



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**Identificación de oportunidades de
ahorro de energía eléctrica en las
instalaciones de la Sede Central
Universidad Nacional Agraria
Noviembre 2010 – Octubre 2011**

AUTORES:

Bra. América Lorena Aburto H.

Br. Carlos Daniel Hernández B.

ASESORAS:

M.Sc. Hellen Ruth Ramírez

M.Sc. Mercedes Matus Medina

Mayo, 2014

CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADRO	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del área de estudio	4
3.2. Descripción del área de estudio	5
3.2.1. Clima	5
3.2.2. Caracterización Social	5
3.3. Proceso metodológico	6
3.3.1. Etapa pre-campo	7
3.3.2. Etapa de campo	7
3.3.3. Etapa de gabinete	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Caracterización general de energía eléctrica en la Universidad Nacional Agraria	17
4.1.1. Consumo mensual de la energía en instancias académicas, administrativas e independientes	17
4.2. Consumo general de energía eléctrica en la Universidad Nacional Agraria	18
4.2.1. Distribución consumo eléctrico en la UNA	18
4.2.2. Consumo eléctrico en Instancias independientes	21
4.3. Consumo general por cada uso de energía eléctrica en la Universidad Agraria e instancias independientes	21
4.3.1. Instancias académicas y administrativas	21
4.3.2. Instancias independientes	23
4.4. Distribución del consumo eléctrico en facultades, direcciones, rectoría y auditoría interna	24
4.4.1. Consumos eléctricos en facultad de agronomía (FAGRO)	24

4.4.2.	Consumos eléctricos en Facultad de Ciencia Animal (FACA)	28
4.4.3.	Consumos eléctricos en la Facultad de Recursos Naturales y Ambiente (FARENA) ...	33
4.4.4.	Consumos eléctricos en Facultad de Desarrollo Rural (FDR)	38
4.4.5.	Distribución de porcentaje de consumo eléctrico en Direcciones	43
4.4.6.	Consumo eléctrico en Rectoría y Auditoría interna	44
4.5.	Escenario de comportamiento del consumo eléctrico por aplicación de consumo vampiro en el total de energía eléctrica	47
4.6.	Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) por consumo eléctrico.	47
4.7.	Oportunidades de ahorro de la energía eléctrica (OAE).....	49
4.7.1.	Escenario de ahorro económico y energía por sustitución de aires acondicionados	54
V.	CONCLUSIONES	56
VI.	RECOMENDACIONES	57
VII.	LITERATURA CITADA	59
VIII.	ANEXOS	62

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo primeramente a **Dios**, a mi madre **Lorena Adela Hernández**, mi hermano Luis Hernández y a todos los amigos que me regalaron su apoyo incondicional.

Bra. América Lorena Aburto Hernández.

Nos entregaron una carreta vacía y un camino de rumbo incierto.

Hoy, hemos descubierto nuestra meta, teniendo como única certeza que a pesar de que solo somos dos los que llegamos a esta etapa, del gran viaje que es la vida, la carreta que nos entregaron fue empujada por más de cuatro manos.

Este trabajo está dedicado a todas esas manos

Carlos Daniel Hernández Bello

AGRADECIMIENTO

A Luisa Elena Estrada Espinosa por la traducción del Resumen de este documento del idioma castellano al inglés

A los Fondos PACI

INDICE DE CUADRO

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Distribución de consumo eléctrico total en instancias académicas y administrativas de la UNA.....	19
Cuadro 2. Distribución del consumo eléctrico total de las Facultades.....	19
Cuadro 3. Distribución del consumo eléctrico total de las Direcciones.....	20
Cuadro 4. Distribución y porcentaje general de consumo eléctrico en las Instancias independientes	21
Cuadro 5. Porcentaje y consumo netos por cada uso de la energía eléctrica en la sede central de la Universidad Nacional Agraria	22
Cuadro 6. Porcentaje y consumo netos por usos de la energía eléctrica en instancias independientes de la sede central de la Universidad Nacional Agraria.....	23
Cuadro 7. Distribución porcentual y consumo eléctrico total en FAGRO.....	24
Cuadro 8. Distribución porcentual y neta de consumo eléctrico en FACA	29
Cuadro 9. Distribución porcentual y neta de consumo eléctrico en FARENA.....	33
Cuadro 10. Distribución neta y porcentual de consumo eléctrico en FDR	38
Cuadro 11. Problemáticas y oportunidades de ahorro de energía eléctrica	49
Cuadro 12. Ahorro anual, costos de sustitución y periodo de retorno de la inversión en aires acondicionados	54
Cuadro 13. Ahorro porcentual y en kW por sustitución de aires acondicionados	55

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación del área de estudio, sede central Universidad Nacional Agraria, elaboración propia.	4
Figura 2. Organigrama General de la Universidad Nacional Agraria (UNA, 2013).....	6
Figura 3. Consumo mensual de la energía eléctrica en instancias académicas y administrativas.....	17
Figura 4. Consumo mensual de la energía eléctrica en instancias independientes.	18
Figura 5. Distribución porcentual del consumo eléctrico en laboratorios de FAGRO.	25
Figura 6. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios de FAGRO.	25
Figura 7. Distribución porcentual por uso de energía en departamentos académicos de FAGRO.....	26
Figura 8. Equipos de mayor consumo eléctrico en Departamentos académicos en FAGRO. .	26
Figura 9. Distribución porcentual por uso de energía en Decanatura y Delegación Administrativa de FAGRO.....	27
Figura 10. Equipos de mayor consumo eléctrico en decanatura y delegación administrativa de FAGRO.....	28
Figura 11. Distribución porcentual por uso eléctrico en laboratorios de FACA.....	29
Figura 12. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios en FACA.	30
Figura 13. Distribución porcentual por uso eléctrico en Departamentos Académicos en FACA.	30

FIGURA	PÁGINA
Figura 14. Equipos de mayor consumo eléctrico en Departamentos Académicos en FACA. .31	31
Figura 15. Distribución porcentual por uso eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa en FACA.....31	31
Figura 16. Equipos de mayor consumo eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa en FACA.....32	32
Figura 17. Distribución porcentual por uso eléctrico en áreas de producción de FACA.32	32
Figura 18. Equipos de mayor consumo eléctrico en departamentos académicos en FACA. ...33	33
Figura 19. Distribución porcentual por uso de energía en Departamentos Académicos de FARENA.34	34
Figura 20. Equipos de mayor consumo eléctrico Departamentos académicos de FARENA...35	35
Figura 21. Distribución porcentual por uso de energía en laboratorios de FARENA.....35	35
Figura 22. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios de FARENA.....36	36
Figura 23. Distribución porcentual por uso de energía en Decanatura y Delegación administrativa de FARENA.....36	36
Figura 24. Equipos de mayor consumo eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa de FARENA.37	37
Figura 25. Distribución porcentual por uso eléctrico en Departamentos académicos de FDR.39	39

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
Anexo 1. Formato de campo para el levantamiento de datos	60
Anexo 2. Anexo 2. Ejemplo de cálculo para el Departamento de Gestión Ambiental en FARENA (VER ANEXO 19)	62
Anexo 3. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FAGRO	63
Anexo 4. Usos laboratorios FAGRO	63
Anexo 5. Consumo neto por equipos en laboratorios de FAGRO	64
Anexo 6. Usos Departamentos Académicos FAGRO	64
Anexo 7. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos de FAGRO	65
Anexo 8. Usos Decanatura y Delegación Administrativa FAGRO	65
Anexo 9. Consumo neto por equipos en Decanatura y Departamentos Académicos de FAGRO	66
Anexo 10. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FACA	66
Anexo 11. Usos laboratorios FACA	67
Anexo 12. Consumo neto por equipos en laboratorios de FACA	68
Anexo 13. Usos Departamentos académicos FACA	68
Anexo 14. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos FACA	68
Anexo 15. Usos en Decanatura y Delegación Administrativa FACA	69
Anexo 16. Consumo neto por equipos en Decanatura y Delegación Administrativa FACA	69
Anexo 17. Usos áreas de producción FACA	69
Anexo 18. Consumo neto por equipos en áreas productivas de FACA	70

ANEXO	PÁGINA
Anexo 19. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FARENA	71
Anexo 20. Usos Departamentos Académicos FARENA	71
Anexo 21. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos de FARENA	72
Anexo 22. Usos laboratorios FARENA	72
Anexo 23. Consumo neto por equipos en laboratorios de FARENA	73
Anexo 24. Usos Decanatura y Delegación Administrativa FARENA	73
Anexo 25. Consumo neto por equipos en Decanatura y Departamentos Académicos de FARENA	73
Anexo 26. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas y decanatura de FDR	74
Anexo 27. Usos departamentos FDR	74
Anexo 28. Consumo neto por equipos en departamentos académicos de FDR	75
Anexo 29. Usos en Decanatura y Delegación Administrativa FDR	75
Anexo 30. Consumo neto por equipos en administración FDR	76
Anexo 31. Usos en laboratorios FDR	76
Anexo 32. Consumo neto por equipo en laboratorios de FDR	77
Anexo 33. Usos en direcciones	77
Anexo 34. Consumo neto por equipos en direcciones	79
Anexo 35. Usos en rectoría y auditoría interna	80
Anexo 36. Consumo neto por equipos en rectoría y auditoría interna	80

RESUMEN

El estudio se realizó en la sede central de la Universidad Nacional Agraria (UNA), durante el periodo noviembre-2010 a octubre-2011; en el cual, se identificaron las oportunidades de ahorro energético. Se realizó un inventario de los equipos eléctricos, registrando el voltaje, amperaje y tiempo de uso, se calculó el consumo eléctrico; luego se procedió a la caracterización de la energía, estimación de las emisiones de CO₂ e identificación de las oportunidades de ahorro energético y escenarios de sustitución de equipos de aire acondicionados. El consumo total de energía eléctrica en la UNA fue de 7, 177,417.66 kWh/año. Las facultades consumieron 4, 307,580.72 kWh/año, Direcciones 2, 424,954.06 kWh/año, Rectoría 240,961.89 kWh/año, Auditoría interna 36,462.45 kWh/año y áreas independientes a la academia y administración, consumieron 167,458.53 kWh/año. Considerando el consumo vampiro, este aportaría 717,741.77 kWh/año al consumo total de la universidad. Los laboratorios de las Facultades de Agronomía y Ciencia Animal presentaron los mayores consumos, seguidos de los laboratorios y Departamentos Académicos de cada Facultad, en cambio, en la Facultad de Desarrollo Rural el orden descendente según consumo fue el siguiente: Departamentos Académicos, Decanatura y Delegación Administrativa laboratorios. Los usos más representativos en la UNA fueron: climatización procesamiento de la información electrónica, Reparación y mantenimiento, electrodomésticos, prácticas y pruebas de laboratorio con sus respectivos equipos; esto varió en dependencia de las características y funciones de cada sitio. La emisión total de CO₂ por consumo eléctrico fue de 5,086.76 ton.

Palabras claves: Eficiencia energética, uso de la energía eléctrica, consumo vampiro, consumo eléctrico, emisiones de CO₂

ABSTRACT

This study was conducted at the main campus of the National Agrarian University (UNA) during the period of November 2010 to October 2011. The purpose of the study was to identify energy savings opportunities. Inventory of electrical equipment was performed by recording the voltage, amperage and time of use. Power consumption was calculated and then proceeded to characterize the energy estimation of CO₂ emissions and identification of opportunities for saving energy and scenarios of replacing air conditioning equipment. The total consumption of electricity in UNA was 7, 177,417.66 kWh/year. The faculties consumed 4, 307,580.72 kWh / year, specific directions 2, 424,954.06 kWh / year, the rector's office was 240,961.89 kWh / year, Internal Audit 36,462.45 kWh / year and independents areas of academic and administration areas consumed 167,458.53 kWh / year. Considering the vampire consumption, this would provide 717,741.77 kWh / year to the total consumption of the university. The laboratories of the Faculty of Agronomy and Animal Science had the highest consumption, followed by the laboratories and academic departments of the other faculties. However, in the Faculty of Rural Development in descending order of consumption was as follows: Academic Departments, Dean's office and Administrative Delegation and laboratories. The most representative electricity uses were: air conditioning, information processing, repair and maintenance, laboratory practice. Their consumption varied in accordance with the equipment characteristics and its functions te. The total CO₂ emissions due to electricity consumption were 5086.76 tons.

Keywords: energy efficiency, use of electric energy, vampire consumption, electricity consumption, CO₂ emissions

I. INTRODUCCIÓN

La electricidad es un componente clave para el desarrollo de las naciones, el acceso a este servicio tiene un elevado grado de incidencia en muchos sectores y ámbitos de la vida. El crecimiento demográfico implica satisfacer la demanda de energía eléctrica tomando en cuenta costos de generación y contaminación ambiental.

