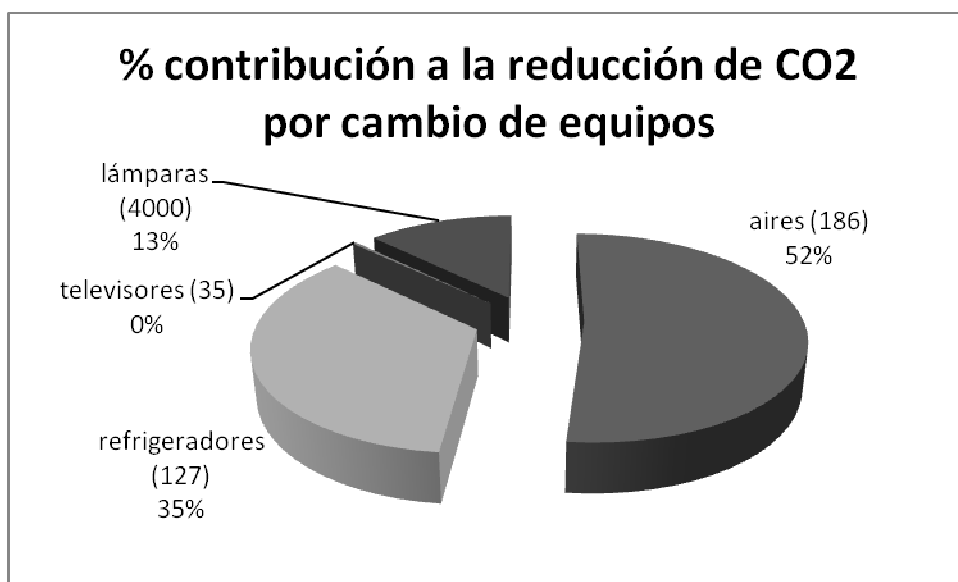


Gráfico 5: Porcentaje de contribución al ahorro por el cambio de equipos. Elaboración propia.

TONELADAS DE CO <sub>2</sub> CAMBIO ELECTRODOMÉSTICOS	
Emisiones electrodomésticos alto consumidores (E1)	2026
Emisiones actuales (E5)	899
Emisiones evitadas	1127
TEM (%)	125
TDE (%)	56

Tabla 12: Emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el cambio de electrodomésticos. Elaboración propia.

Si se compara el sistema antiguo (E1) con el actual (E5), se comprueba que en el primero se emitían más de 2000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año por el uso de los electrodomésticos, y que ahora este valor tan sólo llega a las 900 toneladas. De esta manera, si no se hubiera dado el cambio de electrodomésticos propiciado por la REC, se habrían emitido el 125% más de lo que se emite actualmente (TEM).

### Dos casos prácticos: el IBP y el Hotel Los Sauces.

#### **El Instituto de Biotecnología de las plantas (IBP)**

El Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) es uno de los puestos claves identificados dentro de la UCLV, siendo el tercer bloque más consumidor de energía eléctrica. Según el análisis realizado por Roberto Gustabello, este consumo se concentraba en la climatización (94% del total). Para solucionar el problema se cambiaron los equipos de clima durante el segundo semestre de 2005 (impulsado por el PAEC), optando por la instalación de un sistema localizado y no centralizado como había hasta esas fechas. La reducción del consumo fue notable en el 2006 (45% menos), disminuyendo también en los años siguientes (Gustabello, 2008).

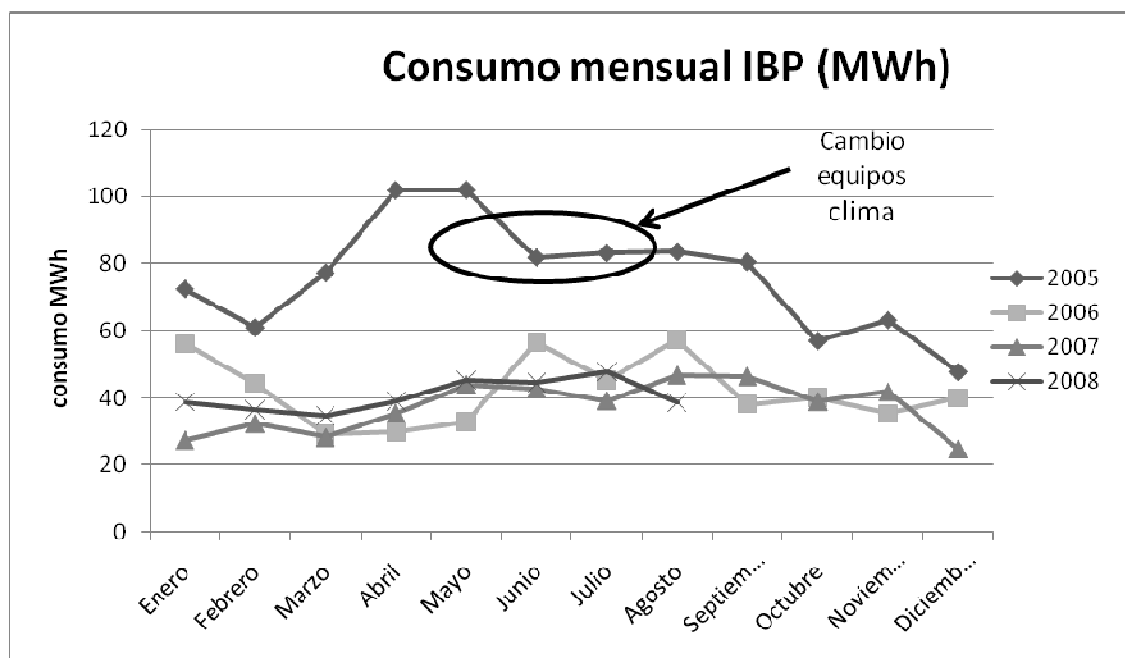


Gráfico 6: Consumo eléctrico mensual del IBP expresado en MWh. Se refleja claramente la reducción del consumo posterior al cambio de equipos de climatización impulsado por los programas de ahorro energético. Adaptado de Gustabello, 2008.

El cambio de electrodomésticos ha propiciado la reducción del consumo eléctrico en un 47,5% en relación al 2005. Traduciendo el consumo a toneladas de CO<sub>2</sub> se obtiene:

TONELADAS DE CO <sub>2</sub> IBP	
emisiones antes REC (2005, E1))	1362
emisiones después REC (2008, E5))	324
emisiones evitadas	1038
TEM (%)	321
TDE (%)	76

Tabla 13: Emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con el cambio de electrodomésticos en el IBP. Elaboración propia.

Por lo tanto, sin la REC actualmente se emitiría un 320% más de emisiones de CO<sub>2</sub> (TEM), que es equivalente a afirmar que la aplicación de la REC ha provocado una disminución de las emisiones del 76% respecto lo que se emitía anteriormente (TDE) en el IBP.

### Hotel Los Sauces

El Hotel Los Sauces es otro buen ejemplo de la influencia del cambio de equipos ya que se ha modernizado la flota completa de equipos altos consumidores, reflejándose claramente en la reducción del consumo eléctrico. Los aires y los televisores se cambiaron en julio del 2008, y los refrigeradores en mayo del mismo año. Se adquirieron dos computadoras extras, sin ser reemplazadas por las antiguas.

El hotel, con 22 años de antigüedad, se encuentra ubicado en la zona de Camilitos y contabilizado dentro de la cámara 4 de la red eléctrica (número 27 de la Figura 4). Ofrece servicio de 17 habitaciones con baño para 2 o 3 personas (con una capacidad máxima de 38 personas), restaurante, recepción, concina y bar.

CAMBIO EQUIPOS HOTEL LOS SAUCES					
Equipo	Consumo en MWh/año			T CO <sub>2</sub> evitadas	
	bajo consumidores	alto consumidores	Ahorro	E1	E5
aires (19)	11	22	10	15	10
refrigeradores (22)	15	26	11	17	11
televisores (21)	1	1	1	1	1
lámparas (100)	5	6	1	1	1
computadoras (2)	-1	0	-1	-1	-1
Total bajo consumo	31			47	31
Total alto consumo		55		82	55
Total ahorro			23	34	22

Tabla 14: Cambio de electrodomésticos en el Hotel Los Sauces (número de cambios entre paréntesis), reducción en el consumo eléctrico y disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub>. Elaboración propia.

En julio y agosto el hotel se encuentra en pleno rendimiento. El resto de los meses la actividad baja notablemente, por lo que para realizar los cálculos se ha contabilizado solamente el 50% de la capacidad del hotel en los meses restantes (extrapolado a la disminución del uso de los equipos eléctricos) como factor de corrección<sup>22</sup>.

Los resultados se muestran gráficamente a continuación.

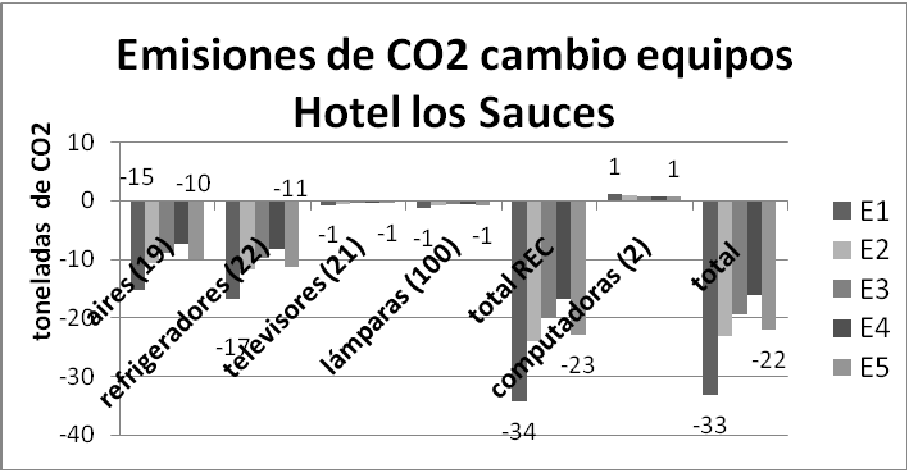


Gráfico 7: Emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas mediante el cambio de equipos en el Hotel Los Sauces. Elaboración propia.

TONELADAS DE CO <sub>2</sub> HOTEL LOS SAUCES	
Emisiones sistema antiguo	83
Emisiones actuales	31
Emisiones evitadas	51
TEM (%)	62
TDE (%)	163

Tabla 15: Emisiones de CO<sub>2</sub>, TEM y TDE relacionadas con el cambio de equipos en el Hotel Los Sauces. Elaboración propia.

Se observa claramente como el cambio de equipos produce un impacto positivo ya que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>. El consumo del sistema anterior equivalía a 83 toneladas de CO<sub>2</sub>, y con el cambio las emisiones son de tan sólo 31 toneladas. Así obtenemos un ahorro de 51 toneladas entre el sistema anterior y el actual, por lo que se puede afirmar que el cambio de los equipos ha proporcionado una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> del 62% en el Hotel los Sauces.

<sup>22</sup> Se aclara en este punto, para mejor comprensión de los cálculos realizados, que el factor anual respecto al mensual es de 7 (2 meses a consumo máximo más 10 meses a la mitad del consumo, que equivalen a 10/2= 5 meses de consumo en la máxima capacidad).

## CAMBIO BOMBAS DE AGUA

La gestión del agua es de gran importancia por ser un recurso vital. Las condiciones complejas que caracterizan el sistema de acueductos en la universidad han comportado grandes esfuerzos por parte de especialistas para conseguir un correcto abastecimiento de agua a los aproximadamente 10000 residentes de la ciudad universitaria (además de suministrar a los usuarios de el Callejón los Patos, Las Antillas y el Reparto Universitario), así como también al Instituto Lázaro Cárdenas y la Escuela Vocacional<sup>23</sup>). Debido a la gran complejidad de la red, de su magnitud y del servicio prestado, el acueducto se ha catalogado como uno de los principales en la provincia de Villa Clara. (Jauregui, 2005).

El estado de las instalaciones de bombeo de la universidad en el 2005, con más de treinta años de bombeo, provocaban frecuentes interrupciones al suministro de agua para el normal desarrollo de la base material de vida en los albergues, comedores, centros de investigaciones y en el funcionamiento de resto de las facultades e instalaciones de servicio del centro (Jauregui, 2005). Además, el consumo de electricidad para el bombeo representaba un alto porcentaje del consumo total (6,6 %). Por todas estas razones, a través de la REC se procedió a realizar un Plan de Acciones que constaba de un redimensionamiento y modernización de los sistemas de abasto de agua potable que mereció el premio Mayor Aporte Económico 2006.

El proyecto caracteriza los principales consumidores, los consumos de agua y el consumo eléctrico de las bombas y motobombas existentes. Dos de las principales conclusiones son que (1) el consumo de agua teórico no coincide con el real, contabilizando unas pérdidas de más del 60% por salideros existentes en la red y que (2) el estado obsoleto de las bombas y motobombas obliga a proceder a su sustitución.

Los objetivos marcados en este proyecto son:

1. Satisfacer las necesidades y exigencias de la población de la ciudad universitaria con la mayor eficiencia posible.
2. Hacer que el consumo de energía eléctrica estuviera en correspondencia con el consumo de energía que requiriera la demanda real de la población universitaria.
3. Disminuir los costos por concepto de energía eléctrica utilizando equipos más eficientes.

Y los principales cambios del proyecto son:

1. Sustitución de las viejas bombas por otras más eficientes, con las siguientes características, que han representado un ahorro anual equivalente a 54000 kWh (Cálculos en Anexo XX).

	Viejas bombas	Nuevas bombas
Caudal (Q)	200 m <sup>3</sup> /h	100 m <sup>3</sup> /h
Potencia eléctrica	90 kW	30 kW

Tabla 16: Características de las bombas cambiadas en los acueductos.  
Fuente: Jauregui 2005. Elaboración propia.

<sup>23</sup> El Instituto Lázaro Cárdenas y la Escuela Vocacional Centros son centros de enseñanza no pertenecientes al área de estudio del presente proyecto.

2. Disminución de la presión, con el cual se ha conseguido un ahorro de 180 m<sup>3</sup>/día.
3. Recirculación del agua en vía directa a la Red de la UCLV en contra al paso por el tanque elevado, el cual presentaba importantes desperfectos.

Los kW ahorrados se equiparan a toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas, y según los distintos escenarios definidos, son:

equipos acueductos	kWh año	E1	E2	E3	E4	E5
	54000	80,7	56,3	47,5	39,4	53,8

Tabla 17: Ahorro de electricidad y emisiones de carbono debido al cambio de las bombas en los acueductos. Elaboración propia.

Por tanto, las distintas actuaciones en los acueductos universitarios provocan una disminución del impacto ambiental de 53,8 toneladas de CO<sub>2</sub> en el sistema actual energético.

### El caso del Bloque 900

El bloque 900 incluye tres edificios de residencias de estudiantes cubanos y dos de extranjeros. Se puede apreciar la reducción del consumo año tras año, aunque la situación energética del bloque 900 es inestable por tres motivos: (1) las redes de distribución están en malas condiciones, (2) hay una población flotante de 1600 por encima de la estandarizada de 1200 (Propiciando una reducción del consumo por estudiante del 15% en dos años, hasta valores de casi 150 kWh/año) y (3) se hace uso de aparatos eléctricos de baja eficiencia para realizar tareas que no han sido contabilizadas dentro de las necesidades de los estudiantes: calentadores de agua, hornillas eléctricas, etc. (ver *Parte II: Análisis de los Impactos Sociales*). Esto provoca sobrecargas en el sistema energético y por lo tanto, apagones continuos. En el gráfico se muestra la inestabilidad del sistema, ya que sin motivo aparente el consumo fluctúa significativamente.

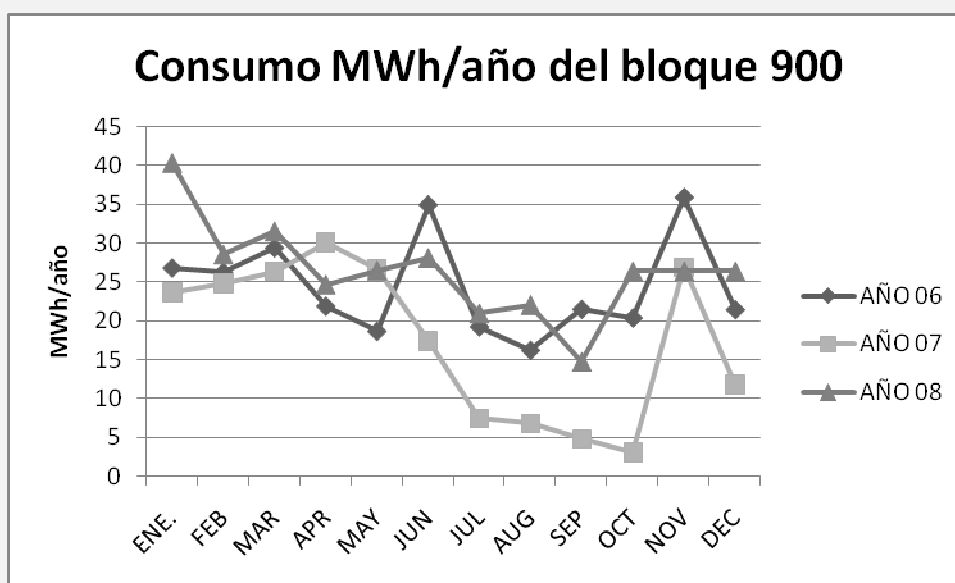


Gráfico 8: Consumo eléctrico del bloque 900. Adaptado de UCLV, de consumo intranet EE08 UCLV

Según estadísticas nacionales, el promedio de consumo por habitante a nivel doméstico calculado es de 50 kWh/mes/habitante, y en el Bloque 900 el consumo real es de 55 KWh/mes/residente. Esta diferencia de 5 KWh/mes/residente, multiplicado por los 1200 estudiantes censados del bloque, se traducen a una cantidad de  $5 \cdot 1200 = 6000$  KWh/mes que colapsan el sistema, provocando apagones frecuentemente ya que saltan los plomos al sobrecargar el sistema. Estos datos confirman de nuevo que los habitantes de este bloque no se limitan al uso del espacio como residencia sino que instalan aparatos eléctricos propios de funciones domésticas que hacen colapsar el sistema. Este exceso de consumo corresponde al 22% de las emisiones actuales del bloque 900 (315 toneladas de CO<sub>2</sub> para el año 2008).

En el bloque 900 no se han tomado medidas de ahorro provenientes de la REC (aunque esté pendiente la mejoría de las líneas de distribución), y teniendo en cuenta la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> que podrían evitarse se cree urgente la resolución de la problemática. Por el momento, se ha actuado informando a la población de la situación mediante el envío de avisos de reducción del consumo para prevenir los apagones.



## EMISIONES CO<sub>2</sub> DEL PORTADOR ELÉCTRICO

Las actuaciones de la REC en las fases de producción y transmisión permiten evitar una gran parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> con un mismo nivel de consumo. En la siguiente figura se esquematizan los porcentajes de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> relativas al consumo de 1 kWh. Se observa claramente que en el caso de la UCLV (E5) esta reducción es del 33%, pero que en las mejores perspectivas de futuro se podría llegar a alcanzar valores del 50%.

