

Universidad “Marta Abreu” de la Villas

Facultad de Ingeniería Mecánica

Departamento de Energía



Trabajo Diploma

Titulo: *“Consideraciones sobre la Sostenibilidad de la Revolución Energética en el campus de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV)”*

Autor: **Yasel Rodríguez Alemán**

Tutores: *Dr.Ing* Cándido Enrique Quintana Pérez

Dr.Ing Sergio Jáuregui Rigo.

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución ”

Curso Escolar: 2008-2009

Resumen.

En el presente trabajo se realiza un estudio de la sostenibilidad económica y ambiental con el objetivo de validar la aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC) en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. La realización de diferentes tareas permitió conocer la situación actual de la UCLV y el comportamiento de cada uno de los portadores energéticos utilizados para medir el desempeño organizacional de la entidad, determinando los índices de consumo de cada portador energético, el impacto ambiental derivado de su uso llegando a conclusiones para la proyección de un mejor trabajo. Se realizó un análisis económico financiero al proyecto de sustitución de equipos electrodomésticos y caldera de vapor (Comedor Central) determinándose los indicadores: Período de Recuperación de la Inversión (PER), Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) con los que se demuestra la rentabilidad de dichos proyectos. Se determinó las toneladas de CO_{2e} dejadas de emitir a la atmósfera según el tipo de portador y la posible inserción al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto (PK) en el Mercado del Carbono.

Palabras Claves: Portadores energéticos, Revolución Energética, sostenibilidad y Emisión de CO₂.

Abstract

In this present work it is carried out a study of economic and environmental sustainability in order to validate the application of the Energetic Revolution in Cuba (REC) at the Central University of Las Villas. The realization of different tasks allowed to know today is situation at de University and the behaviour of each energetic carrier used to measure the performance of arrangement of the entity, this way the indexes of consume of consume of each energetic carrier were determined, the environment impact derived from its use getting to the conclusion to project a better work. An economic and financial analysis of the project of substitution of electrodomestic appliances and steam boiler (central during room) was performed, determining the carried: Period of Recovering of Investment (PER), Present Net Value (VAN) and this way the rentability of the projects is demonstrated. It was determined the tons of CO₂ which were not emitted to the atmosphere according to the kind of carrier and a possible insertion to mechanising of clean development (MDL) of Kyoto (PK) in the carbon market.

Key words: Energetic carrier, Energetic Revolution, sustainability and CO₂ emission.

Índice:

	Pág.
<i>Trabajo Diploma</i>	1
Título: “ <i>Consideraciones sobre la Sostenibilidad de la Revolución Energética en el campus de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV)</i> ”.....	1
Autor: Yasel Rodríguez Alemán.....	1
Introducción.	1
Capítulo I: Marco Teórico.....	3
1.1. Sostenibilidad.....	3
1.1.1. ¿Qué entender por sostenibilidad?.....	3
1.1.2. Ámbito de aplicación y definiciones.....	4
1.1.3. Crítica en el uso del término	4
1.1.4. Preocupación por un desarrollo sostenible.....	5
1.1.5. Justificación del desarrollo sostenible.....	6
1.1.6. Condiciones para el desarrollo sostenible.....	6
1.2. Sostenibilidad a nivel local	6
1.3. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	7
La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.[14]	7
1.4. Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático	7
1.4.1. Antecedentes	8
1.4.2. Entrada en vigor	8
1.4.3. La Unión Europea en el Protocolo de Kyoto	8
1.5. Mecanismos de Mercado del Protocolo de Kyoto	10
1.6. Marco institucional actual. [19]	12
1.7. La Revolución Energética en Cuba (REC).	13
1.7.1. El surgimiento de la Revolución Energética.....	13
El Comandante en jefe Fidel Castro Ruz sostuvo el 17 de enero de 2006 en la provincia de Pinar del Río que "habrá un antes y un después de la Revolución Energética en Cuba, de la cual podrán derivarse importantes lecciones para el mundo", quizá hubo escépticos, tanto aquí como en el exterior.	13
1.7.2. Principios fundamentales de la Revolución Energética.....	14
Capítulo II: Técnicas y procedimientos.	15
2.1. Caracterización de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.	15
2. 2. La Revolución Energética en Cuba aplicada a la UCLV.....	15
2.3. Medidas de ahorro de Electricidad en la UCLV para el curso 2008 - 2009.	15
2. 4. Situación del sistema Energético de la UCLV.....	15
2.5. Portadores Energéticos.....	15
2.5.1. Portador Eléctrico	15
2.5.1.1. Análisis del Incremento de la Energía Eléctrica.	16
2.5.1.2. Análisis de los cambios electrodomésticos realizados en la UCLV.	16
2.5.1.3. Metodología de cálculo para conocer los consumos energía eléctrica, según los equipos electrodomésticos analizados.....	16
2.5.2. Portador Fuel- Oil.	17
2.5.2.1. Análisis del consumo de fuel oil.	18

2.5.2.2 Cálculo de comparación entre la caldera instalada en el año 2005 y la instalada en el año 2008.....	18
2.5.3 Portadores Gasolina y el Diesel.	18
3.5.3.1. Remotorización	19
2.5.3.2 Consumo de Diesel	19
2.5.3.3 Consumo de Gasolina	19
2.6. Análisis Financiero.	19
2.6.1. Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador eléctrico.....	20
2.6.2. Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador fuel oil.	20
Capítulo III: Análisis de los resultados.	21
3.1. Características de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).	21
3.2. La Revolución Energética en Cuba aplicada a la UCLV.....	25
3.3. Medidas de ahorro de Electricidad en la UCLV para el curso 2008 - 2009.	27
3.4. Situación del sistema Energético de la UCLV.....	28
3.5. Portadores Energéticos.....	30
3.5.1. Portador Eléctrico	30
3.5.1.1. Análisis del Incremento de la Energía Eléctrica.	32
3.5.1.2. Análisis de los cambios electrodomésticos realizados en la UCLV.	36
3.5.1.3. Cálculo para conocer los consumos energía eléctrica, según los equipos electrodomésticos analizados (climatizadores de aire, refrigeradores y lámpara luminarias):.....	37
3.5.2.1. Consumo de fuel oil.....	45
3.5.2.2. Resultados de la comparación entre la caldera instalada en el año 2005 y la instalada en el año 2008.....	46
3.5.3 Portadores Diesel y Gasolina.	47
3.5.3.1. Remotorización.....	49
3.5.3.2 Consumo de Diesel	50
3.5.3.3 Consumo de Gasolina.	51
3.6. Análisis de los indicadores financieros calculados.....	52
3.6.1 Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador eléctrico.....	52
3.6.2 Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador fuel oil.	57
3.5. Consideraciones Ambientales.....	60
3.5.1. Potencial de inserción en el MDL del Protocolo de Kyoto.....	60
3.5.2. Evaluación conjunta de los impactos ambientales.....	61
3.7. Consideraciones para otros gases contaminantes.....	64
3.8. Análisis Económico – Ambiental de la Sostenibilidad.....	65
Conclusiones:	67
Recomendaciones:	68
Bibliografía:	69
Anexo.....	71

Introducción.

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 [2] (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)[2]. Además, esta política se está exportando a otros países de Latinoamérica como opción de desarrollo y respuesta a necesidades energéticas.

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 analizar la implementación de la REC en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), para determinar si la aplicación de la REC es o no un paso en el camino hacia la sostenibilidad económica.

El desarrollo sostenible puede evaluarse en sus tres dimensiones: ambiental, económica y social [3], en el presente trabajo se abordará fundamentalmente el tema de la sostenibilidad económica y ambiental.

Idea inicial.

Realizar un estudio de cómo afectaría la implementación de la Revolución energética EC en la UCLV y determinar la sostenibilidad económico y ambiental de su implementación.

Problema Científico.

No se han encontrado en la bibliografía especializada, estudios de sostenibilidad económica y ambiental en el ámbito local de la aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC).

Hipótesis.

La aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC) en el ámbito de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) trae beneficios en la sostenibilidad económica y ambiental.

Objetivo General.

Evaluar la sostenibilidad económica y ambiental de la aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC) en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).

Objetivos específicos.

1. Identificar los principales portadores energéticos de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).
2. Caracterizar los cambios producidos por la Revolución Energética en Cuba (REC) en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).
3. Cuantificar económica y ambientalmente las medidas aplicadas por la Revolución Energética en Cuba (REC) en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).
4. Realizar un análisis financiero para determinar la factibilidad de ejecución de los proyectos.
5. Estudiar la posibilidad de inserción de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) en el Mecanismo de Desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto (PK)

Justificación.

El estudio de la sostenibilidad económica, antes y después de aplicada la REC en la UCLV sería de gran interés para la dirección de la misma, realizando así comparaciones para demostrar como ha impactado económica y ambientalmente y que beneficios ha traído consigo.

Capítulo I: Marco Teórico.

1.1. Sostenibilidad.

1.1.1. ¿Qué entender por sostenibilidad?

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ambiental, económica y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. [3]

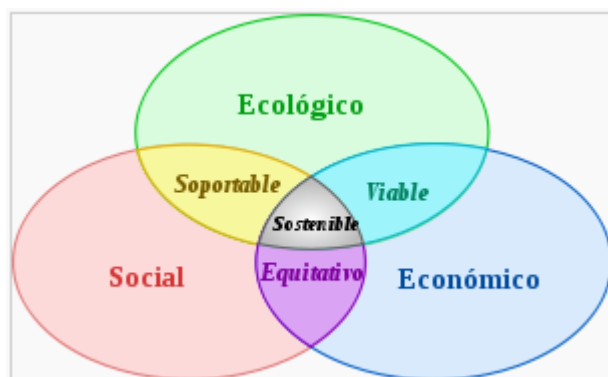


Fig. 1: Esquema de los tres pilares del desarrollo sostenible. [3]

Deben satisfacerse las necesidades de la sociedad como alimentación, ropa, vivienda y trabajo, pues si la pobreza es habitual, el mundo estará encaminado a catástrofes de varios tipos, incluidas las ecológicas. Asimismo, el desarrollo y el bienestar social, están limitados por el nivel tecnológico, los recursos del medio ambiente y la capacidad del medio ambiente para absorber los efectos de la actividad humana.

Ante esta situación, se plantea la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1988), organización a la que debemos uno de los primeros intentos de introducir el concepto de sostenibilidad o de sustentabilidad, la define como: “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Una primera crítica de las muchas que ha recibido la definición de la CMMAD es la de que el concepto de desarrollo sostenible apenas sería la expresión de una idea de sentido común (sostenible vendría de sostener, cuyo primer significado, de su raíz latina sus tiñere, es

“sustentar, mantener firme”), de la que aparecen indicios en numerosas civilizaciones que han intuido la necesidad de preservar los recursos para las generaciones futuras.

Sin embargo, es preciso rechazar con contundencia esta crítica, y dejar bien claro que se trata de un concepto del todo nuevo, que supone haber comprendido que el mundo no es tan ancho ni tan ilimitado como habíamos creído.

1.1.2. Ámbito de aplicación y definiciones.

El desarrollo sostenible no se centra exclusivamente en las cuestiones ambientales. En términos más generales, las políticas de desarrollo sostenible afectan a tres áreas: económica, ambiental y social. En apoyo a esto, varios textos de las Naciones Unidas, incluyendo el Documento Final de la Cumbre Mundial de 2005,[7] se refieren a los tres componentes del desarrollo sostenible, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como "pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente".

El "desarrollo verde" generalmente es diferenciado del desarrollo sostenible en que el desarrollo verde puede ser visto en el sentido de dar prioridad a lo que algunos pueden considerar "sostenibilidad ambiental" sobre la "sostenibilidad económica y cultural". Sin embargo, el enfoque del "desarrollo verde" puede pretender objetivos a largo plazo inalcanzables. Por ejemplo, una planta de tratamiento de última tecnología con gastos de mantenimiento sumamente altos no puede ser sostenible en las regiones del mundo con menos recursos financieros. Una planta de última tecnología "respetuosa con el medio ambiente" con altos gastos de operación es menos sostenible que una planta rudimentaria, incluso si es más eficaz desde un punto de vista ambiental. Algunas investigaciones parten de esta definición para argumentar que el medio ambiente es una combinación de naturaleza y cultura. El sitio "Desarrollo sostenible en un mundo diverso" trabaja en esta dirección integrando capacidades multidisciplinarias e interpretando la diversidad cultural como un elemento clave de una nueva estrategia para el desarrollo sostenible.[8]

1.1.3. Crítica en el uso del término.

El término "desarrollo sostenible" se encuentra en numerosos discursos políticos, pero su aplicación es muy diversa y en ocasiones perversa.

Las ideologías liberales hacen énfasis en la posibilidad de compatibilizar el crecimiento económico con la preservación ambiental mediante el aumento de la productividad (producir más, consumiendo menos recursos y generando menos residuos) y con la equidad social para la mejora general de las condiciones de vida (lo que no siempre es inmediato).

Algunas ideologías ecologistas más radicales hacen énfasis en las opciones de crecimiento cero y aplicación estricta del principio de precaución, que consiste en dejar de realizar determinadas actividades productivas mientras no se demuestre que no son dañinas. Otros ecologistas defienden el decrecimiento económico.[9]

Respecto al medio ambiente, no es posible sin reducir la producción económica, ya que actualmente se está por encima de la capacidad de regeneración natural del planeta, tal y como demuestran las diferentes estimaciones de huella ecológica. También se cuestiona la capacidad del modelo de vida moderno para producir bienestar. El reto estaría en vivir mejor con menos.[10]

1.1.4. Preocupación por un desarrollo sostenible.

El modelo de desarrollo industrial no es sostenible en términos medioambientales, lo que no permite un "desarrollo", que pueda durar. Los puntos críticos son el agotamiento de los recursos naturales (como las materias primas y los combustibles fósiles), la destrucción y fragmentación de los ecosistemas, la pérdida de diversidad biológica, lo que reduce la capacidad de resistencia del planeta.

El desarrollo (industrial, agrícola, urbano) genera contaminaciones inmediatas y pospuestas (por ejemplo, la lluvia ácida y los gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y a la explotación excesiva de los recursos naturales, o la deforestación de la selva tropical). Esto provoca una pérdida inestimable de diversidad biológica en términos de extinción (y por lo tanto irreversibles) de las especies de plantas o animales. Esta evolución provoca un agotamiento de los combustibles fósiles y de las materias primas que hace inminente el pico del petróleo y se acerca el agotamiento de muchos recursos naturales vitales.

Al problema de la viabilidad se añade un problema de equidad: los pobres son los que más sufren la crisis ecológica y climática y se teme que el deseo legítimo de crecimiento en los países subdesarrollados hacia un estado de prosperidad similar, basado en principios equivalentes, implique una degradación aún más importante y acelerada por la biosfera. Si

todas las naciones del mundo adoptaran el modo de vida americano (que consume casi la cuarta parte de los recursos de la Tierra para el 7% de la población) se necesitarían de cinco a seis planetas como la Tierra para abastecerlas. Y si todos los habitantes del planeta vivieran con el mismo nivel de vida que la media de Francia, se necesitarían al menos tres planetas como la Tierra.[11]

1.1.5. Justificación del desarrollo sostenible.

La justificación del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de tener unos recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, minerales, etc.), susceptibles de agotarse, como del hecho de que una creciente actividad económica sin más criterio que el económico produce, tanto a escala local como planetaria, graves problemas medioambientales que pueden llegar a ser irreversibles.

1.1.6. Condiciones para el desarrollo sostenible.

Los límites de los recursos naturales sugieren tres reglas básicas en relación con los ritmos de desarrollo sostenibles.

1. Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
2. Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
3. Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

Según algunos autores, estas tres reglas están forzosamente supeditadas a la inexistencia de un crecimiento demográfico.[12]

1.2. Sostenibilidad a nivel local.

Los sistemas de indicadores para la Sostenibilidad son instrumentos de control y evaluación de la mejora medioambiental y calidad de vida. Los indicadores proporcionan a lo largo del tiempo información sobre los avances en el campo del desarrollo sostenible, pudiendo dar a conocer dichos avances a la población. [13]

La función principal de los indicadores es medir, controlar y evaluar la situación ambiental inicial de la zona de estudio, así como las tendencias y escenarios futuros.

1.3. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.[14]

Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

1.4. Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático.

En 1997, los gobiernos acordaron incorporar una adición al tratado, conocida con el nombre de Protocolo de Kyoto, que cuenta con medidas más enérgicas (y jurídicamente vinculantes). En 2006 se enmendó en Nairobi este Protocolo a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y está previsto adoptar un nuevo Protocolo a la misma en Copenhague en el año 2009.

El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático[15] es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990.

Por ejemplo, si la contaminación de estos gases en el año 1990 alcanzaba el 100%, al término del año 2012 deberá ser del 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5%, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kyoto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

Este instrumento se encuentra dentro del marco de la CMNUCC, suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC.

1.4.1. Antecedentes.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kyoto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004.

El objetivo principal es disminuir el cambio climático de origen antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Esto se conoce como Calentamiento global. «Estos cambios repercutirán gravemente en el ecosistema y en nuestras economías», señala la Comisión Europea sobre Kyoto.