A partir de la crisis energética en la década de los 70, la intensificación de la globalización de la economía en los 80 y el reconocimiento de la crisis ecológica en los 90's, los países desarrollados han realizado constantes investigaciones sobre el uso de fuentes renovables y eficiencia energética (EE).

Energy Information Administration (EIA), 2000 citado por el Gobierno de Chile, define Eficiencia Energética como el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad.

Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2012), la matriz energética de Nicaragua se encuentra en una relación 60/40 (60% corresponde a recursos fósiles y el restante 40% lo proveen fuentes renovables), a pesar del alto potencial para la generación de energía con base en fuentes renovables; ante esta situación el Estado de Nicaragua a través del MEM, promueve el desarrollo de energías renovables y la EE como estrategias para contribuir al cambio de la matriz energética del país.

La ausencia de un sistema de gestión de la electricidad en la Universidad Nacional Agraria (UNA), demanda como prioridad el conocimiento del panorama general del consumo y uso de la energía eléctrica, teniendo en cuenta un contexto en donde se debe reconocer el pago por servicios básicos que generan las universidades públicas, el aporte de emisiones de CO₂ como consecuencia de la generación eléctrica y los problemas en el abastecimiento de la electricidad hacia otros sectores demandantes de energía.

Por lo antes expuesto, el avance del Plan Maestro de Infraestructura y los compromisos expuestos dentro del Proyecto Educativo de la universidad (objetivos 12, 9 y la estrategia 1 del objetivo 7), impulsaron la realización de este estudio.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Identificar las oportunidades de ahorro energético en la sede central Universidad Nacional Agraria.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el consumo de energía eléctrica de acuerdo a los usos y equipos eléctricos
- Proponer oportunidades de ahorro de energía eléctrica derivadas de los usos eléctricos.
- Calcular el escenario de ahorro eléctrico por sustitución de equipos de climatización.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la sede central de la Universidad Nacional Agraria (UNA), la cual se encuentra ubicada en el Km 12 ½ de la carretera norte, municipio de Managua, en una zona de crecimiento urbano e industrial. Tiene un área aproximada de 25 Ha entre el sector norte y sur, separados por la carretera Panamericana Norte entre las coordenadas geográficas de 12°08'36'' latitud Norte y 86°09'49'' longitud Oeste, a una altura de 56 m.s.n.m. (INETER, 2005). Limita, al Norte con el lago de Managua, al Sur con la comunidad de Sabana Grande, al Este con el Parque Industrial: Zona Franca Las Mercedes y al Oeste con el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino y el B° El Rodeo. (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del área de estudio, sede central Universidad Nacional Agraria, elaboración propia.

3.2. Descripción del área de estudio

3.2.1. Clima

La zona presenta una época de humedad bien definida durante los meses de mayo a noviembre, la precipitación media anual es de 1117.4 mm, la temperatura media anual es de 26.9°C (enero a diciembre), con una temperatura máxima anualmente de 32.5°C y una temperatura mínima anualmente de 22.1°C, con una humedad relativa anual de 75%. El brillo solar anualmente de 7.2 (h) y con un viento medio anual de 2.2 m/s (INETER, 2005).

3.2.2. Caracterización Social

La UNA, es una institución de educación superior pública, autónoma, sin fines de lucro, que contribuye, desde la perspectiva del Compromiso Social Universitario, al desarrollo agrario integral y sostenible y a la conservación del ambiente, mediante la formación de profesionales competentes, con valores éticos, morales y cultura ambientalista; la construcción de conocimiento científico y tecnológico; la producción, gestión y difusión de información.

Población

En el año 2011, la UNA albergo 3,058 estudiantes de la modalidad presencial. La planta docente es de 178 profesores y el personal administrativo fue de 319 personas.

Organización

La Universidad Nacional Agraria está constituida por: Dirección Superior, Direcciones secundarias, Unidades de apoyo y Facultades. (Figura 2).

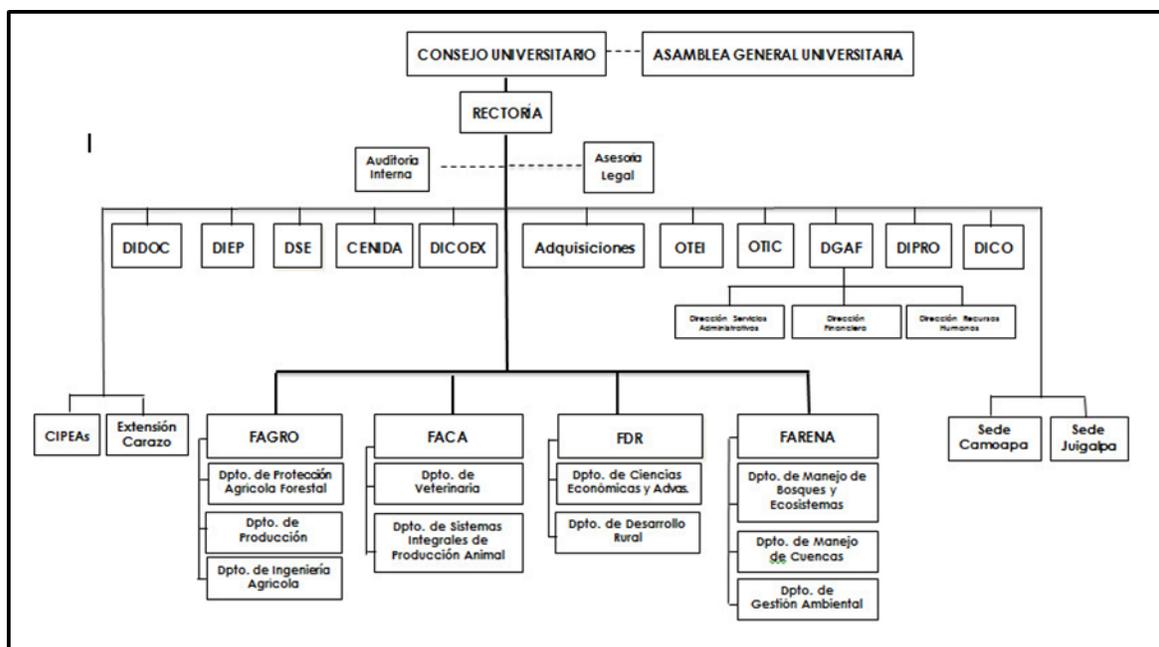


Figura 2. Organigrama General de la Universidad Nacional Agraria (UNA, 2013).

Instancias independientes

Las instancias independientes son aquellos sitios que no forman parte de la estructura organizativa de la UNA; sin embargo se encuentran dentro de las instalaciones y utilizan recursos básicos de la institución (agua, electricidad, teléfono etc.). Estos sitios son: Los Kioscos de comiderías, centros de copias y Gremios estudiantiles, docentes y administrativos.

3.3. Proceso metodológico

Para la identificación de oportunidades de ahorro de energía eléctrica, se utilizó la metodología de un diagnóstico energético de primer nivel¹.

Este tipo de diagnóstico se caracteriza por ser exploratorio y da a conocer la panorámica general de la situación energética en determinado lugar, las oportunidades de ahorro pueden ser desde cero costos a costos bajos (Ortega, 2005).

El estudio se desarrolló en tres etapas: Pre- campo, campo y gabinete.

¹ Existen tres tipos de diagnóstico energético se diferencian por el nivel de detalle

3.3.1. Etapa pre-campo

La etapa de Pre-campo consistió en la planificación del proceso de investigación, revisión bibliográfica y reconocimiento in situ del área de estudio; durante la revisión de literatura se realizó la búsqueda de información (antecedentes, metodologías, definiciones, estudios etc.) y se consultaron técnicos del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

En el proceso de planificación se elaboró el cronograma de actividades y formato para recolecta de datos (Anexo 1). Este formato es utilizado por el MEM, Empresa distribuidora DISNORTE-DISSUR y es recomendado en guías internacionales de ahorro y eficiencia energética.

3.3.2. Etapa de campo

Recolección de la información

Los datos registrados fueron: eléctricos y de tiempo (cuantitativos); la herramienta utilizada para la recolecta de datos fue el inventario de equipos. Se inventariaron los equipos por uso final de energía a excepción de los equipos de climatización. El inventario de aires acondicionados fue facilitado por Administración-Central.

World Wildlife Fund (WWF), 2008 afirma, que el inventario de los equipos e instalaciones consumidores de energía es el punto de partida del plan de mejora de la gestión energética. Se trata de conocer cuánta energía consume la organización, cuánto cuesta, dónde y cómo se utiliza, así como las emisiones de CO₂ resultantes de ese consumo.

Los datos eléctricos utilizados fueron: voltaje, amperaje y potencia², estos se encuentran impresos en las etiquetas de los equipos, en algunos casos estas no eran visibles, en estos casos se registraba la marca y modelo del equipo para su respectiva búsqueda en internet o en las tablas de capacidades de consumos promedios de equipos eléctricos.

² En el caso de aparecer en la etiqueta se anotaba, en la mayoría de los casos fue calculada.

Las tablas de capacidades de consumos promedios de equipos eléctricos es un listado aprobado y publicado en la Gaceta-Diario oficial Resolución INE No 600-03-2009, dicha tabla muestra los consumos de los comercios, pequeña y mediana industria. (Ver en línea).

Los datos de tiempo utilizados fueron: horas totales de uso de los aparatos eléctricos por día, estos se obtuvieron de comunicaciones personales con los usuarios; según el MEM los refrigeradores aunque estén conectados 24h, se puede estimar que consumen energía entre 8 a 12 horas dependiendo del tipo de refrigeradora y la graduación del termostato. En el estudio utilizamos 8 horas de uso para los refrigeradores.

El total de días de uso de los equipos por mes, se contabilizaron del calendario académico oficial de la institución (noviembre 2010-October 2011). Esta información se registró en el inventario de equipo (Anexo 1).

3.3.3. Etapa de gabinete

Para la organización de los datos se utilizó el programa Excel®2010 de Microsoft. Los datos fueron agrupados por orden jerárquico según organigrama UNA, por instancia y grupo de uso final de energía.

Los equipos eléctricos, se agruparon de acuerdo al uso final de la energía. Estos grupos son: Prácticas y pruebas de laboratorio (equipos de laboratorio), procesamiento de información electrónica (equipos electrónicos), reparación y mantenimiento (equipos de taller), climatización, ventilación y electrodomésticos.

Según la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE, 2007), los grupos de uso inventariados pueden ser utilizados para determinar la demanda y reducción de consumo eléctrico. El grupo de uso es el agrupamiento de los equipos por uso eléctrico respectivo.

Para la interpretación de resultados se generaron bases secundarias a partir de la base principal, para este proceso se utilizó la herramienta de tablas dinámicas Excel®2010.

Caracterización de la energía eléctrica en la UNA

Según estudios de la Universidad Nacional de Colombia (2007), caracterización es la descripción de las características principales del consumo de energía final, y esta es la energía suministrada al equipo consumidor antes de su conversión final.

El consumo se refiere a la energía eléctrica utilizada por toda o por una parte de la instalación de utilización durante un periodo de tiempo determinado. (CONAE, s.f).

La caracterización se realizó separando los consumos anuales por instancia y usos eléctricos para identificar los sitios de mayor consumo y organizarlos en orden descendente de consumo eléctrico. Las características descritas fueron:

- 1 Comportamiento del consumo total mensual.
- 2 Consumo total anual en la institución e instancias independientes.
- 3 Consumo total anual por uso de energía eléctrica en la institución e instancias independientes.
- 4 Escenario por aplicación de consumo eléctrico vampiro.
- 5 Emisiones de CO₂ en base al consumo eléctrico.

Cálculo del consumo eléctrico

Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2010) el consumo de energía eléctrica es el resultado del producto de potencia (un equipo) o potencia instalada (varios equipos) por tiempo de uso. La fórmula matemática es la siguiente:

$$\text{Consumo} = P * \text{tiempodeuso}$$

Es decir: $\text{Consumo} = P * \text{horaseneldía} * \text{diasenelmes}$

Dónde:

P: Potencia, unidad de medida (W)

Consumo, unidad de medida (kW)

Consumo eléctrico total anual

$$\text{Consumo electrico total anua} = \sum \text{consumos mensuales}$$

Cálculo de potencia eléctrica

La potencia eléctrica se define como la energía que consume una maquina o cualquier dispositivo eléctrico en un segundo (Máximo y Alvarenga 2001). La fórmula matemática de la potencia es la siguiente:

$$p = V * I$$

Dónde:

p: Potencia eléctrica, unidad de medida Watt (W) o Kilowatt (kW)

V: Diferencia de potencial, unidad de medida Volts (V)

I: Intensidad de la corriente, unidad de medida Amperes (A)

Cálculo de potencia eléctrica instalada

La potencia eléctrica instalada se calcula sumando las potencias (Máximo y Alvarenga 2001)

$$Potencia_{instalada} = \sum P,$$

Dónde:

p : Potencia instalada, unidad de medida Watt (W).