### Emisiones evitadas en las fases de Producción y transmisión

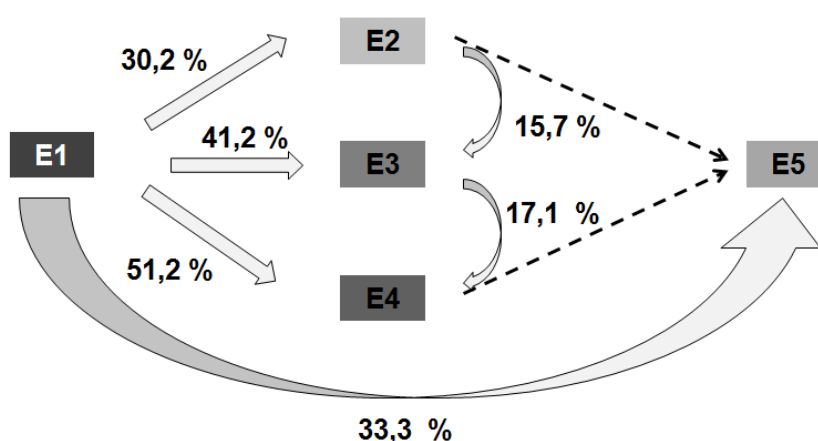


Figura 5: Porcentajes de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entre los distintos escenarios según cambios en la producción y transmisión de la energía eléctrica. Elaboración propia.

El conjunto de las actuaciones sobre el consumo de la electricidad han propiciado un ahorro total de 1164 MWh/año. Esta cantidad representa el 29,7% del consumo total de la UCLV en el 2008. En la siguiente tabla se reúne la aportación de cada acción en esta reducción del consumo, traducido a su vez, a emisiones de CO<sub>2</sub> según los distintos escenarios.

EMISIONES DE CO <sub>2</sub> EVITADAS		Toneladas de CO <sub>2</sub>				
	MWh año	E1	E2	E3	E4	E5
Medidas ahorro	-600	-897	-626	-527	-437	-598
Equipos UCLV	-54	-678	-473	-399	-331	-452
Equipos acueductos	-454	-81	-56	-47	-39	-54
Caldera	-47	-70	-49	-41	-34	-47
ER	-9	-14	-10	-8	-7	-9
<b>Eléctrico REC</b>	<b>-1164</b>	<b>-1739</b>	<b>-1214</b>	<b>-1023</b>	<b>-848</b>	<b>-1160</b>
Computadoras	986	1473	1028	866	719	982
Aires extras	99	147	103	87	72	98
<b>Total ELÉCTRICO</b>	<b>-79</b>	<b>-119</b>	<b>-83</b>	<b>-70</b>	<b>-58</b>	<b>-79</b>

Tabla 18: ahorro en el consume eléctrico y las correspondientes emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas. Elaboración propia.

La aportación de las acciones exclusivas de la REC se refleja en el gráfico 9, donde se muestra claramente la magnitud de cada acción dentro del global. Las medidas de ahorro en las aulas de computación y la regulación del uso de los aires de climatización han sido las más contribuyentes a la reducción de CO<sub>2</sub> (51% del total), seguida del cambio de equipos, acción que ha logrado el 39% de esta reducción. Con menor contribución, pero de igual importancia, han sido el cambio de las bombas en los acueductos universitarios, con el 5% de la reducción, el cambio de la caldera (4%) y por último, con una aportación del 1%, el uso de las energías renovables evita 12 toneladas de CO<sub>2</sub>, aunque se prevé incrementar este valor a largo plazo.

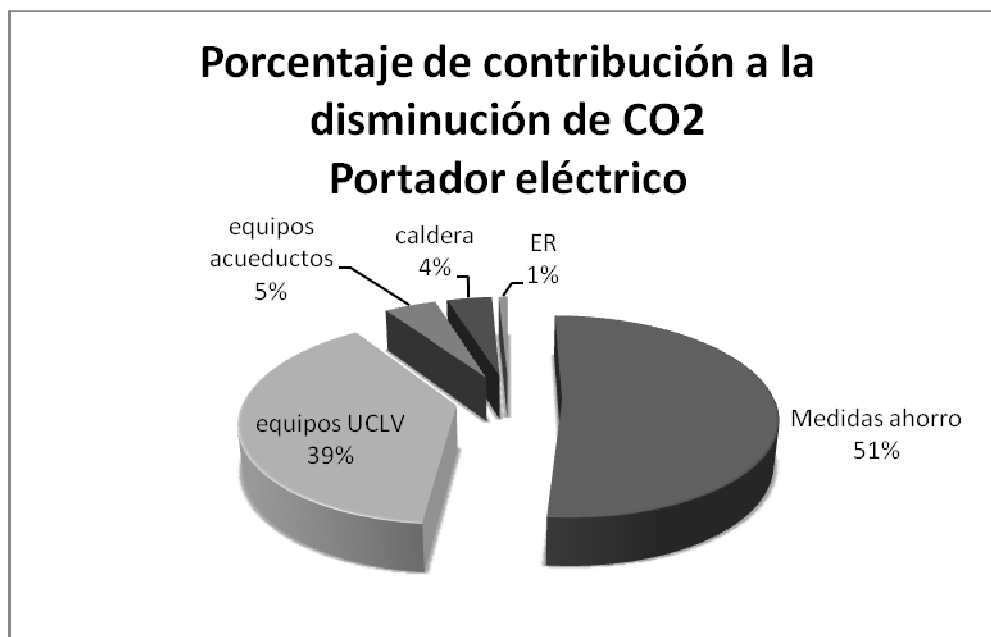


Gráfico 9: Porcentaje de contribución a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> en el portador eléctrico. Elaboración propia.

En el gráfico 10 se muestran los resultados de la Tabla 18. Este ahorro energético y de emisiones ha permitido incrementar los servicios de la universidad con la adquisición de 1537 computadoras y 200 aires de climatización nuevos, necesarios para mejorar las condiciones docentes de los estudiantes (actualmente la universidad goza de casi 3000 computadoras y 500 climas)<sup>24</sup>. De este modo se reduce notoriamente el ahorro mencionado en un 93%, por lo que la universidad ha conseguido ahorrar realmente 79 MWh/año, y por tanto, dejar de emitir 79 toneladas de CO<sub>2</sub> al año con el sistema actual. Si estas acciones se hubieran realizado sin ninguna mejora en la producción ni distribución de la electricidad (E1), este valor se incrementaría hasta las 119 toneladas de CO<sub>2</sub>, un 29,7% más.

<sup>24</sup> En el año 2005 el índice de estudiantes/computadora era de más de 15. Con la ampliación de la flota de ordenadores se ha logrado reducir este índice a los 3,44 estudiantes/computadora en el 2007 y 2,35 en el 2008.

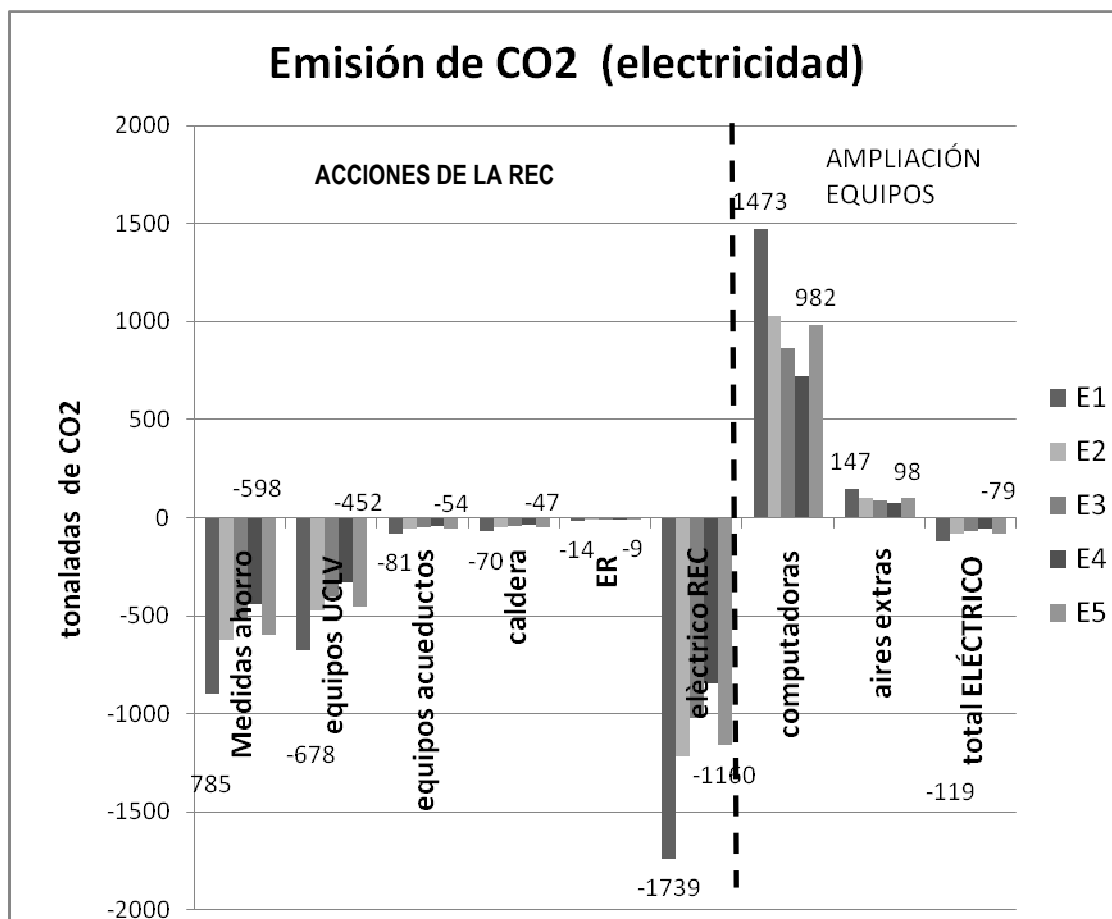


Gráfico 10: emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas en las actuaciones sobre el portador eléctrico. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las emisiones totales de la universidad, este ahorro de 79 toneladas representa el 2% de la emisión real del 2008, de 3903 toneladas (sin tener en cuenta el incremento de equipos extras, este valor asciende hasta el 30%). No obstante, se debe comparar este ahorro con el sistema anterior a la REC, el cual se detalla en la Tabla 19, en la que se puede observar que la REC ha propiciado el ahorro de más de 2200 toneladas de CO<sub>2</sub>, que en valores relativos es el 43% de TEM y el 30% de TDE.

EMISIONES CO <sub>2</sub> (electricidad)	
Emisiones sin REC	7069
Emisiones REC	3903
Emisiones evitadas	3166
TEM (%)	81
TDE (%)	45

Tabla 19: Emisiones de CO<sub>2</sub>, TEM y TDE en el portador eléctrico. Elaboración propia.

Se puede concluir que **los programas de la REC en el portador eléctrico han permitido evitar el 45% de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se habrían emitido sin ninguna modificación, incrementando incluso los servicios de la UCLV.**

## 6.3.2 EL FUEL OIL Y LAS CALDERAS DE VAPOR

### CARACTERÍSTICAS DEL PORTADOR EN LA UNIVERSIDAD

El fuel oil 10% de la energía que consume la universidad, convirtiéndose en el segundo portador energético en importancia en la UCLV. Este portador abastece las calderas de vapor destinadas a la cocción de alimentos para los comedores universitarios (80%) y la tintorería (20% restante).

En 1983 se instaló una caldera, de nacionalidad Cubano-Búlgara, que funcionó hasta hace tres años. En el 2003, tras detectar el bajo rendimiento de ésta, el programa de la Batalla de las Ideas (*ver Apartado Definiciones*) propulsó la decisión de un cambio urgente de caldera para disminuir el consumo de fuel oil, así como los impactos ambientales derivados del funcionamiento de éstas. No fue hasta el 2005 que la caldera nueva (Cubano-Española) comenzó a funcionar de forma continuada, y se mantuvo la antigua para casos de emergencia. Este último año (2008) la universidad ha comprado otra caldera más moderna con previsión de ponerla en uso próximamente, pues se prevé la apertura de otro comedor (en los Camilitos) con servicio de cocina, ya que actualmente sólo funciona como distribuidor de la comida cocinada en el comedor central. Este comedor será abastecido por la caldera pequeña recientemente comprada. De este modo, hoy en día la universidad posee tres calderas, aunque como ya se ha mencionado, solamente está en funcionamiento continuo una de ellas.

A continuación se detallan las características principales de la caldera que estuvo en funcionamiento 22 años (Cubano Búlgara) y la que se introdujo en el 2005 (Cubano-Española)

Características	Caldera antigua	Caldera nueva
Nacionalidad	Cubano Búlgara	Cubano Española
Años de explotación	1983-2005	A partir del 2005
Tipo combustible	Fuel Oil mediano	Fuel Oil ligero, mediano o pesado
Demanda energética	30 kW	12 kW
Estado en el que se encuentra	Regular (nunca ha sido declarada como eficiente)	Excelente (Pasos para declararla eficiente)
Eficiencia	57%	76,05 %

Tabla 20 Tabla de características principales de las dos calderas. Fuente: datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.

### PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Los elementos que forman las calderas y los que se encuentran en la sala de calderas pueden dar una orientación de los impactos que produce la puesta en marcha de éstas (*ver imágenes del bloque 6*).

En la sala de calderas se hallan:

- Dos calderas
- Un distribuidor de vapor
- Un tanque de agua caliente

- Un filtro de agua
- Tres tanques de almacenamiento de combustible
- Tres bombas de combustible
- Tres bombas de agua de alimentación
- Tres calentadores de combustible

Por tanto, se deduce que hay consumo de agua para generar el vapor, de electricidad para las bombas y de combustible (fuel oil) para calentar el agua. Los principales impactos ambientales derivados de la puesta en marcha de la caldera se listan a continuación:

- consumo de combustible (fuel oil) convertible a toneladas de CO<sub>2</sub>.
- consumo eléctrico.
- emisiones de gases.
- consumo de agua.
- fugas.
- ruido.
- generación de calor exterior o residual.

Se han cuantificado tan sólo los dos primeros impactos debido a su mayor magnitud y la existencia de datos registrados. Del tercer impacto se ha podido valorar la parte cualitativa, gracias a las fuentes consultadas. El análisis llevado a cabo por la universidad respecto a la totalidad de estos impactos ambientales no se ha realizado con la precisión y la rigurosidad que se requieren para los requerimientos de este proyecto.

## CONSUMO DE FUEL OIL

El consumo anual de fuel oil presenta algunas fluctuaciones derivadas de actividades irregulares en la universidad, por razones relacionadas con el contexto nacional y por múltiples averías que sufrió la caldera en uso (*com. verb.*). El 2003 fue el año con más consumo de combustible, y los años posteriores se caracterizaron por presentar una disminución lineal que permaneca hasta el 2008, como muestra el gráfico siguiente.

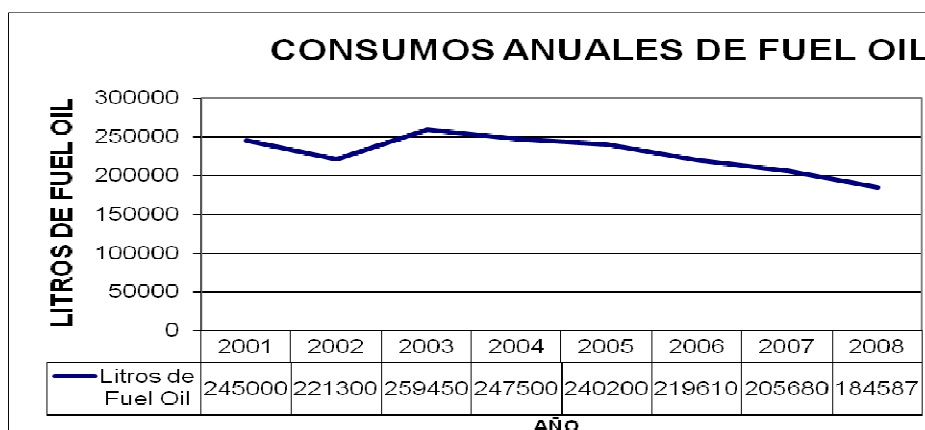


Gráfico 11: Consumo anual de fuel oil. Fuente: datos cedidos por la Universidad. Elaboración propia

El consumo ha disminuido a lo largo del periodo 2005-2008 por el uso de la caldera más eficiente y, según los técnicos, también por su mejor preparación y cuidado de las máquinas. La importancia de estos datos se debe al poder obtener, a la par, la disminución de los impactos ambientales producidos con dicha reducción.

Por falta de datos de los usuarios de la tintorería (donde se consume el 20% del fuel oil), el consumo de ésta estará implícito en los datos de consumo total de combustible. El consumo relativo por comensal contendrá en sí mismo una parte del consumo de la tintorería. Por no saberse la proporción de población que hace uso de ella se reparte equitativamente en la población que utiliza el servicio de comedor, ya que prácticamente todo el personal que come en la universidad, vive también allí y por tanto, resulta probable que utilicen el servicio de tintorería.

Se considera interesante fijarse en el consumo relativo por estudiante que hacen uso del comedor ya que el número de estudiantes ha aumentado de forma lineal en los últimos diez años y el consumo de combustible ha disminuido año tras año. Para tal cálculo es necesario obtener el número de comensales. Éste se ha calculado a partir del censo que se realiza diariamente en el comedor central, en las tres comidas; desayuno, almuerzo y cena. En el *Anexo B.5. Calderas* aparece detalladamente el procedimiento realizado para el cálculo.

Curso Académico	Litros Fuel Oil promedio mensual	Comensales diarios	Comensales mensuales	litros/comensal /mes
2001	20400	6687	203951,6	3,1
2002	18400	6409	195480,6	2,9
2003	21600	6732	205337,9	3,2
2004	20600	6961	212296,5	3,0
2005	20000	7076	215805,5	2,8
2006	18300	7305	222809,8	2,5
2007	17100	7693	234643,5	2,2
2008	15400	7853	239522,6	2,0

Tabla 21: Número de personas que hacen uso del comedor en los diferentes años académicos. Consumo mensual de combustible y relación con los comensales. Elaboración propia

El consumo relativo está calculado de la siguiente manera; cogiendo como ejemplo el primer año (2001) donde el consumo de combustible mensual es de 22.430 litros de fuel oil. El promedio diario de fuel oil se obtiene de dividir el mensual entre 30.5 días que tiene de media cada mes, por tanto el consumo diario de fuel oil es de **735.4 litros** ( $22430/30.5$ ). Este consumo se divide entre la población que hace uso del comedor (6687 personas de promedio diario), obteniendo el consumo relativo de **0.1 litros/comensales/día** ( $735.4/6687$ ) y por tanto el consumo relativo mensual es de **3.35 litros/comensal/mes**.