Una cuestión a tener en cuenta con respecto a los compromisos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es que la energía nuclear queda excluida de los mecanismos financieros de intercambio de tecnología y emisiones asociados al Protocolo de Kyoto [16].

1.4.2. Entrada en vigor.

Se estableció que el compromiso sería de obligatorio cumplimiento cuando lo ratificasen los países industrializados responsables de, al menos, un 55% de las emisiones de CO₂. Con la ratificación de Rusia en noviembre de 2004, después de conseguir que la UE pague la reconversión industrial, así como la modernización de sus instalaciones, en especial las petroleras, el protocolo ha entrado en vigor.[16]

Además del cumplimiento que estos países hicieron en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero se promovió también la generación de un desarrollo sostenible, de tal forma que se utilice también energías no convencionales y así disminuya el calentamiento global.

1.4.3. La Unión Europea en el Protocolo de Kyoto.

La Unión Europea, como agente especialmente activo en la concreción del Protocolo, se comprometió a reducir sus emisiones totales medias durante el periodo 2008-2012 en un 8%

Capítulo I: Marco Teórico.

respecto de las de 1990. No obstante, a cada país se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales según el principio de «reparto de la carga», de manera que dicho reparto se acordó de la siguiente manera Unión Europea: Alemania (-21%), Austria (-13%), Bélgica (-7,5%), Dinamarca (-21%), Italia (-6,5%), Luxemburgo (-28%), Países Bajos (-6%), Reino Unido (-12,5%), Finlandia (-2,6%), Francia (-1,9%), España (+15%), Grecia (+25%), Irlanda (+13%), Portugal (+27%) y Suecia (+4%). [16]



Posición de los diversos países en 2009 respecto del Protocolo de Kioto.[15]

- Firmado y ratificado.
- Firmado pero con ratificación pendiente.
- Firmado pero con ratificación rechazada.
- No posicionado.

Por su parte, España, se comprometió a aumentar sus emisiones un máximo del 15% en relación al año base- se ha convertido en el país miembro que menos posibilidades tiene de cumplir lo pactado. En concreto, el incremento de sus emisiones en relación a 1990 durante los últimos años ha sido como sigue: 1996: 7%; 1997: 15%; 1998: 18%; 1999: 28%; 2000: 33%; 2001: 33%; 2002: 39%; 2003: 41%; 2004: 47%; 2005: 52%; 2006: 52%; 2007: 48%. Esta información puede consultarse en el Inventario Español de Gases de Efecto Invernadero que incluye el envío oficial a la Comisión Europea y al Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

1.5. Mecanismos de Mercado del Protocolo de Kyoto.

Los mecanismos de mercado creados por el Protocolo de Kyoto permiten a los países del Anexo I¹ realizar acciones, no solo domésticas² para reducir emisiones, sino también permiten adquirir reducciones de emisiones de otros países. [17]

Son tres los mecanismos de mercado:

1. Comercio de Emisiones (CE): Permiten a los países del Anexo I comercializar entre ellos, permisos de emisiones, llamadas *Assigned Amount Units (AAUs)*. La cuota de emisión permitida a cada país industrializado es medida en toneladas de CO2 equivalentes (tCO2e). Cada tCO2e corresponde a un permiso de emisión. Si las emisiones de un país están por debajo de su límite, entonces le sobran permisos de emisión, que pueden comercializar a otro país que haya sobrepasado su límite, para que este último pueda compensar su excedente de emisiones (ver Figura 1). La Unión Europea, Canadá y Japón forman parte de este comercio (Artículo 17 Protocolo de Kyoto).

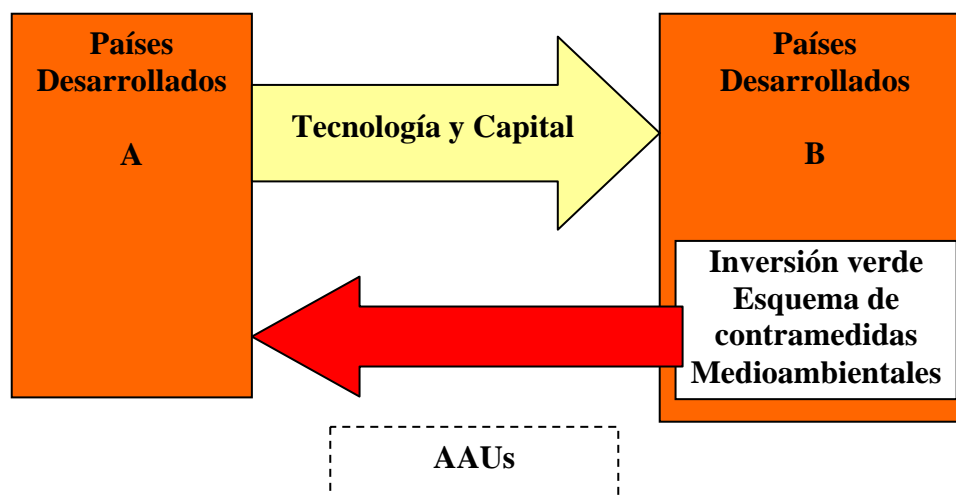


Fig. 2: Esquema del Comercio de emisiones [18]

2. Implementación Conjunta (IC): Este mecanismo permite comercializar reducciones de emisiones producidas por proyectos que reducen emisiones dentro de los países del Anexo 1 y solo se pueden comercializar entre países del Anexo1. En este caso se venden unidades de reducción de emisiones, llamadas Emission Reduction Units (ERUs) (Artículo 6 Protocolo de Kyoto)

¹ Los países de Anexo I, según el Protocolo de Kyoto, se denominan a los 38 países desarrollados y la comunidad Europea como bloque, estos son países industrializados que cumplen con las metas o limitaciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

² La acción doméstica, por el principio suplementario del Protocolo de Kyoto, establece que al menos el 50% de las reducciones debe realizarse domésticamente.

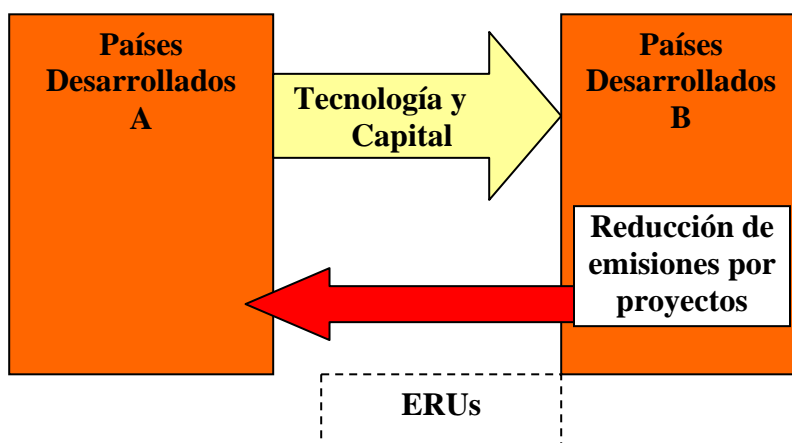


Fig. 3: Esquema de la implementación conjunta. [18]

3. Mecanismo de desarrollo Limpio (MDL): En este mecanismo al igual que el de implementación conjunta, se negocian reducciones de emisiones basadas en proyectos. La diferencia radica en que este es el único mecanismo que permite a países en vías de desarrollo vender reducciones de emisiones a los países del Anexo 1. Estos proyectos de reducción de emisiones son voluntarios, ya que Kyoto estableció que los países en vías de desarrollo no tienen compromisos de reducir emisiones. Para ser elegibles al MDL, los proyectos deben probar, además de que reducen emisiones respecto a una línea base³, que el incentivo económico promovido por el MDL es una contribución determinante para su desarrollo. El MDL ha sido diseñado con dos objetivos fundamentales: contribuir al desarrollo sostenible de los países en vías de desarrollo y al mismo tiempo incrementar las oportunidades de los países desarrollados de cumplir con sus compromisos de Kyoto. En este mecanismo las reducciones de emisiones transadas se denominan *Certificados de Emisiones Reducidas* (CERs) (Artículo 12 Protocolo de Kyoto).

³ Línea Base: es un escenario de referencia, de tal manera que pueda predecirse en el futuro el efecto que tendrá la inclusión o retiro de una determinada tecnología y los cambios en el sistema.

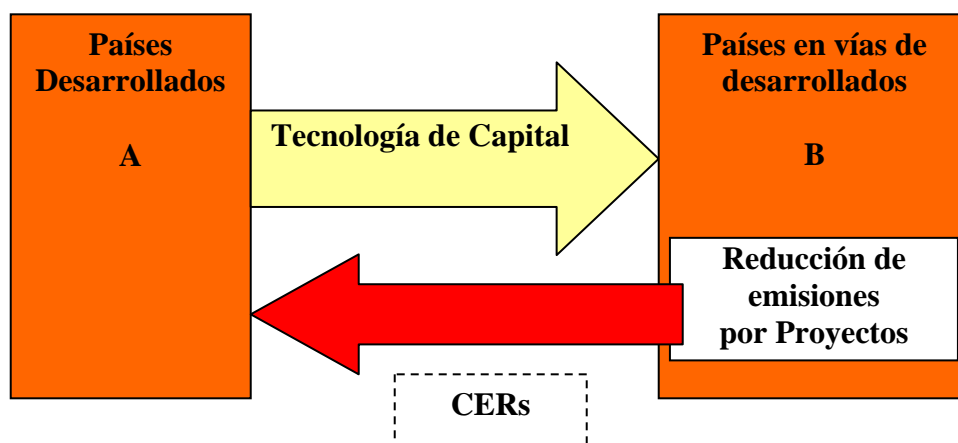


Fig. 4: Esquema del Mecanismo de Desarrollo Limpio [18]

Artículo 12.2 del Protocolo de Kyoto: "El propósito del mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo 1 a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención así como ayudar a las Partes incluidas en el Anexo 1 a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del Artículo 3."

1.6. Marco institucional actual. [19]

El Ministerio de ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) fue designado como la autoridad responsable de la dirección e implementación nacional del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) en Cuba, mediante Acuerdo No 4604 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, en noviembre del 2002. Asimismo, el CITMA aparece registrado ante la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático como la Autoridad Nacional Designada (AND) para el Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Dentro de este Ministerio, dos dependencias participan de la implementación y funcionamiento del MDL, la Dirección de Medio Ambiente, responsable de las actividades operativas y de gestión y la Gerencia de Proyectos y Programas Priorizados, el cual tiene a su cargo la cartera de oportunidades de proyectos para el Mecanismo y desempeña diversas actividades de orden técnico relacionadas con la formulación y la divulgación de los proyectos.

El Acuerdo No 4604 también previó la constitución del Grupo Nacional para la implementación del MDI. Dicho grupo es de carácter decisorio (la decisión sobre la aprobación de proyectos MDL corresponde a este grupo) y está conformado por miembros permanentes y miembros temáticos. Los miembros permanentes del Grupo Nacional son:

- ✓ el CITMA, quien lo preside
- ✓ el Ministerio del Comercio Exterior e Inversión Extranjera
- ✓ el Ministerio de Relaciones Exteriores
- ✓ el Ministerio de Economía y Planificación
- ✓ el Ministerio de Finanzas y precios

1.7. La Revolución Energética en Cuba (REC).

La *Revolución Energética* es el conjunto de transformaciones llevadas a cabo por el Estado, cuyo objetivo principal es lograr un uso más racional y eficiente de la energía. Basadas fundamentalmente en principios como el *desarrollo sustentable* del planeta, el *uso racional de la energía* y la *diversificación energética*, estas medidas no solo suponen beneficios para la economía, sino para la vida del planeta y para las familias cubanas, de manera especial.

1.7.1. El surgimiento de la Revolución Energética

En nuestro país se han venido llevando a cabo una serie de transformaciones con respecto al problema energético nacional y muy influenciado con la situación de los hidrocarburos a nivel global. La nueva política energética llevada a cabo se ha denominado **Revolución Energética**, la cual tiene como objetivos principales, lograr un uso más racionalizado y eficiente de la energía, pero esto con un perfil mucho más radical, así como también elevar la calidad de vida de la población y su bienestar en el hogar. Se persigue lograr un ahorro de la energía en todos los sectores y ramas de la economía, en aras de aprovechar las reservas de eficiencia existentes.

El Comandante en jefe Fidel Castro Ruz sostuvo el 17 de enero de 2006 en la provincia de **Pinar del Río** que "habrá un antes y un después de la **Revolución Energética** en Cuba, de la cual podrán derivarse importantes lecciones para el mundo", quizá hubo escépticos, tanto aquí como en el exterior.

La proyección visionaria del líder cubano tampoco mostró signos de error dicha vez, pues tal concepción de transformaciones de fondo totalmente nuevas en sus postulados y expresiones no sólo permite a la nación una **sustanciosa economización** de mil millones de dólares anuales en una etapa de subida estrepitosa de los **precios del petróleo** a más de **130 dólares por barril** y de inestabilidad y disminución progresiva de las fuentes de energía, sino un enfoque muy favorable desde el plano medioambiental del fenómeno energético. [20]

1.7.2. Principios fundamentales de la Revolución Energética.

La Revolución Energética, por ser un proyecto creado bajo los principios de la Revolución, posee características que la distinguen de cualquier otra política energética aplicada en otra parte del mundo. Una de las peculiaridades fundamentales son sus principios los cuales son: el desarrollo sustentable, la diversificación energética y la eficiencia energética. Estos principios se encuentran estrechamente relacionados entre sí y además se encuentran claramente expresados en todas las medidas adoptadas por nuestro país.

Capítulo II: Técnicas y procedimientos.

2.1. Caracterización de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

A partir de la información general de la UCLV se presenta la caracterización de esta Casa de altos estudios.

2.2. La Revolución Energética en Cuba aplicada a la UCLV.

Se realizó un análisis de la aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC) a partir de los diferentes portadores energéticos analizando a cada uno de forma independiente.

2.3. Medidas de ahorro de Electricidad en la UCLV para el curso 2008 - 2009. [21]

Se realizó un estudio de las medidas de ahorro de energía teniendo en cuenta el crecimiento del consumo eléctrico que se ha producido en el país a partir de marzo del 2009.

2.4. Situación del sistema Energético de la UCLV.

Se realizó un estudio de la energía que se utiliza en la UCLV y que proviene de cuatro portadores distintos: electricidad, fuel oil, diesel y gasolina.

2.5. Portadores Energéticos.

Se caracterizan los principales portadores energéticos de la universidad a través del papel que desarrollan en la UCLV y de la identificación y cuantificación de los principales impactos económicos y ambientales derivados de su uso.

Una vez analizada las incidencias de las acciones de la REC sobre cada portador, se procede para hacer un análisis económico por separado de cada portador para ver en cuanto han repercutido económicamente dichas medidas.

2.5.1. Portador Eléctrico.

Se realizó un estudio para conocer el ciclo de la energía en la UCLV (origen, transmisión y consumo).

2.5.1.1. Análisis del Incremento de la Energía Eléctrica.

A partir de los datos obtenidos por la Dirección de Economía de la UCLV se hace un análisis del comportamiento del consumo de la energía eléctrica y el porqué del incremento de la misma a partir de la implementación de la REC, conociendo además como se realiza el control de dicho consumo.

2.5.1.2. Análisis de los cambios electrodomésticos realizados en la UCLV.

Se realizó un análisis de los principales equipos electrodomésticos altos consumidores y consecuentemente cambiados por la REC.

2.5.1.3. Metodología de cálculo para conocer los consumos energía eléctrica, según los equipos electrodomésticos analizados

➤ **Sustitución de equipos climatizadores de aire:**

1. En la ecuación número 1 se calcula la potencia demandada de cada equipo, tomando en cuenta la potencia instalada de cada uno de ellos por la cantidad de equipos cambiados.
2. En la ecuación número 2 se toma en cuenta la potencia demandada por la cantidad de horas que trabaja dicho equipo. Para conocer el número de horas promedio que trabajarán los equipos en un día se tomó en cuenta las horas en que se desconectan los equipos por las medidas de ahorro mencionadas en el epígrafe 3.3.
3. En la ecuación número 3 se toma en cuenta el consumo de energía eléctrica en un día por la cantidad de días que trabajan dichos equipos en un año y se multiplica por un factor de operación (f_o) que toma en cuenta un 80% de que todos los equipos operen al mismo tiempo, considerando las roturas y los apagones. Para conocer la cantidad de días que trabajan en un año, se multiplicó la cantidad de días laborables que tiene un mes, en este caso 24 por 11 meses ya que el mes de agosto no se tomó en cuenta porque en este mes la universidad se encuentra de vacaciones.

➤ **Sustitución de refrigeradores:**

1. La ecuación número 4 es igual que la ecuación número 1.
2. La ecuación número 5 toma en cuenta la potencia demandada por la cantidad de horas que trabaja dicho equipo, el número de horas promedio que trabajarán los refrigeradores es de 14 horas diarias. [26]
3. La ecuación número 6 toma en cuenta el consumo de energía eléctrica en un día por la cantidad de días que trabajan dichos equipos en un año y se multiplica por un factor de operación (f_o) que toma en cuenta un 80% de que todos los equipos operen al mismo tiempo, considerando las roturas y los apagones. Para conocer la cantidad de días que trabajan en un año solo descontamos el mes de agosto porque en este mes la universidad se encuentra de vacaciones.