Estimación del consumo vampiro

Magri (2010) afirma que, el consumo vampiro o consumo fantasma es el provocado por los aparatos apagados y conectados o en modo stand by. Este consumo es generado debido a los transformadores que contienen (usados para convertir tensión y corriente alterna en continua), a los circuitos y sensores necesarios para captar señales de controles remotos, luces indicadoras de estado, baterías y displays. El consumo vampiro no se reporta en los recibos eléctricos, sin embargo ejerce presión sobre el consumo total.

El consumo vampiro puede representar entre el 5 y 16% del **consumo total**, el porcentaje depende de las características técnicas, eficiencia y antigüedad de los equipos eléctricos (Magri, 2010). La antigüedad de los equipos eléctricos de la UNA oscila en el rango de 3 a 10 años, criterio que permitió, estimar un escenario de aplicación del consumo vampiro del 10% en base al consumo eléctrico total, esto evito subestimar o sobreestimar el valor resultante.³

$$Consumo_{vampiro} (kWh) = Consumo(1) * porcentaje_{vampiro}$$

Dónde:

Consumo (1) es el consumo calculado en la institución e instancias independientes en kWh/año

Porcentaje vampiro: 10%

³ Ingeniero eléctrico Edwin Orozco

Cálculo consumo total (escenario por aplicación de consumo vampiro)

$$\text{Consumo total} = \text{consumo (1)} + \text{consumo vampiro}$$

Dónde:

Consumo (1) es el consumo calculado en la institución e instancias independientes en kWh

Identificación de oportunidades de ahorro de la energía eléctrica

La literatura no define el término oportunidad de ahorro, por lo general la explicación se encuentra implícita en las metodologías de diagnóstico energético; una manera sencilla de explicarlo es, las acciones en contra del ahorro energético que se realizan en los sitios de mayor consumo se transforman en acciones en pro del ahorro. Según el Ministerio de Energía y Minas de Perú (MINEM, 2008) los usos inadecuados de la energía resultan de malos hábitos, falta de mantenimiento y tecnología poco eficiente.

Para identificar las oportunidades de ahorro, se realizó una observación rápida participante de las acciones que se realizan en contra de las buenas prácticas de uso eléctrico, estas observaciones se realizaron en toda el área de estudio (equipos y usuarios). Según Geilfus, 2002, la observación rápida participante es un método creado por antropólogos para sumergirse en la comunidad, lo cual permite producir comentarios e información más oportuna y espontánea.

En este estudio se tomaron en cuenta los siguientes criterios y se anotaron en el campo de observaciones del inventario de equipos eléctricos (Anexo 1).

1. Antigüedad de los equipos: percepción del usuario de la antigüedad promedio en años de los equipos a su cargo
2. Ubicación y ordenamiento de equipos: observación rápida al diseño y ubicación de los equipos eléctricos en las instancias académicas y administrativas

3. Climatización de espacios: relativa al propósito, área, número de personas y externalidades ambientales
4. Hábitos de uso: empleo adecuado o inadecuado de los equipos
5. Mantenimiento: frecuencia de mantenimiento de los equipos
6. Eficiencia de equipos: rendimiento óptimo del artefacto ósea la utilización de energía necesaria para su funcionamiento en condiciones optimas

La observación rápida participante dio paso a la generación de una tabla en la que se recabó los principales usos finales de la energía, los aspectos y problemáticas observadas y las oportunidades de ahorro propuestas para la institución.

Estimación de emisiones de CO₂ por consumo eléctrico en la UNA

Según el Centro de Gestión Tecnológica, 2009 (CEGESTI), el cálculo de emisiones de CO₂ resulta del producto del consumo y factor de emisión.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{EmisionesCO}_2 = \text{Consumoelectrico} * \text{Factor de emisión}$$

Dónde:

La unidad de medida de las emisiones es toneladas (ton)

Consumo eléctrico anual (kWh/año)

Según el proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) Amayo (2008) citado por CEGESTI, cada país tiene su factor de emisión; el factor para Nicaragua es 0.7 kgCO₂/kWh. Dicho factor es el que se utiliza actualmente en el país y solo se utiliza en los casos que la energía eléctrica consumida provenga exclusivamente del sistema de interconectado nacional. Se realizó la conversión de kilogramos de CO₂ a toneladas.

Escenario de ahorro eléctrico y económico por sustitución de equipos de climatización

El escenario de ahorro se obtuvo del resultado de la confrontación del consumo eléctrico actual Vs consumo eléctrico de la propuesta y se realizó para las cantidades de 39 AA de 18,000 BTU, 78 de 24, 000 BTU y 62 de 60, 000 BTU.

Los equipos de Aire Acondicionado usan la designación EER (Índice de eficiencia energética) y SEER (Índice de eficiencia energética estacional) para indicar la eficiencia en la conversión de la energía. (Instituto de Aire acondicionado y refrigeración, citado por MEM, 2012).

El índice de Eficiencia Energética Estacional: Es un indicador que compara el enfriamiento en BTU/h en un año, considerando las temperaturas ambiente en la estación fría y cálida, dividido entre la energía eléctrica total (W/h) consumidos durante el mismo periodo y mide el desempeño del equipo a 28°C de temperatura exterior. A mayor SEER más eficiente el equipo.

El índice de Eficiencia Energética, es la capacidad de enfriamiento de los equipos en BTU/hr por Watt de consumo (W) y mide el desempeño de enfriamiento a 35°C. Este indicador es el utilizado en países cálidos y húmedos como Nicaragua. A mayor EER más eficiente el equipo.

En el ensayo se consideró los aires acondicionados como EER 8, esto debido a la antigüedad de los equipos y falta de información de etiquetas eléctricas.

Cálculo de potencia eléctrica en AA

En los AA la fórmula matemática de potencia utilizada fue:

$$P = (\text{capacidad/eficiencia})/1000$$

Cálculo de costos de consumo eléctrico mensuales en AA

$$\text{Costo mensual (C\$)} = (p * \text{costo demanda}) + (\text{consumo eléctrico} * \text{Costo kWh})$$

El costo de la demanda y del kWh varía según el tipo de tarifa, por el tipo de tarifa de la institución el costo por demanda fue de **C\$ 607.1446** y **C\$ 5.0935** el kWh/h

Cálculo costos de consumo eléctrico anual de alternativa propuesta

Costo anual (C\$) = costo mensual (C\$) x 12 meses del año

Ahorro energético anual

Ahorro energético anual (kWh) = Consumo eléctrico actual (ensayo) - Consumo eléctrico de la alternativa

Ahorro económico anual

Para este cálculo se utilizó; el costo anual del uso eléctrico, (según alternativa propuesta). La fórmula para el cálculo de costo anual actual fue:

Costo anual actual = Consumo anual * tarifa T2 MT general; Por tanto la fórmula del ahorro económico anual fue:

Ahorro económico = Costo consumo anual actual - Costo consumo anual alternativa

Dónde:

Unidad de medida ahorro económico anual C\$

Costo consumo anual actual C\$

Costo consumo anual alternativa C\$

Periodo de recuperación de la inversión (PSRI)

El formula es la siguiente:

$$\text{PSRI} = \text{costo AA} / \left(\frac{\text{ahorro anual}}{22.3} \right)$$

22.3 es el cambio oficial del dólar del año 2011

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización general de energía eléctrica en la Universidad Nacional Agraria

4.1.1. Consumo mensual de la energía en instancias académicas, administrativas e independientes

Durante cinco meses del año (noviembre, febrero, mayo, junio y agosto), el consumo eléctrico se mantuvo por encima de los 600,000 kWh/mes; en el mes de marzo el consumo alcanzó los 711,860.40 kWh/año y en los restantes meses el consumo se mantuvo por debajo de los 600,000 kWh/mes (enero, abril, julio, septiembre y octubre) y el mes de diciembre presentó el menor consumo con 371,440.97 kWh/mes (Figura 3).

La disminución del consumo eléctrico en los meses antes mencionados, se debe a que en ese tiempo los días laborales se redujeron por el periodo de vacaciones.

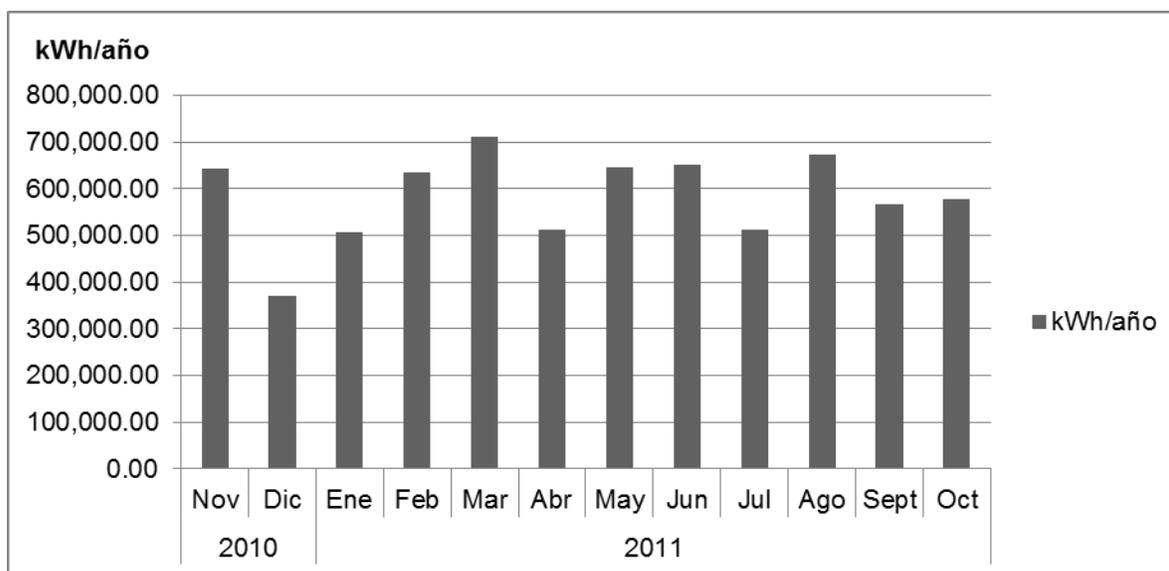


Figura 3. Consumo mensual de la energía eléctrica en instancias académicas y administrativas.

En las instancias independientes el consumo se mantuvo por encima de 14,000 kWh/mes en los meses: noviembre, febrero, mayo, junio, agosto, septiembre y octubre; en enero, abril y

julio se mantuvo próximo a los 12,000 kWh/mes; marzo presento el mayor consumo eléctrico con 16,777.11kWh/mes y diciembre representó el mes de menor consumo para las instancias independientes con 8,940.12kWh/año (Figura 4).

Como en el caso anterior, los meses de menor consumo corresponden al periodo de vacaciones, los días laborales y académicos (clases) disminuyen y se necesita menos energía.

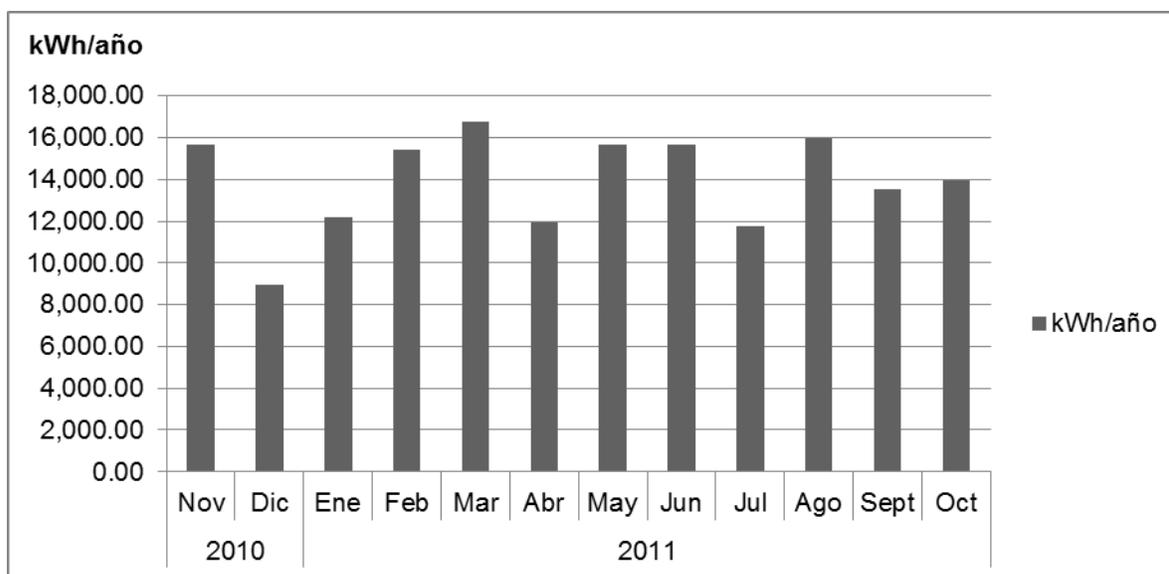


Figura 4. Consumo mensual de la energía eléctrica en instancias independientes.