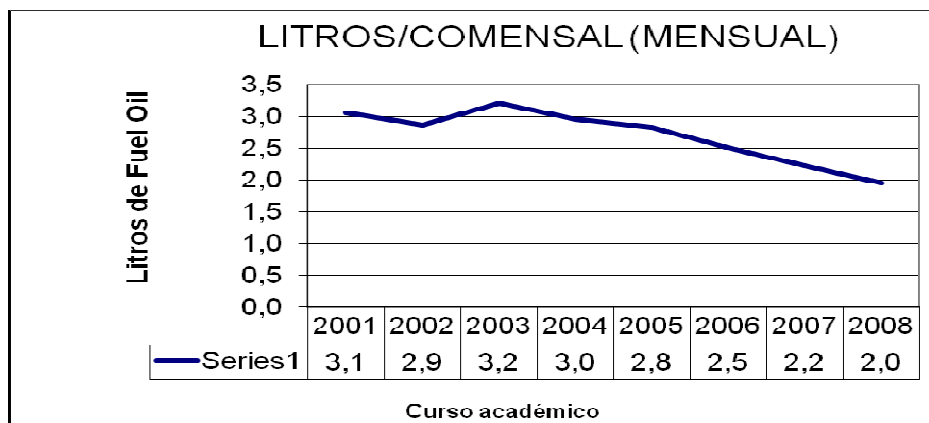


Gráfico 12 Consumo de fuel oil por cada comensal (2001-2008). Elaboración propia.

Se puede observar en el gráfico que el consumo de combustible por comensal ha disminuido en los últimos cinco años, en más de un 30%. Esto se debe a la variación de los dos factores relacionados con el cálculo, es decir, al aumento de comensales año tras año y a la disminución progresiva de consumo de combustible, más acentuada a partir del 2005.

A partir del consumo promedio mensual se ha calculado el consumo anual, mostrado en la siguiente tabla, donde se diferencian dos períodos: el primero, del 2001 al 2004, corresponde a los años que estuvo en funcionamiento la caldera antigua y el segundo, del 2005 al 2008, al funcionamiento de la caldera más eficiente.

	Año	Litros promedio mensuales	Litros Anuales
<b>Caldera antigua</b>	2001	20400	245000
	2002	18400	221300
	2003	21600	259450
	2004	20600	247500
	<b>Total</b>		<b>973250</b>
<b>Caldera eficiente</b>	2005	20000	240200
	2006	18300	219610
	2007	17100	205680
	2008	15400	184587
	<b>Total</b>		<b>850077</b>

Tabla 22 Consumo de la caldera expresados en promedio mensual y consumo anual a lo largo del periodo 2001-2008. Datos cedidos por la UCLV. Véase Anexo B.5. Calderas. Elaboración propia.

Para calcular el ahorro total en combustible desde la puesta en marcha de la nueva caldera se procede a calcular el promedio del consumo anual de cada periodo:

Caldera Antigua 973250/4 años=243312 litros/año

Caldera Nueva 850077/4 años=212519 litros/año

El **ahorro de combustible** anual del cambio de caldera se estima en  $243312 - 212519 = 30793$  litros/año, equivalentes a 28.483 kg, y por tanto a **28.5 toneladas de fuel oil anuales, equivalente a un 4% de las toneladas totales emitida.**

## DEMANDA ELÉCTRICA Y AHORRO

En este apartado se muestra el procedimiento seguido para obtener la variación de la demanda eléctrica entre las dos calderas. En primer lugar, se han calculado las horas que la caldera está en marcha, con lo que se debe tener en cuenta el uso de ésta. El comedor ofrece desayuno, almuerzo y comida a los estudiantes los siete días de la semana, aunque con diferente intensidad entre semana y fines de semana. Así, teniendo en cuenta que el tiempo de funcionamiento de la caldera, de lunes a viernes es de 7h y 42 min, (equivalente a 7,7 h), y de 5h los fines de semana, se obtiene que la caldera está en marcha  $7,7\text{h/día} \times 5\text{días} + 5\text{h/día} \times 2\text{días} = 50\text{ h/semana}$ . Y así se obtiene que, de media, las horas que la caldera funciona al día son  $50\text{ h/semana} \times 1\text{semana}/7\text{ días} = 7.14\text{h/día}$ .

Conociendo la potencia de las dos calderas, se obtiene la energía que se requiere anualmente para el funcionamiento de las mismas. En la siguiente tabla se detallan los datos y el proceso de cálculo, para finalmente obtener el ahorro de energía eléctrica que ha propiciado el cambio de calderas, el cual es del 60%.

	POTENCIA (kW)	HORAS DÍA	DÍAS/AÑO	ENERGÍA REQUERIDA kWh/AÑO	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)
VIEJA	30	7,1	365,5	78290,1	46974,0
NUEVA	12	7,1	365,5	31316,0	

Tabla 23: Demanda energética en función de las horas anuales de funcionamiento. Elaboración propia.

## EMISIÓN DE GASES

Las emisiones de la caldera de vapor en la combustión de fuel oil están formadas básicamente por: dióxido de carbono, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

El Estudio de Calidad del Aire en la UCLV (Herrera, 2007) revela que las emisiones de las calderas no superan el Límite de Concentración Permitido, expresado en CS 111: 04, como muestra la siguiente tabla, donde se exponen las concentraciones máximas detectadas en el mes de Junio del 2007 en la UCLV en relación a los límites permitidos. A excepción de este estudio, no se han encontrado otras referencias sobre las emisiones de la antigua caldera, por lo que no se ha podido valorar el impacto ambiental del cambio de éstas. A pesa de ésta limitación, diversos



operarios de la universidad (personal de las residencias cercanas al comedor y técnicos de caldera) constataron que con la antigua caldera se producía humos negros, densos y con olor muy persistente. Por tanto, valorado cualitativamente, el cambio de la caldera ha producido una disminución de este impacto ambiental.

	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Límite Concentración Permitido CS 111:04 (µg/m <sup>3</sup> )	3000	50	40
Máxima Concentración (µg/m <sup>3</sup> )	4.98	43.15	29.37

Tabla 24: Componentes principales de las emisiones de la caldera de vapor.  
Fuente: Estudio de la Calidad del Aire en la UCLV. I. Herrera (2007)

Se observa claramente como las concentraciones de CO y NO<sub>x</sub> están dentro del límite legal, pero que la emisión SO<sub>2</sub> es más susceptible de superar este límite ya que su concentración es mucho mayor, debido probablemente a la composición del combustible.

### 6.3.3. LA GASOLINA, EL DIESEL Y EL TRANSPORTE

Antes del periodo especial (hasta 1990) el consumo de diesel de la UCLV era de 17.000 litros de diesel y 15.000 de gasolina. Con el periodo especial esta cantidad se redujo en un 50% debido a todas las carencias que sufría el país. Tras un nuevo incremento en el consumo más reciente, la REC ha marcado como objetivo, en este sector, llegar a una reducción del 60% del consumo respecto años anteriores (antes del 2006).

Como se ha mostrado más arriba (Cuadro 3: Gestión de la Energía), el procedimiento de obtención del combustible no permite la ampliación de la demanda de combustible, por tanto, cuando se finalizan las reservas mensuales, no se puede disponer del transporte. Para que este hecho no se convierta en limitación, se ha realizado un exhaustivo control del consumo desde el 2003, con procedimientos estadísticos para identificar los equipos más consumidores, controles diarios mediante hojas de ruta donde se especifica la ruta del vehículo, tipo de combustible que se consume, etc.

Actualmente la universidad dispone de una flota de 87 vehículos constituida por: 13 ómnibus, 10 camiones, 9 jeeps, 17 motos, 25 coches, 4 microbuses y 9 paneles, con las que se realizan todas las acciones de transporte de personas y mercaderías necesarias.

### REMOTORIZACIÓN

En el 2006 se empezaron a remotorizar los vehículos más consumidores de diesel y a retirar aquellos más ineficientes. Hasta el momento (2008) los cambios realizados han sido la remotorización de 5 vehículos y la retirada de 25 vehículos. La primera acción incrementa la

eficiencia del consumo del orden de 0,25 km por cada litro de combustible. Las rutas de transporte se deben definir para conocer las necesidades de combustible, y son las siguientes:

- Cuatro de los vehículos remotorizados están en circulación 7 horas diarias aproximadamente; contando que el promedio de velocidad es de 80 km/h podemos calcular el ahorro en combustible mediante el siguiente proceso. En el primer paso, calculamos los km al día que se realizan. Para poder contabilizar las paradas y las seguras reducciones de velocidad del vehículo en obligadas ocasiones (embotellamientos, semáforos, etc.) se aplica un factor de corrección contando seis horas de circulación en lugar de siete (*com. verb.*), por tanto:

6 horas diarias a 80 km por hora, significa al día un recorrido de 480 km al día (=6 horas/día x 80 km/hora)

Para cuantificar la disminución de consumo de combustible con los nuevos motores instalados, se procede a calcular dicho consumo en cada caso;

Con el antiguo motor de consumo 1 litro/1,75 km, se obtiene un consumo total de 274,3 litros al día  $(= (480 \text{ km/día}) / (1,75 \text{ km/litro}))$ .

Y con el nuevo motor, con un gasto de 1 litros por cada 2 km, el consumo de combustible al día es de 240 litros  $(= (480 \text{ km/día}) / (2 \text{ km/día}))$ .

Así se obtiene un ahorro de 34,3  $(= 274,3 - 240)$  litros diarios. Anualmente, y contabilizando 5 días laborables por semana  $(= 240 \text{ días al año})$ , se calcula un **ahorro de 8232 litros**  $(= 240 \times 34,3)$  por cada vehículo, lo que resulta del total de los cuatro vehículos, **32928**  $(= 8232 \times 4)$  **litros de ahorro anuales**.

- El vehículo restante tiene dos rutas distintas; una de 8 horas diarias (2 veces a la semana) y la otra de 5 horas al día (3 veces a la semana).

Ruta larga: se calcula en base a 7 horas diarias para contabilizar, como en el caso anterior, las reducciones y paradas que el vehículo en el transcurso del recorrido está obligado a hacer:

7 horas diarias a 80 km por hora, significa al día un recorrido de 560 km al día  $(= 7 \text{ h/día} \times 80 \text{ km/h})$ .

Con el antiguo motor, con un consumo de 1 litro/1,75 km, se obtiene un consumo total de 320 litros al día  $(= (560 \text{ km/día}) / (1,75 \text{ km/litro}))$ .

Y con el nuevo motor, con un gasto de 1 litro por cada 2 km, el consumo de combustible al día es de 280 litros al día  $(= (560 \text{ km/día}) / (2 \text{ km/día}))$ .

El ahorro es de 40 litros diarios  $(= 320 - 280)$ , y en los 96 días al año  $(2 \text{ días/semana} \times 48 \text{ semanas/año})$  que realiza éste recorrido, son **3840 litros de diesel anuales de ahorro**.

Ruta corta: se calcula en base a 4 horas diarias en lugar de las 5 horas establecidas por el mismo motivo ya citado.

4 horas diarias a 80 km por hora, significa al día un recorrido de 320 km al día  $(= 4 \text{ h/día} \times 80 \text{ km/h})$ .

Con el antiguo motor de consumo 1 litro/1,75 km, se obtiene un consumo total de 182,9 litros al día  $(= (320 \text{ km/día}) / (1.75 \text{ km/litro}))$

Y con el nuevo motor, con un gasto de 1 litros por cada 2 km, el consumo de combustible al día es de 160 litros al día  $(= (320 \text{ km/día}) / (2 \text{ km/día}))$ .

El ahorro es de 22,9  $(= 182,9 - 160)$  litros diarios. Para calcularlo anualmente se tiene en cuenta que la ruta se realiza tres días a la semana y, por tanto, 144 días al año  $(= 3 \text{ días/semana} \times 48 \text{ semanas/año})$  **el ahorro anual es de 3297.6 litros de diesel.**

Así, el ahorro en la remotorización (5 motores) de los vehículos es de 40065,6 litros anuales de diesel. Conociendo la densidad del diesel (0.890 kg/l) se obtiene que en total esta acción de la REC ha propiciado un total de **35,6 T de diesel ahorradas anualmente** (independientemente de que el cambio haya sido progresivo a lo largo del 2006, 2007 y 2008).

### CONSUMO DIESEL

En el siguiente gráfico se aprecian las variaciones del consumo de combustible diesel en el transporte, registradas por el equipo de transportes de la universidad. Del 2002 al 2004 se experimentó una subida debido a un incremento en la actividad de este servicio, ya que en los años anteriores al 2002, por estar en más profundidad al periodo especial, el sector estaba fuertemente debilitado. A partir del 2006, con un gran incremento del consumo de combustible en los dos años predecesores, se aplican las principales medidas de ahorro, teniendo un notable efecto en el gasto de combustible diesel.

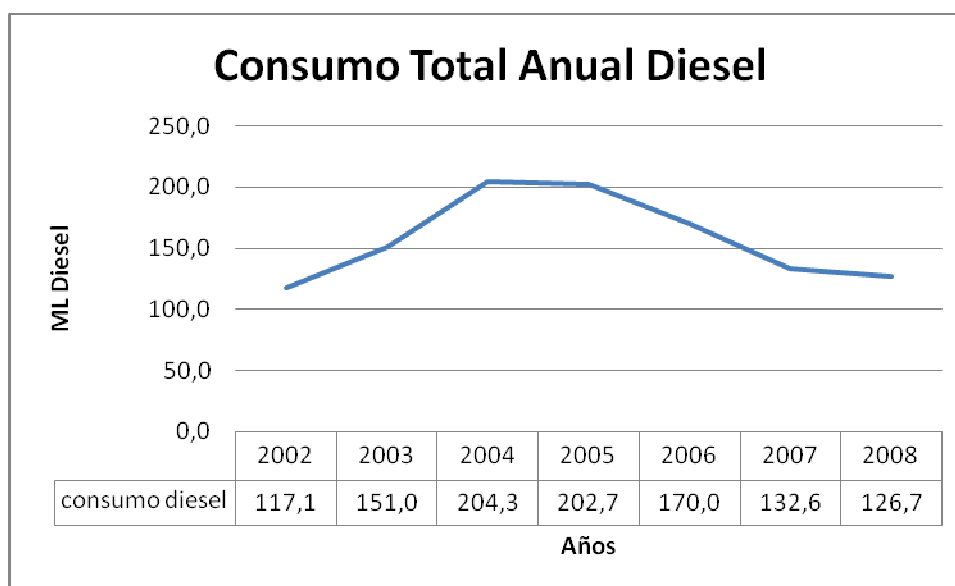


Gráfico 13: consumos anuales de diesel en la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.

Desde la entrada de la REC (2006) hasta el presente año (2008), se visualiza un ahorro de 76 Mlitros, equivalentes a 67,6 toneladas de diesel. Este cálculo se ha hecho a partir de los consumos

mensuales cedidos por la UCLV, y en el mes de diciembre del 2008, se ha realizado una prospección del consumo en base a los consumos de los meses anteriores (*ver Anexo B.1.Consumos de Energía de la UCLV*). Se ha calculado la diferencia de consumo entre el 2005 (sin ninguna medida aplicada) y el 2008 (con la totalidad de medidas realizadas). En este ahorro pues, se incluye la remotorización, que representa un 52,6% del ahorro, y la retirada de vehículos, que juntamente con una mejor gestión del carburante y mejoras en la conducción (*com. Verb.*) representan el 47,3% del ahorro.

### CONSUMO DE GASOLINA

En el caso del combustible de gasolina no ha habido un ahorro, sino todo lo contrario, del 2004 al 2008 el consumo ha ido aumentando cada año. Este aumento se debe a un incremento en la repartición de tarjetas a nivel individual, ya que así lo exigía la demanda.

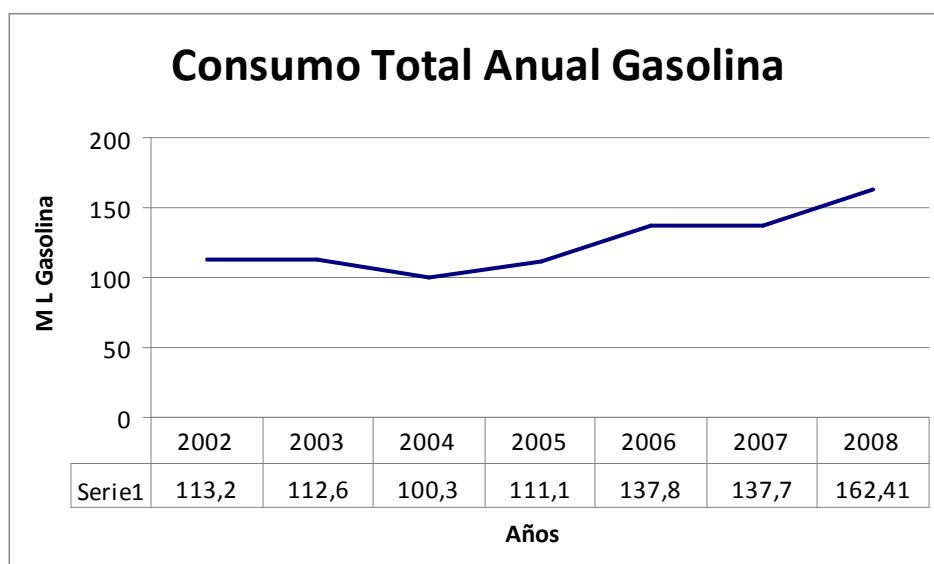


Gráfico 14: consumos anuales de gasolina en la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.

Se ha calculado la diferencia de consumo, como en el caso del diesel, comparando el 2005 con el 2008, el resultado es un aumento de 51310 litros de gasolina, es decir 34,9 toneladas (densidad de la gasolina = 0.680 kg/litro).

## BALANCE DEL TRANSPORTE

Para valorar conjuntamente las acciones en el sector del transporte, se han calculado las variaciones en el consumo de combustible de gasolina y diesel en una misma variable (TCC).

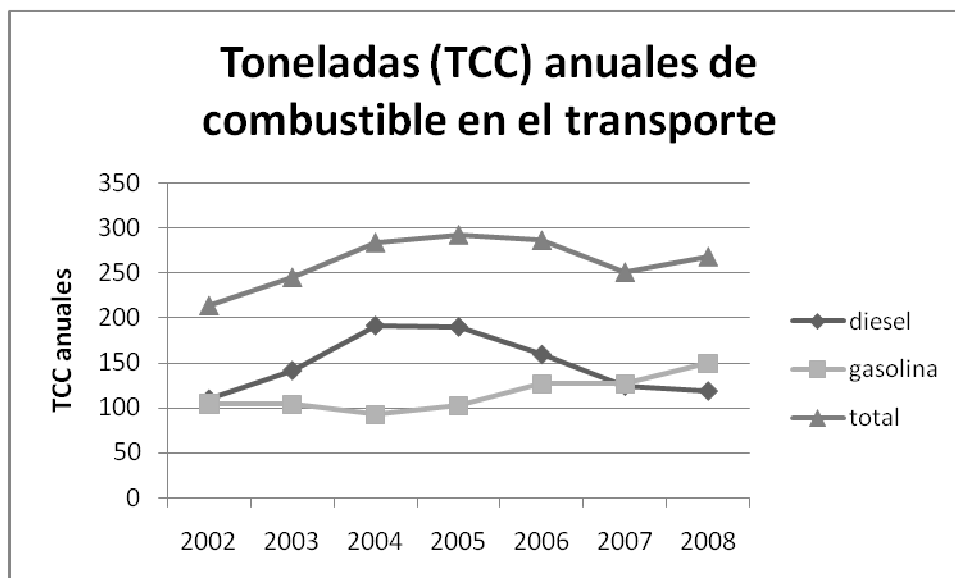


Gráfico 15 Consumos anuales de gasolina y diesel en total, correspondiente a la flota de vehículos. Datos cedidos por la UCLV. Elaboración propia.