➤ **Sustitución de lámparas luminarias:**

1. En la ecuación número 7 se calcula la potencia demandada de cada lámpara, tomando en cuenta la potencia instalada de cada uno de ellas por la cantidad de lámparas cambiadas.
2. En la ecuación número 8 se toma en cuenta la potencia demandada por la cantidad de horas que trabaja dicha lámpara. Para conocer el número de horas promedio que trabajarán los equipos en un día se tomó en cuenta las horas que se desconectan los equipos por las medidas de ahorro mencionadas en el epígrafe 3.3.
3. En la ecuación número 9 se toma en cuenta el consumo de energía eléctrica en un día por la cantidad de días que trabajan las lámparas en un año y se multiplica por un factor de operación (f_o) que toma en cuenta un 80% de que todos los equipos operen al mismo tiempo, considerando las roturas y los apagones. Para conocer la cantidad de días que trabajan en un año, se tomaron en cuenta todos los días del año ya que la mayoría de las lámparas que se cambiaron son del alumbrado público.

2.5.2. Portador Fuel- Oil.

Para los cálculos sólo se tomó en cuenta las calderas instaladas en el comedor central, ya que la caldera chiquita del comedor de los Camilitos se instaló hace muy poco y fue imposible hacer un análisis estadístico con tan pocos meses y el tiempo de realización de la tesis no permitió tomarla en cuenta para los cálculos.

2.5.2.1. Análisis del consumo de fuel oil.

Según los datos obtenidos en la Dirección de Alimentación sobre el consumo de combustible fuel oil (Anexo 3), se calcula la diferencia del consumo de fuel oil entre el año 2005 y el 2008.

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.

2.5.2.2 Cálculo de comparación entre la caldera instalada en el año 2005 y la instalada en el año 2008.

Se realizó una comparación en cuanto al consumo de combustible por comensales de la caldera instalada en el año 2005 y la instalada en el año 2008, para ello se tomó como muestra los meses de enero, febrero y marzo del año 2008 y del 2009 respectivamente, ya que a partir de abril del año presente comenzó a funcionar la caldera del área de ciencias agropecuarias y entonces habría que tomarla en cuenta.

Para tal cálculo es necesario obtener el número de comensales de esos tres meses en ambos años (Anexo 3). Éste se ha calculado a partir del censo que se realiza diariamente en el comedor central durante el almuerzo y la comida. Al igual que los datos de consumo de los litros de Fuel Oil consumido en dichos meses. [27]

2.5.3 Portadores Gasolina y el Diesel.

Se hace una valoración de la base de transporte de la UCLV teniendo en cuenta dichos portadores para ver si la aplicación de la REC ha sido factible o no en cuanto al ahorro de dichos combustibles.

3.5.3.1. Remotorización.

Según los datos obtenidos por la Dirección de Transporte [28], se hace un estudio de cuando comienza la remotorización de los vehículos en dicha base. También se cuantifica cuantos vehículos se han remotorizado hasta el momento según su marca, modelo, índices de consumo en km/ litros recorridos antes y después de remotorizados y el tipo de combustible.

2.5.3.2 Consumo de Diesel.

Según los datos obtenidos por la Dirección de Transporte [28] (Anexo 4) se hace un estudio de la variación del consumo de combustible diesel desde el 2002 hasta el 2008, analizándose desde la entrada de la REC (2006) hasta el 2008 donde se aplican las principales medidas de ahorro. Con la diferencia de consumo se puede determinar el comportamiento del combustible en dichos años.

2.5.3.3 Consumo de Gasolina.

En el caso del combustible gasolina, se realiza el mismo procedimiento que en el caso del combustible diesel.

2.6. Análisis Financiero.

Se aplicó una metodología de cálculo para conocer la rentabilidad de cada uno de los proyectos de inversión realizados por la REC en la UCLV, en este caso solo se tomaron en cuenta los dos portadores que más se consumen en la universidad, como son el portador eléctrico y el de Fuel Oil respectivamente.

Para conocer si los proyectos fueron rentables o no se hace uso de varias funciones financieras como son:

1. Periodo de Recuperación de la Inversión (PER), esta función toma en cuenta el tiempo en que se recupera dicha inversión, ya sea en días, meses o años. Por lo que el Flujo de Efectivo (Fe) tiene que dar mayor que la inversión inicial del proyecto (I_0), para que sea rentable.
2. Valor Actual Neto (VAN), dicha función mide la rentabilidad absoluta del proyecto, para que sea rentable el proyecto el VAN tiene que dar mayor que cero.

3. Tasa Interna de Retorno (TIR), esta función toma en cuenta la tasa de rentabilidad propia del proyecto, por lo que el valor de la TIR (%) tiene que dar mayor que el Costo de Oportunidad del Capital (k) para que el proyecto sea rentable.

2.6.1. Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador eléctrico.

Para realizar el cálculo fue necesario conocer la inversión inicial (I_0) que se ha realizado para cada uno de los proyectos tomados en cuenta a la hora de sustituir los equipos [30], el tiempo de vida útil del equipo (t) [31], el valor de los flujos de efectivo (Fe); este valor es del resultado del ahorro anual de la energía eléctrica en $kWh/año$ por la sustitución de los equipos según el cálculo realizado en el epígrafe 3.5.1.3, en este caso es constante en el tiempo debido a que es un ahorro que se produce de forma anual. También es necesario conocer el costo de oportunidad del capital (k) o tasa de descuento, este valor se expresa en por ciento y es para conocer como ha estado el costo de oportunidad del capital en proyectos similares a este. [32]

Nota: a la hora de hacer el análisis en cuanto a los flujos de efectivo (Fe) sólo se toma en cuenta los ingresos producidos por el ahorro anual de energía eléctrica debido a la sustitución de equipos menos consumidores de energía eléctrica (equipos de climatización, refrigeradores y lámparas luminarias). Esto es debido a que se está evaluando un reemplazo por lo cual sólo se consideran los aportes tanto positivos como negativos del incremento que pueda tener el cambio. Por lo que esto es válido para los tres proyectos.

2.6.2. Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador fuel oil.

En el caso del portador fuel oil, el proyecto que se realizó fue la sustitución de la caldera en el comedor central, por lo que se aplicó el mismo análisis para evaluar la rentabilidad del proyecto. Para realizar el análisis fue necesario conocer la inversión inicial (I_0) del costo de la caldera [30], su tiempo de vida útil (t) [33] y el valor de los flujos efectivos (Fe). Para conocer este valor se tomaron en cuenta los ingresos por servicio ya sea por el servicio que brinda el comedor; como el de la tintorería en el año 2008, el costo de mantenimiento de la caldera, el gasto del consumo de combustible, el valor de depreciación de la caldera [34]. También es necesario conocer el costo de oportunidad del capital (k) o tasa de descuento. [33]

Capítulo III: Análisis de los resultados.

3.1. Características de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).

La Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) está situada en la provincia de Villa Clara 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.

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 1*). 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, dividida en tres áreas fundamentales de estudio y trabajo que detallaremos a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1: Extensión por áreas de la UCLV.[1]

	Área Central ha	Área Agropecuaria ha	Área Antillas ha	TOTAL ha
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
TOTALES	528960,77	1678092,9	40466,0	2247519,67

- **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.
- **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.

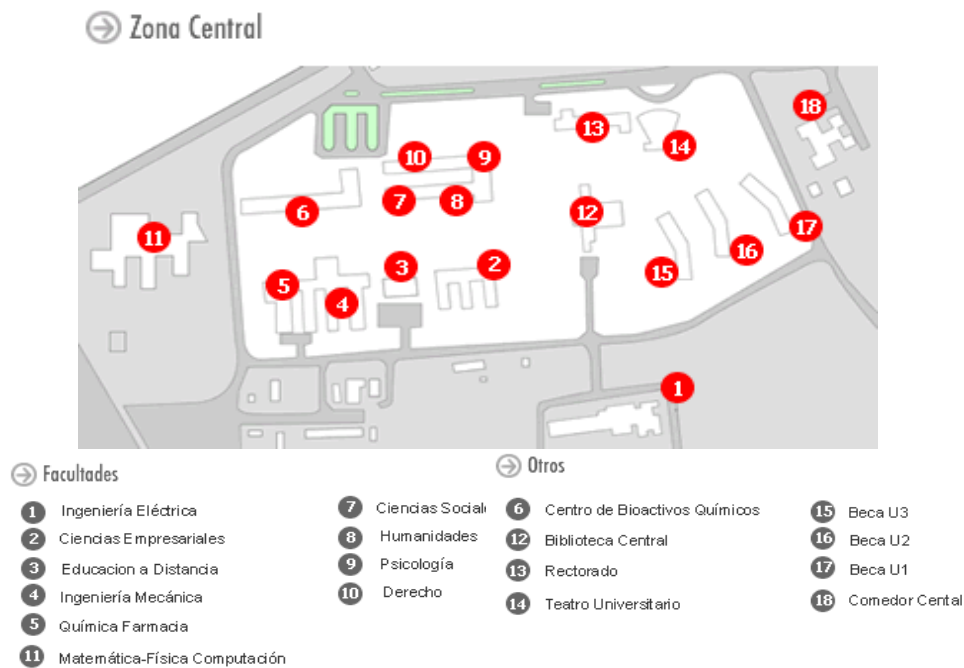


Fig. 5: mapa Área Central UCLV. [1]

En la tabla 2 se detallan las Facultades de la UCLV y los estudios de pregrado que se imparten.

Tabla 2: Facultades y carreras que se imparten en la UCLV.[Fuente: elaboración propia]

FACULTADES	CARRERAS UNIVERSITARIAS
Matemáticas, Física y Computación	Matemáticas Ingeniería Informática Física
Ciencias Agropecuarias	Medicina Veterinaria y Zootecnia Ing. Mecanización Agropecuaria 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

La población en el campus es cercana a los 10 000 habitantes, formada por profesores, trabajadores y estudiantes de pregrado y post grado. Además, la universidad tiene un área de influencia de 30 000 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.

Presenta además en el campus Universitario un total de 143 objetos de obras y se agrupan según su función de la forma siguiente.

Tabla 3: Objetos de obra en el campus Universitario[1]

Edificaciones	Cantidad de objetos de obras
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

Debido a la gran cantidad de servicios y población, se considera que la UCLV presenta características de un municipio especial y catalogado energéticamente como un gran consumidor de portadores energéticos a nivel nacional por parte de la Unión Nacional Eléctrica (UNE).

3.2. La Revolución Energética en Cuba aplicada a 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 “**Revolución Energética en Cuba**”, permitiendo un alto nivel de desarrollo técnico y docente, pero manteniendo el consumo energético en unos valores aceptables. 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 Anexo 1) .

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 figura 6 se representa de manera esquemática estas acciones.

Como se puede observar, 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.

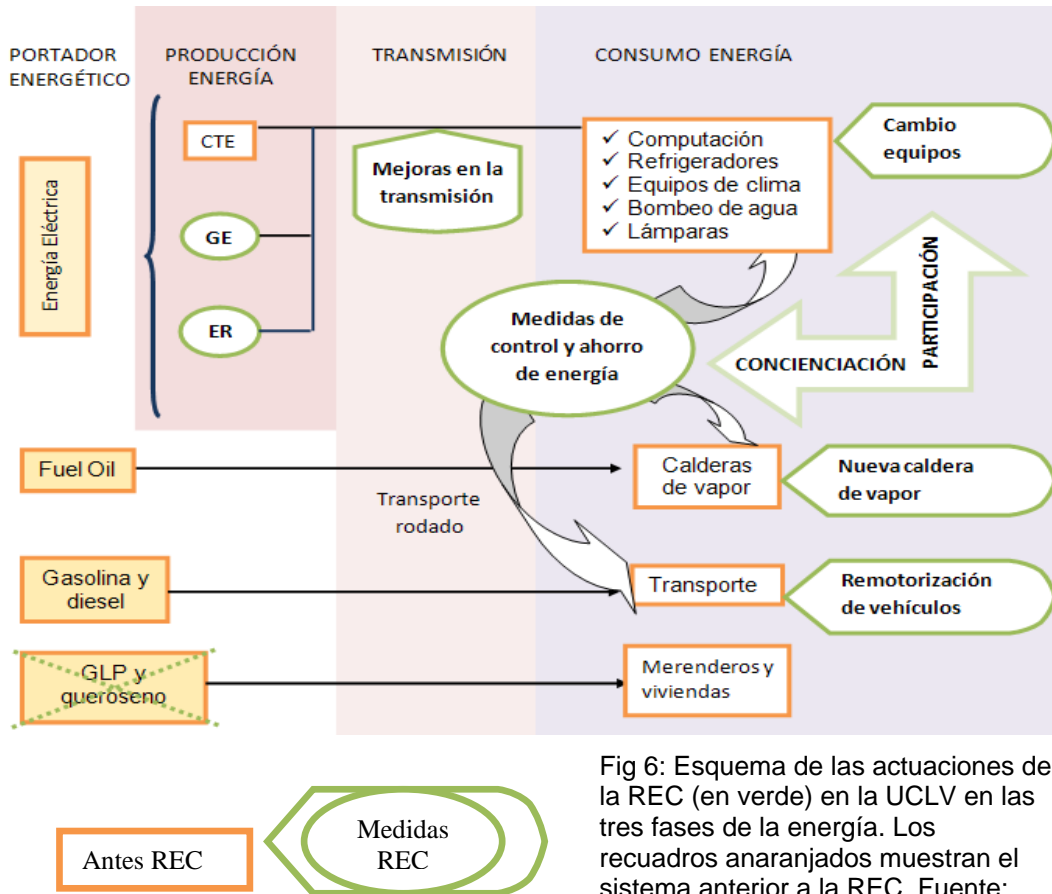


Fig 6: Esquema de las actuaciones de la REC (en verde) en la UCLV en las tres fases de la energía. Los recuadros anaranjados muestran el sistema anterior a la REC. Fuente: Elaboración propia.

El gas licuado de petróleo (GLP) y el queroseno, usados en cocinas particulares y merenderos, han sido retirados y sustituidos por sistemas de cocción eléctrica.

La energía eléctrica que abastece a la universidad se obtiene principalmente de las Centrales termoeléctricas (CTE) del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Para dar un soporte al suministro eléctrico (y asegurarlo en caso de 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 un 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 en 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 bombas), además de haberse adquirido 1537 computadoras y 230 equipos de climatización extras.

- **Control estricto de la energía,** centrándose en una gestión eficiente (ver Cuadro 1) de la electricidad y de los combustibles y la elaboración de un plan de ahorro y uso racional de la energía, detallado a contigación.

3.3. Medidas de ahorro de Electricidad en la UCLV para el curso 2008 - 2009. [21]

Es preciso acotar de que estas medidas fueron creadas teniendo en cuenta el crecimiento del consumo eléctrico que se ha producido en el país a partir de marzo del 2009 y para cumplir con las indicaciones de:

Para todas las dependencias universitarias:

1. Conectar las impresoras, fotocopiadoras, microcomputadoras y monitores sólo cuando se vayan a utilizar y los dos últimos configurarlos en su opción de ahorro. Cumplir con lo dispuesto por el documento “Indicaciones sobre el uso de las computadoras, impresoras y fotocopiadoras con el fin de ahorrar electricidad y de evitar posibles incendios”, que se encuentra disponible en la INTRANET del Centro. Logo PAEC.
2. En el horario pico de (11:00 am a 1:00 pm) en todas las dependencias universitarias:
 - 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 de docencia de pregrado y postgrado.
3. En el horario de (6:00 pm – 9:00 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.

4. Los laboratorios de computación de los estudiantes, profesores e investigadores, cerraran en el horario de lunes a viernes desde las 2:00 a.m., hasta las 8:00 a.m.
5. Los sábados todos los laboratorios de computación, trabajarán en el horario de 8:00 a.m. hasta las 11:00 am y de 1:00 pm a 6:00 pm.
6. Suspender el bombeo de agua del acueducto Central al tanque elevado en el horario de 5 a 8 pm. El bombeo del tanque apoyado a la red universitaria que actualmente se realiza durante 3 bombeos de dos horas cada uno, se mantienen las tres frecuencias de bombeo pero a 1.5 horas cada una. De igual procederá para el bombeo del acueducto de los Camilitos.
7. Se encenderá el alumbrado público a partir de las 7.30 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.
8. En Becas los bloques C1 y C2 del circuito eléctrico cámara #2 y del circuito Bloque 900 se les retirara el servicio eléctrico de 8.30 am a 11.30 am horario de la mañana y de 1.30 pm a 5 pm horario de la tarde.

3.4. Situación del 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.

Capítulo III: Análisis de los resultados.”

Tabla 4: Consumos anuales de los distintos portadores energéticos. Fuente: datos de consumo cedidos por UCLV. Elaboración propia.