4.2. Consumo general de energía eléctrica en la Universidad Nacional Agraria

El total de energía consumida en la Universidad fue de 7, 177,417.66 kWh/año, de este total las instancias académicas y administrativas utilizaron 7, 177,417.66 kWh/año y las instancias independientes 167,458.53kWh/año.

4.2.1. Distribución consumo eléctrico en la UNA

Las Facultades son los sitios que más electricidad utilizan, en total consumen 4, 307,580.72 kWh/año (61.45%), esto se debe a que en ellas se encuentran las unidades académicas, de investigación y laboratorios, por tanto el tiempo de uso de algunos equipos es constante y prolongado como por ejemplo las lámparas, y abanicos en las aulas de clase, estos son utilizados en horas de clase y autoestudio por los estudiantes y los equipos de secado de

laboratorio, estos se utilizan entre 48 h o más continuas dependiendo de la muestra a secar, Las Direcciones y Unidades de apoyo en conjunto consumieron 2,424,954.06 y los restantes 277,424.35 kWh/año fueron utilizados por Rectoría y Auditoría Interna (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de consumo eléctrico total en instancias académicas y administrativas de la UNA

Instancias	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Facultades	4,307,580.72	61.45
Direcciones/Unidades	2,424,954.06	34.59
Rectoría	240,961.89	3.44
Auditoría Interna	36,462.45	0.52
Total	7,009,959.13	100.00

Las Facultades de Agronomía (FAGRO) y Ciencia animal (FACA) utilizan el 64.89% del porcentaje total de energía consumida por este grupo; Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) y Desarrollo Rural (FDR) representan el 35.11 % (Cuadro 2). Agronomía es la Facultad que posee mayor cantidad de laboratorios (13) y ofrece las carreras con mayor demanda entre facultades, en el caso de FACA cuenta con áreas productivas, lo cual aumenta la demanda eléctrica por lo antes mencionado estas dos facultades despuntan en el consumo eléctrico entre Facultades.

Cuadro 2. Distribución del consumo eléctrico total de las Facultades

Facultades	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
FAGRO	1,616,094.00	37.52
FACA	1,178,963.79	27.37
FARENA	769,515.34	17.86
FDR	743,007.60	17.25
Total	4,307,580.72	100.00

Los mayores porcentajes de consumo en las Direcciones correspondieron a Dirección General Administrativa y Financiera (DGAF), Centro de Documentación (CENIDA) y Producción (DIPRO); los tres puntos representan el 72.43% del total de energía consumida en este grupo, seguido por Servicios Estudiantiles, Oficina Técnica de Evaluación Institucional (OTEI), Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado (DIEP), Dirección de Comunicación

(DICO) con 22.84%; el menor porcentaje de energía eléctrica fue utilizado por Unidad de Adquisiciones, Docencia (DIDOC) y la Dirección de cooperación Externa (DICOEX) responsables del 4.73% (Cuadro 3).

La DGAF por sus funciones es un área en la cual prevalecen los equipos de uso de procesamiento de información electrónica (computadores, impresoras, escáner, calculadoras digitales etc), en ocasiones por lo general inicios y finales del mes, los usuarios utilizan las computadoras entre 9 a 10 horas al día, de igual manera ocurre con las lámparas y aires acondicionados; el CENIDA supera las 8h de uso de los equipos iluminación, climatización y computadores por ser un área de estudio para los estudiantes, docentes, administrativos y público en general, ofrecen sus servicios 13 h diarias sin incluir sábado y domingo, los equipos son utilizados durante ese lapso de tiempo.

Cuadro 3. Distribución del consumo eléctrico total de las Direcciones

Direcciones	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
DGAF	851,077.85	48.45
CENIDA	613,647.63	34.94
DIPRO	291,771.72	16.61
Subtotal	1,756,497.20	72.43
DSE	155,496.83	28.08
OTIC	149,804.08	27.05
OTEI	94,213.58	17.01
DIEP	77,707.44	14.03
DICO	76,591.27	13.83
Subtotal	553,813.20	22.84
UA	48,060.38	41.92
DIDOC	45,529.87	39.71
DICOEX	21,053.42	18.36
Subtotal	114,643.66	4.73
Total	2,424,954.06	100.00

4.2.2. Consumo eléctrico en Instancias independientes

Del total de energía eléctrica consumida en las instancias independientes, los gremios obtuvieron el mayor porcentaje de consumo (77.21%), debido a que predominan el uso de aparatos electrodomésticos y de climatización; 17.91% correspondió a kioscos de comiderías, ya que representan establecimientos comerciales que en los que se emplea una amplia gama de electrodomésticos para la preparación de productos alimenticios y en tercer lugar se encontró que los centros de reproducción de documentos emplearon el 4.89% del total de energía consumida en las instancias independientes (cuadro 4).

En los centros de copias el consumo eléctrico es menor debido a que existe un menor número de personas laborando en esa área. Los equipos de oficina son los que se utilizan con frecuencia especialmente las computadoras y fotocopiadoras de alta capacidad cuyo tiempo de uso es de 8 horas al día.

Cuadro 4. Distribución y porcentaje general de consumo eléctrico en las Instancias independientes

Instancias	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Gremios	129,288.97	77.21
Kioscos de comiderías	29,985.97	17.91
Centro de copias	8,183.60	4.89
Total	167,458.53	100.00

4.3. Consumo general por cada uso de energía eléctrica en la Universidad Agraria e instancias independientes

4.3.1. Instancias académicas y administrativas

En el análisis se distingue que del total de energía consumida por las instancias de la UNA, el uso de climatización consumió 69.15%, seguido de, procesamiento de la información electrónica con 13.39% y en orden descendente los usos de reparación y mantenimiento,

electrodomésticos, prácticas y pruebas de laboratorio, iluminación y ventilación, sumaron 17.47% (cuadro 5)

Los equipos de aire acondicionado, requieren de altas potencias para su funcionamiento (climatización), la mayor o menor potencia requerida por estos equipos, está de acuerdo a la capacidad o tamaño del aparato. El consumo de energía eléctrica es proporcional a la potencia.

Similar ocurre con los equipos de laboratorio, en este caso el tiempo de uso juega un rol determinante en su consumo; aunque estos aparatos no son utilizados regularmente, su uso promedio es de 72 horas continuas. La antigüedad del equipo y prácticas de uso no adecuados influyen en el incremento o disminución del consumo. La antigüedad de equipos en estas áreas oscila de 3 a 10 años.

Durante el levantamiento de los datos, se observaron refrigeradores en buen estado y sub utilizados (mínima capacidad de almacenamiento vs máxima capacidad de enfriamiento) y otros en mal estado en todos los casos se encontraron conectados al toma corriente.

Cuadro 5. Porcentaje y consumo netos por cada uso de la energía eléctrica en la sede central de la Universidad Nacional Agraria

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	4, 847,349.10	69.15
Procesamiento de la información electrónica	938,321.03	13.39
Reparación y mantenimiento	404,831.27	5.78
Electrodomésticos	327,811.97	4.68
Prácticas y pruebas de laboratorio	267,146.89	3.81
Iluminación	190,826.06	2.72
Ventilación	33,672.82	0.48
Total	7, 009,959.13	100.00

4.3.2. Instancias independientes

En estas instancias el uso de climatización representó el 65.91% del consumo de estas áreas, en segundo lugar se encontró electrodomésticos con 18.46% y procesamiento de la información electrónica con 11.08% y en menor grado iluminación y ventilación con 4.55% del consumo total correspondiente a las instancias independientes (cuadro 6).

En este caso la situación es similar a la de los equipos electrodomésticos de las instancias académicas y administrativas, sin embargo el tiempo de uso fue mayor en algunos aparatos (cafeteras y refrigeradoras).

En las áreas académicas, administrativas e instancias independientes el tiempo de uso de los refrigeradoras es de 8 horas/7 días (Dato oficial INE).

Cuadro 6. Porcentaje y consumo netos por usos de la energía eléctrica en instancias independientes de la sede central de la Universidad Nacional Agraria

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	110,374.27	65.91
Electrodomésticos	30,915.23	18.46
Procesamiento de la información electrónica	18,546.77	11.08
Iluminación	5,263.29	3.14
Ventilación	2,358.97	1.41
Total	167,458.53	100.00

4.4. Distribución del consumo eléctrico en facultades, direcciones, rectoría y auditoría interna

4.4.1. Consumos eléctricos en facultad de agronomía (FAGRO)

FAGRO, cuenta con un total de 13 laboratorios, estos utilizaron 785,878.69 kWh/año de energía y el que utilizó más electricidad fue el Laboratorio de Hongos Entomopatógenos; los Departamentos académicos consumieron 594,258.87 kWh/año, por último Decanatura y Delegación administrativa utilizó 235,956.44 kWh/año; la unidad académica responsable del mayor consumo fue el Departamento de Producción Vegetal (Cuadro 7 y Anexo 2).

Cuadro 7. Distribución porcentual y consumo eléctrico total en FAGRO

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Laboratorios	785,878.69	48.63
Departamentos Académicos	594,258.87	36.77
Decanatura y Delegación Administrativa	235,956.44	14.60
Total	1, 616,094.00	100.00

El uso más representativo dentro de los laboratorios, fue climatización con 81.18% del consumo total para esta área, en segundo lugar se encontraron prácticas y pruebas de laboratorio y electrodomésticos responsables 15.31% y en menor medida iluminación, procesamiento de la información electrónica y ventilación con 3.5% (Figura 5 y Anexo 4). Los equipos de mayor consumo fueron: aires acondicionados, horno industrial, grabadora, lámpara y autoclave (Figura 6 y Anexo 4).

Los equipos señalados (aire acondicionado, horno y autoclave) requieren de potencias altas para su funcionamiento (calentamiento, climatización o intercambio de temperatura), además, presentan un tiempo de uso irregular pero intensivo.

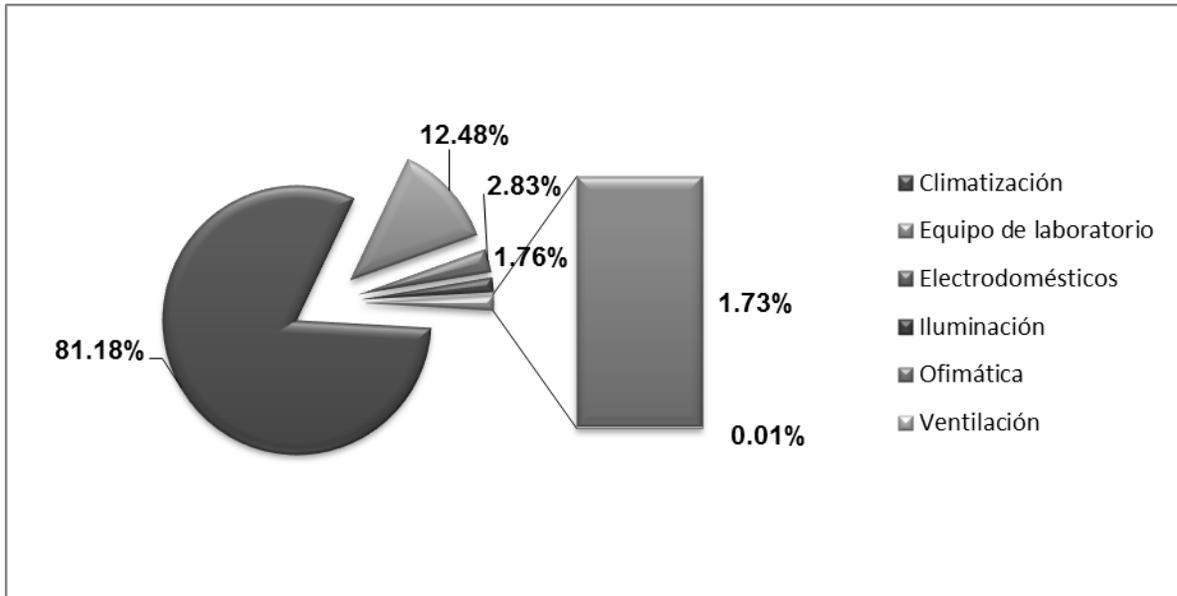


Figura 5. Distribución porcentual del consumo eléctrico en laboratorios de FAGRO.