TCC CONSUMIDOS EN EL TRANSPORTE				
Año	diesel	gasolina	Total TCC	% variación
2002	109,7	103,9	213,7	
2003	141,5	103,4	244,9	14,6
2004	191,5	92,1	283,5	15,8
2005	190,0	102,0	292,0	3,0
2006	159,3	126,5	285,8	-2,1
2007	124,3	126,4	250,7	-12,3
2008	118,7	149,1	267,8	6,8

Tabla 25: TCC de diesel, gasolina y totales consumidos en el transporte. Elaboración propia.

Esta gráfica muestra que el consumo total ha disminuido del 2006 al 2007, pero del 2007 al 2008 ha sufrido un aumento. Como anteriormente se ha demostrado, este aumento se da sólo en el caso de la gasolina. A pesar de esto, se ha obtenido un ahorro total de 24,1 TCC entre los dos combustibles desde el 2005 hasta el 2008, equivalentes a 70 toneladas de CO<sub>2</sub> dejadas de emitir anualmente (que corresponden al 9% del total emitido en el 2008).

## EMISIONES DEL TRANSPORTE

---

En un motor de vehículo se produce la combustión de combustible, y como en toda combustión, se desprenden compuestos. En las fuentes rodadas, principalmente se emiten, hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno<sup>25</sup>.

Las emisiones tóxicas de la combustión tienen una relación directa con la cantidad de sulfuros, benceno y compuestos químicos aromáticos que tenga el combustible<sup>26</sup>, así como una afectación directa a la salud humana y al medio, pues son responsables de la producción de gases de efecto invernadero<sup>27</sup>.

Es importante tener en cuenta que el aumento de eficiencia de los motores, la calidad del combustible y la disminución en el consumo, tienen una importante afectación beneficiosa para el medio ambiente y para la salud humana.

## PERSPECTIVAS DE FUTURO

---

En un marco temporal cercano se pretenden remotorizar los siguientes 6 camiones, de los cuales:

- 4 camiones modelo GAS 53, de procedencia Rusa, que actualmente consumen 2,5 km por litro, pretendiendo cambiarlo por un motor de consumo 4 km /l.
- 2 camiones ZIL 130 rusos, de consumo actual de 2 km/litro por un motor de 4 km/l. Uno es diesel y el otro es gasolina.

A largo plazo se pretende renovar el parque completo de vehículos, además de la elaboración de un plan específico de la UCLV para el transporte de pasajeros.

Finalmente, se debe remarcar que la remotorización y retirada de los vehículos ha supuesto una gran generación de residuos. La gestión de éstos se ha realizado bajo control en la Empresa de Materias Primas, ubicada en la misma provincia de Villa Clara, según la cual un alto porcentaje de los materiales son reaprovechados.

---

<sup>25</sup> Expuesto en la Directiva 88/77/CEE.

<sup>26</sup> *National Emissions Inventory Booklet (EPA, 2002)*

<sup>27</sup> "Las emisiones del transporte fueron responsables del aproximadamente 27% del total de GEI de EE.UU en el 2003" *Greenhouse Gas Emissions from the U.S. Transportation Sector 1990-2003. (EPA, 2006).*

## 6.4 EVALUACIÓN CONJUNTA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez analizada la incidencia de las acciones de la REC sobre cada portador, en términos ambientales, se procede a valorar globalmente todas estas acciones sobre el sistema energético. El siguiente gráfico muestra la variación calculada de las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada portador.

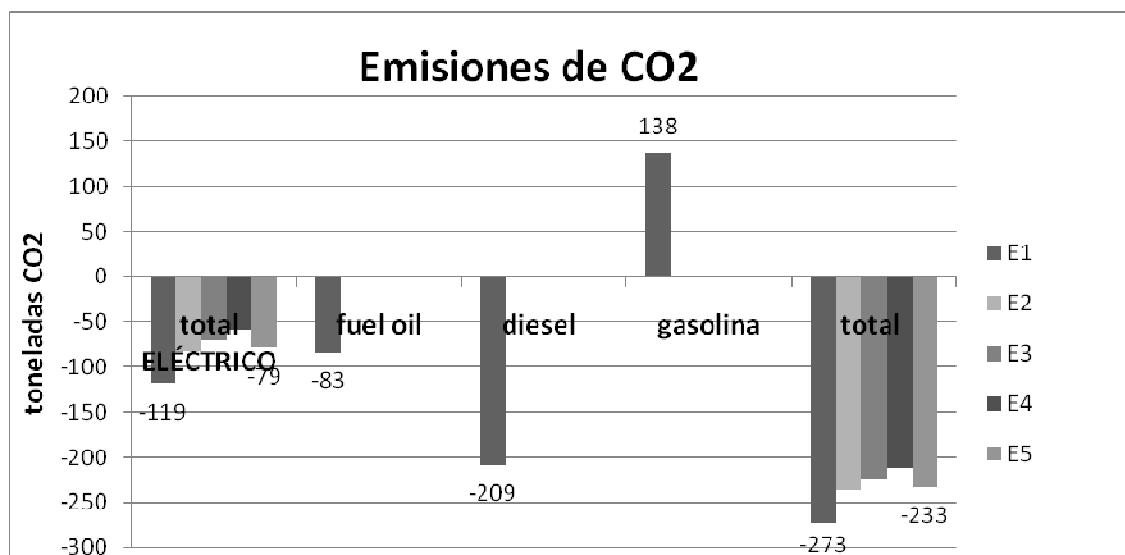


Gráfico 16: Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas en los diferentes portadores. Los escenarios sólo afectan al portador eléctrico y al total, ya que el resto no tiene diferenciadas las fases de producción y transmisión. Elaboración propia.

Como se refleja en el gráfico, las emisiones se han reducido en tres portadores: electricidad (donde ya se incluye la influencia del incremento de equipos extras), fuel oil, y diesel. Las acciones sobre la gasolina no han propiciado ninguna reducción, sino todo lo contrario. El motivo de este incremento se debe a la mayor cantidad de tarjetas de combustible adjudicadas a individuales, no afectados por las acciones de la REC. La aportación de las acciones sobre cada portador se expone en el Gráfico 17, donde se muestra que la electricidad ha propiciado el 34% de este ahorro, el fuel un 36%, y el conjunto de las acciones de la REC en el transporte (contabilizando gasolina y diesel), el 30% restante.

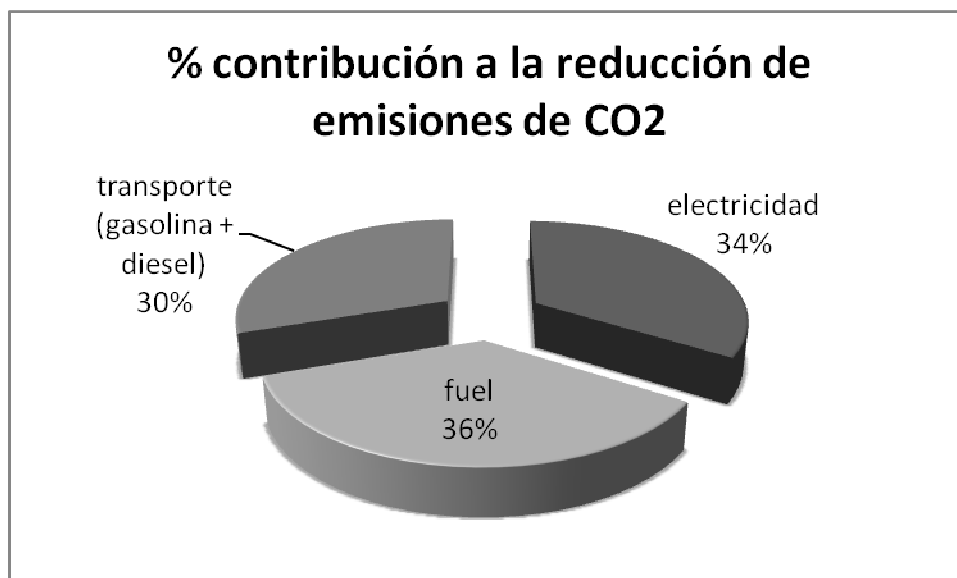


Gráfico 17. Contribución a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> de los distintos portadores. Elaboración propia.

Globalmente, la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> es muy notable, con un total de 233 toneladas de este gas en la situación actual. Esta cantidad corresponde a un 4,4% de las emisiones totales del año 2008.

En la siguiente tabla y gráfico se muestran las emisiones de la situación actual con la REC (año 2008, E5) en referencia a dos situaciones sin la REC (E1). La primera corresponde a la situación de emisiones hipotéticas para el 2008, y la segunda, a las emisiones reales correspondientes a la situación anterior a la REC, reflejadas en los consumos del año 2001 para la electricidad y 2002 para el resto de portadores<sup>28</sup>.

TONELADAS DE CO <sub>2</sub>	2008	2001-2002
Emisiones sin REC (E1)	7409	8294
Emisiones REC (E5)	5188	5188
Emisiones evitadas	2222	3106
TEM (%)	43	60
TDE (%)	30	38

Tabla 26: Emisiones de CO<sub>2</sub>, TEM y TDE totales de la UCLV.

<sup>28</sup> La diversificación de años se debe a la disponibilidad de datos de los portadores de fuel oil, diesel y gasolina (año 2002). Para la electricidad se tuvo que elegir el consumo del año 2001 debido que los valores del 2002 ya estuvieron afectados por la crisis energética que tuvo su máximo en el 2003-2004 con la rotura de dos CTE ver Gráfico 2).



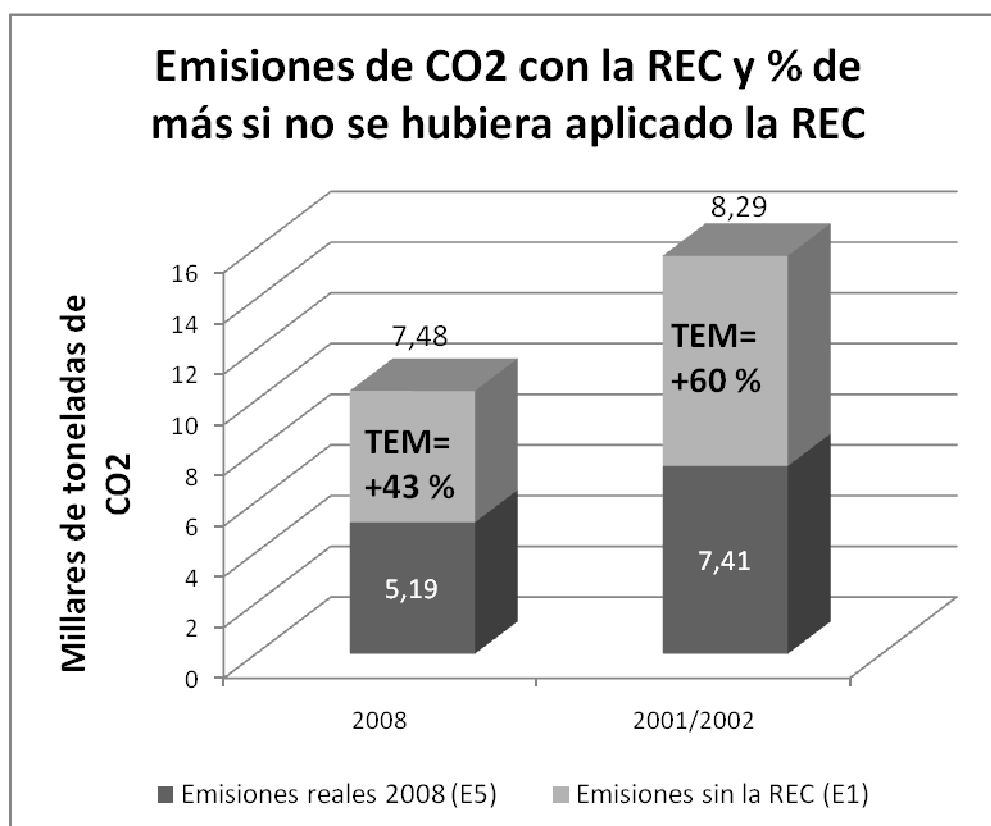


Gráfico 18: Emisiones reales con la REC (color verde) de los años 2008, 2007 y 2008, y toneladas de CO<sub>2</sub> que se habrían liberado a la atmósfera si no se hubiera aplicado ningún programa de la REC (color anaranjado). El porcentaje corresponde a las toneladas que se habrían emitido de más si no se hubiera aplicado la REC.

Los resultados muestran que la **aplicación de la REC en la UCLV ha propiciado una reducción del 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto, la reducción de los impactos ambientales**, equivalente a que sin la REC, se hubieran emitido un 43% más de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Comparando con el consumo anterior a la REC (2001-2002), estos porcentajes incrementan, pudiendo afirmar que **la REC ha hecho disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 38% respecto lo que se emitía anteriormente, es decir, que sin la REC, y con la misma actividad docente, actualmente se emitirían un 60% más de toneladas de CO<sub>2</sub> respecto el 2001.**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles van acompañadas de otros gases (principalmente: dinitrógeno (N<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H<sub>2</sub>), carbono en forma de hollín y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)). Normalmente estos gases acompañantes aparecen cuando la combustión es incompleta (falta de oxidación y presencia de sustancias combustibles en los gases de la reacción) o bien cuando hay déficit de aire en el proceso de quema. Estos compuestos conllevan ciertos impactos ambientales; lluvia ácida, calentamiento global, etc. así como impactos nocivos para la salud humana, como por ejemplo problemas respiratorios.

Por estas razones, es importante destacar que al aumentar la eficiencia, el ahorro en el consumo y, consecuentemente, al evitar las aproximadamente 2000 T de CO<sub>2</sub>, se ha evitado también la emisión de los compuestos acompañantes mencionados.

**A modo de conclusión, y respondiendo a la hipótesis parcial, se puede afirmar que la REC ha permitido reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y de todos aquellos gases acompañantes en la combustión de combustibles fósiles, así como también la reducción de la contaminación local provocada por los humos de las calderas y grupos electógenos. Estos cambios han permitido mejorar las condiciones de trabajo en la UCLV por el incremento del número de ordenadores y aires de climatización.**

## **ESCENARIOS DE FUTUROS**

La REC planea incrementar aún más la eficiencia, especialmente en las CTE, las líneas de distribución y en el consumo. De esta manera, las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por unidad de energía consumida se irán reduciendo paulatinamente, acercándose a valores del E3 (relativo a la modernización completa de las CTE y las líneas de transmisión). Además, se espera incrementar la presencia de energías renovables, las cuales tendrán un efecto muy positivo en los impactos derivados ya que conllevan emisiones de CO<sub>2</sub> cero.

## **6.5 ASPECTOS INTERNACIONALES DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**

---

### **6.5.1 PROTOCOLO DE KIOTO Y MECANISMOS DE COMPENSACIÓN**

---

“El Cambio Climático es uno de los retos más importantes a los que se enfrentan los países en el siglo XXI. La respuesta internacional se ha materializado en dos instrumentos jurídicos, la “Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” y el “Protocolo de Kioto”, que desarrolla y dota de contenido concreto a las prescripciones genéricas de la Convención”<sup>29</sup>

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de Febrero del 2005 con el objetivo de reducir un 5,2 % las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, respecto el 1990. Los gases de efecto invernadero considerados son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrocarburos fluorados (HFCs), perfluorocarburos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Para el cumplimiento de los objetivos se han diseñado tres Mecanismos de Flexibilidad: el Comercio Internacional de Emisiones (CE), el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Mecanismo de Aplicación Conjunta (AC).

---

<sup>29</sup> España y los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto. ICEX. <http://www.icex.es/ProtocoloKIOTO/default.htm>

El Comercio Internacional de Emisiones (CE) consiste en crear un mercado de emisiones para la compra-venta de éstas, favoreciendo quienes reduzcan sus emisiones por debajo del límite impuesto ya que pueden vender las emisiones que ellos no realicen.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) “consiste en la realización de proyectos en países en desarrollo, que generen un ahorro de emisiones adicional al que se hubiera producido en el supuesto de haber empleado tecnología convencional, o no haber incentivado la capacidad de absorción de las masas forestales”. Las Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) así obtenidas pueden ser comercializadas o adquiridas.

El Mecanismo de Aplicación Conjunta consiste en la realización de proyectos en países desarrollados o con economías en transición, que generen un ahorro de emisiones adicional al que se hubiera producido en el supuesto de haber empleado tecnología convencional, o no haber incentivado la capacidad de absorción de las masas forestales.

Estos mecanismos permiten el ingreso de divisas destinadas a financiar proyectos y a potenciar mejoras tecnológicas encaminadas a potenciar el uso racional de los recursos para reducir las emisiones.

## CUBA Y KIOTO

Cuba ha ratificado el protocolo de Kioto, formando parte de los países no incluidos en el Anexo I. La población cubana representa un 0.2% de la población mundial y sus emisiones son del 0.1% de las emisiones globales.

Se puede observar en el siguiente gráfico las emisiones nacionales de las últimas décadas. En los últimos ocho años tienden a mantenerse estables, siendo inferiores a años anteriores.

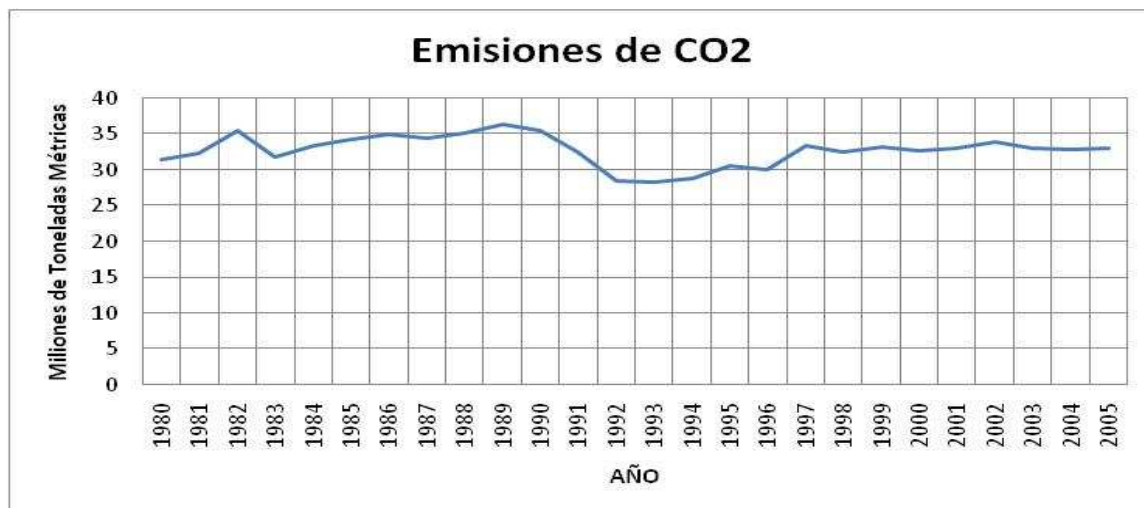


Gráfico 19. Evolución de las emisiones nacionales de millones de toneladas de métricas de CO<sub>2</sub>. Datos extraídos de EIA. Elaboración propia.

Desde el año 1990 al 2004, el porcentaje de disminución de toneladas emitidas ha sido del 1,4% anual, pasando de 3 toneladas por persona el 1990 a 2,3 en el 2004<sup>30</sup>. En este descenso ha

<sup>30</sup> Publicación on line de la Red Latinoamericana de Desarrollo Humano del PNUD. <http://hdrstats.undp.org/>

influido la mejora de la eficiencia en el uso de la energía a partir de Programas Nacionales para su uso racional y para la modernización de plantas generadoras, así como también los Planes de gasificación residencial, según el segundo Informe Nacional sobre los Objetivos del Milenio (ODMs), que Cuba publicó en el 2005. A la par del incremento anual de la superficie boscosa, en el 2006 se elevó el índice de repoblación forestal hasta el 25%<sup>31</sup>.