Portador	U.M.	Consumo	F.Conver	T.C.C.	%	%ACUM.
Electricidad	MWh	3972	0.356	1414.03	79.84	79.84
Fuel-Oil	t	158.29	0.990	156.75	8.61	88.45
Diesel	t	117.48	1.035	121.59	6.68	95.12
Gasolina	t	84.30	1.053	88.80	4.88	100.00
Total				1820.83		

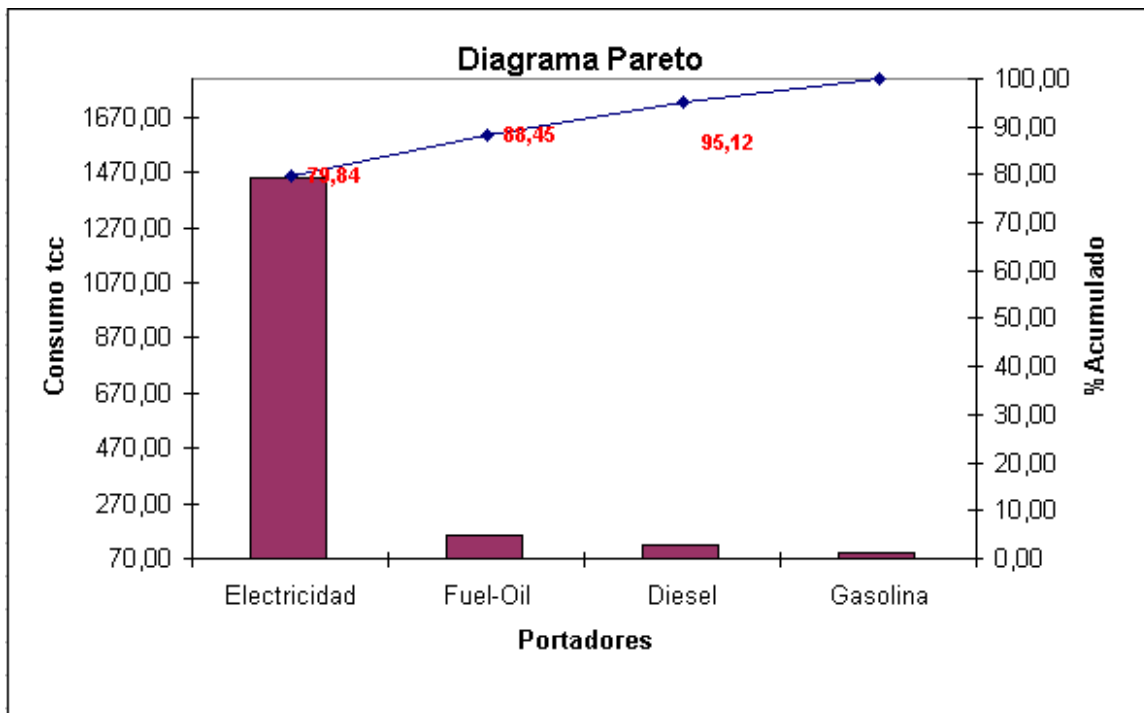


Gráfico 2.1: Diagrama de Pareto para los principales portadores energéticos [Fuente: Elaboración propia]

Se observa (gráfico 2.1) 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 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.

3.5. Portadores Energéticos.

3.5.1. Portador Eléctrico.

La electricidad que se consume en la universidad proviene de la vía energética dura[18], 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. 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 [22], y que a la vez alimentan a 32 bancos de distribución, los cuales se muestran numerados en la figura 7 y tabla 5 respectivamente.

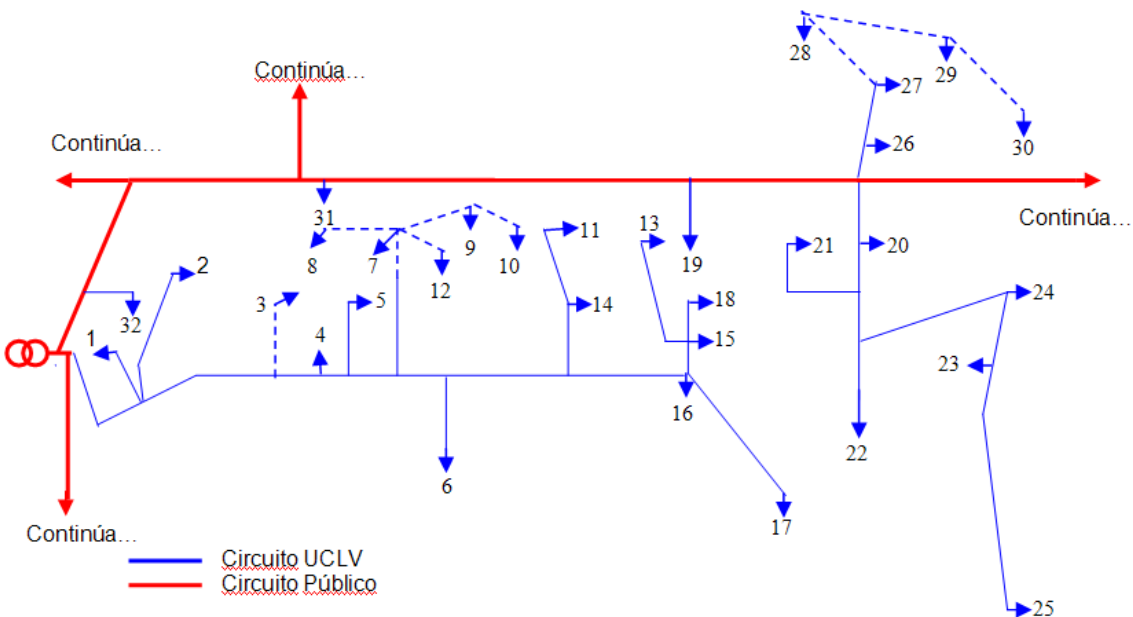


Fig. 7: Circuito eléctrico de la UCLV. Fuente: PAEC.

Tabla 5. 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 7. [Fuente: PAEC.]

Contadores	Secciones que incluyen
Albergue Antillas	
Bloque 900 (19)	
Cámara 1 (30)	Centro de Investigaciones Agropecuarias Facultad de ciencias Agropecuarias

Capítulo III: Análisis de los resultados.”

Cámara 2 (29)	Edificio de trabajadores y becas
Cámara 3 (28)	Comedor Camilitos , Albergue Becas
Cámara 4	Hotel los Sauces , Edificio de becas Acueducto Agropecuaria (26)
CBQ (Centro de Bioactivos Químicos)	
Centralito	
IBP (Instituto Biotecnológico de las Plantas)	
Imprenta UCLV	
Planta Piloto (Campus Central)	Tanque elevado (1) Facultad Matemática (2) Facultad Mecánica (3) Fundición (4) Centro de Cálculo (5) Facultad Eléctrica (6) Facultad Humanidades (7) Sala Historia (8) Rectorado (9) Teatro 1 (10) Teatro 2 (11) Biblioteca y U3 (12) U4 y U5 (13) U1 y U2 (14) Lavandería (15) Acueducto Central (16)

	Bomba del río (17) Comedor (18)
Planta Purificadora	
Puerta UCLV	Fibra Óptica (31) Servidores (32)
SEDER (20)	Piscina (21) Gasolinera y FEU (22) Explosivos (23) Facultad Construcciones (24) Pollera (25)

3.5.1.1. Análisis del Incremento de la Energía Eléctrica.

A partir de la Revolución Energética en La Universidad Central se observa un incremento de consumo de energía eléctrica tal como se muestra en el gráfico 2.2.

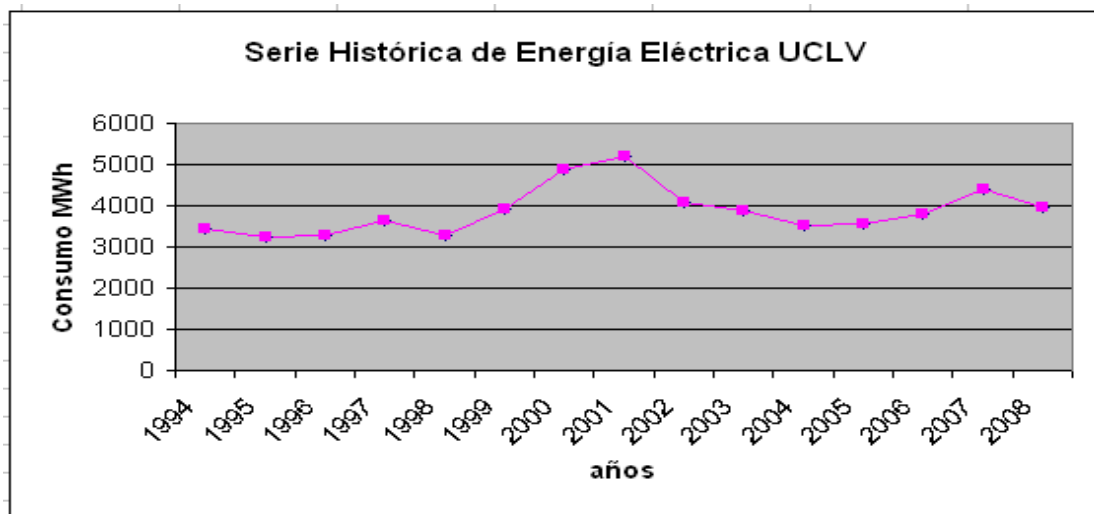


Gráfico 2.2: Diagrama de línea para la serie histórica de Energía Eléctrica en la UCLV[23]

Este incremento del consumo a partir del 2006 se corresponde con la estabilización del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y a la adquisición de numerosos equipos eléctricos (refrigeradores, equipos clima, computadoras, etc.) que hicieron incrementar la demanda. El 74 por ciento del consumo de energía eléctrica se manifiesta en los laboratorios de computación, esto es debido al acentuado crecimiento de computadoras y equipos de climatizadores de aires (3139 PC y 586 equipos de climatizadores de aire), [24] y estos se encuentran en 13 facultades, 40 centros de investigación y se clasifican como, laboratorio de computación de estudiantes, de profesores investigadores y del personal administrativo y de

los servicios por lo que su control y diagnóstico energético es difícil y complejo de controlar. (Anexo 2)

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 esto es debido a la limitación del uso de los laboratorios de computación, es bueno señalar que esto no se considera como un ahorro debido a que el concepto de ahorro es ser más eficiente en el uso de la energía, es decir que aunque haya habido un incremento de los equipos eléctricos ya sea por concepto de computadoras, equipos de clima y otros si se lograra una mayor eficiencia de los mismos para que el consumo de energía eléctrica disminuya, entonces si hubiera un ahorro.

La UCLV cuenta para el control del consumo de la energía eléctrica con un total de 15 metros contadores, sin embargo, solo en 6 metros recae el consumo casi total del centro. Estos metros son por orden de importancia los siguientes:

- 1. Planta Piloto, este metro contempla prácticamente toda la parte central de la UCLV, consume este circuito más del 60 por ciento de la energía eléctrica asignada a la universidad.**

Tabla 6: Consumo de Energía Eléctrica de la Planta Piloto del 2005 – 2008 [25]

PLANTA PILOTO			
AÑO	TOTAL MW.h/año	PROMEDIO MENSUAL MW.h/mes	OBSERVACIONES TOTAL DE COMPUTADORAS
2005			1000
2006	1892	157	1200
2007	2341	195	2000
2008	2191	182	2308

En este circuito (metro contador) se encuentran:

- 11 Facultades de las 13 de centro abarcando un espectro de casi 3000 estudiantes del curso diurno.
- Una parte importante del centro de bio activos Químicos la biblioteca Central.
- La cocina comedor Central que presta servicio a más de 6000 usuarios y donde se elaboran alimentos para 7500 comensales como promedio.

- Las dos estaciones de bombeo principales del centro que abastecen de agua a un universo de población de más de 10000 personas.

Además del mismo consumen energía eléctrica las áreas administrativa y de servicio, la Planta Piloto José Martí, dirección de transporte, policlínica, talleres de mecánica taller de presencia técnica de Copextel, Dirección de mantenimiento, 4 edificios de becarios, 150 trabajadores albergados, el teatro Universitario con capacidad para 900 personas y que presta servicios de extensión universitaria a la UCLV y al consejo Popular de la zona con actividades regulares de martes a jueves, el Rectorado, la Sala de Historia, la Dirección de Universalización, la Dirección de Informatización.

El centro finalizó el año 2008 con un total de 2608 computadoras, este circuito cuenta con 2308 computadoras y cerca de 340 equipos de clima. La tabla 6 demuestra que el incremento de las computadoras y equipos de climas asociados serán las causas del incremento del consumo de la energía eléctrica en este circuito si no se limitase el horario de trabajo de los laboratorios de computación.

2. Metro Contador SEDER.

Este metro mide los consumos de energía del complejo de deportes de la UCLV. Esta instalación cuenta con 2 piscinas para los entrenamientos de estudiantes atletas y que se pone en función del consejo Popular de la Universidad para dar recreación en el verano a la población del mismo y por ello incrementa su consumo en la etapa veraniega. También este metro mide los consumos de energía del área de la Facultad (500 estudiantes), el centro de estudio de Química Aplicada (CEQA), la Estación Experimental de Zootecnia, el taller de maquinaria agrícola, los almacenes de ATM, una carpintería y el Plantel Avícola, situado dentro del perímetro, pero que no pertenece a nuestro centro que posee cámaras de incubación que son altas consumidoras de energía eléctrica. Hay que destacar el aumento de los actuales niveles de la actividad computacional de la Facultad de Construcciones.

Su consumo medio durante el curso es de 45 MW.h/mes y durante el periodo vacacional es de 28 MW.h/mes.

3. Metro Contador Cámara #4.

Este metro mide los consumos de la energía eléctrica en una parte del Área Agropecuaria del Centro, dos edificios de residencias con más de 800 becarios en el actual curso, el

edificio perteneciente al Departamento de mecanización agropecuaria y la Residencia de post grado “Hotel los Sauces”. Es de significar que las residenciáis de estudiantes comenzaron a funcionar en el curso 2008-2009 a plena capacidad y cuenta con sistema de bombeo propio.

Su consumo durante el curso pasado fue de unos 18 MW.h/mes y se incrementa durante el periodo vacacional hasta 25 MW.h/mes por el funcionamiento de los aires acondicionados del hotel los Sauces en función del plan Vacacional del Personal Universitario.

4. Bloque 900.

Este metro mide el consumo de energía eléctrica de los Edificios de Residencias estudiantiles U-9 de alumnos extranjeros (300 Becarios), del edificio de Residencias de Post grado U-10 (120 personas) y de la residencia Estudiantil Bloque 900 que en realidad alberga a 1200 estudiantes en ese edificio , la unidad gastronómica que se encuentra en el edificio U-9 que cuenta con una espaciosa cantina, restaurant, una pizzería y equipos de refrigeración para el mantenimiento de productos alimenticios y el expendio de estos . Esta unidad de gastronómica es el centro de elaboración para más de 10 000 usuarios y esta equipada con dos cámaras frías a partir de octubre del 2008.

El aumento del consumo de este circuito esta dado por el incremento de la actividad de estudiantes extranjeros y la cantidad de equipos eléctricos que emplean (computadoras, equipos de refrigeración, televisores, equipos de música, etc.) y en particular el incremento de estudiantes de la República Popular China con auto financiamiento. En el área de este circuito viven aproximadamente 1700 becarios.

5. Cámara #1.

Desde este servicio se alimentan las aulas y los laboratorios docentes y de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con 600 estudiantes. En esta área se desarrolla un importante proyecto internacional con una importante remodelación y rehabilitación de todos estos laboratorios sustituyendo una tecnología obsoleta por equipos modernos, siguiendo el principio de sustitución, se han instalado más de 35 equipos de clima, 20 PC, dos cámaras frías para la conservación de granos. En el curso 2008-2009 se pondrán en marcha 7 nuevos laboratorios, además por decisión del gobierno se construyeron 33 viviendas que se alimentan de corriente eléctrica de este circuito.

6. Cámara #2.

Desde ese servicio se alimentan las aulas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con 600 estudiantes, así como el edificio administrativo, el Centro de Investigaciones Agropecuarias y dos edificios de becarios con capacidad para 800 estudiantes. La Facultad de Ciencias Agropecuarias tiene más de 150 computadoras en los laboratorios que se alimentan de este servicio.

3.5.1.2. Análisis de los cambios electrodomésticos realizados en la UCLV.

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, 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 (los equipos antiguos a menudo se encontraban fuera de servicio). Los cambios empezaron en abril del 2007.

A continuación se realizará una metodología de cálculo para algunos de los equipos antes mencionados en este caso para los climatizadores de aire, refrigeradores y lámparas donde se demuestra la dimensión del cambio.