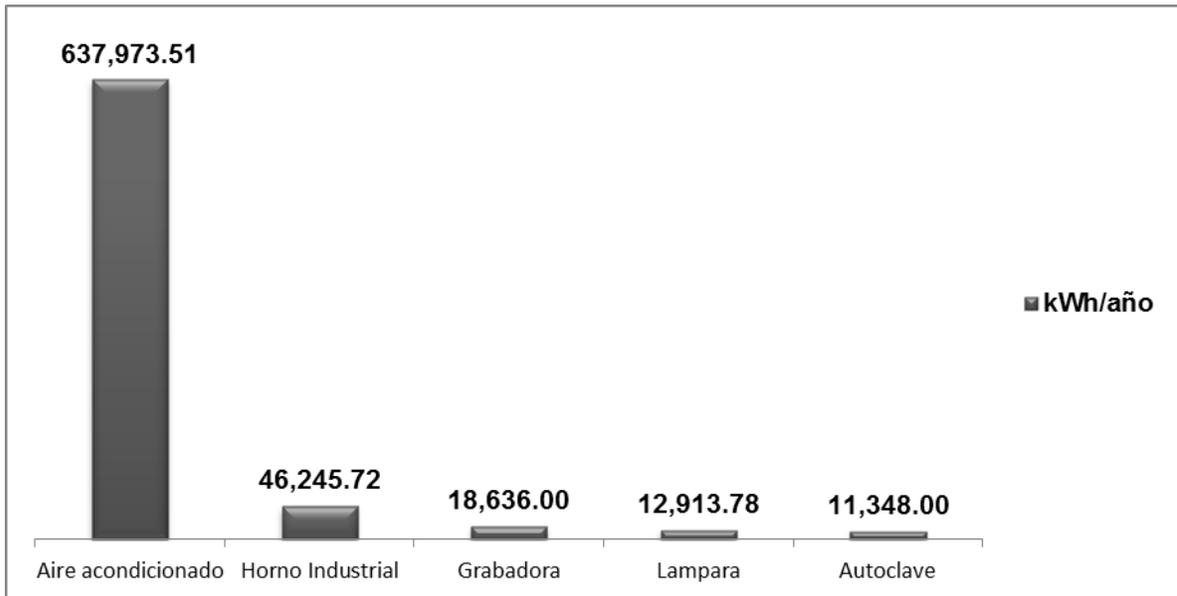


Figura 6. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios de FAGRO.

En los Departamentos Académicos, climatización y procesamiento de la información electrónica son los usos de mayor consumo, estos representan el 76.87% y 21.45% respectivamente; y con menor porcentaje de consumo se encontró iluminación y electrodomésticos que sumaron 1.67% (Figura 7 y Anexo 5). Los equipos que presentaron

mayor consumo dentro de los Departamentos de FAGRO fueron, aires acondicionados, baterías, nodos de internet, computadoras y lámparas fluorescentes (Figura 8 y Anexo 6).

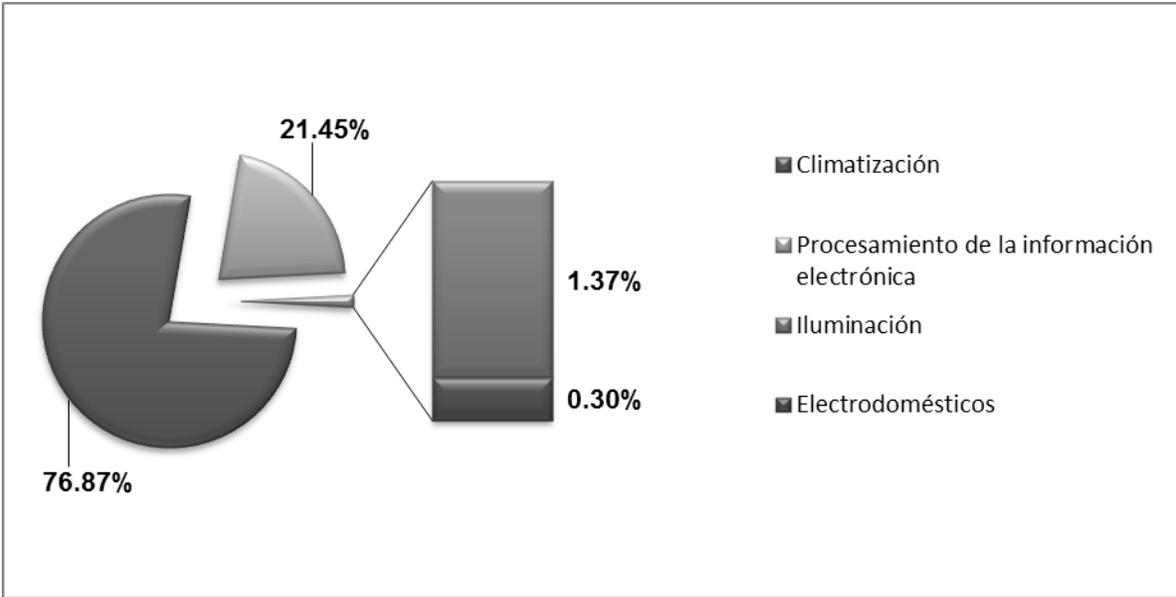


Figura 7. Distribución porcentual por uso de energía en departamentos académicos de FAGRO.

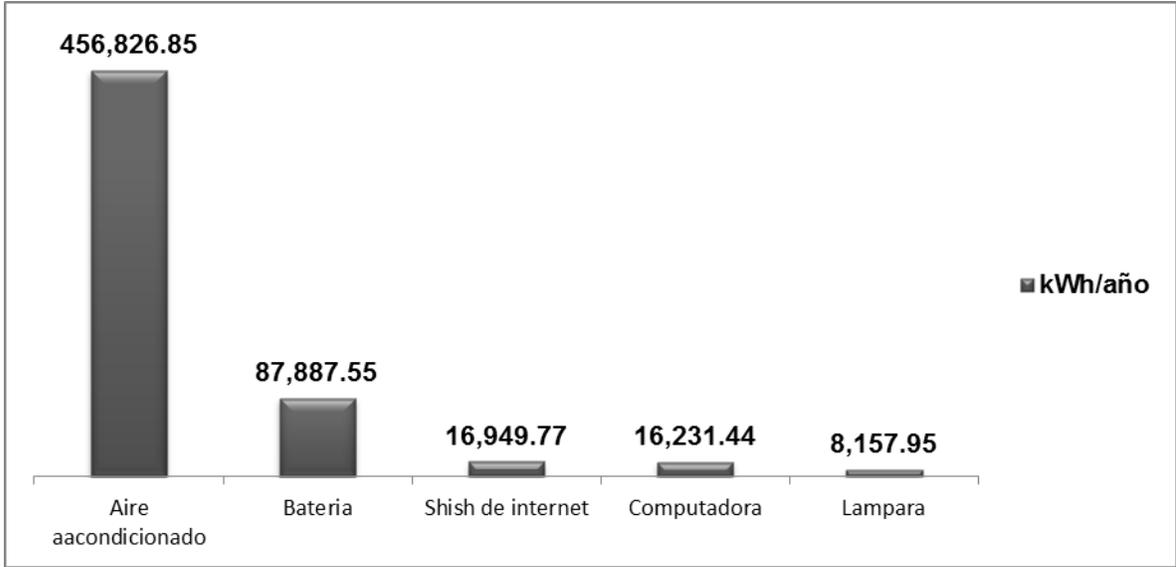


Figura 8. Equipos de mayor consumo eléctrico en Departamentos académicos en FAGRO.

Los usos de mayor consumo en la Decanatura y Delegación Administración fueron: climatización con 84.46% e iluminación con 8.17% (Figura 9 y Anexo 7), en menor medida se encontraron procesamiento de la información electrónica, ventilación y electrodomésticos con el 7.38% del consumo total para esta facultad.

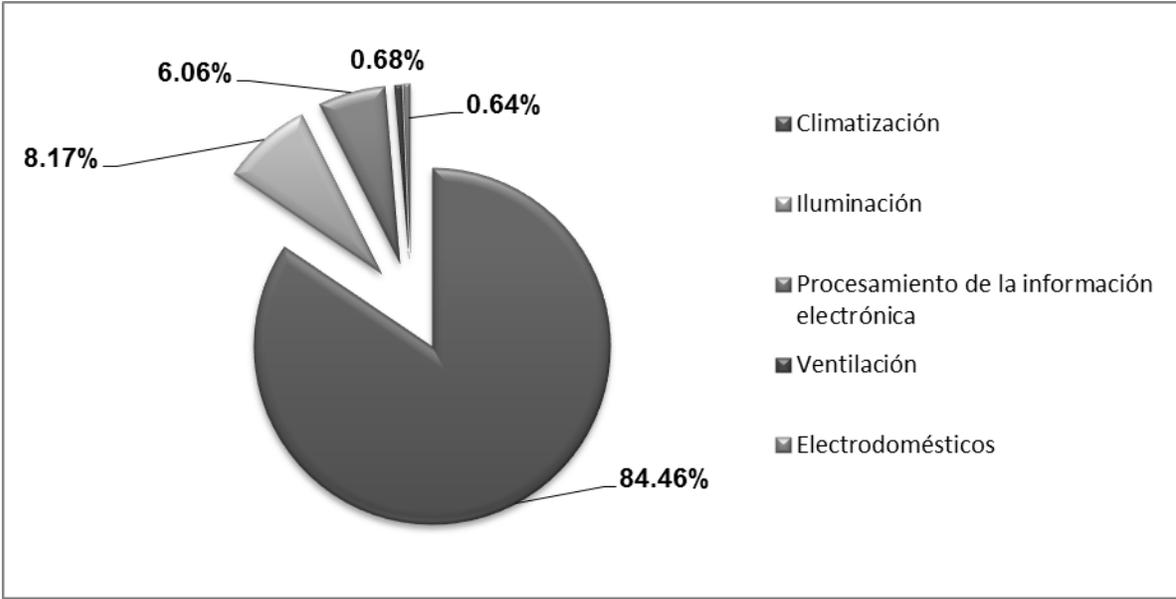


Figura 9. Distribución porcentual por uso de energía en Decanatura y Delegación Administrativa de FAGRO.

Los equipos que presentaron mayor consumo dentro de decanatura y administración de FAGRO fueron: aires acondicionados, lámparas fluorescentes, batería de computadora y abanico (Figura 10 y anexo 8).

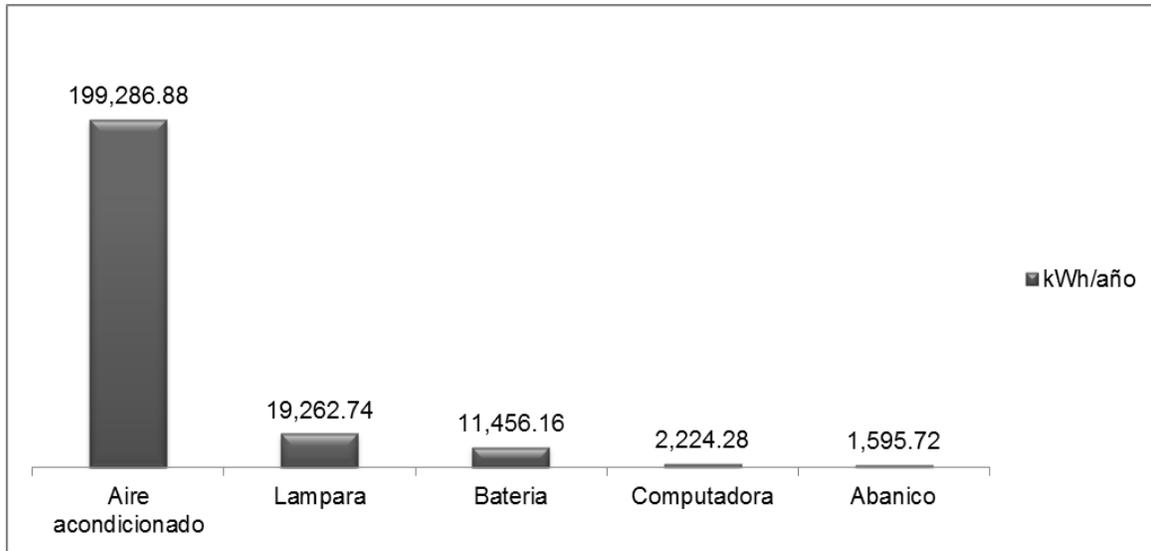


Figura 10. Equipos de mayor consumo eléctrico en decanatura y delegación administrativa de FAGRO.