La dificultad en los países del sur se duplica por no disponer de la tecnología más eficiente y más limpia y por ser, en gran mayoría, el blanco de los desastres naturales, crecientes con el cambio climático. Es de destacar que, siendo los países industrializados los responsables de la mayor parte de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>32</sup>, las consecuencias las pagan mayoritariamente los países en desarrollo. Esta situación requiere de un repartimiento más equitativo de los medios necesarios para hacer frente al cambio climático, para aumentar la eficiencia energética y para desarrollar el potencial de energías renovables que tienen los países del sur. Un ejemplo de estos medios son; transferencia de tecnologías limpias e impulso de los MDL.

En el presente estudio se demuestra que se consigue la reducción del consumo energético y por tanto, un ahorro de las emisiones de CO<sub>2</sub>, sin perjudicar el desarrollo social y es, por todo lo dicho, que se cree conveniente el impulso de los MDLs en el país, así como el reconocimiento, por el esfuerzo nacional realizado, por parte de la comunidad internacional.

### **6.5.2 ABSORSIÓN DE CO<sub>2</sub> Y LA PLANTACION DE ÁRBOLES**

---

La plantación de árboles como sumideros de carbono ya es una práctica real en muchos países para la compensación de la emisión de CO<sub>2</sub>, a pesar de no estar especificada dentro de los MDL (Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales). Se calcula que para absorber 1 tonelada de CO<sub>2</sub> se requieren 2 hectáreas de bosque (Kanninen, 2000).

En el caso de la universidad, donde la REC ha propiciado evitar la emisión 2222 de CO<sub>2</sub>, se podrían liberar 4444 ha de bosque necesarias para la absorción de este CO<sub>2</sub>. Esta área corresponde al 43% de la superficie total necesaria para absorber las emisiones de un año debido a la actividad universitaria (10375 ha). Teniendo en cuenta solamente la reducción de emisiones debido a las acciones de la REC en el escenario actual en relación a las emisiones actuales, las hectáreas de bosque necesarias son de 466, un 6% del total.

---

<sup>31</sup> Según el artículo publicado el 02/07/2007 en Radio Bayamo. <http://www.radiobayamo.icrt.cu/>

<sup>32</sup> "Existe una estrecha relación entre la participación de los distintos países en el consumo mundial de combustibles fósiles y su contribución a las emisiones del CO<sub>2</sub>. En su conjunto, los países desarrollados consumen 61% del petróleo y emiten 63% del CO<sub>2</sub>; mientras en los subdesarrollados las proporciones correspondientes son 39 y 37%, respectivamente" (*Energía y tú*, n°24 (2003) pág. 9).

	ton CO2	ha bosque
Situación hipotética 2008 sin REC (E1)	7409	14819
Situación real 2008 (E5)	5188	10375
Evitado	2222	4444
Reducción acciones de la REC (E5)	233	466

Tabla 27: Hectáreas de bosque sumidero de carbono correspondientes las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por la REC.

El campus de la universidad cuenta con una gran cantidad de área verde (*ver Anexo A3: Datos de la UCLV*), además de contar con un gran jardín botánico de 50 años de antigüedad, muy importante en el terreno de la investigación y de la conservación de la flora Cubana. Recientemente se ha está realizando un proyecto de convertir todo el campus universitario en un inmenso jardín botánico, incrementando en número y variedad de especies vegetales. Este proyecto aumenta el potencial de absorción de la universidad, y consecuentemente, como sumidero de carbono.

El caso del incremento de zona verde potenciando la diversidad de especies resuelve a la vez diversas problemáticas surgidas respecto a la reforestación como sumideros de carbono, ya que muchas de estas plantaciones se realizan en formato “monocultivo”, sin tener en cuenta los requerimientos locales para la viabilidad de las plantaciones ni las funciones ecosistémicas de las plantaciones en relación al entorno. Además de que las masas vegetales secuestran el carbono temporalmente, no como los depósitos de combustible fósil existentes que retienen el carbono permanentemente.

Por tanto la forma en cómo se desarrollen las prácticas de reforestación determinarán en mayor o menor cantidad, otros beneficios ambientales derivados. Por tanto se concluye que la mejor manera de compensar las toneladas de CO<sub>2</sub> es no liberarlas a la atmósfera.



## **CAPÍTULO 7**

### **ANÁLISIS SOCIO-AMBIENTAL**





## 7. ANÁLISIS SOCIO-AMBIENTAL DE LA SOSTENIBILIDAD

En el presente apartado se analizan conjuntamente los impactos sociales y ambientales de cada programa de la REC en la UCLV. El punto de partida son, por una parte, las conclusiones de este mismo trabajo y las expuestas en la *Parte II: Análisis de los impactos sociales*.

Para comparar la parte social y ambiental se usa el criterio de conmensurabilidad, entendiéndola cómo:

La conmensurabilidad expresa una unidad de medida común proporcionada por un procedimiento algorítmico que permite comparar y clasificar objetos, entidades, acciones y situaciones que individualmente se miden en diferentes valores (Arribas, 2007).

Se han definido dos tipos de conmensurabilidad: la fuerte y la débil. Según Martínez (2008), las tres dimensiones que integran la sostenibilidad (social, ambiental y económica) no se pueden reducir a una única unidad (conmensurabilidad fuerte), ya que surgirían los siguientes problemas; a) pérdida de información, b) desconsiderar el valor intrínseco de la naturaleza, c) asignación de más valor a los activos que pueden ser utilizados por el ser humano en comparación a los que no.

Para superar la limitación derivada de la conmensurabilidad fuerte, en este análisis se hace uso de un sistema de conmensurabilidad débil que permita la asignación de términos cualitativos (positivo, negativo o nulo) en impactos de diferente naturaleza (ambientales y sociales). Esta asignación se realiza mediante los criterios citados a continuación. El valor de los éstos se ha construido a través de la experiencia en el lugar, del contexto universitario, del contexto nacional e internacional.

En orden de mayor a menor importancia:

1. Calidad de enseñanza (al tratarse de una universidad).
2. Disminución de las emisiones (como afectación al medio ambiente).
3. Concienciación (como herramienta para asegurar la eficacia a largo plazo de las medidas aplicadas).

Los impactos se expresan en los siguientes términos cualitativos: positivo, negativo o nulo. De esta manera, se procede a ponderar los resultados para aproximar la valoración de la sostenibilidad socio-ambiental con los siguientes criterios.

		IMPACTO AMBIENTAL		
		+	=	-
IMPACTO SOCIAL	+	+	+	Punto crítico
	=	+	=	-
	-	Punto crítico	-	-

Tabla 28: Criterios de conmensurabilidad. Elaboración propia.

Un programa con impactos sociales y ambientales positivos se considera que su impacto socio-ambiental también es positivo. Del mismo modo, un programa con ambos impactos negativos se califica negativamente. El signo de igual significa que el impacto es nulo, que no afecta, por tanto, prevalecerá el signo de la otra variable. Pero cuando estas dos partes sean de signo contrario, se denomina como punto crítico el cual dará lugar a una discusión específica de la situación.

ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD SOCIOAMBIENTAL			
Acción REC	Ambiental	Social	Socio-ambiental
Instalación de grupos electrógenos.	+	+	+
Energías renovables	+	+	+
Remotorización	+	No evaluado	+
Nueva caldera de vapor	+	No evaluado	+
Mejoras transmisión y distribución	+	+	+
Cambio equipos	+	+	+
Medidas de ahorro	+	=/-	Punto crítico
Eliminación queroseno y GLP	No evaluado	+	+
Participación y concienciación	No evaluado	+	+
Incremento en el número de computadoras	-	+	Punto crítico

Tabla 29: Suma impactos ambientales y sociales. Elaboración propia.

La instalación de **grupos electrógenos** incide positivamente en el medio ambiente porque reduce el consumo de petróleo por kWh generado y las pérdidas en la transmisión (hasta en un 50%). Socialmente se considera muy positivo ya que reduce la frecuencia y durada de los apagones, que tanto afectaban al ritmo doméstico y docente en la UCLV. Cabe destacar que la presencia de los GE incrementa la resiliencia (capacidad de recuperación del sistema) ante fenómenos meteorológicos adversos como los huracanes.

En la línea de la producción eléctrica, el uso de las **energías renovables** es sin duda una apuesta beneficiosa para el medio ambiente, ya que la energía producida es limpia de emisiones de CO<sub>2</sub>. Socialmente no es muy relevante, pero su presencia incentiva la investigación de este ámbito.

La **remotorización** es un aspecto con impactos ambientales muy positivos, ya que por un mismo servicio social de transporte, se han reducido las emisiones derivadas del transporte en un 9%.

La instalación de la **nueva caldera de vapor** ha reducido los impactos ambientales derivados del consumo del fuel oil, a nivel global, por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> (en un 4%), y a nivel local, por la eliminación de los humos negros que afectaban a las residencias cercanas (Bloque 900). Esta mejora en la calidad del aire ha producido un incremento en la calidad de vida en el ámbito social.

Las mejoras en la **transmisión y distribución** son claramente positivas, ya que eliminan pérdidas energéticas mejorando a la vez el servicio eléctrico. Esto permite realizar más actividades

relacionadas con el consumo eléctrico (encender una bombilla, escuchar la radio, etc.) sin que se colapse el sistema y se interrumpa el servicio. Estas mejoras se aprecian claramente al comparar zonas con la red ya rehabilitada (facultades) con otras que aún mantienen el cableado antiguo (algunas residencias).

El **cambio de equipos** ha sido una actuación claramente favorable en los dos sentidos. Ambientalmente se ha incrementado notablemente la eficiencia, reduciendo el consumo, y por tanto las emisiones (en un 39% de la reducción en el portador eléctrico). El servicio social ha mejorado ya que los aparatos viejos se averiaban con frecuencia (por lo que no estaban disponibles), y producían contaminación acústica notable, sobretudo los aires acondicionados.

Las **medidas de ahorro** diseñadas para controlar el uso de los laboratorios de computación, aires de climatización, cámaras frías y el bombeo del agua han producido una reducción del 51% en las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del portador eléctrico, siendo éstas muy eficaces en el control y disminución del consumo. En el ámbito social, las medidas de control inciden principalmente en el uso de los equipos de clima y en el acceso a las aulas de computación. La primera tienen un impacto nulo sobre la población, pero la segunda ha generado una gran polémica, por afectación negativa en el ritmo de trabajo de los estudiantes. En general, esta medida tiene un impacto global positivo, pero existe un aspecto negativo importante: las restricciones en el acceso a las aulas de computación. Éstas han tenido una influencia muy negativa sobre la calidad docente y el ritmo de trabajo de los estudiantes. Según los criterios establecidos, en un ámbito educativo se prima la calidad de la enseñanza sobre los otros aspectos y en la aplicación de esta medida se ve afectada de manera negativa.

En general, la aplicación de los programas expuestos incide en la disminución del consumo energético de la UCLV. El ahorro ha permitido destinar esta energía a otras funciones, logrando determinadas mejoras en las condiciones de trabajo y un desarrollo de la universidad. Estas mejoras se plasman principalmente en el **incremento del número de equipos de computación y climatización** (en tres años se ha triplicado en el primer caso y duplicado en el segundo). Ambientalmente produce un impacto negativo ya que incrementa la demanda energética, y por tanto, las emisiones de CO<sub>2</sub> (reduce en un 93% el ahorro logrado por las acciones de la REC en el portador eléctrico mencionadas). Socialmente, pero, es una medida muy positiva ya que mejora las condiciones de trabajo de los estudiantes, pasando de 10 estudiantes por computadora antes del 2005 a tan solo 2,35 en el 2008. El impacto global de esta situación se valora de forma positiva ya que como antes se ha mencionado la calidad de la enseñanza se ha visto notablemente mejorada gracias a este incremento.

La **eliminación del queroseno y el GLP** en la cocina crea un impacto social positivo en el primer caso debido a que el uso del queroseno provocaba humos en las viviendas y empeoraba la salud de los habitantes (ver recuadro). En el caso del GLP, combustible mucho más limpio y seguro que el queroseno, los usuarios han percibido un cambio negativo ya que la cocina eléctrica resulta ser más cara, lenta y dependiente del suministro eléctrico.

Por último, la **concienciación y participación** ha estimulado la implicación de la ciudadanía en la REC. Este hecho ha proporcionado una mejor acogida entre la población y la política ha podido implantarse con más éxito, generando un impacto social positivo.

Como se ha mostrado y según los criterios de mensurabilidad débil definidos, los beneficios socio-ambientales superan los aspectos negativos, y por tanto, el balance global se determina como sostenible socio-ambientalmente.



## **CAPÍTULO 8**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 8.1 CONCLUSIONES

---

La aplicación de los programas de la REC en el sistema energético de la UCLV, a partir del 2006, ha conllevado una disminución de los impactos ambientales, cuantificados en emisiones de CO<sub>2</sub>, en tres de los cuatro portadores energéticos: electricidad, fuel oil y diesel.

Las mejoras propiciadas en las fases de producción, transmisión y distribución de la electricidad han permitido la reducción directa del 33% de las emisiones emitidas por cada kWh consumido. La REC ha promovido una serie de medidas para la reducción del consumo eléctrico, y las que más han contribuido han sido, en primer lugar, las medidas de ahorro y uso racional de las aulas de computación y los equipos clima, promoviendo el 51% de este logro, y en segundo lugar, el cambio de equipos alto consumidores por otros más eficientes, responsables del 39% de esta reducción. Este ahorro energético ha permitido la adquisición de más de 1500 computadoras y 200 equipos de climatización extras, mejorando las condiciones docentes y de trabajo de los estudiantes. Todas las acciones de la REC en el portador eléctrico han propiciado un ahorro del 81% en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El cambio de la caldera de vapor, destinada a la cocción de alimentos para el comedor universitario, ha propiciado un ahorro de 28,5 T de fuel oil anuales, que representan el 4% de sus emisiones durante este período.

En el sector del transporte se ha logrado una reducción de 71 T de CO<sub>2</sub>, aunque en procesos muy diferentes en los dos combustibles usados: el diesel y la gasolina. Desde la aplicación de la REC, se ha disminuido el consumo 67 T de diesel, propiciada en un 53% por la remotorización de 5 vehículos, y en un 47% por la retirada de 25 vehículos más, juntamente con una mejoría en la gestión de este recurso energético. El consumo de gasolina ha sido el único que ha incrementado, debido a una demanda más alta de combustible para vehículos de índole particular, no incluidos en los programas de la REC. Este incremento, de 35 T de gasolina, corresponde a 138 T de CO<sub>2</sub>.

Comparando con el sistema anterior a la REC, se concluye que **la REC ha permitido evitar un 43% de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del sistema energético de la UCLV, equivalente a más de dos mil toneladas de CO<sub>2</sub>**. Al reducir el consumo de petróleo, se reducen las emisiones de otros gases acompañantes, como son el CO y el SO<sub>x</sub>, que tienen efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana. Esto permite responder a la hipótesis planteada de reducción de impactos ambientales derivada de la aplicación de los programas de la REC en la UCLV.

Los resultados derivados del análisis social concluyen que la REC, en su conjunto, ha provocado mejoras en la calidad de vida de la población universitaria analizada. Como impacto positivo más destacado se identifica la disminución de los apagones, que han permitido un desarrollo de la UCLV en todos los ámbitos. No obstante, algunas medidas se han percibido como negativas. Principalmente, las restricciones en el uso de los ordenadores en una franja horaria determinada. El análisis ha permitido percibir, también, un elevado grado de concienciación y participación estudiantil. Este hecho facilita el desarrollo de la política, el éxito en su implementación.

De forma global, los resultados del análisis socio-ambiental de la REC en la UCLV tienen impacto positivo, lo cual permite corroborar la hipótesis planteada en el 80% de los casos analizados. A pesar de ello en el 20% (dos medidas) se han producido impactos sociales y ambientales de signo contrario (uno positivo y el otro negativo) y se ha realizado la resolución del impacto global mediante los criterios establecidos, especificados en el *Capítulo 7 Análisis Socio-Ambiental*. El

primer caso, las medidas de ahorro, ambientalmente resultan positivas por el hecho de que disminuyen de forma muy significativa la emisión de CO<sub>2</sub>, pero son percibidas como una afectación negativa por parte de los usuarios (en un 84% de los casos encuestados Ámbito Educativo). En base a que se ha establecido una preferencia a la calidad docente en relación a los impactos ambientales, el impacto global, de esta medida, ha sido considerado negativo. La misma controversia se genera en el aumento de ordenadores ya que ha provocado un incremento importante de las emisiones, pero socialmente ha mejorado de forma notable la accesibilidad a este servicio y por tanto, aplicando el mismo criterio anterior, se considera un impacto global positivo.

De este modo, de un listado de diez medidas, nueve de ellas han sido evaluadas positivamente en su impacto socio-ambiental y una negativa.

A pesar de que la REC continua usando como principal fuente de recursos energéticos los combustibles fósiles, se le puede asignar una dinámica de direccionamiento hacia la sostenibilidad por conseguir un incremento en la eficiencia y en el ahorro energético, por la investigación y creciente implementación del uso de energías renovables. Además, no se limita a un cambio en el sistema energético, sino que incorpora consideraciones políticas, ambientales, económicas, culturales y sociales intentando cambiar los hábitos de consumo energético de la sociedad y fomentando el concepto de “cultura energética”.

Los resultados de la investigación permiten concluir que la REC se considera un programa con efectos beneficiosos para el medio ambiente y para la sociedad ya que ha permitido mejorar las condiciones sociales disminuyendo los impactos ambientales. Por lo tanto, se puede verificar la hipótesis y concluir que la REC, aplicada en el marco universitario, es un paso en el camino de la sostenibilidad socio-ambiental.

A modo de reflexión final, cabe destacar el camino que ha elegido este país en vías de desarrollo, y por tanto con una necesidad apremiante de crecer, el cual ha apostado por un desarrollo basado en criterios de autosuficiencia, ahorro y uso racional de la energía, intentando comprometer en la menor medida posible el medio ambiente.



## 8.2 RECOMENDACIONES

---

En este apartado se proponen algunas medidas para intentar potenciar y mejorar algunos puntos débiles identificados en el proceso de aplicación de la REC y de sus impactos ambientales.