3.5.1.3. Cálculo para conocer los consumos energía eléctrica, según los equipos electrodomésticos analizados (climatizadores de aire, refrigeradores y lámpara luminarias):

- **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de los equipos climatizadores de aire nuevos instalados.**

Tabla 7: Sustitución de equipos de climatizadores de aire a partir del 2006. [Fuente: Elaboración propia]

Tipo de equipo	modelo	BTU	Consumo en Amperes	Cambio	Potencia(W) W = V * A
Climatizadores de aire					.
Bajo consumo (Equipos nuevos instalados)	LG	6000	2.5	92	550
	LG	8500	3.9	92	858
	LG	12 000	5.4	46	1188
Alto consumo (se retiran)	Sanyo	2400	13	92	2860
	Soviético	1500	5.5	90	1210
	Soviético	2500	9	48	1980

$$\frac{550W}{LG(6000BTU)} * 92LG(6000BTU) = 50600W \approx 50.6kW$$

Ecuación 1.

$$50.6kW * \#13/día = 658kWh/día$$

Ecuación 2.

$$658kWh/día * 264día/año * f_o$$

Ecuación3.

$$658kWh/día * 264día/año * 0.8 = 138970kWh/año$$

$$\frac{858W}{LG(8500BTU)} * 92LG(8500BTU) = 78936W \approx 79kWh/día$$

Ecuación 1.

$$79kW * 13h/día = 1027kWh/día$$

Ecuación 2.

$$1027kWh/día * 264día/año * 0.8 = 216902kWh/año$$

Ecuación 3.

$$\frac{1188W}{LG(1200BTU)} * 46LG(1200BTU) = 54648W \approx 55W \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$55kW * 13h/día = 715kWh/día \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$715kWh/día * 264día/año * 0.8 = 151008kWh/año \quad \text{Ecuación 3.}$$

Si se suman los consumos de energía eléctrica de todos los equipos climatizadores de aire nuevos instalados, la UCLV consume aproximadamente un total de $506\ 880 kWh/año$.

➤ **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de los equipos climatizadores de aire retirados.**

$$\frac{2860W}{Sanyo} * 92Sanyo = 263120W \approx 263.12kW \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$263.12kW * 13h/día = 3420.56kWh/día \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$3420.56kWh/día * 264día/año * 0.8 = 722422kWh/año \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$\frac{1210W}{Soviético(1500BTU)} * 90Soviético(1500BTU) = 108900W \approx 109kW \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$109kW * 13h/día \approx 1417kWh/día \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$1417kWh/día * 264día/año * 0.8 = 299270kWh/año \quad \text{Ecuación 3.}$$

$$\frac{1980W}{Soviético(2500BTU)} * 48Soviético(2500BTU) \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$95kW * 13h/día = 1235kWh/día \quad \text{Ecuación 2.}$$

$$1235kWh/día * 264día/año * 0.8 = 260832kWh/año \quad \text{Ecuación 3.}$$

Si se suman los consumos de energía eléctrica de todos los equipos climatizadores de aire retirados, la UCLV consume aproximadamente un total de $1\ 282\ 524 kWh/año$.

Según los cálculos realizados el consumo de energía eléctrica de los equipos retirados en un año son de $1\,282\,524 \text{ kWh/año}$; mientras que el consumo de energía eléctrica de los equipos nuevos instalados es de $506\,880 \text{ kWh/año}$, hallando la diferencia se puede apreciar un ahorro de $775\,644 \text{ kWh/año}$.

Según el energético de la UCLV el precio de la tarifa eléctrica es de $0.1 \text{ \$/kWh}$ ya que este es el valor medio de kWh de acuerdo a la norma M₁B del circuito de planta piloto donde se encuentran el 80% de los laboratorios de computación. [38]

Si se multiplica la cantidad de kWh/año ahorrado en un año por el precio de la tarifa $0.1 \text{ \$/kWh}$, podemos conocer la cantidad de dinero ahorrado anualmente solo por concepto de cambio de los equipos de climatización de aire.

$$775644 \text{ kWh/año} * 0.1 \text{ \$/kWh} = \$ 77\,560.40/\text{año} \rightarrow \text{cantidad de pesos ahorrados.}$$

➤ **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de los refrigeradores nuevos instalados.**

Tabla 8: Sustitución de refrigeradores a partir del 2006. [Fuente: Elaboración propia]

Tipo de equipo	Modelo	Consumo en Amperes	Cambio	Potencia(W) W = V * A
Refrigeradores				
Bajo consumo (Equipos nuevos instalados)	LG	1.2	117	130
	Haier	1.7	10	187
Alto consumo (se retiran)	Soviético	3.5	66	385
	INPUT	2.5	61	275

$$\frac{130W}{LG} * 117LG = 15210W = 15.21kW$$

Ecuación 4.

$$15.21kW * 14 \text{ h/día} = 212.94 \text{ kWh/día}$$

Ecuación 5.

$$212.94 \text{ kWh/día} * 334 \text{ día/año} * f_o$$

$$212.94 \text{ kWh/día} * 334 \text{ día/año} * 0.8 = 56896 \text{ kWh/año}$$

Ecuación 6.

$$\frac{187W}{Haier} * 10Haier = 1870W \approx 1.8Kw$$

Ecuación 4.

$$1.8kW * 14 \text{ h/día} = 25.2 \text{ kWh/día}$$

Ecuación 5.

$$25.2 \text{ kWh/día} * 334 \text{ día/año} * 0.8 = 6733 \text{ kWh/año}$$

Ecuación 6.

Si se suman los consumos de energía eléctrica de todos los refrigeradores nuevos instalados, la UCLV consume aproximadamente un total de 63629 kWh/año .

➤ **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de los refrigeradores retirados.**

$$\frac{385W}{Soviético} * 66soviético = 25410W = 25.41kW$$

Ecuación 4.

$$25.41kW * 14 \text{ h/día} = 355.74 \text{ kWh/día}$$

Ecuación 5.

$$355.74 \text{ kWh/día} * 334 \text{ día/año} * 0.8 = 95054 \text{ kWh/año}$$

Ecuación 6.

$$\frac{275W}{impnt} * 61impnt = 16775W = 16.8kW$$

Ecuación 4.

$$16.8kW * 14 \text{ h/día} = 235.2 \text{ kWh/día}$$

Ecuación 5.

$$235.2 \text{ kWh/día} * 334 \text{ h/año} * 0.8 = 62845 \text{ kWh/año}$$

Ecuación 6.

Si sumamos los consumos de energía eléctrica de todos los refrigeradores retirados, la UCLV consume aproximadamente un total de 157899 kWh/año .

Conociendo que el consumo de energía eléctrica anual obtenido en los cálculos de los refrigeradores retirados es de $157\ 899 \text{ kWh/año}$ y lo consumido por los refrigeradores nuevos es de $63\ 629 \text{ kWh/año}$, si hallamos la diferencia da un ahorro de $94\ 270 \text{ kWh/año}$.

Multiplicamos lo ahorrado $94\,270 \text{ kWh/año}$ por el valor de la tarifa eléctrica $0.1 \text{ \$/kWh}$, se puede conocer que la universidad ahorra anualmente un total de $\$ 9427/\text{año}$ gracias a los cambios realizados.

➤ **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de las lámparas luminarias nuevas instaladas.**

Tabla 9: Sustitución de lámparas luminarias a partir del 2006. [Fuente: Elaboración propia]

Tipo de equipo	modelo	Cambio
Lámparas		
Bajo consumo (Equipos nuevos instalados)	(lámparas de 36 W)	4000
Alto consumo (se retiran)	(lámparas de 40 W)	4000

$$\frac{36W}{\text{lámpara}} * 4000\text{lámparas} = 144000W = 144kW \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$144kW * 10.5 \text{ h/día} = 1512 \text{ kWh/día} \quad \text{Ecuación 8.}$$

$$1512 \text{ kWh/día} * 365 \text{ día/año} * f_o \quad \text{Ecuación 9.}$$

$$1512 \text{ kWh/día} * 365 \text{ día/año} * 0.8 = 441504 \text{ kWh/año}$$

Si sumamos los consumos de energía eléctrica de todas las lámparas luminarias nuevas instaladas, la UCLV consume aproximadamente un total de 441504 kWh/año .

➤ **Cálculo de los consumos de energía eléctrica de las lámparas luminarias retiradas.**

$$\frac{40W}{\text{lámpara}} * 4000\text{lámparas} = 160000W \approx 160kW \quad \text{Ecuación 7.}$$

$$160kW * 10.5 \text{ h/día} = 1680 \text{ kWh/día} \quad \text{Ecuación 8.}$$

$$1680 \text{ kWh/día} * 365 \text{ día/año} * 0.8 = 490560 \text{ kWh/año}$$

Ecuación 9.

Si sumamos los consumos de energía eléctrica de todas las lámparas luminarias retiradas, la UCLV consume aproximadamente un total de 490560 kWh/año .

Conociendo el consumo de energía eléctrica anual realizado en los cálculos de las lámparas luminarias de 40 W retiradas es de 490560 kWh/año y lo consumido por las lámparas luminarias nuevas es de 441504 kWh/año , si hallamos la diferencia da un ahorro de 49056 kWh/año .

Multiplicamos lo ahorrado 49056 kWh/año por el valor de la tarifa eléctrica $0.1 \text{ \$/kWh}$, podemos conocer que la universidad ahorra anualmente un total de $\$ 4905.60/\text{año}$ gracias a los cambios realizados.

Tabla 14: Ahorro por cambios de electrodomésticos. [Fuente: Elaboración propia]

Cambios electrodomésticos	Cantidad de pesos ahorrados por año (\\$/año)
Climatizadores de aire	77 560.40
Refrigeradores	9427
Lámparas luminarias	4905.60
Total de pesos ahorrados por año (\\$/año)	91 893

3.5.2. Portador fuel – oil

De la energía consumida por la universidad, el portador fue oil ocupa el segundo lugar en el consumo energético de importancia. 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 vapor, de nacionalidad Cubano-Búlgara, que funcionó hasta hace cuatro años. En el 2003, tras detectar el bajo rendimiento de ésta, el programa de la Batalla de Ideas propulsó la decisión de un cambio urgente de caldera de vapor 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 vapor nueva (Cubano-

Española) comenzó a funcionar de forma continua y se mantuvo la antigua para casos de emergencia. En el año 2008 la universidad compró otra caldera más moderna (Cubana – Española), donde fue puesta en marcha en noviembre de ese mismo año, la caldera antigua que se encontraba para caso de emergencia esta en desuso y la instalada en el 2005 es la que se utiliza ahora para casos de emergencias. También fue la apertura en abril de este año (2009) de otro comedor (en los Camilitos) con servicio de cocina, ya que antes sólo funcionaba 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 dos de ellas.

A continuación se detallan las características principales de la caldera que estuvo funcionando a partir del 2005 y la caldera nueva instalada en noviembre del 2008 en el comedor central.

Tabla 10: Características técnicas de la caldera instalada en el 2005. [27]

Fabricante		ALASTOR UMISA
Modelo		CMS 2.5
Parámetro	UM	Valor
Producción de vapor nominal	kg/h	2500
Superficie de calefacción	m^2	69
Volumen de agua	m^3	7.43
Presión de diseño	bar	10/13
Temperatura de vapor saturado (10 bar)	$^{\circ}C$	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	$P1g$	3
Válvula de seguridad	$P1g$	1
Entrada de agua de alimentación	$P1g$	11/4(1.25)

Extracción de fondo	P1g	1 ^{1/2} (1.5)
Temperatura max. De los gases de escape	°C	300
Bomba de agua	Grundfos	
Quemador rotatorio	RAY	

Tabla 11: Características técnicas de la caldera nueva instalada en noviembre del 2008.[27]

Fabricante	ALASTOR UMISA	
Modelo	CMSC - 1100	
Parámetro	UM	Valor
Presión máxima de trabajo	1.2	MPa
Presión de disparo	1.1935	MPa
Producción de vapor	1100	kg/h
Superficie de calefacción	29.79	m ²
Rendimiento térmico	88.17	%
Eficiencia calculada	88.17	%
Producción nominal de vapor	1.1	t/h
Potencia térmica	847.87	kW
Producción máxima de trabajo	1.2	MPa
Presión de cálculo	1.3	MPa
Temperatura nominal de salida de vapor	194	°C
Temperatura del agua durante la prueba	27	°C
Temperatura de salida de los gases	251	°C
Tipo de combustible	Fuel Oil	
Volumen de agua	2.58	m ³
Superficie de transferencia de calor	29.79	m ²
Consumo de combustible	75.7	kg/h
Peso de transportación	3.85	t
Peso de operación	6.6.78	t

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 de vapor en uso. El 2003 fue el año con más consumo de combustible y los años posteriores se caracterizaron por presentar una disminución lineal que permanece hasta el 2008, como muestra el gráfico 2.3. Los datos obtenidos por la dirección de transporte se pueden observar en el anexo 3.

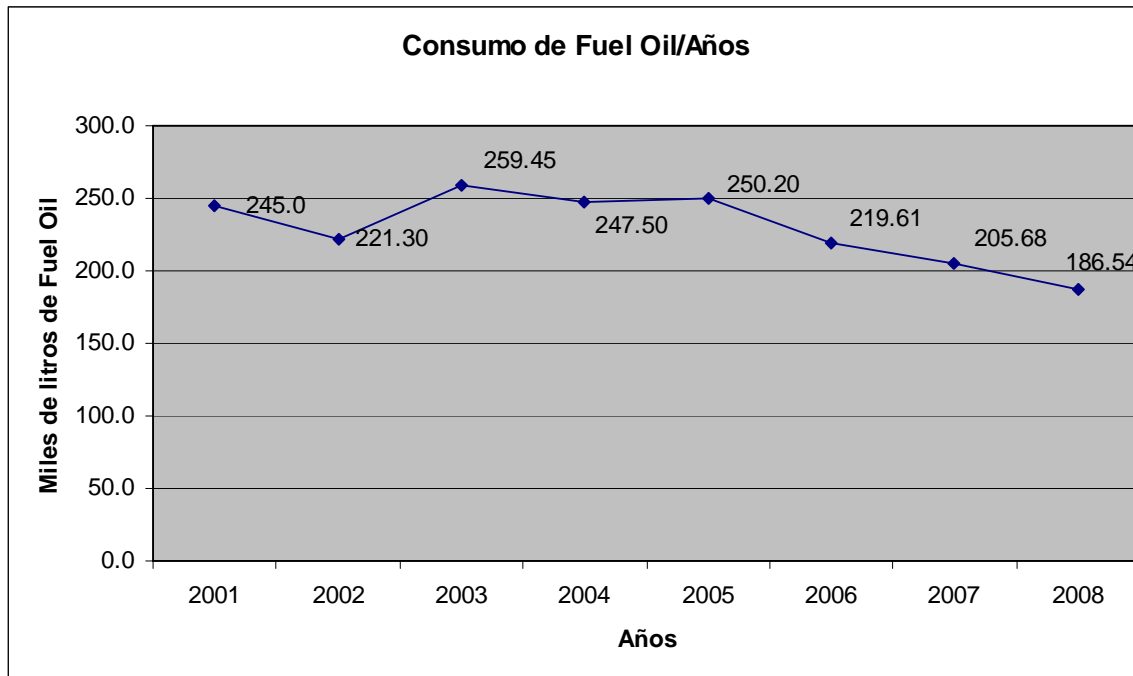


Gráfico 2.3: Comportamiento del consumo de Fuel Oil en la UCLV. [Fuente: Elaboración propia]

El consumo ha disminuido a lo largo del periodo 2005-2008 por el uso de la caldera de vapor 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.

3.5.2.1. Consumo de fuel oil.

Al calcular la diferencia del consumo de fuel oil entre el año 2005 y el 2008, se obtiene como resultado que se ha obtenido un ahorro de 63 660 litros, equivalentes a 58 885.5 kg y por lo tanto un total de 59t (densidad Fuel - Oil = $0.925 \frac{kg}{l}$) de ahorro de combustible en los últimos 3 años.

El 4 de mayo del 2009 el precio del fuel oil estaba a \$0.30 /lts. Por lo que si multiplicamos la cantidad de kg ahorrados de fuel oil por el importe del consumo producido en la universidad precio, podemos conocer la cantidad de pesos ahorrados en los últimos tres años ($\$0.30/\text{lts} * 63660\text{lts} = \$ 19 098$). [27]

3.5.2.2. Resultados de la comparación entre la caldera instalada en el año 2005 y la instalada en el año 2008.

En la gráfica 2.3 se muestra el consumo de fuel-oil por comensales en el primer trimestre de los años 2008 y 2009. Se aprecia un incremento del consumo de fuel oil por comensales en el año 2009 en relación con el 2008; con un incremento es de 0.021 litros/comensal.

De acuerdo a los datos técnicos, la caldera de vapor nueva instalada presenta una mayor eficiencia que la instalada en el 2005, sin embargo el consumo es mayor debido a la cantidad de pérdidas de vapor por salidero que presenta dicha instalación por lo que disminuye el intervalo de paradas.

Como se vio anteriormente hay un incremento del consumo de fuel-oil del trimestre 2009 con respecto al 2008, dicho incremento fue de 8029 litros de fuel – oil, equivalente a 7427 kg para un total de 7t más consumidas que en el año 2008.