4.4.2. Consumos eléctricos en Facultad de Ciencia Animal (FACA)

Esta facultad cuenta con un total de 6 laboratorios, el 42.67% de la energía es consumida por ellos y el que utilizó más electricidad fue el Laboratorio de Microbiología. El 25.37% fue utilizado por Departamentos Académicos, le sigue Decanatura y Delegación administrativa con 25.18%, el restante 6.77% lo utilizaron las Unidades de Producción; la unidad académica responsable del mayor consumo fue el Departamento de Sistema Integral de Producción Animal (DSIPA) y la Granja Experimental Acuícola (Cuadro 8 y Anexo 9).

Los equipos de mayor consumo se encuentran en los laboratorios, por ejemplo los hornos requieren 660 W, freezer del laboratorio de Anatomía requiere 575 W para su funcionamiento por tanto estas áreas sobresalen en el orden descendente de consumo en FACA.

Cuadro 8. Distribución porcentual y neta de consumo eléctrico en FACA

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Laboratorios	503,085.87	42.67
Departamentos Académicos	299,102.94	25.37
Decanatura y Delegación Administrativa	296,902.15	25.18
Áreas productivas	79,872.83	6.77
Total	1,178,963.79	100.00

En los laboratorios el grupo de uso de equipos que más utiliza energía fue climatización con el 44.92%; en segundo lugar, electrodomésticos con 49.36%; el tercer lugar lo ocupó prácticas y pruebas de laboratorio utilizando el 3.61%; procesamiento de la información electrónica, iluminación y ventilación consumieron el restante 2.11% (Figura 11 y Anexo 10); los equipos representativos en orden descendente de consumo fueron: aires acondicionados y freezer (Figura 12 y Anexo 11).

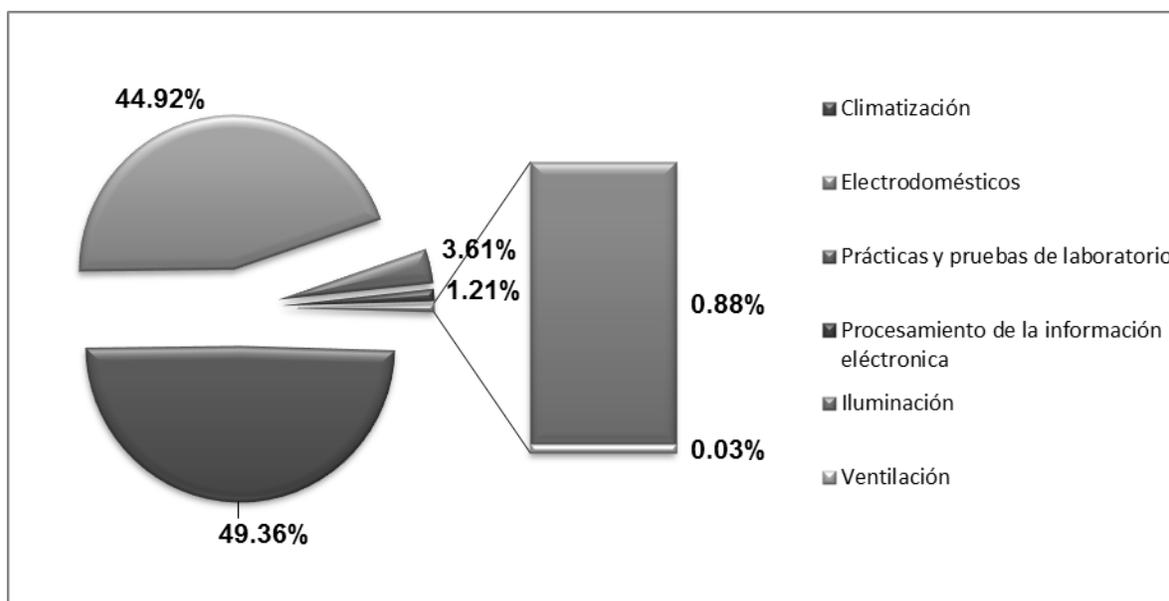


Figura 11. Distribución porcentual por uso eléctrico en laboratorios de FACA.

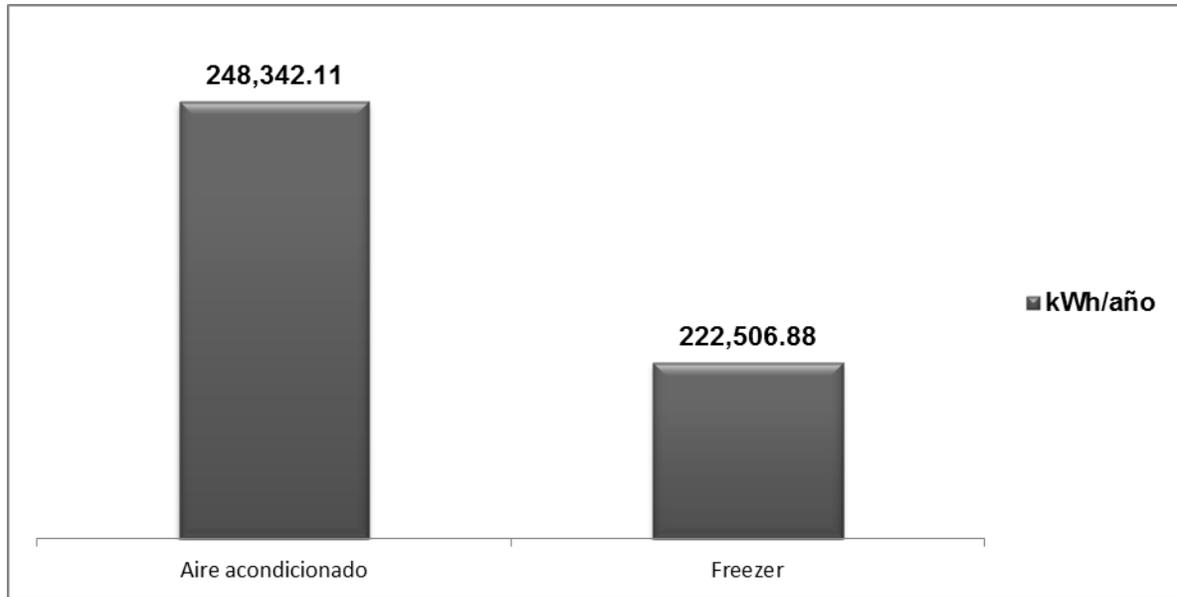


Figura 12. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios en FACA.

Los Departamentos Académicos utilizaron el 88.233% del total de energía consumida por este grupo en climatización de áreas y el restante 11.80% fue utilizado en procesamiento de la información electrónica, iluminación, ventilación, electrodomésticos y prácticas y pruebas de laboratorio (Figura 13 y Anexo 12). Los equipos representativos por consumo fueron aires acondicionados, lámparas y abanicos (Figura 14 y Anexo 13).

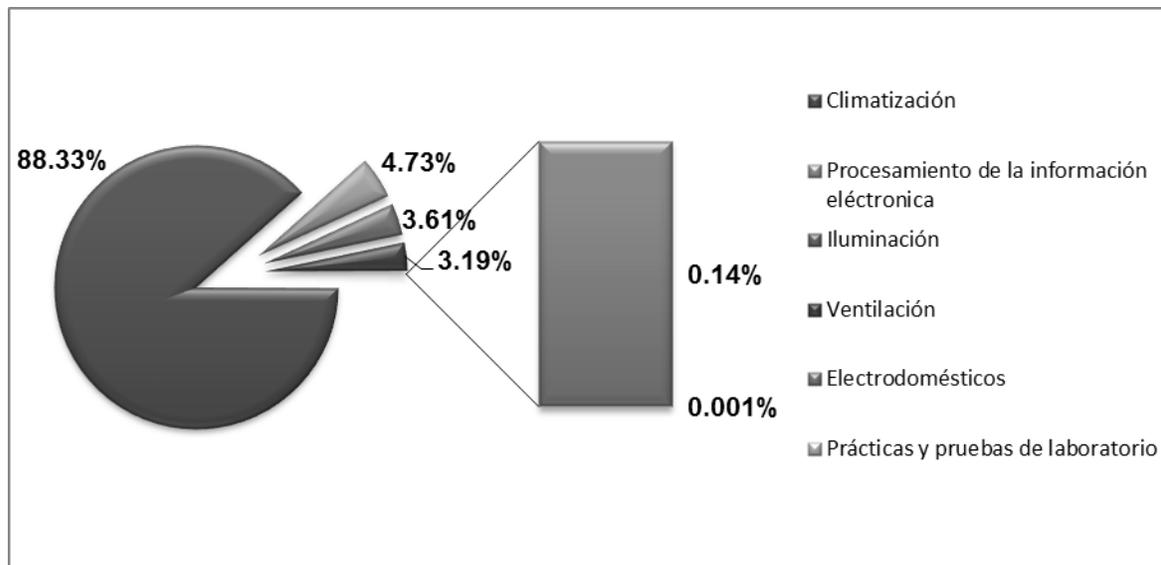


Figura 13. Distribución porcentual por uso eléctrico en Departamentos Académicos en FACA.

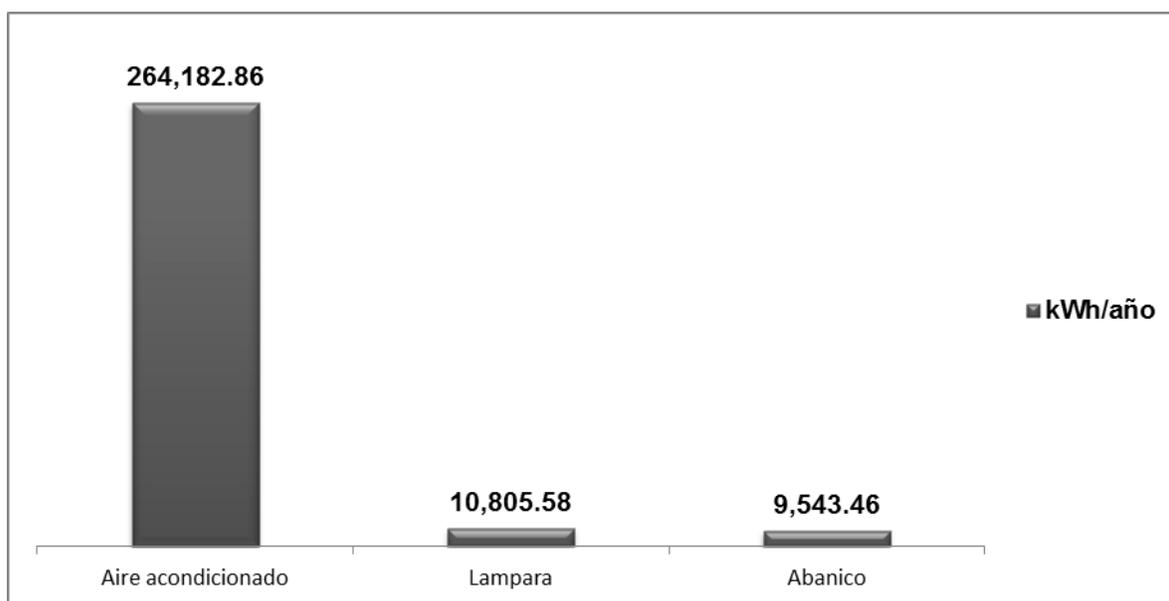


Figura 14. Equipos de mayor consumo eléctrico en Departamentos Académicos en FACA.

Los usos que consumieron más energía en Decanatura y Delegación Administrativa fueron: climatización con 86.91% de consumo; seguido de procesamiento de la información electrónica 11.18%, finalmente electrodomésticos e iluminación consumieron 1.91% (Figura 15 y Anexo 14). Los aires acondicionados y computadores tuvieron los mayores consumos de energía eléctrica (Figura 16 y Anexo 15).