- Ampliar el uso de las energías renovables en la universidad, mediante:
  - la instalación de más placas solares y aerogeneradores
  - estudiar la viabilidad de la instalación de cocinas solares.
  - realizar un plan de aprovechamiento del bagazo (actualmente en desuso) mediante técnicas de cogeneración.
- Mejorar la red eléctrica de las residencias universitarias, en especial, del bloque 900, así como estudiar la viabilidad para habilitar alguna sala de cocina con equipos eficientes en las residencias, de forma que se evite el consumo excesivo y de forma ineficiente.
- Intensificar el seguimiento y el control en el inventariado relativo a emisiones de los gases provenientes de la combustión en la caldera, de los grupos electrógenos y del transporte.
- Aplicar herramientas de ecodiseño para disminuir las necesidades y pérdidas energéticas, y fomentar esta herramienta en las carreras de la facultad de construcciones, como el aislamiento térmico y el incremento del aprovechamiento de la luz natural.
- Dentro del proyecto de ampliación del campus en un jardín botánico, potenciar el estudio e identificación de las plantas con un potencial de secuestro de CO<sub>2</sub> más elevado (como el bambú), en especial el de las especies autóctonas.
- Continuar el desarrollo de medidas de ahorro y uso racional de la energía.
- Continuar en el fomento de una sensibilización y concienciación de la población, introduciendo y divulgando los aspectos ambientales en todos los ámbitos
- Realizar el balance económico de la REC en la UCLV.
- Continuar y ampliar el análisis de la sostenibilidad socio-ambiental de forma periódica y continua.
- Estudiar la viabilidad de la participación dentro de mecanismos internacionales como los MDLs o los comercios de emisiones.
- Estudiar la viabilidad de implementación de algunos de los programas de la REC en otros países, aprovechando que en Cuba ya se ha ejecutado y estudiando los fallos detectados en su implementación, para minimizarlos y/ o corregirlos en la medida de lo posible.



## ACRÓNIMOS

---

AC: Mecanismo de Aplicación Conjunta

BETS: Brigadas Estudiantiles de Trabajo Social

BUTS: Brigadas Universitarias de Trabajo Social

CAME: Consejo de Ayuda Mutua Económica

CBP: Centro de Biotecnología de las Plantas

CBQ: Centro de Bioactivos Químicos

CE: Comercio Internacional de Emisiones

CFC: Clorofluorocarbono

CIGEDI: Centro de Investigación para la Generación Distribuida

COMEC: V Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica

CTE: Centrales Termoeléctricas

CUPET: Unión Cuba Petróleo

ER: Energía Renovables

GE: Grupos Electrógenos

GEI: Gases Efecto Invernadero

GLP: Gas Licuado de Petróleo

GPS: Sistema Global Positioning System

GWP: Potencial de Calentamiento Global (en inglés)

IBP: Instituto de Biotecnología de las Plantas

IPCC: Panel Intergubernamental del Cambio Climático

kWh: kilowatt hora

MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio

MEP: Ministerio de Economía y Planificación

MES: Ministerio de Educación Superior

MINBAS: Ministerio de Industria Básica

MININ: Ministerio de Interior

MW: megawatt

PAEC: Programa de Ahorro de Energía en Cuba

PAEME: Programa de Ahorro de Electricidad del Ministerio de Educación

PDFNE: Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía

PDVSA: Petróleos de Venezuela SA

PM: Partículas de pequeño tamaño

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PVD: Países en Vías de Desarrollo

REC: Revolución Energética Cubana

RCE: Reducciones Certificadas de Emisiones

SEDER: Sector de la Educación Física y el Deporte

SEN: Sistema Electroenergético Nacional

SIMEI: Sede Provincial de la Sociedad de Ingeniera Mecánica Eléctrica e Industrial

SUM: Sedes Universitarias Municipales

TCC: Toneladas Combustible Convertible

TEP: Toneladas Equivalentes de Petróleo

UCLV: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

UNAICC: Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción en Cuba

UNE: Unión Nacional Eléctrica

URSS: Unión República Socialistas Soviéticas

V: Voltio



## DEFINICIONES

---

**Alumbrones:** mote utilizado, durante el Periodo Especial, para describir los momentos en que había suministro eléctrico debido a las frecuentes horas de falta de luz.

**Apagones:** interrupción de la energía eléctrica causada por una sobredemanda en el Sistema Energético Nacional.

**Bagazo:** Residuo obtenido del proceso de obtención del azúcar a partir de la caña de azúcar en la industria azucarera.

**Batalla de Ideas:** aludiendo a la idea de Jose Martí, nace en el 2000 esta campaña convocada en nombre de la Revolución para lograr el regreso del niño Elián González. Un aspecto central de la campaña es la ampliación de las oportunidades educativas para el pueblo cubano y el aumento al acceso cultural.

**Bloqueo Estadounidense:** restricciones comerciales y sanciones a los países que comercialicen con Cuba. Medidas aplicadas por Estados Unidos.

**Calidad de vida:** se interpreta como el bienestar, la felicidad y la satisfacción de la persona que le permite una capacidad de actuación o de funcionar en un momento dado de la vida. Es un concepto subjetivo, propio de cada individuo, que está muy influido por el entorno en el que vive como la sociedad, la cultura, las escalas de valores, etc.

**Centros Grandes Consumidores Seleccionados:** definidos como tal por tener una potencia instalada superior a los 50 kW.

**Cogeneración:** producción y aprovechamiento conjunto de energía eléctrica y energía calorífica.

**Concienciación:** acto de tomar conciencia. Tener presente las razones que justifican un cambio. Actividad que pretende conseguir la sensibilización por parte de un sujeto a una temática específica

**Ecodiseño:** la generación de productos sin daño al medio ambiente, que ayuda a definir la dirección de las decisiones que se toman en el diseño.

**El Reparto Universitario:** el más grande de los barrios vinculados a la UCLV, con una población de 1200 habitantes.

**GLP:** mezcla de gases condensables (principalmente propano y butano) presentes en el gas natural o disueltos en el petróleo.

**Grupos Electrógenos:** máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna.

**Hora pico:** espacio temporal que presenta la mayor demanda energética de todo un día, y en Cuba se corresponde al horario en que se cocina la cena (6:00- 8:00 PM.)

**Hornillos eléctricos:** estructura formada por una resistencia eléctrica, destinada al calentamiento de ollas y paellas.

**Ollas arroceras:** destinadas a la cocción de arroz por estar programadas para cocinar este alimento de forma óptima.

**Ollas eléctricas multipropósito:** ollas con sistema regulador de cocción y apagado automático.

**Participación:** acto de incorporación dinámica del pueblo a la vida social, económica y política de un país, que asegure que quien recibe los servicios participe en las decisiones que tienen que ver con el bienestar colectivo o bien común.

**Periodo Especial:** período de crisis económica que se inició por el fin de las relaciones comerciales de Cuba con la URSS (1989), y el cuál todavía no ha terminado.

**Queroseno:** líquido transparente obtenido por destilación del petróleo. Se utiliza como combustible en los motores a reacción y de turbina de gas. También se utiliza como disolvente y para calefacción doméstica.

**Recursos Renovables:** recursos que pueden volver a recuperarse en tiempos relativamente cortos, de meses, años o decenios. Algunos recursos pueden pertenecer a la categoría de renovables o no renovables dependiendo de su explotación.

**Remotorizar:** acción de cambiar el motor en un vehículo. Normalmente el cambio se realiza por un motor nuevo y más eficiente.

**Sostenibilidad:** característica o estado según el cual pueden satisfacerse las necesidades de la población actual y local sin comprometer la capacidad de generaciones futuras o de poblaciones de otras regiones de satisfacer sus necesidades.

**Sostenibilidad socio-ambiental:** proceso de desarrollo social tal, que no propicia impactos ambientales severos. Este concepto de sostenibilidad no se valora la parte económica.

**SUM:** centros que se ubican en cada municipio de la provincia y en los cuales se imparten algunas carreras con el objetivo de que la educación universitaria pueda alcanzar a la máxima población posible. (La UCLV)

**Zonas de alto y bajo voltaje:** zonas de la red eléctrica en las que frecuentemente se dan subidas y bajadas repentinas de tensión.



## PRESUPUESTO

RECURSOS HUMANOS				
HONORARIOS	Concepto	Horas	Precio (€)	Total (€)
	Trabajo de campo y trabajo de despacho	800 horas	12	9.600
DESPLAZAMIENTOS	Concepto	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
	Billete avión + desplazamientos internos	2 viajes avión 50 viajes internos	800 10	810
OTROS	Dietas	400	1	400
	Hospedaje	92 días	6	550
				11.360 €

RECURSOS MATERIALES				
MATERIALES	Concepto	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
	Impresiones	800	0.08	64
	Encuadernaciones	6	3	18
	CDs	4	0.80	3.20
OTROS	Llamadas	5	3	15
				100,20 €

El cálculo del coste de los recursos humanos se ha efectuado por persona. Este proyecto ha sido realizado por dos autores, por lo que el costo de los recursos materiales debe dividirse entre dos para conocer el costo individual del total de la investigación:  $100,20/2 = 50,10$  €.

Este importe debe sumarse al total del coste de los recursos humanos:  
 $11.360 + 50,20 = 11.410,20$  €/ persona.

**El presupuesto total, del proyecto, con IVA incluido (16%) es de 26471,66 €**



## CRONOGRAMA

**Primera etapa: Estancia en la UCLV. Santa Clara, Cuba.**

SEMANA TAREAS	1 (6-10)	2 (13-10)	3 (20-10)	4 (27-10)	5 (3-11)	6 (10-11)	7 (17-11)	8 (24-11)	9 (1-12)	10 (8-12)
Ubicación en la UCLV										
Elaboración punto 1: introducción (objetivos, hipótesis, metodología, cronograma)			Viernes 25, exposición metodología y cronograma							
Recerca bibliográfica										
Elaboración biblioteca End-Note										
Primer esbozo 2. Marco Conceptual y 3. REC										
Primer esbozo punto 4. La UCLV										
Recolección datos específicos UCLV										
Tratamiento datos										
Elaboración y Realización entrevistas										
Redacción										
Actos					4-6, COMEC	Viernes 14, XXV aniversario UNAICC		Predefensa en la UCLV		
Presentación final en la UCLV										Lunes 8

**Segunda etapa: Estancia en la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona**

<b>SEMANA</b>	<b>11 (5-01-09)</b>	<b>12 (12-01)</b>	<b>13 (19-01)</b>	<b>14 (26-01)</b>	<b>15 (02-02)</b>	<b>16 (09-02)</b>	<b>17 (16-02)</b>
<b>TAREAS</b>							
Tratamiento datos							
Redacción							
Elaboración del abstract							
Entrega proyecto					Miércoles 4		
Elaboración power point y preparación exposición.							
Exposición ante el tribunal en la UAB.							19- 20

## BIBLIOGRAFÍA

---

### LIBROS

---

- PUIG, J., COROMINAS, J. (1990). *La Ruta de la Energía*. Ed. Anthropos. Barcelona.
- TARBUCK & LUTGENS. (2004). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*. Ed. Pearson. Madrid.
- TURRINI, E. (2006). *El camino del Sol*. Ed. Cubasolar. Ciudad de la Habana. Cuba.
- Nueva Enciclopedia Larousse (1984). Tomo 17 (Remb-Sap). Pag. 8499. Ed. Planeta. Barcelona-Madrid.
- \_\_\_\_, (2007). *Guía de Excursiones. II Simposio Internacional sobre Restauración Ecológica*. 16 al 22 Abril. Ed. Feijóo. UCLV.

### ARTÍCULOS

---

- \_\_\_\_, (2007). "Energía renovable a mapa de Ciego de Ávila". *Clips de Energía*. Nº 8.
- ALTSHULER, J., ARRASTÍA ÁVILA, M. A., BÉRRIZ VALLE, R., GUERRA VALDÉS, R. (2004). *Suplemento especial*. Grupo De Edición Editorial Academia.
- ARRIBAS, F., (2007). "Apreciar la naturaleza: reflexiones en torno al valor del mundo no humano". Texto leído en la conferencia CIMA. Granada.
- AVENDAÑO, B. (2007). "Apuesta Por Salvar El Planeta." *Bohemia*. Año 99, Nº 15. Pág. 33.
- BÉRRIZ, L. (2004) "Energía, medio ambiente y sostenibilidad *Energía y tú*. Nº26.
- GIA. Grupo de Impacto Ambiental (2008) "Mitigación de la contaminación atmosférica producida por los grupos electrógenos" *Clips de Energía*. Nº 44. Ed. CUBAENERGIA
- JAUREGUI RIGO, S., PEDROSO MANTILLA, I., CRUZ ROJAS, R. y REYES CARBAJAL, T. (2005). *Redimensionamiento y Modernización de los Sistemas de Abasto de Agua Potable a la UCLV*. Brigada Especializada de Instalación y Montaje de la Empresa Azucarera Carlos Baliño. UCLV.
- KANNINEN, M. (2000). Secuestro de carbono en bosques: el papel de los bosques en el ciclo global de carbono. II Conferencia Electrónica Agroforestería para la producción animal en América Latina (FAO-CIPAV)  
<http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/articulovb.PDF>

- MARTÍNEZ MOLINA, J. (2008). "Cuba instalará 1700 MW hasta 2010". *Clips de energía*. N° 44. Ed. Cubasolar. Ciudad de la Habana. Cuba
- MARTÍNEZ, M. *et. al.* (2007) "Grupos electrógenos y su impacto ambiental". La Habana. Cuba.
- MARTÍNEZ, M., (2008) *¿Mercados de servicios ambientales? Análisis de tres experiencias centroamericanas de pago por servicios ambientales*. Barcelona.
- MONTEAGUDO, K. (2006). "Pelea Cubana contra los apagones." *Bohemia*. Año 95, N° 25. Pág. 33-35.
- MONTEAGUDO, K. (2006). "Pinar, adiós al apagón." *Bohemia*. Año 98, N°2. Pág. 43-45.
- MONTEAGUDO, K. (2007). "ENERGAS. Negocio Redondo. ." *Bohemia*. Año 99, N°1. Pág. 2.
- RIERA, L. (2007) *Cuba trabaja para eliminar sustancias que agotan la capa de ozono*. La Habana, 14 de Septiembre de 2007. Digital Granma Internacional.
- RODRÍGUEZ, G. F. (2006) *Del dicho al hecho*. "Bohemia". Año 98. N°4. 17 febrero 2006.
- SANTAMARTA, J. (2007) *La eficiencia energética*. "World Watch"
- VELOZ, M. (2007) *Cuba: la energía de una Revolución Energética*. Volume, DOI.

---

#### PÁGINAS WEB

---

- AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA. [www.iea.org](http://www.iea.org)
- CRISIS ENERGÉTICA. [www.crisisenergética.org](http://www.crisisenergética.org)
- BÉRRIZ, H. (2004). *El cenit del petróleo*.
- CLAUDIN, F (2008) *La triple crisis*.
- CUBA ENERGÍA. [www.cubaenergía.cu](http://www.cubaenergía.cu)
- CUBASOLAR. [www.cubasolar.cu](http://www.cubasolar.cu)
- EL MUNDO. <http://news.bbc.co.uk>
- RAVSBERG, F (2007) *Cuba: peor zafra de azúcar de la historia*. Jueves, 12 de abril de 2007 La Habana. BBC mundo.com
- GEOCITIES. <http://www.geocities.com>
- Glosario Técnico de Energía Solar*. Greanpeace Argentina.
- GRANMA DIGITAL <http://www.granma.cu>
- GREANPEACE. [www.greanpeace.org](http://www.greanpeace.org)

INDEX MUNDI. [www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com)

INSITUTO ESPAÑOL DE COMERCIO EXTERIOR. [www.icex.es](http://www.icex.es)  
*España y los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto.*

IPS. Cuba a la mano. <http://cubaalamano.net>  
*Medio ambiente. Cuba hacia el mercado de carbono - (EPS, 23/04)*

LA OPINIÓN DIGITAL. <http://www.laopinion.com/negocios/>  
*Cae producción de azúcar en Cuba. El gobierno ordena el cese de la zafra por la baja eficiencia; la isla ahora la importa. Redacción de Negocios. 27 de mayo de 2007.*

MOVIMIENTO MUNDIAL POR LOS BOSQUES TROPICALES. [www.wrm.org](http://www.wrm.org)

OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA. [www.one.cu](http://www.one.cu)

PANEL INTERGUBERNAMENTAL DE LA ENERGÍA. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

PERIÓDICO GRANMA. [www.granma.cu](http://www.granma.cu)

PORTAL DE LA UNIÓN EUROPEA. <http://europa.eu>

RADIO BAYAMO. [www.radiobayamo.icrt.cu](http://www.radiobayamo.icrt.cu)

REDENERG. Portal Cubano de la Energía: <http://www.energia.inf.cu>

RED LATINOAMERICANA DE DESARROLLO HUMANO DEL PNUD. <http://hdrstats.undp.org/>

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

TEXTOS CIENTÍFICOS. Química Orgánica: [www.textoscientificos.com](http://www.textoscientificos.com)

<file:///F:/protocol%20kyoto/mercat%20emisiones%20i%20absorci%C3%B3n.htm>

<http://www.redtercermundo.org.uy>

---

#### DOCUEMTOS NO PUBLICADOS

---

\_\_\_\_, (2008). *Situación actual del Diagnostico Energético de la UCLV*. Departamento de Energía. UCLV.

Centrales termoeléctricas clásicas. <http://thales.cica.es>

DÍAZ, J. R., E. M. MARTÍNEZ, et al. *La Revolución Energética en Cuba*. Escuela Municipal del PCC.

GONZALEZ (Agosto 2008). *La revolución energética en cuba resultados y perspectivas*, Grupo Ahorra Energía.

GUSTABELLO, R. (2008). *Mejoramiento de la eficiencia energética en el Instituto de Biotecnología de las Plantas*. Departamento de Energía. UCLV.

HERRERA, I (2007), *Estudio de la Calidad del Aire en la UCLV*, Facultad de Mecánica, Universidad Marta Abreu de las Villas, Santa Clara.

Informe Técnico. *Externalidades Ambientales Atmosféricas de la Generación Eléctrica*

JAUREGUI RIGO, S. (2007). *Aplicación de la TGTEE para el interior de cada Centro*. Departamento Energía Eléctrica. UCLV.

*La revolución energética en cuba* <http://www.cdiet.uclv.edu.cu>

MAYNEGRA ÁLVAREZ, E. (2007). *Puestos claves en la eficiencia energética y el ahorro, experiencia de trabajo del movimiento del fórum*. XVI Forum de Ciencia y Técnica, Comisión Nacional. Cuba.

Programa de Ahorro Energético Cubano (1997).

Programas de la Revolución Energética. (2007 Mayo)

Programas de la revolución energética. <http://www.eco.uo.edu.cu>

QUINTANA , A. *Consideraciones sobre el potencial de inserción de la provincia de Villa Clara en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto*". Trabajo de investigación. Dep. Mecánica. UCLV.

TOLEDANO, M. H. *PAEC. Cultura energética al alcance de todos*.

---

## CONFERENCIAS Y CONVENCIONES

---

Conferencia sobre *Los Grupos Electrógenos y Energías Renovables*. UNAIC (Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de Cuba). 24 de octubre de 2008.

V Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica (COMEC) UCLV. Santa Clara. 4-6 de noviembre de 2008.

Evento Provincial Uso Racional de la Energía 2008. XXV Aniversario de la UNAIC. 14 de noviembre de 2008



## LEYES

---

Directiva 88/77/CEE, de 3 de diciembre 1987. Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores diesel destinados a la propulsión de vehículos. (DO nú L 36 de 9. 2. 1988, p. 33) <http://www.europa.eu>

Directiva 2001/58/CE, del 27 de Julio de 2001. Modifica por segunda vez la Directiva 91/155/CEE de la Comisión, por la que se definen y fijan las modalidades del sistema de información específica respecto a los preparados peligrosos en aplicación del artículo 14 de la Directiva 1999/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y respecto a las sustancias peligrosas en aplicación del artículo 27 de la Directiva 67/548/CEE del Consejo (fichas de datos de seguridad).