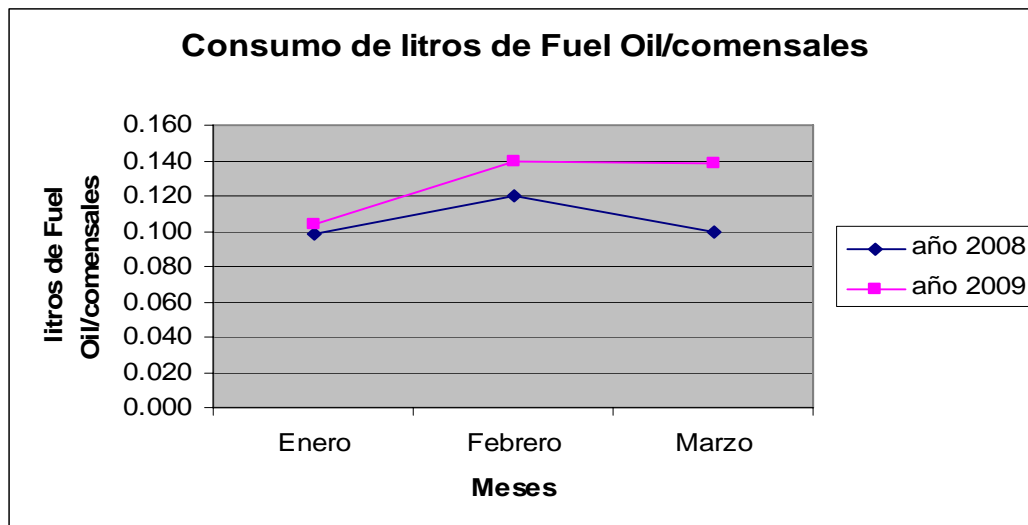


Gráfico 2.3: Consumo de Fuel Oil por comensales en la caldera de vapor del comedor central de la UCLV.

[Fuente: Elaboración propia]

3.5.3 Portadores Diesel y Gasolina.

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 período 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).

Anteriormente en las empresas existían pistas de combustibles las cuales presentaban altos inventarios de combustible en sus depósitos, los que no tenían movimiento y debido a los altos precios del mercado mundial el país decidió crear una nueva empresa Financiera CIMET (FINCIMEX) adjunta a la Unión Cuba Petróleo (CUPET) lo cual hace un control estricto del consumo de combustible de cada empresa.

Después de dicho reordenamiento y la pérdida de la pista de combustible de la UCLV se hace necesario realizar la demanda de combustible por actividad e índice de consumo de combustible por equipos. Las principales actividades son las docentes e investigativas, administrativas, de transporte masivo y actividades de servicios. [28]

Como se ha mostrado en el anexo 1 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 año 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.

La remotorización de varios vehículos de dicha base de transporte, así como la baja técnica de algunos vehículos y los altos precios del combustible a nivel mundial, trae consigo una disminución en el consumo de combustibles.

La tabla 12 presenta un resumen con la flota de vehículos que actualmente dispone la base de transporte de la universidad. [28]

Tabla 12: Resumen de Equipos según marcas y modelos [28]

No	Marca	Modelo	Cant.	Índice Km/lts
1	Lada	Todos	12	10
2	Opel	Corza	2	10
3	VW	Golf	3	10
4	Toyota	Corolla	1	12
5	Mitsuvichi	Galan	1	12
6	Volga	24	1	7
7	Seart	CL-70	2	10
8	Moscovich	Todos	2	9
9	Ford	70	1	12
10	VW	Polo	1	12
11	VW		1	15
12	Girón	VI	8	4
13	Pegaso	Urbano	3	2
14	Toyota	Coaster	1	5
15	GMC	YGM530 7	1	1.8
16	FIAT	Todos	3	2
17	GMC	600	2	3.9
18	Girón	II	1	2.5
19	VW	San Yoon	1	8
20	WAZ	Yunday	1	10
21	WAZ	479	3	7
22	Suzuki	SJ413	1	10
23	Niva	2121	1	9
24	FIAT	Ducato	1	8
25	Toyota	LH 174	1	8
26	VW	Micro	1	8
27	TV	Yunday	1	12
28	GAZ	53	6	2.5
29	ZIL	Roman	1	4
30	GAZ	66	2	4.5

31	Peugot	Panter	3	12
32	WAZ Panel	429	3	5
33	ZIL	130	2	2
34	MAZ	500	2	2.2
35	AVIA		1	4
36	Nissan	Pastrol	2	7
37	Peugot	307	1	17
38	Peugot	605	1	17
39	Moscovich	Panel	2	9
40	Aro	Camioneta	2	8
41	Motos	Todas	18	
Total	41		101	

3.5.3.1. Remotorización.

En el 2006 se comienza a remotorizar los vehículos, esto trae consigo una mejora de la eficiencia en la base de transporte, un mejor consumo de combustible por *km* a recorrer y una mejor explotación del vehículo para las actividades a realizar. Hasta el momento (2009) los cambios realizados han sido la remotorización de 5 vehículos. [28]

En la tabla 13 se muestra un resumen de los vehículos que han sido remotorizados hasta el momento, la marca y el modelo de dichos vehículos, los índices de consumo en $\frac{km}{lts}$ antes de remotorizar y después de remotorizado y el tipo de combustible que consumen.

Tabla 13: Cantidad de equipos remotorizados según marcas y modelos.[28]

Marca	Modelo	Cantidad de vehículos remotorizados	Índices $\frac{km}{lts}$		Tipo de combustible
			Antes de remotorizar	Después de remotorizar	
Girón	VI	1	3.5	4	Diesel
Toyota	Coaster	1	4	5	Diesel
Pegaso	Urbano	2	1.8	2	Diesel
Avia		1	4	5	Diesel

3.5.3.2 Consumo de Diesel.

En el gráfico 2.4 se aprecia las variaciones del consumo de combustible diesel en el transporte, registradas por la Dirección de Transporte 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, fueron los años muy difíciles debido al periodo especial, donde el sector estaba fuertemente debilitado. A partir del 2006 se aplican las principales medidas de ahorro, teniendo un notable efecto en el gasto de combustible diesel. Los datos obtenidos por la dirección de transporte se pueden observar en el anexo 4.

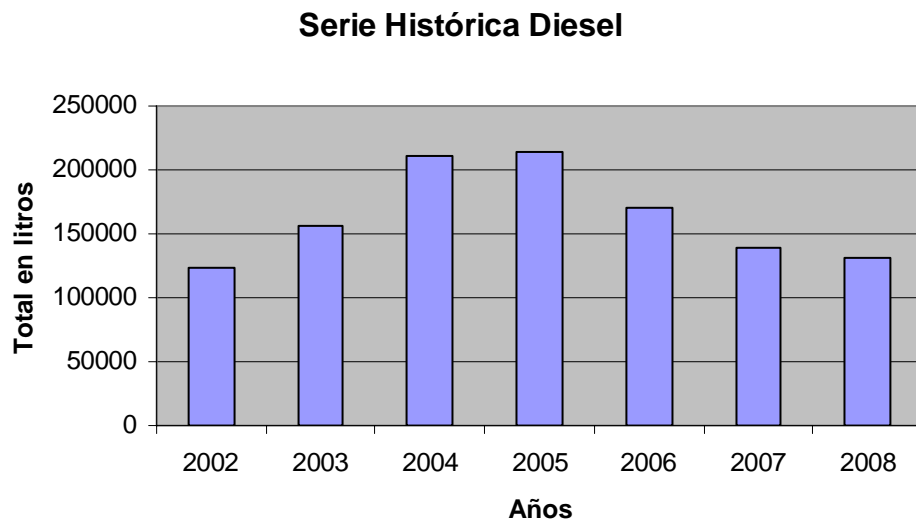


Gráfico 2.4: Consumo de diesel en los años 2002 – 2008 [Fuente: Elaboración propia]

Desde la entrada de la REC (2006) hasta el año (2008), se visualiza un ahorro de 38 Mlitros. Según los datos adquiridos por la dirección de transporte, [28] el precio del combustible diesel a partir del año 2006 hasta el 2008 para la base de transporte fue de 0.50cuc/litro de combustible.

Por lo que si multiplicamos la cantidad de Mlitros ahorrados por lo que cuesta un litro de diesel, podemos conocer la cantidad de CUC ahorrados en estos tres años en la base de transporte.

$$(38000 \text{ litros} * 0.50 \text{ CUC/litros} = 19000 \text{ CUC}).$$

3.5.3.3 Consumo de Gasolina.

En el caso del combustible gasolina pasa lo mismo que en el diesel, se observa como a partir del 2006 se aplican las principales medidas de ahorro, teniendo un notable efecto en el gasto de combustible Gasolina. Los datos obtenidos por la dirección de transporte se pueden observar en el anexo 4.

Serie Histórica de Gasolina

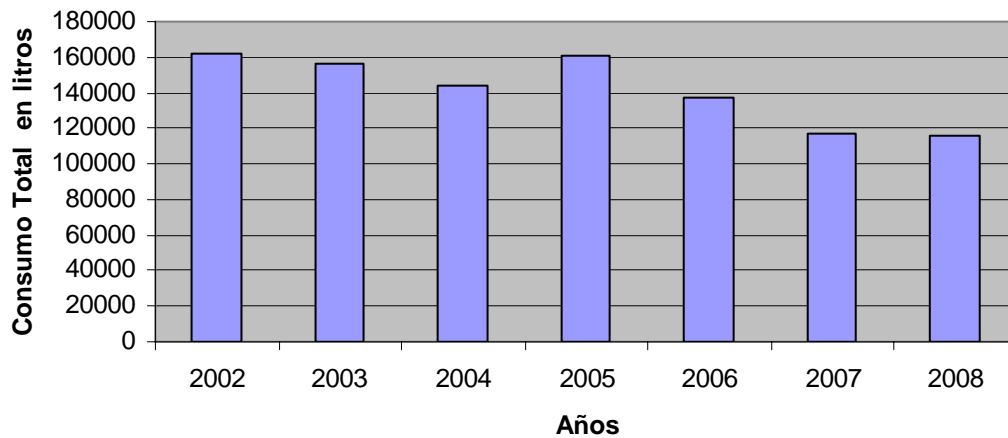


Gráfico 2.5: Consumo de gasolina en los años 2002 – 2008 [Fuente: Elaboración propia]

Se ha calculado la diferencia de consumo, como en el caso del diesel, comparando el 2006 con el 2008, el resultado es un ahorro de 20.7 Mlitros de gasolina, es decir 14.10 toneladas (densidad de la gasolina = 0.680 kg/litro).

Por lo que si multiplicamos la cantidad de Mlitros ahorrados de gasolina por lo que cuesta a la base de transporte un litro de gasolina, según los datos adquiridos por la dirección de transporte, [28] el precio del combustible diesel a partir del año 2006 hasta el 2008 para la base de transporte fue de 0.55cuc/litro de combustible.

$(20700 \text{ litros} * 0.55 \text{ CUC/litros} = 11385 \text{ CUC})$. Podemos conocer la cantidad en cuanto el costo en CUC en dichos años.

3.6. Análisis de los indicadores financieros calculados.

3.6.1 Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador eléctrico.

➤ Proyecto de sustitución de equipos climatizadores de aire.

DATOS

$$I_0 = \$32260.88$$

$$t = 15 \text{ años}$$

$$Fe = \$ 77564.40$$

$$K = 12\%$$

a) PER

$$\left(\frac{32260.88}{77564.40} \right) * 12 = 4.99 \text{ meses} \rightarrow \text{Aproximadamente se necesitan 5 meses para recuperar la}$$

inversión.

$$\text{b) } VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

FIVPA → Este es un factor de anualidad que considera los flujos a un período de tiempo determinado.

$$(FIVPA) = \left[\frac{1}{k} - \frac{1}{k(1+1.12)^t} \right]$$

$$(FIVPA) = \left[\frac{1}{0.12} - \frac{1}{0.12(1+0.12)^{15}} \right]$$

$$(FIVPA) = 8.33 - \frac{1}{0.12(5.47)}$$

$$(FIVPA) = 6.8$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -I_0 + 77564.40(6.8)$$

$$VAN = -32260.88 + 527437.92$$

$$VAN = \$495177$$

c) TIR

$$VA = Fe(FIVPA)$$

VA → Valor actual, sumatoria de los flujos de efectivo descontados en el tiempo. Este valor debe dar lo más próximo posible a la inversión inicial (I_0), pero que no la sobrepase, para ello se va tanteando el valor de la tasa de descuento (k).

En este caso el valor de $k = 250\%$.

$$VA = 77564.40 \left[\frac{1}{2.5} - \frac{1}{2.5(1+2.5)^{15}} \right]$$

$$VA = 77564 * 0.4$$

$$VA = \$ 31025 \quad .76$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -32260.88 + 31025.76$$

$$VAN = -1235.12$$

Interpolando

k	VAN
12%	\$495 777
TIR	0
250%	(1235.12) → Este valor es negativo por lo que se pone dentro de paréntesis.

238% → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores de k (250%-12%)

\$ 493941.92 → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores del VAN.

$$238 \% \quad 493 \ 941.92$$

$$x \quad 495 \ 177$$

$$x = \frac{238 * 495177}{493941.92}$$

$$x = 238.6$$

TIR= 12%+238.6= 250.6% → Lo que tiene que aumentar la TIR para que el VAN sea cero.

Mediante los resultados obtenidos por dichos indicadores se puede considerar que el **proyecto es rentable.**

➤ **Proyecto de sustitución de refrigeradores.**

DATOS

$$I_0 = \$22580.00$$

t= 15 años

$$Fe = \$9427.00$$

$$k = 12\%$$

a) PER

0	1	2	3 → cantidad de años
$I_0 = -22580$	$Fe = 9427$	$Fe = 9427$	$Fe = 9427$
	(13153)	(3726)	

$$\left(\frac{3726}{9427} \right) * 12 \approx 2 \text{ años} + 5 \text{ meses}$$

b) VAN

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$FIVPA = \left[\frac{1}{k} - \frac{1}{k(1+k)^{15}} \right]$$

$$FIVPA = 6.8$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -22580 + 9427(6.8)$$

$$VAN = \$41523.6$$

c) TIR

$$VA = Fe(FIVPA)$$

$$VA = 9427 \left[\frac{1}{0.42} - \frac{1}{0.42(1.42)^{15}} \right]$$

$$VA = 9427 * 2.37$$

$$VA = 22\,341.99$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -22580 + 22341.99$$

$$VAN = -238.01$$

Interpolando

k	VAN
12%	\$41523.6

TIR	0
42%	(238.01)

30% → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores de k (42% -12%).

\$ 41 258.59 → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores del VAN.

$$30\% \quad 41258.59$$

$$x \quad 41523.6$$

$$x = \frac{30 * 41523.6}{41258.59}$$

$$x = 30.17$$

$$TIR = 12\% + 30.17 = 42.17\%$$

Mediante los resultados obtenidos por dichos indicadores se puede considerar que el **proyecto es rentable.**

➤ **Proyecto sustitución de lámparas luminarias.**

DATOS

$$I_0 = \$1600$$

$$k = 10\%$$

$$t = 5 \text{ años}$$

$$Fe = \$ 4 905.00$$

a) PER

$$\left(\frac{1600}{4905} \right) * 12 = 3.91 \rightarrow \text{Aproximadamente se necesitan 4 meses para recuperar la inversión.}$$

b) VAN

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$FIVPA = \left[\frac{1}{k} - \frac{1}{k(1+k)^5} \right]$$

$$FIVPA = \left[\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

$$VAN = -1600 + 4905(3.8)$$

$$VAN = \$17039$$

c) TIR

$$VA = Fe(FIVPA)$$

$$VA = 4905 * \left[\frac{1}{3.1} - \frac{1}{3.1(1+3.1)^5} \right]$$

$$VA = 1580.89$$

$$VAN = -I_o + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -1600 + 1580.89$$

$$VAN = -19.11$$

Interpolando

k	VAN
10%	\$17039
TIR	0
310%	(19.11)

300% → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores de k (310%-10%).

\$ 17019.89 → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores del VAN.

$$300\% \quad 17\,019.89$$

$$x \quad 17\,039$$

$$x = \frac{300 * 17039}{17019.89}$$

$$x = 300.34$$

$$TIR = 10\% + 300.34\% = 310.34\%$$

Mediante los resultados obtenidos por dichos indicadores se puede considerar que el **proyecto es rentable**.

Mediante el análisis financiero realizado podemos observar en la tabla 15 que todos los proyectos realizados por la REC han sido rentables en el caso del Portador Eléctrico. Según los resultados obtenidos en el cálculo de los indicadores podemos apreciar como el proyecto de mayor rentabilidad para la universidad fue la sustitución de los equipos climatizadores de aire.

Tabla 15: Resultados de los indicadores financieros para portador eléctrico. [Fuente: Elaboración propia]

Tipos de proyectos (Portador Eléctrico)	PER	VAN	TIR
Sustitución de equipos climatizadores de aire	5 meses	\$ 495 177	250.6%
Sustitución de refrigeradores	2 años y 5 meses	\$ 41 523.6	42.17%
Sustitución de lámparas luminarias	4 meses	\$17 039	310.34%

3.6.2 Cálculo del PER, VAN y TIR para el portador fuel oil.

➤ Proyecto de sustitución de la caldera.