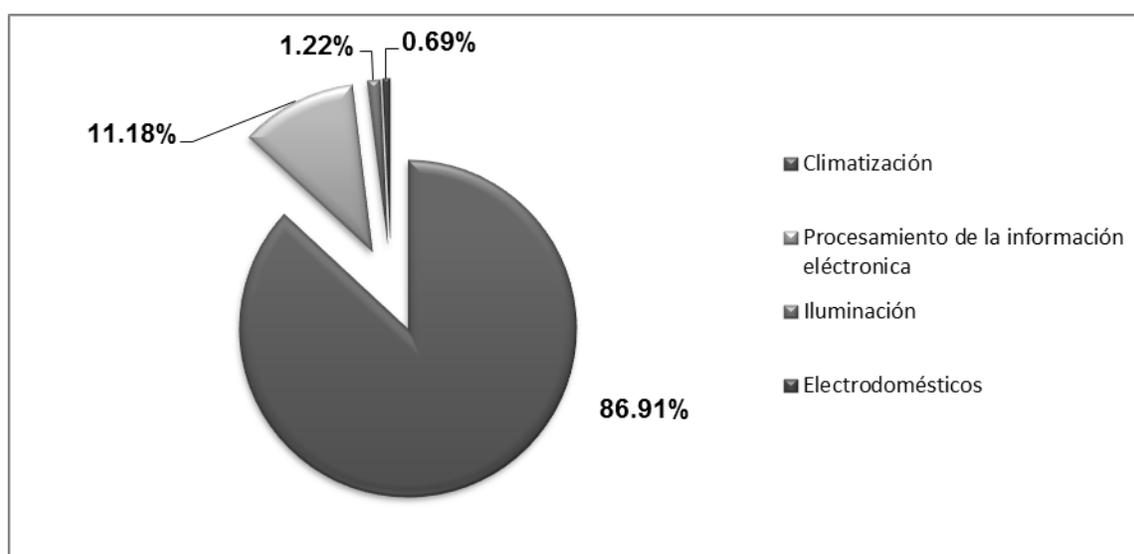


Figura 15. Distribución porcentual por uso eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa en FACA.

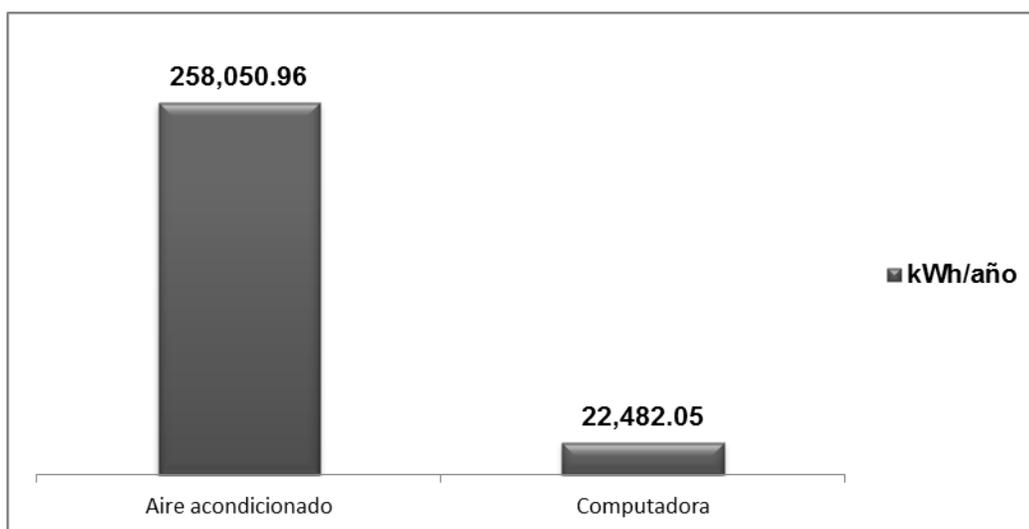


Figura 16. Equipos de mayor consumo eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa en FACA.

En las áreas de producción los usos de mayor consumo fueron: climatización y prácticas y pruebas de laboratorio con 34.55% y 28.25% respectivamente, en segundo lugar iluminación 23.62% de energía utilizada, el tercer lugar lo ocupó procesamiento de la información electrónica con 12.30% y el restante 1.28% de energía se distribuyó entre electrodomésticos y ventilación (Figura 17 y Anexo 16). Los equipos que utilizaron más energía fueron: Aires acondicionados, bomba de agua y lámparas fluorescentes (Figura 18 y Anexo 17).

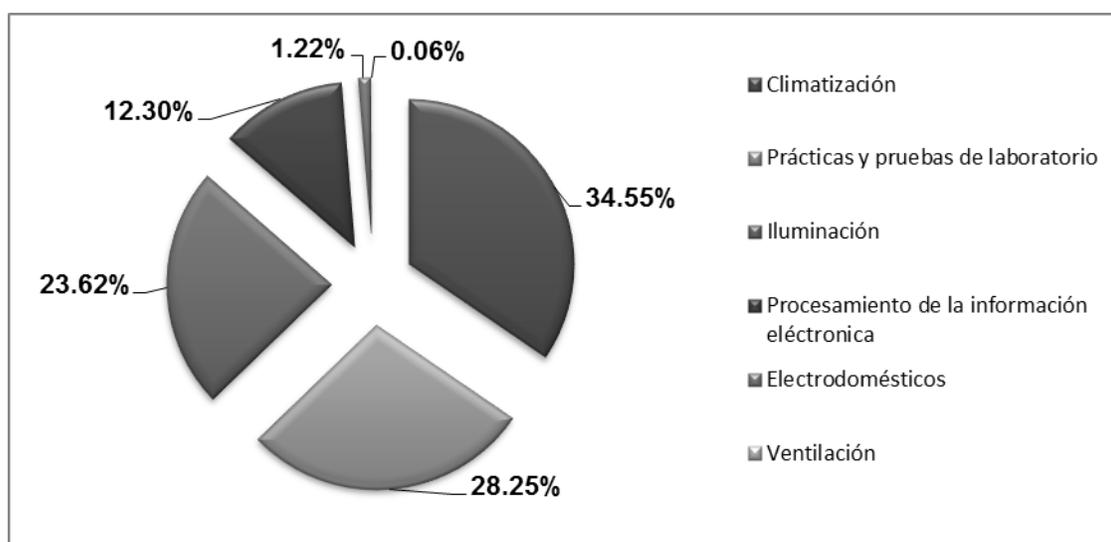


Figura 17. Distribución porcentual por uso eléctrico en áreas de producción de FACA.

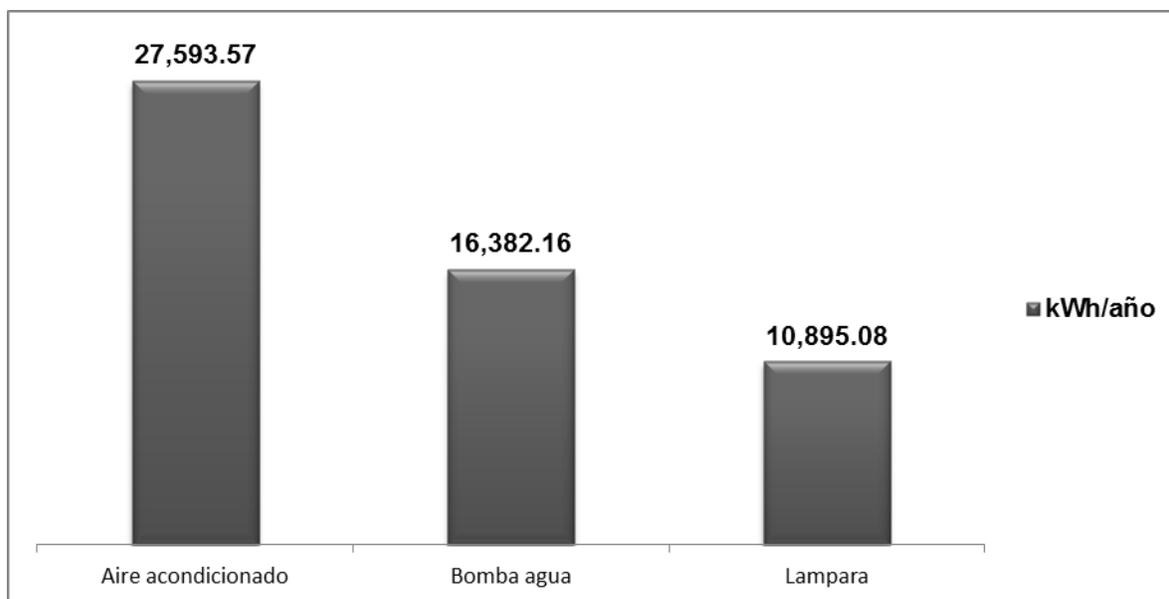


Figura 18. Equipos de mayor consumo eléctrico en departamentos académicos en FACA.

4.4.3. Consumos eléctricos en la Facultad de Recursos Naturales y Ambiente (FARENA)

FARENA, cuenta con un total de tres departamentos académicos, un 53% de la energía es consumida por ellos y el que utilizó más electricidad fue el Departamento de Manejo de Bosque y Ecosistemas, en cambio los laboratorio consumieron un cuarto (25.47%) de la energía total para esta Facultad, en tercer lugar se encontró que, Decanatura y delegación administrativa fueron responsables de 21.54% de la electricidad consumida en esta dependencia (Cuadro 9 y Anexo 18).

Cuadro 9. Distribución porcentual y neta de consumo eléctrico en FARENA

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Departamentos/aulas	407,815.58	53.00
Laboratorios	195,979.02	25.47
Decanatura y Delegación Administrativa	165,720.74	21.54
Total	769,515.34	100.00

En los Departamentos académicos, los usos de climatización, procesamiento de información electrónica e iluminación, presentaron porcentajes de consumo eléctrico de: 78.02%, 20.11% y 1.14% respectivamente; el restante 0.76% correspondió a electrodomésticos (Figura 19 y Anexo 2 y 19). Los equipos que consumieron más energía fueron: aire acondicionado, baterías de computadores, estabilizadores, computadoras y lámparas fluorescentes (Figura 20 y Anexo 20).

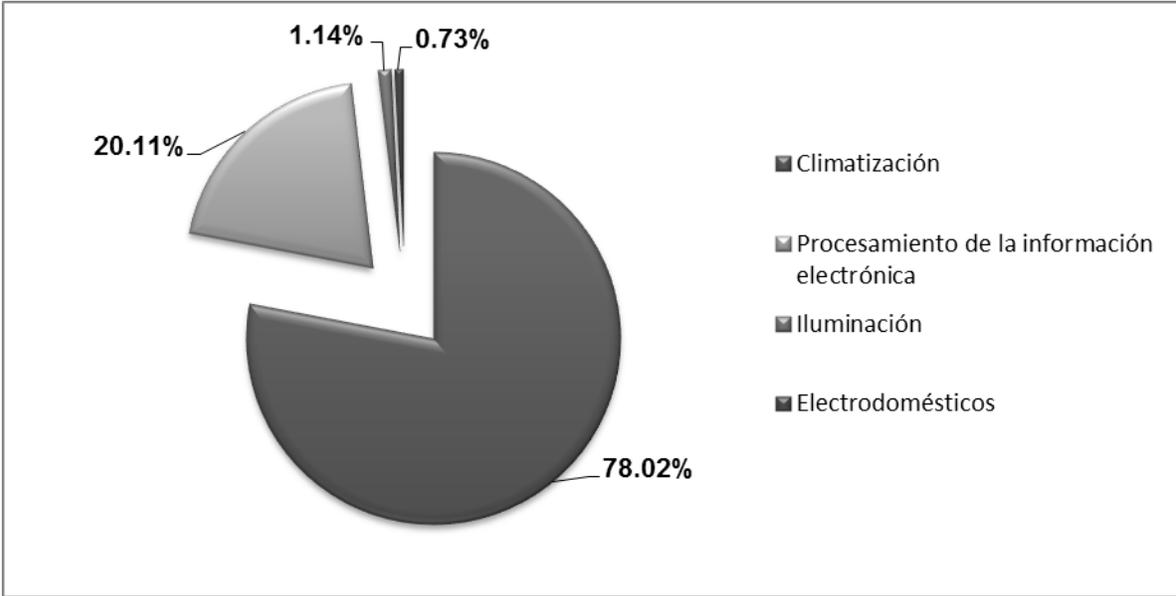


Figura 19. Distribución porcentual por uso de energía en Departamentos Académicos de FARENA.