*Diario Oficial n° L 212 de 07/08/2001 p. 0024 – 0033.* <http://www.msds-europe.com>



## **ANEXOS A**



## ANEXO A.1: MAPA DE UBICACIÓN DE LAS CTE.



Figura A.6: Mapa centrales Termoeléctricas de Cuba, con un total de 9 y una producción de 11.292,9 GWh/año. Fuente: Toledano, 2005.

## ANEXO A.2. LA REC EN EL ARTE



Imagen A.2.1 y A.2. 2: Portada de la revista Bohemia (Izda) y (Dcha)



Imagen A.2.3 y A.2.4. Viñetas cómicas. Fuente: Bohemia.

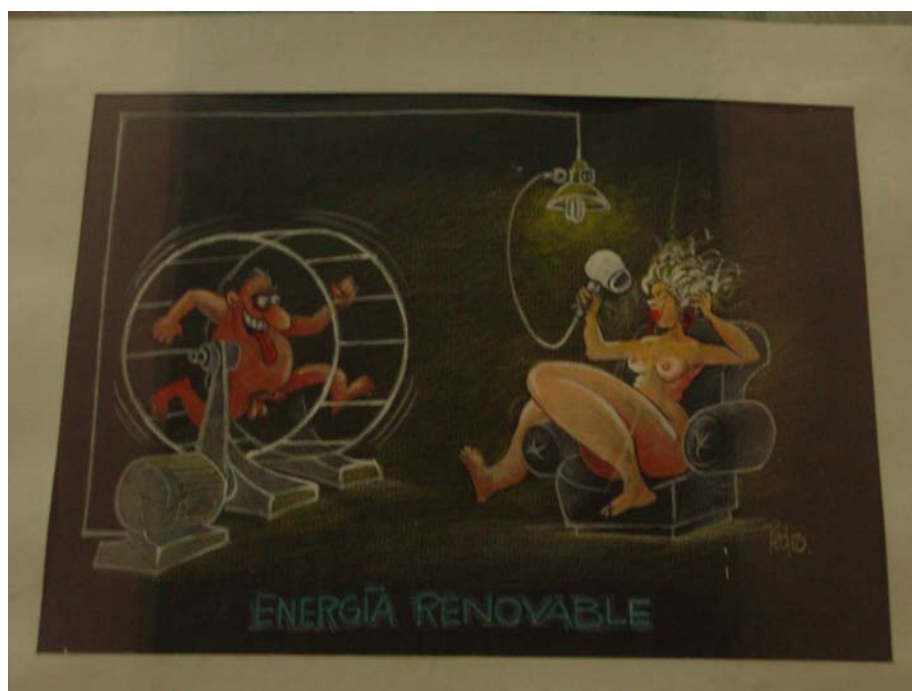


Imagen A.2.5y A.2.6. Láminas artísticas expuestas en la muestra de arte "50 años haciendo el humor". Santa Clara.





Imagen A.2.7. Láminas artísticas expuestas en la muestra de arte “50 años haciendo el humor”. Santa Clara.



Imagen A.2.8. Noticia sobre tarjetas telefónicas dedicadas a la concienciación energética. Fuente: Bohemia.



### ANEXO A. 3. DATOS DE LA UCLV

Usos del suelo que se dan en cada una estas áreas y su extensión.

	Área Central (m <sup>2</sup> )	Área Agropecuaria (m <sup>2</sup> )	Área Antillas (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )
Áreas Construidas	97550,35	1463806,82	5484,0	1566841,17
Áreas Verdes	12469,32	111164,08	24702,0	148335,4
Áreas de reserva	312500,0	76000,0	0	388500,0
Polígonos	1000,0	0	0	1000,0
Áreas deportivas	39445,1	0	0	39445,1
Plazas	1600,0	2450,0	0	4050,0
Aceras	14282,0	2172,0	500,0	16954,0
Parqueos	16550,0	11400,0	2400,0	30350,0
Viales	33564,0	11100,0	7380,0	52044,0
<b>TOTALES</b>	<b>528960,77</b>	<b>1678092,9</b>	<b>40466,0</b>	<b>2247519,67</b>

Tabla A.3.1: Extensión por áreas de la UCLV. Fuente: [www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

#### Edificaciones de la REC

Tipo de equipamiento	Cantidad de edificaciones
Residencias Estudiantiles	11
Facultades	7
Centro de Información Científico Técnica	1
Centros de Investigaciones	40
Comedores	3
Instalaciones Hoteleras	5
Casas de visitas	2
Residencias de trabajadores	3
Instalaciones socio administrativas	5
Instalaciones recreativas	7
Instalaciones de servicios generales	59
Acueductos	2
Total de instalaciones	143

Tabla A.3.2: Cantidad y tipo de equipamientos presentes en la UCLV. Fuente: [www.uclv.edu.cu](http://www.uclv.edu.cu)

### Datos potencia universidad

La UCLV tienen instalada una potencia total de 3755.1 KW, que se reparte según las necesidades. En la planta piloto se dispone de 1541.2 KW siendo el servicio más consumidor, y le siguen el centralito y el SEDER. El bloque 900, aun siendo uno de los grupos más consumidores, tiene una potencia de tan solo 132.4 que constantemente se ve sobrecargada. Es importante diferenciar entre potencia instalada, es decir, la capacidad del circuito eléctrico, y la demanda contratada, la potencia que se abona en la tarifa pactada con el servidor.

Nombre del Servicio	Potencia Instalada (KW)	Demanda Contratada (KM)
ALBERGUE BLOQUE 900	132,4	120
BIOACTIV. QUIMICOS	122.3	55
CAMARA 1	219,5	70
CAMARA 3	25,6	15
CAMARA 4	109,6	45
CAMARA2	199,8	100
CENTRALITO	878,0	80
GIMNASIO seder	247,9	125
ING.GENET.Y BIOTECNOL	197,4	170
PLANTA PILOTO	1541,2	530
SERVIDOR UCLV	6,3	6
TOTAL UCLV	3755,1	1316

Tabla A.3.3: Potencia instalada en las diversas zonificaciones eléctricas de la UCLV.

Fuente: Jauregui 2007.

## ANEXO A.4. ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LA UCLV (2008-09).

Facultades	1º	2º	3º	4º	5º	6º	Total
Ciencias de la Computación	80	69	65	74	56	0	344
Física	11	11	3	1	0	0	26
Ingeniería Informática	40	32	41	0	0	0	113
Matemática	14	9	2	2	0	0	27
Agronomía	25	23	13	16	23	0	100
Biología	28	22	16	0	0	0	66
Ingeniería en Mecanización de la	24	12	7	6	4	0	53
Medicina Veterinaria y Zootecnia	38	25	16	29	18	0	126
Contabilidad y Finanzas	58	36	27	39	48	0	208
Economía	86	52	41	68	66	0	313
Estudios Socioculturales	28	19	23	23	22	0	115
Sociología	17	26	19	18	25	0	105
Bibliotecología y Ciencia de la	33	24	0	0	0	0	57
Arquitectura	52	62	40	36	28	0	218
Ingeniería Civil	70	68	55	63	45	0	301
Derecho	48	68	36	43	41	0	221
Lengua Inglesa	25	22	28	20	13	21	129
Letras	26	23	22	8	9	0	88
Periodismo	29	46	23	20	32	0	150
Ingeniería Industrial	83	68	73	90	81	0	395
Turismo	46	32	32	19	25	0	154
Ingeniería Mecánica	83	53	42	28	61	0	267
Ingeniería Biomédica	49	37	32	20	7	0	145
Ingeniería Eléctrica	70	51	37	37	38	0	233
Ingeniería en Automática	41	35	31	28	31	0	166
Ingeniería en Telecomunicaciones	85	63	53	47	59	0	307
Comunicación Social	32	29	36	25	19	0	141
Psicología	54	54	56	50	46	0	260
Ciencias Farmacéuticas	35	11	19	16	19	0	100
Ingeniería Química	32	11	21	18	11	0	111
Química	6	7	9	8	7	0	37
TOTAL DE TODA LA UCLV	1348	1103	918	852	834	21	5076

Tabla A.4: Cantidad de alumnos matriculados expresado por carreras y cursos. Fuente: Departamento Estadística de la UCLV.



## **ANEXOS B**



## ANEXO B.1: CONSUMOS DE ENERGÍA DE LA UCLV

### CONSUMO ANUAL EN LA UCLV DE LOS DISTINTOS PORTADORES (2007)

Portador energético	total	Unidad	factor	TCC	%	% acumulado
electricidad	4370,1	MWh	0,356	1555,8	75,3	75,2
fuel oil	207,2	ML	0,999	207,0	10,0	85,3
diesel	152,9	ML	1,035	158,3	7,7	93,0
gasolina	137,9	ML	1,053	145,2	7,0	100

Tabla B2.30: Consumos anuales de los distintos portadores energéticos. Fuente: datos de consumo cedidos por la universidad. Elaboración propia.

### CONSUMOS TRANSPORTE: DIESEL

CONSUMO MENSUAL Y TOTAL ANUAL DIESEL EN MILES DE LITROS							
Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Enero	10,2	10,5	15,7	15,3	15	12,6	10,1
Febrero	12	12,6	20,8	17,8	13,5	9,4	11,6
Marzo	11,9	11,8	18,3	21,1	19,2	13,1	9,9
Abril	10,4	11,4	14,5	17,8	13	10,0	11,3
Mayo	9,4	10,2	13,8	18,8	15,6	11,0	12,4
Junio	6,1	12	18,2	19,5	14,8	14,1	12,0
Julio	10,3	12,6	12,4	13,7	12,9	12,4	7,8
Agosto	8,1	13,1	16,8	15,8	8,6	11,1	7,2
Septiembre	6,8	14,8	16,2	6,3	15,3	10,7	11,0
Octubre	8,4	15	14	14	12,9	9,8	12,0
Noviembre	10,6	13	23,5	25,4	13,8	9,9	10,9
Diciembre	12,9	14	20,1	17,2	15,4	8,7	10,6
TOTAL	117,1	151	204,3	202,7	170	132,6	126,7

TablaB2. 31: CONSUMO MENSUAL Y ANUAL DEL PERIODO 2002 AL 2008 DE DIESEL. FUENTE: DATOS CEDIDOS POR LA UCLV. ELABORACIÓN PROPIA.

## **CONSUMO TRANSPORTE: GASOLINA**

CONSUMO MENSUAL Y TOTAL ANUAL DE GASOLINA EN MILES DE LITROS							
Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Enero	10,5	8	9,8	7,6	12,1	11,6	15,2
Febrero	11	8	7,6	7,2	12,1	10,1	17,8
Marzo	11,1	9,4	11,5	13,2	14,8	10,1	15,9
Abril	13,4	10,8	9,9	8	11	8,5	16,8
Mayo	10,2	8,9	8,8	9,3	9,3	11,6	13,4
Junio	8,1	9	8,4	9,4	10,2	11,9	18,2
Julio	7,6	8,6	6,8	8,1	8,1	13,3	11,0
Agosto	6,2	7,2	6,5	8,6	7,6	9,5	10,0
Septiembre	8,3	8,5	6,2	3,2	14,2	11,4	15,2
Octubre	7,5	10,5	8,8	8,8	12	13,5	8,0
Noviembre	8,6	11,7	10,2	17,3	13,4	14,8	10,0
Diciembre	10,7	12	5,8	10,4	13	11,4	11,0
TOTAL	113,2	112,6	100,3	111,1	137,8	137,7	162,4

Tabla B2. 32: CONSUMO MENSUAL Y ANUAL DEL PERIODO 2002 AL 2008 DE GASOLINA. FUENTE: DATOS CEDIDOS POR LA UCLV. ELABORACIÓN PROPIA



## ANEXO B.2: CONSUMO DE EQUIPOS Y CONVERSIÓN A TONELADAS DE CO2.

UCLV											
Tipo equipo	modelo	BTU	Consumo Amperes	Cambio	PotenciaW = V*A	horas conectado /día	energía (Wh) = potencia*tiempo	Total día (Wh)	Total kwh (día)	KWh/mes	kWh/año
Aires acondicionados											
Bajo consumo (equipos nuevos instalados)	LG	6000	2,5	82	550	6	3300	270600	270,6	7035,6	80909,4
	LG	8500	3,9	34	858	6	5148	175032	175,0	4550,8	52334,6
	LG	12000	5,4	140	1188	6	7128	997920	997,9	25945,9	298378,1
				256				1443552	1443,6	37532,4	431622,0
Alto consumo (se retiran)	Sanyo	24000	13	70	2860	6	17160	1201200	1201,2	31231,2	359158,8
	Soviético	1500	5,5	76	1210	6	7260	551760	551,8	14345,8	164976,2
	Soviético	2500	9	40	1980	6	11880	475200	475,2	12355,2	142084,8
				186				2228160	2228,2	57932,2	666219,8
ADQUISICIÓN EXTRA		6000	2,5	200	275	6	1650	330000	330,0	8580,0	98670,0
Refrigeradores											
Bajo consumo	Haier pequeño		1,7	10	187	24	4488	44880	44,9	1166,9	13419,1
	Haier grande		2	no	220	24	5280		0,0	0,0	0,0
	LG pequeño		1,4	117	154	24	3696	432432	432,4	11243,2	129297,2
				127				477312	477,3	12410,1	142716,3
Alto consumo	soviético		3,5	66	385	24	9240	609840	609,8	15855,8	182342,2
	impnt compresor		2,5	61	275	24	6600	402600	402,6	10467,6	120377,4

alemán

127

1012440

1012,4

26323,4

302719,6

### televisores (los sauces)

bajo consumo	35	70	3	210	7350	7,35	191,1	2197,65
alto consumo	35	120	3	360	12600	12,6	327,6	3767,4

### Lámparas

bajo consumidoras	2000	32	8	256	512000	512	13312	153088
	2000	36	8	288	576000	576	14976	172224
						<b>1088</b>	<b>28288</b>	<b>325312</b>
alto consumo	4000	40	8	320	1280000	1280	33280	382720

### computadoras

3	1537	330	6,5	2145	3296865	3296,9	85718,5	985762,6
---	------	-----	-----	------	---------	--------	---------	----------

HOTEL LOS SAUCES											
Equipo	modelo	BTU	Consumo (Amperes)	Cambio	W=V*A	horas conectado /día	energía (Wh) = potencia*tiempo	Wh/día	kwh (dia)	kWh/mes	kWh/año
Aires acondicionados											
Bajo consumo (equipos nuevos instalados)	LG	6000	2,5	19	550	6	3300	62700	62,7	1630,2	11411,4
	LG	8500	3,9		858	6	5148	0	0	0	0
	LG	12000	5,4		1188	6	7128	0	0	0	0
				19				62700	62,7	1630,2	11411,4
Alto consumo (se retiran)	Sanyo	24000	13	1	2860	6	17160	17160	17,2	446,2	3123,1
	Soviético	1500	5,5	14	1210	6	7260	101640	101,6	2642,6	18498,5
	Soviético	2500	9	0	1980	6	11880	0	0,0	0,0	0,0
				15				118800	118,8	3088,8	21621,6
Refrigeradores											
Bajo consumo	Haier pequeño		1,7	0	187	24	4488	0	0	0	0
	Haier grande		2	1	220	24	5280	5280	5,3	137,3	961,0
	LG pequeño		1,4	21	154	24	3696	77616	77,6	2018,0	14126,1
				22				82896	82,9	2155,3	15087,1
Alto consumo	soviético		3,5	0	385	24	9240	0	0,0	0,0	0,0
	impnt compresor alemán		2,5	22	275	24	6600	145200	145,2	3775,2	26426,4
				22				145200	145,2	3775,2	26426,4
televisores (los sauces)											
bajo consumo	LG			21	70	3	210	4410	4,41	114,66	802,62

	Panda	0	80					0	0
		21						0	0
alto consumo		21	120	3	360	7560	7,56	196,56	1375,92
		21							
Lámparas									
bajo consumidoras		50	32	8	256	12800	12,8	332,8	2329,6
		50	36	8	288	14400	14,4	374,4	2620,8
							27,2	707,2	4950,4
alto consumo		100	40	8	320	32000	32	832	5824
computadoras	3	2	330	6	1980	3960	3,96	102,96	720,72

### ANEXO B.3. CONSUMO ELÉCTRICO Y EMISIONES DE CO2.

ÁREA Y AÑO	CONSUMO ELÉCTRICO kWh/año	EMISIONES DE CO2				
		Escenario 1 Anterior a la REC 1,49E-03	Escenario 2 Sistema Actual CTE 1,04E-03	Escenario 3 Futuro CTE 8,79E-04	Escenario 4 Sistema GE 7,29E-04	Escenario 5 0,85 E1 + 0,15 E4 9,97E-04
Consumo total UCLV						
2001	4730000,0	7068,7	4934,4	4157,7	3447,7	4714,5
2002	4080000,0	6097,3	4256,3	3586,3	2973,9	4066,6
2003	3902900,0	5832,7	4071,5	3430,6	2844,8	3890,1
2004	3526300,0	5269,9	3678,7	3099,6	2570,3	3514,7
2005	3568260,0	5332,6	3722,4	3136,5	2600,9	3556,5
2006	3801476,2	5681,1	3965,7	3341,5	2770,9	3789,0
2007	4370133,5	6530,9	4559,0	3841,3	3185,4	4355,8
2008	3915971,1	5852,2	4085,2	3442,1	2854,4	3903,1
Ahorro cambio equipos Hotel Los Sauces						
total	22275,7	33,3	23,2	19,6	16,2	22,2
aires	10210,2	15,3	10,7	9,0	7,4	10,2
refrigeradores	11339,3	16,9	11,8	10,0	8,3	11,3
televisores	573,3	0,9	0,6	0,5	0,4	0,6
lámparas	873,6	1,3	0,9	0,8	0,6	0,9
computadoras	-720,7	-1,1	-0,8	-0,6	-0,5	-0,7
consumo nuevos	31530,8	47,1	32,9	27,7	23,0	31,4
consumo viejos	55247,9	82,6	57,6	48,6	40,3	55,1
Ahorro cambio equipos UCLV						
total	-630853,8	-942,8	-658,1	-554,5	-459,8	-628,8

total equipos menos computadoras y aires extras	453578,8	677,8	473,2	398,7	330,6	452,1
suma consumo equipos viejos	1355426,8	2025,6	1414,0	1191,4	988,0	1351,0
suma consumo equipos nuevos	901848,0	1347,8	940,8	792,7	657,4	898,9
aires	234597,8	350,6	244,7	206,2	171,0	233,8
refrigeradores	160003,3	239,1	166,9	140,6	116,6	159,5
televisores	1569,8	2,3	1,6	1,4	1,1	1,6
lámparas	57408,0	85,8	59,9	50,5	41,8	57,2
Computadoras extra	-985762,6	-1473,2	-1028,4	-866,5	-718,5	-982,5
aires clima extra	-98670,0	-147,5	-102,9	-86,7	-71,9	-98,3
Medidas ahorro mensual	50000,0	74,7	52,2	43,9	36,4	49,8
Medidas de ahorro anual	600000,0	896,7	625,9	527,4	437,3	598,0
Consumo extra bloque 900 (5KWh/mes*persona)	6000,0	9,0	6,3	5,3	4,4	6,0
Consumo extra bloque 900 anual	-72000,0	-107,6	-75,1	-63,3	-52,5	-71,8
IBP						
2005	911371,0	1362,0	950,7	801,1	664,3	908,4
2006	498931,0	745,6	520,5	438,6	363,7	497,3
2007	449589,0	671,9	469,0	395,2	327,7	448,1
2008	324984,0	485,7	339,0	285,7	236,9	323,9
Media ahorro anual (05-08)	195462,3	292,1	203,9	171,8	142,5	194,8
Ahorro en relación 2005						
2006	412440	616,4	430,3	362,5	300,6	411,1
2007	461782	690,1	481,7	405,9	336,6	460,3
2008	586387	876,3	611,7	515,4	427,4	584,5
Ahorro equipos acueducto (2006)	54000,0	80,7	56,3	47,5	39,4	53,8
Consumo total Planta Piloto						
2005	1376091,7	2056,5	1435,5	1209,6	1003,0	1371,6
2006	1888500,0	2822,3	1970,1	1660,0	1376,5	1882,3