DATOS

$I_o = 85628.29CUC$ → Este es el resultado de la suma de ambas monedas: (moneda nacional = \$ 8193.78 y divisa = 3696.51). Como la universidad es una entidad presupuestada por el Ministerio Superior de Educación (MES), la tasa de cambio es 1 CUP = 1 CUC. La Dirección de Economía suma los dos valores como una moneda total a la hora de hallar el presupuesto de la inversión, por esta razón los cálculos se harán en base a esta condición.

t= 25 años

k = 12%

- Costo de depreciación de la caldera (anual) = 15% de la inversión.

Costo de depreciación de la caldera = \$12844.24

- Tasa de impuesto sobre las utilidades = 0% esto es debido a que la universidad es una empresa presupuestaria. [35]
- Costo por mantenimiento = 6% de la inversión [36]

Costo de mantenimiento = \$ 5137.70

- Consumo de fuel oil en el año 2008 fue de 186 540 litros

Según la [27] el precio del fuel oil estaba el día 4 de mayo del año 2009 a $\$0.30/\text{litros}$.

Por lo que si se multiplica la cantidad de litros consumidos en el año 2008 por el costo de fuel oil en litros da como resultado:

$$186540\text{ts} * \$0.30/\text{ts} = \$ 55\ 962.00$$

Gastos por consumo de combustible = \$55 962.00

- Los ingresos generados por la cuota que pagan los trabajadores, profesores y estudiantes externos por comensales en el año 2008 fue de \$ 198 099.29, [27]

Ingresos del comedor = \$ 198 099.29

- Los ingresos generados por la cuota que pagan los trabajadores y profesores por el lavado de ropa en la tintorería en el año 2008, es preciso señalar que para los estudiantes el servicio es gratis. [37]

Ingresos de la tintorería = \$ 4208.40

+Total de ingresos.....	\$202 307.29
- Costo de mantenimiento.....	5 137.70
- Gasto por consumo de combustible.....	55962
- Gasto por depreciación.....	<u>12 844.24</u>
UAIT (utilidad antes intereses e impuesto).....	128 364.45
- Tasa de impuesto/ utilidades.....	<u>0%</u>
Utilidad neta.....	128 364.45
+ Depreciación.....	<u>12 844.24</u>
Flujos de Efectivos.....	141 208.70

a) PER

a) PER

$\left(\frac{85628.29}{141208.70}\right) * 12 = 7.28\text{meses} \rightarrow$ Aproximadamente se necesitan 8 meses para recuperar la inversión.

b) VAN

$$VAN = -I_o + Fe(FIVPA)$$

$$FIVPA = \left[\frac{1}{k} - \frac{1}{k(1+k)^{25}} \right]$$

$$(FIVPA) = \left[\frac{1}{0.12} - \frac{1}{0.12(1+0.12)^{25}} \right]$$

$$(FIVPA) = 7.84$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -85628.29 + 141208.70(7.84)$$

$$VAN = \$1\,021\,447.92$$

c) TIR

$$VA = Fe(FIVPA)$$

$$VA = 141208.70 * \left[\frac{1}{1.55} - \frac{1}{1.55(1+1.55)^{25}} \right]$$

$$VA = 141208.70 * 0.606$$

$$VA = 85572.50$$

$$VAN = -I_0 + Fe(FIVPA)$$

$$VAN = -85628.29 + 85572.50$$

$$VAN = -55.79$$

Interpolando

k	VAN
12%	\$934 207.53
TIR	0
165%	(55.79)

153% → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores de k (165%-12%).

\$ 934 151.74 → este valor es del resultado entre la diferencia de los dos valores del VAN.

$$143\% \quad 934\,151.74$$

$$x \quad 934\,207.53$$

$$x = \frac{153 * 934207.53}{934151.74}$$

$$x = 153.01$$

$$TIR = 12\% + 153.01 = 165.01\%$$

Mediante los resultados obtenidos por dichos indicadores se puede considerar que el **proyecto es rentable**. En la tabla 16 se muestra Resultados de los indicadores financieros para portador fuel oil.

Nota: Los cálculos de dichos indicadores fueron realizados para un flujo de efectivo constante para los 25 años de vida útil, tomando en cuenta de que los gastos por consumos se van a mantener constantes por lo que hay que lograr que los índices de consumos del combustible fuel oil no aumenten, esto será posible logrando una mejor eficiencia y para esto es necesario que tomen en cuenta los salideros de vapor que presentan dicha instalación.

Tabla 16: Resultados de los indicadores financieros para portador fuel oil. [Fuente: Elaboración propia]

Tipos de proyectos (Portador Fuel Oil)	PER	VAN	TIR
Sustitución de la Caldera	8 meses	\$1 021 447.10	165.01

3.5. Consideraciones Ambientales.

3.5.1. Potencial de inserción en el MDL del Protocolo de Kyoto.

En el marco del Protocolo de Kyoto, el cual ha sido ratificado por la mayoría de los países de la comunidad internacional excepto por EE.UU. principal despilfarrador de energía y en consecuencia emisor número uno de CO₂ a la atmósfera, se establece el Mecanismo de Desarrollo Limpio, MDL, como una estrategia de acción para financiar proyectos en países pobres encaminados a la implementación de programas de ahorro energético y uso de fuentes renovables de energía entre otros, como vía para la reducción de las emisiones.

Esto se presenta como una interesante posibilidad para hacer fluir fondos de los países ricos hacia los pobres, teniendo como inconveniente que no compromete a los países desarrollados a elaborar planes concretos para la reducción de sus propias emisiones.

Las tarifas vigentes se mueven el rango de 10 a 15 Euros/ton de CO₂ fuente equivalente dejada de emitir. Los precios actuales se fijan alrededor del valor mínimo, pero se prevé una tendencia alcista pudiendo sobrepasarse el valor máximo, llegando incluso a más 20 Euros/ton de CO₂ e.

El día 19 de mayo del 2009 el precio de la tonelada de CO₂ e estaba a 14.70 Euros/ ton [39],y el día 5 de junio del año 2009, el cambio de moneda estaba de Euro a USD (1 euro = 1.411 usd). Por lo tanto el precio de la ton CO₂ e = **21 USD** [40].

3.5.2. Evaluación conjunta de los impactos ambientales.

Una vez analizada la incidencia de las acciones de la REC sobre cada portador se procede a valorar globalmente todas estas acciones sobre el sistema energético. Las tablas 17,18,19 y 20 muestran las toneladas de CO₂ que se han dejado de emitir a la atmósfera por cada portador y si fueran negociadas las toneladas de CO₂ en el MDL del PK analizar el beneficio económico que podría traer en dólares, fondo el cual podría ser invertido en proyectos de restauración o educación ambiental.

Tabla 17: Análisis de las toneladas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por el portador eléctrico. [Fuente: Elaboración propia]

Portador Eléctrico <i>MWh/año</i>	Ahorro en <i>MWh/año</i>	Factor de Conversión	Tcc/año	Ton CO₂e(2.93)	Valor USD/año
Climatizadores de aire	775.64	0.356	276.13	809.06	16990.26
Refrigeradores	94.28	0.356	33.56	98.33	2064.93
Lámparas luminarias	49.07	0.356	17.47	51.19	1074.99
TOTAL	918.99		327.16	958.58	20 130.18

Tabla 18: Análisis de las toneladas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por el portador Fuel Oil. [Fuente: Elaboración propia]

Portador	Ahorro en Mlts 2005-2008	Densidad kg/lts	Toneladas	Factor de conversión	Tcc/año	Ton CO ₂ e(2.93)	Valor USD /año
Fuel Oil	63.66	0.925	58.89	0.999	58.30	170.82	3587.22

Tabla 19: Análisis de las toneladas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por el portador Diesel. [Fuente: Elaboración propia]

Portador	Ahorro en Mlts 2006-2008	Densidad kg/lts	Toneladas	Factor de conversión	Tcc/año	Ton CO ₂ e(2.93)	Valor USD /año
Diesel	38	0.892	33.89	1.053	35.08	102.78	2158.38

Tabla 20: Análisis de las toneladas de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera por el portador Gasolina. [Fuente: Elaboración propia]

Portador	Ahorro en Mlts 2005-2008	Densidad kg/lts	Toneladas	Factor de conversión	Tcc/año	Ton CO ₂ e(2.93)	Valor USD /año
Gasolina	20.7	0.68	14.08	1.035	14.57.	42.69	896.49

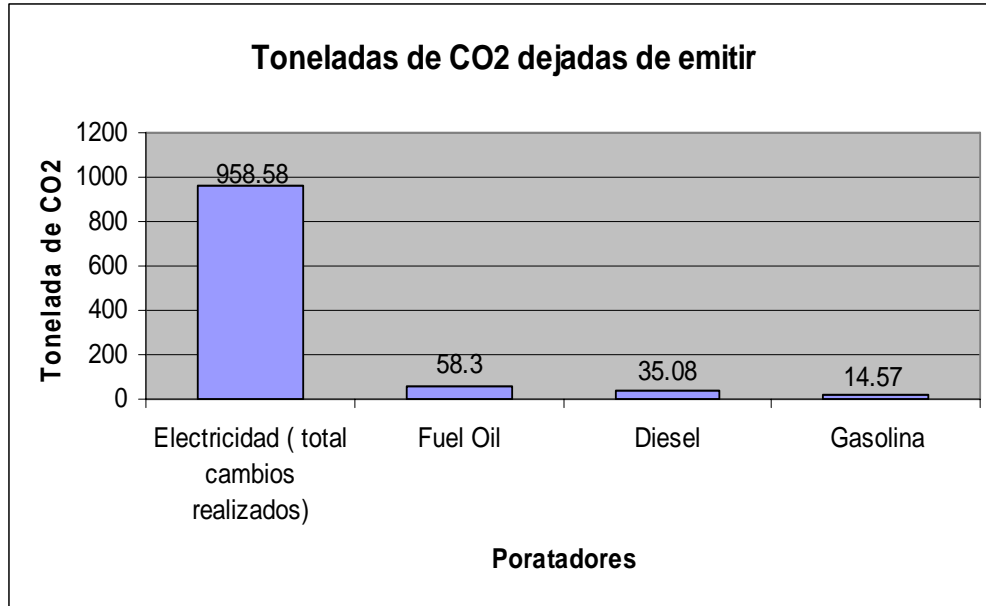


Gráfico 2.6: Toneladas de CO₂ dejadas de emitir por cada portador. [Fuente: Elaboración propia]

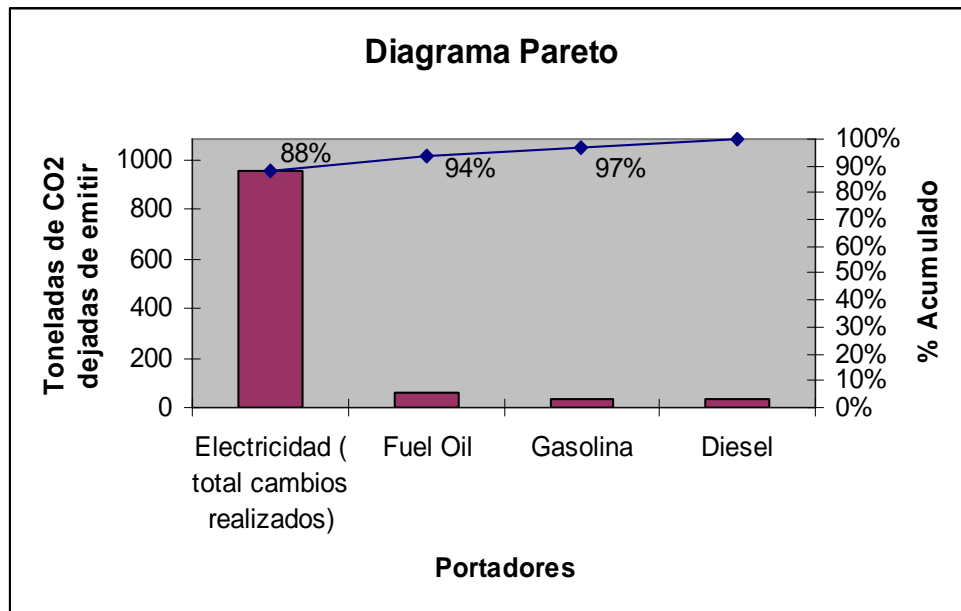


Gráfico 2.7: Diagrama de Pareto para el ahorro de emisiones de CO₂ por cada portador. [Fuente: Elaboración propia]

Según el análisis realizado para cada portador, la reducción de las emisiones de CO₂ es muy notable, con un total de 316.29 toneladas de CO₂ al año en la situación actual. La aportación de las acciones sobre cada portador se expone en el gráfico 2.7, donde se muestra que la electricidad ha propiciado el 88% de este ahorro, el fuel oil un 5%, y el conjunto de las acciones de la REC en el transporte (contabilizando gasolina y diesel), 6% restante.

3.7. Consideraciones para otros gases contaminantes.

No puede ser olvidado que en los procesos de combustión se generan otros gases tales como los SO_x y NO_x. Especial atención merece el óxido nitroso N₂O, el cual es un potente gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento 310 veces superior al CO₂. El SO₂ y otros compuestos de azufre tienen impactos importantes sobre la salud humana, específicamente provoca problemas cardio-respiratorios y tiene una notable implicación en la presencia de algunos tipos de neoplasias. Además los referidos óxidos al unirse con el hidrógeno presente en el vapor de agua atmosférico dan lugar a las conocidas lluvias ácidas, que resultan ser otro de los más importantes problemas ambientales y el mejor ejemplo de que éstos pueden ser globales y transfronterizos.

La Agencia del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA) en conjunto con la Organización del Banco Mundial (WBO) realizó una serie de indicadores de conversión para examinar las emisiones de dichos gases en su país. Dichos indicadores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 21: Indicadores de conversión para examinar las emisiones.[41]

Impactos ambientales	Contaminantes	Factor de emisión $\left(\frac{g}{kWh}\right)$	Factor de emisión $\left(\frac{g}{l}\right)$
Lluvias ácidas	<i>NO_x</i>	3.41	8
Gases dañinos	CO	0.23	0.6
Efecto invernadero	<i>CO₂</i>	799	2.986
Hidrocarburos	HC	0.063	0.12
Lluvias ácidas	<i>SO₂</i>	0.0984	0.399

Sería interesante examinar las emisiones que se han dejado de emitir en la UCLV para otros tipos de contaminantes, según los indicadores de conversión aplicados por la (USEPA) por cada portador analizados, siempre considerando que esto ha sido posible gracias a la REC.

En la tabla 22 se muestra la multiplicación del total ($kWh/año$) ahorrados a través de los cambios realizados por la REC por el factor de emisión de cada tipo de contaminantes y de esta manera se conoce el total de $kWh/año$ dejados de emitir.

Tabla 22: Emisiones dejadas de emitir por cada indicador según la USEPA para la UCLV. [Fuente: Elaboración propia]

Contaminantes	Factor de emisión ($\frac{g}{kWh}$)	Total de $\frac{kWh}{año}$ ahorrados (cambios realizados)	Total de ($\frac{g}{kWh}$) dejados de emitir
NO_x	3.41	918.99	3133.76
CO	0.23	918.99	211.37
CO_2	799	918.99	734273.01
HC	0.063	918.99	57.89
SO_2	0.0984	918.99	90.42

3.8. Análisis Económico – Ambiental de la Sostenibilidad.

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 [42].

Se han definido dos tipos de conmensurabilidad: la fuerte y la débil. 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. [5]

Un programa con impactos económicos y ambientales positivos se considera que su impacto económico -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.

Tabla 23: Análisis de la sostenibilidad Económico - Ambiental

Análisis de la sostenibilidad Económico - Ambiental			
Acción de la REC	Económico	Ambiental	Económico - Ambiental
Cambios de equipos	+	+	+
Cambio de caldera	+	+	+
Remotorización	No evaluado	+	+

El **cambio de equipos** ha sido una actuación claramente favorable en los dos sentidos. Económicamente quedó demostrado según el análisis financiero realizado (PER, VAN y TIR) que este proyecto es rentable y también permitió el ahorro de un total de \$91893 por año. Ambientalmente se ha incrementado notablemente la eficiencia, reduciendo el consumo de energía eléctrica y las emisiones de CO_2 con un total de 958.58 Ton CO_2 e.

La instalación de la **nueva caldera de vapor** desde el punto de vista económico, según el análisis financiero quedó demostrado que el proyecto es rentable, considerando los flujos de efectivos constantes en los 25 años de vida útil. Llama la atención de que esto no está ocurriendo así, ya que mediante la comparación de los índices de consumo **Fuel Oil en Lts/ Comensales** en el trimestre realizado, pudimos apreciar de que la caldera consume más que la caldera instalada en el año 2005, esto es debido a las pérdidas por salideros de vapor que presentan las tuberías de transportación del vapor y esto trae consigo una mayor demanda para la caldera, por lo que al aumentar el consumo de combustible; aumenta el costo de la inversión a la hora de comprar dicho combustible. En cuanto a los impactos ambientales si tomamos a partir del año 2006 cuando comenzó la REC se ha visto una reducción del consumo de Fue Oil, a nivel global, por la reducción de emisiones en total de (170.82 Ton CO_2 e), y a nivel local, por la eliminación de los humos negros que afectaban a las residencias cercanas (Bloque900).

La **remotorización** económicamente no se pudo evaluar, pero no hay duda de que al aumentar los índices de consumo, esto trae consigo un mejor consumo de combustible por *km* a recorrer por lo que disminuye los costos en cuanto a consumo de combustible. Con respecto a los impactos ambientales muy positivos, ya que por un mismo servicio social de transporte, se han reducido las emisiones derivadas del transporte.

Conclusiones:

1. Las medidas tomadas por la Revolución Energética en Cuba (REC) aplicadas a la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), han sido positivas desde el punto de vista de la sostenibilidad económica y ambiental.
2. La sustitución de los equipos (***Climatizadores de aire, refrigeradores y lámparas luminarias***) permite un considerable ahorro de energía eléctrica al año y una disminución en la emisión de CO₂ con el consiguiente beneficio económico y ambiental.
3. Con la instalación de la caldera (Cubana – Española) instalada del 2005 - 2008 se ha propiciado un ahorro de 63 360 litros de Fuel Oil, equivalente a \$19 098 y se han dejado de emitir a la atmósfera aproximadamente un total de 171 toneladas de CO_{2e}, donde esto puede ser traducido en 3587.22 USD/año con la posible inserción al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto (PK).
4. La remotorización y las medidas tomadas en la base de transporte permitieron un considerable ahorro de combustible diesel y gasolina.
5. El análisis financiero realizado demostró que todos los proyectos llevados a cabo por la Revolución Energética en Cuba (REC) son rentables.

Recomendaciones:

1. Seguir avanzando en los estudios de la aplicación de la Revolución Energética en Cuba (REC), dado la contribución al logro de la sostenibilidad económica y ambiental de la UCLV.
2. Que se analice la posibilidad de reparar los salideros de vapor existentes en la instalación de la caldera, debido a que dichos salideros trae consigo pérdidas y un aumento del índice de consumo del combustible Fuel Oil.
3. Que se continúen con investigaciones de esta índole considerando otros aspectos que permitan lograr una mayor eficiencia energética en la UCLV.

Bibliografía:

1. UCLV. *Extensión por áreas de la UCLV*. [cited; Available from: <http://www.uclv.edu.cu>.
2. AVENDAÑO, B., "Apuesta Por Salvar El Planeta. ." Bohemia. Año 99, Nº 15, 2007: p. 33.
3. [cited; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible.
4. Aibal, M.S.C.y.A.O., *La Revolución Energética Cubana (UCLV): ¿Un paso en el camino hacia la sostenibilidad? Bloque I: Análisis de Impacto Ambiental*, in DEpartamento de Energía. 2009, UCLV: Cuba.
5. Ibañez, M.C.y.M., *la revolución energética cubana en la uclv¿un paso en el camino hacia la sostenibilidad?parte ii: análisis de los impactos sociales in departamento de energía*. 2008, universidad central marta abreu de las villas: cuba.
6. *sostenibilidad.pdf*.
7. *Documento Final de la Cumbre Mundial 2005*. <http://daccessdds.un.org/doc/UNDOC/GEN/N05/487/63/PDF/N0548763.pdf?OpenElement>.
8. *Sustainable Development in a Diverse World*. <http://www.susdiv.org/>.
9. Gisbert Aguilar, P., *Decrecimiento: camino hacia la sostenibilidad*. http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Preocupacion/Pepa_Decrecimiento.pdf, 2007.
10. Subirana, P., *Consumir menys per ciure millor Ecoconcern. Papers d'innovació social*. . (octubre 1995)
11. *Informe Planeta Vivo 2004*. http://www.wwf.es/planeta_vivo04.php.
12. Bartlett, A.A., *Reflexiones sobre sostenibilidad, crecimiento de la población y medio ambiente*. (1999)
13. Hernández Aja, A. *Ciudades para un futuro más sostenible*. 2003 [cited; Available from: http://habitat.aq.upm.es/indloc/aindloc_9.html
14. *Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. [cited; Available from: http://es.wikipedia.org/wiki/Convencion_Marco_de_las
15. *Texto del protocolo de Kioto en español*. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>.
16. *Cumbre de Bonn del Convenio Marco de Protección del Clima*. julio de 2001.
17. Energía, C., *Mecanismo de Desarrollo Limpio*. 2009.
18. TURRINI, E., *El camino del Sol. Ed. Cubasolar*. 2006, Ciudad de la Habana. Cuba.
19. Coto, O.M.L.L.C., *El MDL en America Latina y el Caribe*. 2006.
20. MOLINA, J.M., *Periódico de Cienfuegos, la Perla del Sur* 2008. <http://www.5septiembre.cu/>
21. Loidi, D.C.J.R.S., *MEDIDAS DE AHORRO DE ELECTRICIDAD EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE LA VILLAS (UCLV) EN EL CURSO 2008-2009*. 2009.
22. Dr. Sergio L- Jáuregui Rigo, D.O.F., *Situación de la Energía Eléctrica en la universidad Central "Marta Abreu "de las Villas para el curso 2008-2009*. 2009.
23. Superior, M.d.E., *Análisis Económico*, Cuba.
24. Dorta, M.M.G., *Crecimiento de computadora y aires acondicionados*. 2009: UCLV.
25. Rigo, D.S.L.-J., *Consumo de Energía Eléctrica de la Planta Piloto del 2005 – 2008*.
26. Ing. Aníbal Borroto Nordelo, I.I.C.P., *Incremento de eficiencia de los refrigeradores domésticos, mediante mejoras en la transferencia de calor en el condensador*. 2008, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos, Cuba
27. Chaviano, J.L.L., *Dirección de Alimentación*. 2009: UCLV, Cuba.
28. Hernández, M.Y.R.A., *Dirección de Transporte*. 2009: UCLV, Cuba.

Bibliografía

29. Fernandez, E.V., *Dirección de extensión universitaria*. 2009: UCLV,Cuba.
30. Dorta, M.M.G., *Especialista de equipos de la UCLV*. 2009: UCLV,Cuba.
31. Copextel, D.d., *Vida útil de los equipos climatizadores de aire, refrigeradores y lámparas luminarias*. 2009: Santa Clara, Villa Clara.
32. *Costo de oportunidad del Capital*, D.d.B.P.d. Ahorro, Editor. 2009: Santa Clara, Villa Clara.
33. ALASTOR, D.d., *Costo de oportunidad del capital*. 2009: Santa Clara, Cuba.
34. Economía, D.d., *Valor de depreciación de la caldera*. 2009: UCLV, Cuba.
35. (ONAT), D.d.l., *Tasa de impuestos sobre utilidades*. 2009, Oficina Nacional de AdministracionTributaria: Santa Clra, Villa Clara.
36. Ulrich, G.D., *Procesos de Ingeniería Química*. Mc grow - Hill Ed 1982.
37. Tintorería, D.d.l., *Ingresos por servicio* 2008: UCLV,Cuba.
38. Rigo, D.S.L.-J., *Tarifa eléctrica*. 2009: UCLV, Cuba.
39. *Point Carbon EUA OTC assessment (EUR/t)*. 2009 [cited; Available from: [http\\Point Carbon.com](http://PointCarbon.com)
40. 2009 [cited; Available from: [http\\European Central Bank](http://European Central Bank).
41. *Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA); Organización del Banco Mundial (WBO). "Indicadores de conversión para estimar las emisiones"*.
42. Arribas, F., *Apreciar la naturaleza: reflexiones en torno al valor del mundo no humano*". *Texto leído en la conferencia CIMA. Granada*. 2007.
43. Rigo, D.S.J., *Incremento de la Energía Eléctrica en la UCLV*. 2007-20008.

Anexo 1: Gestión de la energía. Estrategia de control del consumo energético por parte de la administración. Fuente: elaboración intranet UCLV**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 litros 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).

Anexo 2: Crecimiento de computadoras y equipos climatizadores de aire de la UCLV.

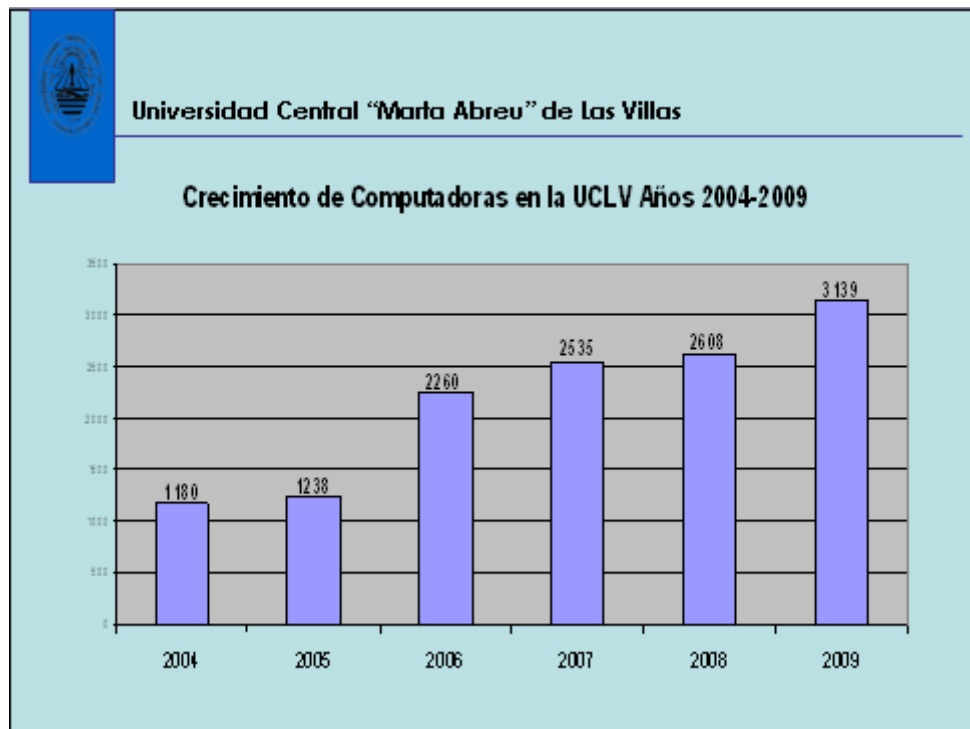


Gráfico A1: Crecimiento de Computadoras en la UCLV en los años 2004 – 2009 [30]

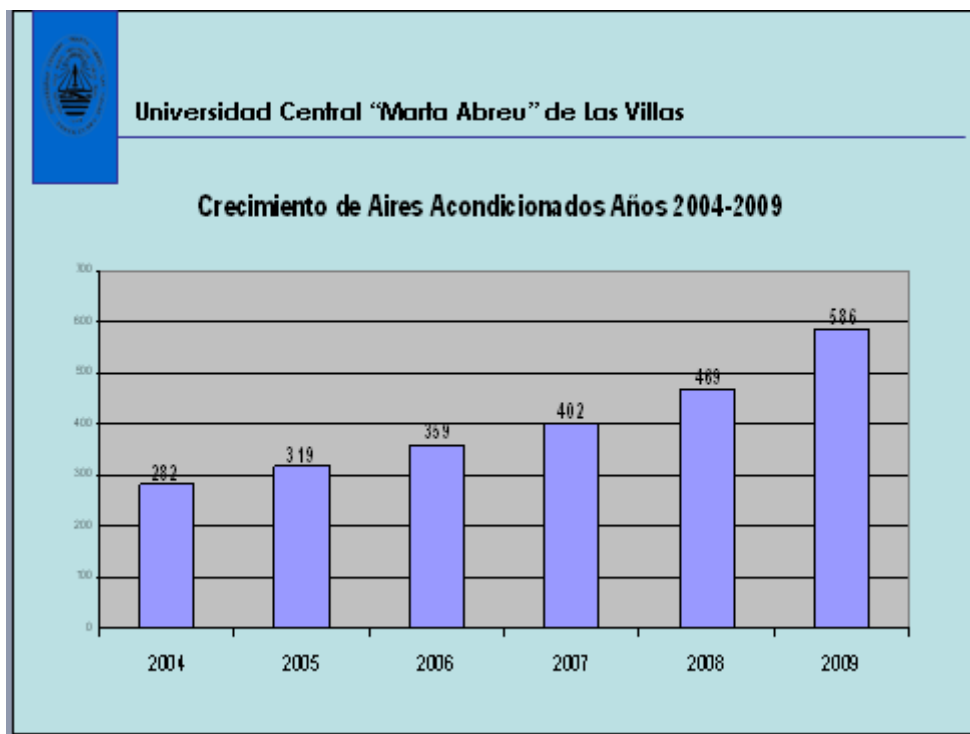


Gráfico A2: Crecimiento de equipos climatizadores de aire en la UCLV en los años 2004 - 2009[30]

Anexo 3: Comportamiento de los consumos de fuel oil y comensales de la UCLV

Tabla A1: Comportamiento del consumo de Fuel Oil en la UCLV.[28]

Meses	FUEL OIL TOTAL - AÑOS								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Enero	21100	48100	33400	17300	30300	18100	21839	0	
Febrero	21100	20500	0	33500	20400	18100	23508	23342	
Marzo	17000	20500	26200	24200	21000	19550	0	16317	
Abril	19200	19500	26200	23200	30800	19550	23652	26609	
Mayo	16600	20150	0	24300	18600	21150	24863	0	
Junio	24300	20150	25050	18600	0	21150	23610	23408	
Julio	26550	7734	25050	0	0	13567	0	16452	
Agosto	26550	7733	25050	0	0	13567	24949	23828	
Septiembre	27100	7733	25050	36300	0	13567	16294	0	
Octubre	0	32200	27600	31500	24600	15230	0	19015	
Noviembre	29500	17000	0	20900	23000	16200	23614	0	
Diciembre	16000	0	45900	17700	81500	18000	23629	22155	
Total	245000	221300	259500	247500	250200	207731	205958	171126	

Tabla A2: Datos del consumo de Fuel Oil por comensales en la caldera del comedor central de la UCLV.[27, 28]

Meses	Total Comensales 2008	Consumo Fuel Oil 2008 en Lts	Fuel Oil en Lts/ Comensales
Enero	155710	15360	0.099
Febrero	147422	17760	0.120
Marzo	158877	15880	0.100

Meses	Total Comensales 2009	Consumo Fuel Oil 2009 en Lts	Fuel Oil en Lts/ Comensales
Enero	173954	18002	0.103
Febrero	155700	21774	0.140
Marzo	124363	17253	0.139

	Fuel Oil en Lts/ Comensales 08	Fuel Oil en Lts/ Comensales 09
	0.099	0.103
	0.120	0.140
	0.100	0.139
Consumo Promedio	0.106	0.127
Diferencia 09-08 lt/comensales	0.021	

Anexo 4: Comportamiento de los consumos de combustibles diesel y gasolina de la UCLV.

Tabla A3: Comportamiento del consumo del DIESEL en la UCLV.[28]

Meses	DIESEL TOTAL						
	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Enero	10300	11300	15800	15800	14250	12500	14500
Febrero	12050	12900	21000	18200	14250	11500	12000
Marzo	12050	11900	19000	21500	16100	13300	14500
Abril	10500	11900	14600	19100	16100	13000	4500
Mayo	7900	10200	16200	19400	15200	12570	9000
Junio	7900	13675	18800	20400	15200	15570	11000
Julio	9933	13675	15500	16500	12233	12500	8000
Agosto	9934	13675	15500	16500	12234	11500	10000
Septiembre	9933	13675	17100	17700	12233	8258	13700
Octubre	9100	15300	14200	14400	12900	8500	12000
Noviembre	10900	13400	23700	17650	16000	9500	12000
Diciembre	12900	14500	20200	17650	13000	10400	10500
Total	123400	156100	211600	214800	169700	139098	131700

Tabla A4: Comportamiento del consumo de Gasolina en la UCLV.[28]

Meses	GASOLINA TOTAL						
	AÑOS						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Enero	14700	9500	13000	11100	12100	9875	12625
Febrero	14350	13500	12900	10700	12100	7875	13750
Marzo	14350	13750	13100	16700	12900	7889	9200
Abril	17000	13750	14500	13600	12900	7550	8000
Mayo	12500	12000	14000	13100	9800	9190	10000
Junio	12500	11950	12000	13500	9800	14600	10500
Julio	12500	11950	9800	13800	9467	11475	9500
Agosto	12500	11950	9800	13800	9467	8075	11000
Septiembre	12500	11950	10300	13900	9467	9575	11000
Octubre	11900	16200	12600	13400	11999	10575	10414
Noviembre	12600	13800	14900	14400	14000	11775	9000
Diciembre	14500	15800	7300	13400	12700	8575	9000
Total	161900	156100	144200	161400	136700	117029	116000