2007	2109600,0	3152,7	2200,8	1854,3	1537,7	2102,7
2008	1778400,0	2657,7	1855,2	1563,2	1296,3	1772,6
Consumo total B900						
2006	210382,4	314,4	219,5	184,9	153,3	209,7
2007	293137,6	438,1	305,8	257,7	213,7	292,2
2008	316786,7	473,4	330,5	278,5	230,9	315,7
Energía de las fuentes de energía renovables						
total	9201,1	13,8	9,6	8,1	6,7	9,2
hidroeléctrica	4882,5	7,3	5,1	4,3	3,6	4,9
fotovoltaica+eólica	4318,6	6,5	4,5	3,8	3,1	4,3
Total medidas ahorro	1163753,9	1739,2	1214,0	1022,9	848,3	1159,9
Ahorro eléctrico de la caldera (2005-2008)	46974	70,2	49,0	41,3	34,2	46,8

## ANEXO B.4. CONVERSIONES DE COMBUSTIBLES FÓSILES A TONELADAS DE CO2

<b>FUEL OIL</b>	<b>año</b>	<b>Mil litros</b>	<b>densidad (kg/l) 0,925</b>	<b>toneladas</b>	<b>TCC 0,999</b>	<b>ton CO2 2,93</b>
ahorro calderas de vapor	anual		0,925	28,5	28,5	83,4
consumo	2001	245	0,925	226,6	226,4	663,3
	2002	221,3	0,925	204,7	204,5	599,2
	2003	259,5	0,925	240,0	239,8	702,6
	2004	247,5	0,925	228,9	228,7	670,1
	2005	240,2	0,925	222,2	222,0	650,4
	2006	219,6	0,925	203,1	202,9	594,6
	2007	205,7	0,925	190,3	190,1	556,9
	2008	184,6	0,925	170,76	170,58	499,81

<b>DIESEL</b>	<b>año</b>	<b>Mil litros</b>	<b>densidad (kg/l) 0,892</b>	<b>toneladas</b>	<b>TCC 1,053</b>	<b>ton CO2 2,93</b>
ahorro en el consumo	2006-2008	76	0,89	67,64	71,2	208,7
	anual	25,3	0,89	22,5	23,7	69,6
remotorización				35,6	37,5	109,8
Consumo	2001		0,89	0	0	0
	2002	117,1	0,89	104,2	109,7	321,5
	2003	151,0	0,89	134,4	141,5	414,6
	2004	204,3	0,89	181,8	191,5	561,0
	2005	202,7	0,89	180,4	190,0	556,6
	2006	170,0	0,89	151,3	159,3	466,8
	2007	132,6	0,89	118,0	124,3	364,1
	2008	126,7	0,89	112,8	118,7	347,9

<b>GASOLINA</b>	<b>año</b>	<b>Mil litros</b>	<b>densidad (kg/l) 0,68</b>	<b>toneladas</b>	<b>TCC 1,350</b>	<b>ton CO2 2,93</b>
ahorro			0,68		34,9	138,0
consumo	2001		0,68	0	0	0
	2002	113,2	0,68	77,0	103,9	304,5
	2003	112,6	0,68	76,6	103,4	302,9
	2004	100,3	0,68	68,2	92,1	269,8
	2005	111,1	0,68	75,5	102,0	298,8
	2006	137,8	0,68	93,7	126,5	370,6
	2007	137,7	0,68	93,6	126,4	370,4
	2008	162,4	0,68	110,4	149,1	436,8



## ANEXO B.5: CALDERAS

---

### DESCRIPCIÓN DE LAS DOS CALDERAS

La sala de calderas está ubicada en el área del comedor al este del mismo. Mide 144 m<sup>2</sup> de área con un techo de 4,5m de altura aproximadamente.

En la sala; existen dos calderas, un distribuidor de vapor, un tanque de agua caliente, un filtro de agua, tres tanques de almacenamiento de combustible pesado (fuel oil), tres bombas de combustible, tres bombas de agua de alimentación, tres calentadores de combustible.

- **Calderas:**

Hay dos calderas, una con 22 años de explotación y en estado regular y parado. La otra nueva de reciente instalación (2005) en estado de funcionamiento y eficiente.

**Caldera más antigua:**

Producto de la fabricación Cubano-Búlgara en 1983, ha servido por muchos años el comedor central y la tintorería. Trabaja a 8 atmósferas (13 Kg. /cm<sup>2</sup>) con un volumen de producción de vapor de 2,5 Ton./h (ver tabla 1). El combustible con que trabaja es el fuel oil mediano. Se encuentra en estado regular y no ha sido declarada caldera eficiente.

**Nueva caldera:**

Fabricado por la nacionalidad Cubano-Española, ALASTOR (bajo diseño de UMISA) y de igual capacidad de producción de vapor que el anterior; se diferencia con el antigua por su elevada eficiencia y su variabilidad en cuanto la viscosidad del combustible con que puede trabajar. Se le puede alimentar con combustible fuel oil (ligero, mediano, pesado) para generar vapor.

- **Distribuidor de vapor:**

El distribuidor de la sala es la principal, permite distribuir el vapor para todos los equipos y maquinas consumidores de vapor los cuales están en la cocina y tintorería. Además para lograr un buen funcionamiento del sistema, el distribuidor entrega parte del vapor a los calentadores de combustible, al tanque del agua caliente.

- **Tanque del agua caliente:**

Es un tanque de calefacción indirecta, los serpentines se componen de una serie de tubos de cobre colocados horizontalmente e insertados cerca del fondo del tanque. Se alimenta las calderas de vapor con agua caliente proveniente del tanque del agua caliente.

- **Filtro del agua: (filtro por presión)**

Es el tipo de Filtro utilizado en el Tratamiento de Agua para Calderas. Es un Tanque cilíndrico y cerrado diseñado para soportar presión

Este equipo tiene un sistema de drenaje inferior sobre el cual se colocan capas de grava sílices o antracitas de diferentes graduaciones (cada capa) las que sirven de soporte al lecho filtrante.

En la operación de los Filtros por presión, el agua entra por la parte superior de la unidad y se distribuye mediante un tubo perforado, se filtra al descender a través del lecho. El agua filtrada es recogida por el drenaje inferior y evacuada por la tubería de salida.

La operación completa de un Filtro consta de tres etapas:

**Filtración** : No es más que la operación mediante la cual se remueven los sólidos suspendidos en un líquido al pasar a través de un medio poroso. Cuando se emplea coagulante se añade en un punto anterior al Filtro

**Contralavado:** Es el proceso mediante el que se hace pasar agua en flujo invertido al de Filtración para la eliminación de las impurezas que han “atascado” al lecho filtrante. El Contralavado se realiza cuando hay un “grado de atascamiento” tal que se produce una caída de la presión de 0.35 Kg/cm<sup>2</sup>. El flujo de contralavado varía con respecto al lecho (si es grava o antracita). La expansión del lecho debe ser del 10 % de su altura.

**Enjuague:** En esta etapa se pasa agua por el equipo con flujo de igual sentido e intensidad que el de Filtración (pocos minutos). Este filtrado se desecha.

- **Tanques de combustible:**

Con una longitud de (3110)mm y un diámetro de (2750)mm cada cual de los dos tanques, la capacidad de almacenaje y la reserva de combustible dependen de la capacidad de caldera, del almacenaje e método y lejanía del suministro de petróleo y también de la preparación tecnológica del combustible para la combustión.

- **Calentadores de combustible:**

Uno de los tres calentadores de combustible participa poco en el calentamiento de combustible por falla de una bomba.

- **Bombas de combustible:**

Hay dos para la antigua caldera y una para la más reciente. Algunos parámetros de la chapa para la más reciente están en tabla 7.

- **Bombas de agua de alimentación:**

De las tres bombas, dos para la reciente caldera y una para la antigua. Para más información.

### **Clasificación de las calderas:**

La caldera pirotubular (ver figura 1) de cuerpo cilíndrico con un fogón cilíndrico interno, montado dentro de la sección inferior dotada de dos pasos.

### **Características de las calderas:**

#### **Tipo:**

La caldera antigua como la nueva es de tipo Escocesa o pirotubular, es probablemente la más popular. Generan vapor con capacidades de alrededor 2500 Kg. /h y presiones de (8 a10) atmósferas.

#### **Costo:**

La caldera pirotubular (ver Figura 1) es económica en su costo inicial, ocupa un mínimo de material refractario y su instalación es sencilla.

#### **Combustible y combustión:**

El fuel oil es el combustible ideal en este caso, ya que el quemador, que produce una flama cónica, se puede adaptar perfectamente al tubo redondo del fogón. Se ha encontrado que es conveniente revestir parcialmente el fogón con una capa refractaria cuando se trabaja con quemadores de gas o aceite, para favorecer el proceso de combustión.

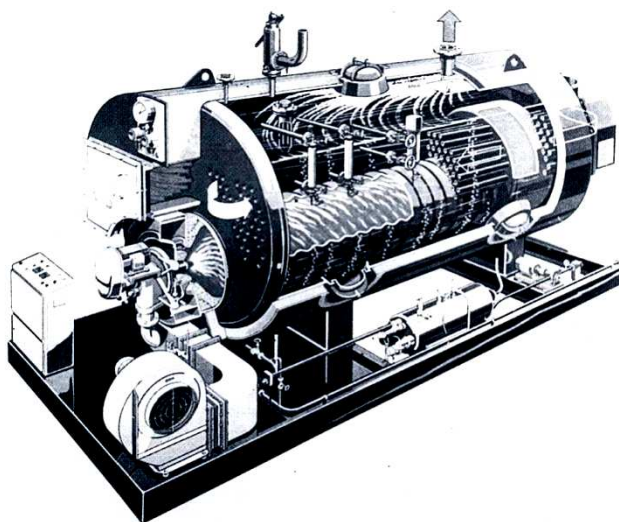


Figura B3.7: Caldera de tipo pirotubular. Fuente <http://webpages.ull.es>

### CALDERA VIEJA

Tipo	PKM 25 -30	
Nacionalidad.	Cubano-Búlgara.	
Año de Fabricación	1983	
Años de instalación.	1983	
Años de explotación.	22	
Estado en que se encuentra.	Regular.	
Combustible con que trabaja.	Fuel oil (mediano).	
Tipo de Acero de los tubos	20K	
Parámetro	U/M	Valor
Capacidad de generación	t/h	2,5
Presión Máxima	Kg./cm <sup>2</sup>	13
Superficie de calefacción	m <sup>2</sup>	87
Diámetro de los tubos	mm	57.3
Casco	mm	14
Placa	mm	18

TABLA B3.1: DATOS DE LA CALDERA MÁS ANTIGUA. FUENTE: DOCUMENTO ELABORADO POR LA UCLV.

### CALDERA NUEVA

Fabricante		ALASTOR UMISA.
Modelo		CMS 2,5
Año de fabricación.		2003
Año de instalación		2005
Tubo de acero.		20 K.
Estado con que se encuentra.		Eficiente.
<b>Parámetro</b>	<b>UM</b>	<b>Valor</b>
Producción de vapor nominal.	Kg./h	2500
Superficie de calefacción.	m <sup>2</sup>	69
Volumen de agua.	m <sup>3</sup>	7,43
Presión de diseño.	bar	10/13
Temp. de vapor saturado (10bar)	°C	184
Combustible principal.		Fuel oil.
Consumo de combustible máximo.	Kg./h	210
Peso de la caldera seca.	Kg.	11200
Peso de la caldera llena.	Kg.	18500
Salida de vapor principal.	Plg.	3
Válvula de seguridad.	Plg.	1
Entrada de Agua de alimentación.	Plg.	1 1/4(1,25)
Extracción de fondo.	Plg.	1 1/2(1,5)
Temperatura máx. de los gases escape.	°C	300
Bomba de agua.	Grundfos RAY.	
Quemador Rotatorio.		

TABLA B3.33: DATOS DE LA CALDERA NUEVA. FUENTE: DOCUMENTO ELABORADO POR LA UCLV.

### Características Técnicas de la caldera

Parámetros de trabajo de la caldera	U/M	Valor
Producción de Vapor	Kg/h	1800
Presión de trabajo	Kg./cm <sup>2</sup>	5 a 7
Temperatura del agua de alimentación	°C	79
Temperatura del aire	°C	32
Temperatura del Combustible	°C	55
Presión de atomización	Kg./h	50 - 250

Tabla B3.34: Parámetros de trabajo de la más reciente caldera

### CÁLCULO DE CONSUMOS

CONSUMOS MENSUALES DE FUEL OIL EN MILES DE LITROS									
Mes	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Unidades
	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	
Enero	21,1	33,8	21,4	17,3	30,3	17,6	18,4	2008,0	ML
Febrero	21,1	33,8	21,4	33,5	31,7	18,6	21,2	15,2	ML
Marzo	18,1	17,1	21,4	24,2	9,7	20,3	22,1	17,8	ML
Abril	18,1	17,1	21,4	23,2	30,8	18,8	19,1	15,9	ML
Mayo	16,6	17,1	24,4	24,3	8,6	21,8	16,4	19,8	ML
Junio	24,3	17,1	24,4	6,2	17,6	20,5	17,2	13,4	ML
Julio	24,0	17,1	17,4	6,2	17,6	22,5	20,2	18,2	ML
Agosto	29,1	17,1	17,4	6,2	17,6	9,8	2,1	13,0	ML
Septiembre	27,1	17,1	17,4	36,3	17,6	8,5	17,1	10,0	ML
Octubre	13,2	17,1	13,7	31,5	17,6	19,8	17,0	15,2	ML
Noviembre	16,3	8,5	13,7	20,9	18,0	21,0	19,3	15,4	ML
Diciembre	16,0	8,5	45,9	17,7	23,3	20,6	15,7	15,4	ML
PROMEDIO MENSUAL	20,4	18,4	21,6	20,6	20,0	18,3	17,1	15,4	ML
TOTALES ANUALES	245,0	221,3	259,5	247,5	240,2	219,6	205,7	184,6	ML al año
TOTALES ANUALES	245000	221300	259450	247500	240200	219610	205680	184587	Litros anuales

TABLA B3.4: CONSUMOS MENSUALES DEL PERIODO 2001-2008. CÁLCULO DEL PROMEDIO MENSUAL, DEL TOTAL ANUAL EN MILES DE LITROS (ML) Y EN LITROS. FUENTE UCLV. ELABORACIÓN PROPIA.

El número total de comensales en un día se obtiene a partir de la suma de los comensales del desayuno, comida y almuerzo. A partir de este valor, se calcula el total mensual de comensales considerando 30.5 días por mes. El total mensual permite trabajar los datos con el consumo de combustible que también se ha calculado de forma mensual. La disminución del funcionamiento de los comedores en el mes de agosto y la disminución de la actividad en los fines de semana se corrige al contabilizar sólo once meses al año de plena actividad de los comedores.

Año	M. Inicial	Total trabajadores docentes y no docentes	Total estudiantes de postgrado	Total personal UCLV	Nº comensales / día. Promedio de las tres comidas en los tres comedores.
2001	4454	3000	5000	12454	6687
2002	4060	3100	6000	13160	6409
2003	4397	3100	7000	14497	6732
2004	4542	3200	7500	15242	6961
2005	4657	3200	8000	15857	7076
2006	4752	3300	10000	18052	7305
2007	5029	3400	12000	20429	7693
2008	5076	3400	14000	22476	7853

TABLA B3.5: NÚMERO DE COMENSALES CALCULADO A PARTIR DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES, TRABAJADORES Y TOTAL DEL PERSONAL DE LA UCLV. DATOS CEDIDOS POR LA UCLV. ELABORACIÓN PROPIA.

Los comensales contabilizados son los que hacen uso del comedor central, aún así se debe de tener en cuenta el resto de comedores. Del comedor de estudiantes de postgrado el 3% aproximadamente hace uso de este servicio (según información de la Universidad). Del comedor central y el comedor de los Camilitos, que alberga estudiantes y trabajadores, se calcula que el 70% utiliza el servicio (datos calculados a partir de los estudios que contabilizan los alumnos, los trabajadores y los comensales). Se añaden también en el total, el personal que hace uso del comedor del Área de Agropecuaria<sup>33</sup>, que se calcula que es un 18% del total de estudiantes (total = M. inicial +trabajadores docentes y no docentes).

<sup>33</sup> Se calcula el personal diario que utiliza el servicio de comedor del Área de Agropecuaria es de: 1319,1217, 1274, 1316, 1335,1368, 1432, 1500 de los cursos 2001 hasta el 2008. Este personal está contabilizado dentro de estudiantes y trabajadores.

Año	M. Inicial	Postgrado	Trabajadores	Suma trab+estudiante	70% estudiantes + trab. totales que hacen uso del comedor diariamente
2001	4454	5000	3000	7454	5217,8
2002	4060	6000	3100	7160	5012
2003	4397	7000	3100	7497	5247,9
2004	4542	7500	3200	7742	5419,4
2005	4657	8000	3200	7857	5499,9
2006	4752	10000	3300	8052	5636,4
2007	5029	12000	3400	8429	5900,3
2008	5076	14000	3400	8476	5933,2

Año	3% del total de postgrado	TOTAL (comedor Central + Camilitos + Postgrado)	18% del total de estudiantes+trab que usan el comedor del Área Agropecuaria	Suma de comensales TOTAL; postgrado, Central y Área Agropecuaria
2001	150	5367,8	1319,1	6686,9
2002	180	5192	1217,2	6409,2
2003	210	5457,9	1274,5	6732,4
2004	225	5644,4	1316,1	6960,5
2005	240	5739,9	1335,7	7075,6
2006	300	5936,4	1368,8	7305,2
2007	360	6260,3	1432,9	7693,2
2008	420	6353,2	1500,0	7853,2

TABLA B3.35: CONJUNTO DE TRES TABLAS QUE CONTIENEN EL CÁLCULO DE LOS COMENSALES Y DEL CONSUMO RELATIVO POR COMENSAL. FUENTE UCLV. ELABORACIÓN PROPIA.

Año	Comensales mensuales	Promedio de litros mensuales de Fuel Oil	Relación consumo de Fuel Oil/comensal diaria	x 30,5 obtenemos la cantidad de litros de combustible que requiere un comensal al mes
2001	203951,6	20400	0,1	3,1
2002	195480,6	18400	0,1	2,9
2003	205337,9	21600	0,1	3,2
2004	212296,5	20600	0,1	3,0
2005	215805,5	20000	0,1	2,8
2006	222809,8	18300	0,1	2,5
2007	234643,5	17100	0,1	2,2
2008	239522,6	15400	0,1	2,0