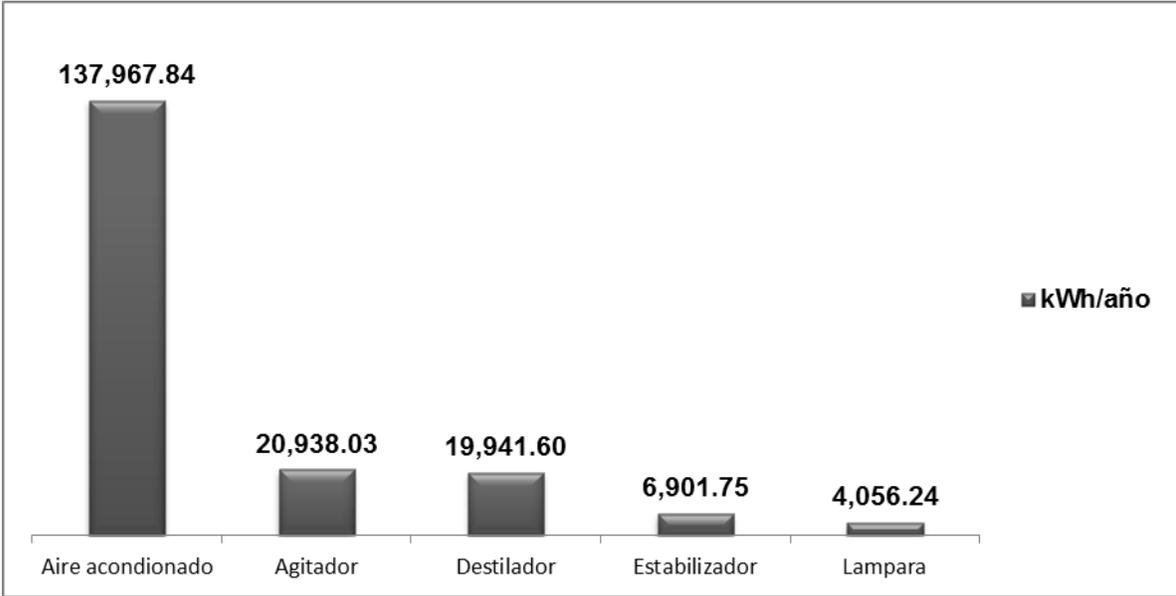


Figura 20. Equipos de mayor consumo eléctrico Departamentos académicos de FARENA.

Los usos eléctricos de mayor consumo en los laboratorios fueron climatización y prácticas y pruebas de laboratorio consumiendo 70.40% y 22.34% respectivamente; el restante 7.26% se distribuyó entre procesamiento de la información electrónica, iluminación y electrodomésticos (Figura 21 y Anexo 21). Los equipos que presentaron mayor consumo fueron: destiladores y refrigeradores (Figura 22 y Anexo 22).

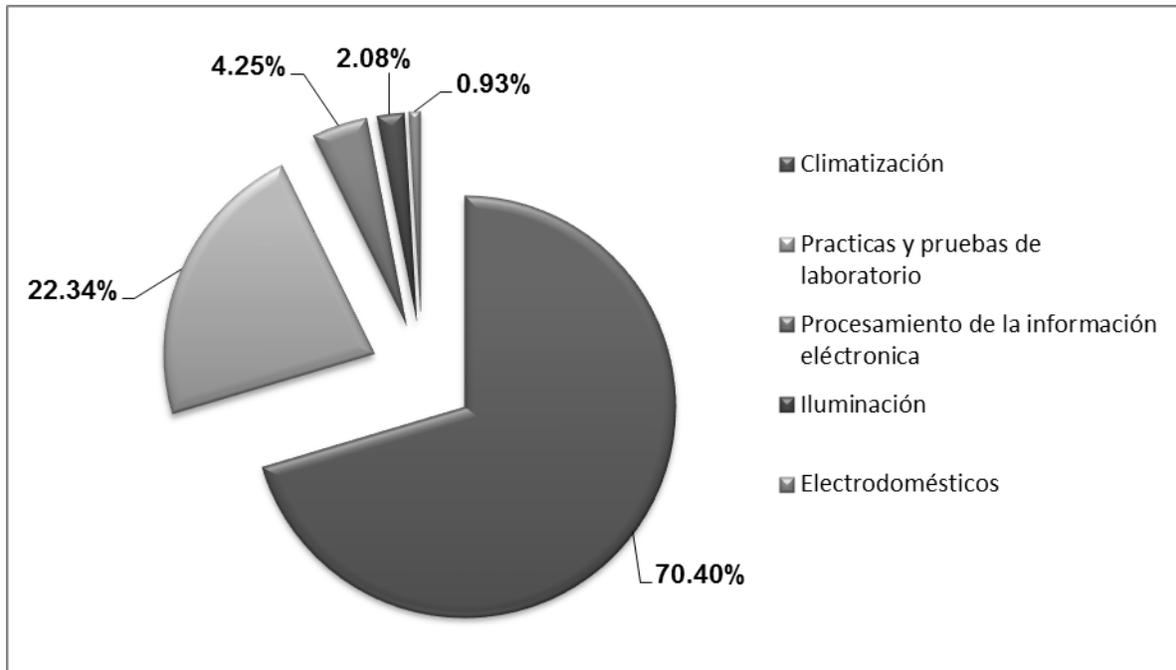


Figura 21. Distribución porcentual por uso de energía en laboratorios de FARENA.

El mayor consumo de energía fue en climatización y prácticas y pruebas de laboratorio porque son equipos que requieren de mayor potencia para su funcionamiento (climatización, prácticas académicas, pruebas y experimentos) y son utilizados por todas las carreras que ofrece la universidad para la academia, investigación y servicio.

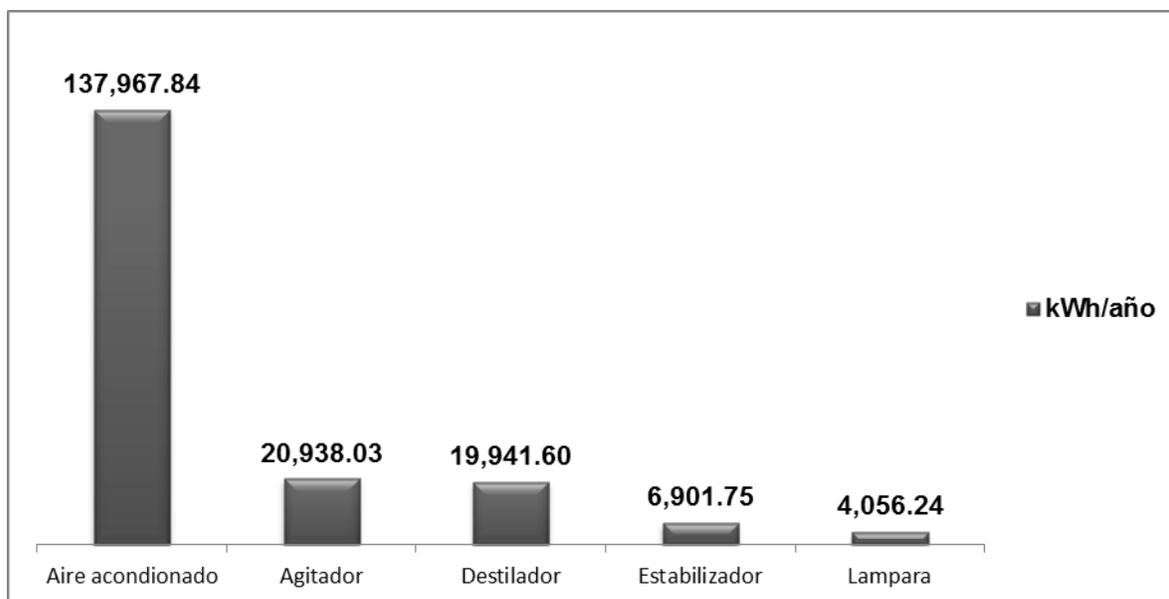


Figura 22. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios de FARENA.

En Decanatura y Delegación Administrativa, climatización consumió el 75.85% de la electricidad seguido de, procesamiento de la información electrónica con 10.45% e iluminación con 11.56% y en menor medida ventilación y electrodomésticos con 2.14% (Figura 23 y Anexo 23). Los equipos de mayor consumo fueron: aire acondicionado, lámparas fluorescentes, baterías de computadores, abanico y computadora. (Figura 24 y Anexo 24).

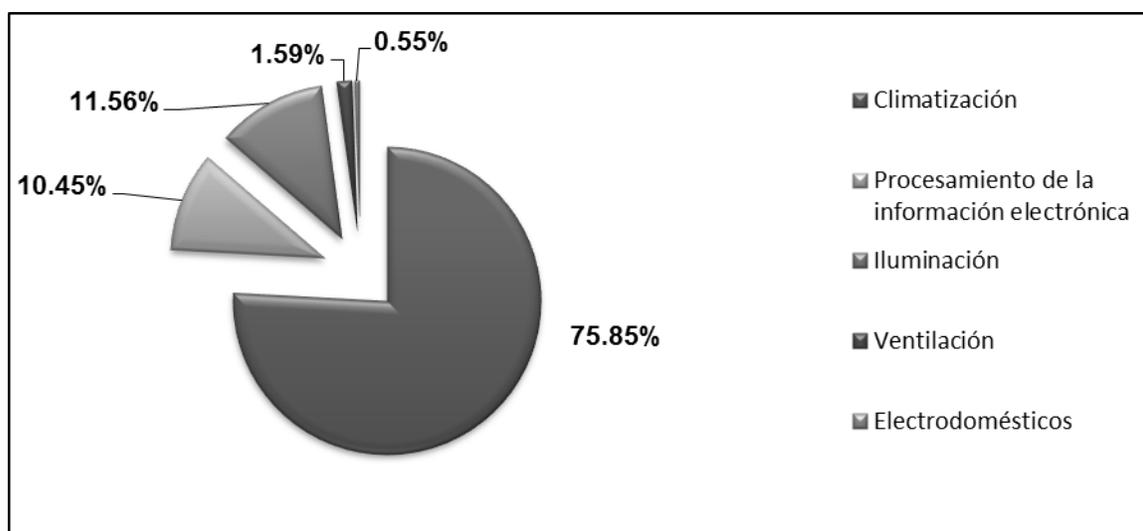


Figura 23. Distribución porcentual por uso de energía en Decanatura y Delegación administrativa de FARENA.

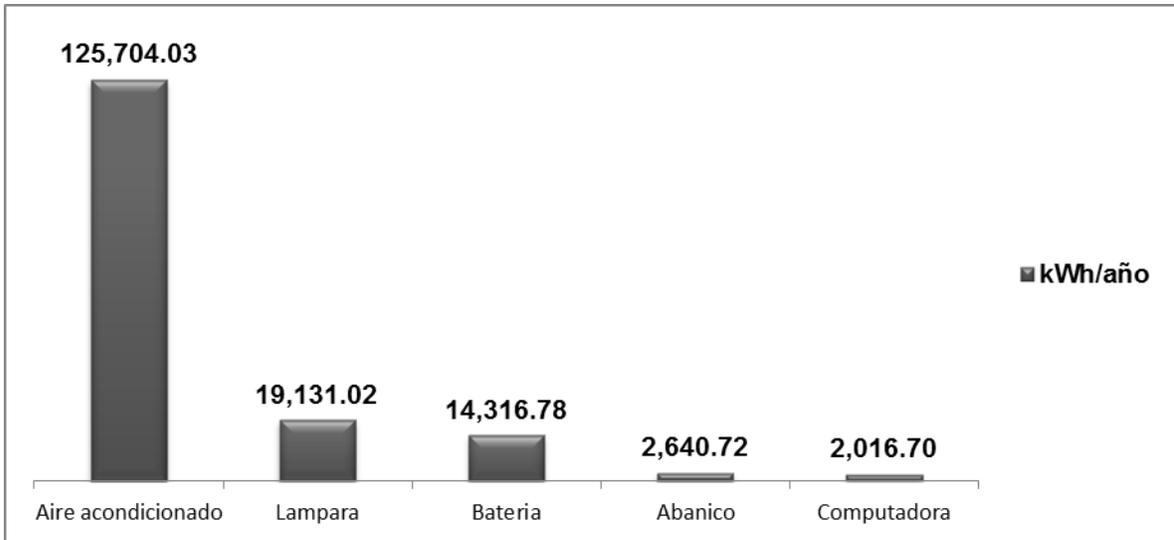


Figura 24. Equipos de mayor consumo eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa de FARENA.

4.4.4. Consumos eléctricos en Facultad de Desarrollo Rural (FDR)

Del total de energía consumida en esta Facultad (743, 007.60 kWh/año), el área de Departamentos académicos y aulas utilizó 49.66%, la unidad académica responsable del mayor consumo fue el Departamento de Desarrollo Rural, el segundo lugar corresponde a Decanatura y Delegación Administrativa con 38.21% y en último lugar según consumo se encontraron los laboratorios de dicha facultad con 12.13%, siendo el laboratorio de comunicación el de más consumo. (Cuadro 10 y Anexo 25).

Cuadro 10. Distribución neta y porcentual de consumo eléctrico en FDR

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Departamentos Académicos	368,980.46	49.66
Decanatura y Delegación Administrativa	283,897.05	38.21
Laboratorios	90,130.09	12.13
Total	743,007.60	100.00

En los Departamentos académicos, climatización consumió 92.73% de electricidad; entre procesamiento de la información, iluminación, electrodomésticos y ventilación utilizaron el 7.27% (Figura 25 y Anexo 26). Los equipos que más influyeron en el consumo fueron aire acondicionado, computadoras y baterías de computadores (Figura 26 y Anexo 27).

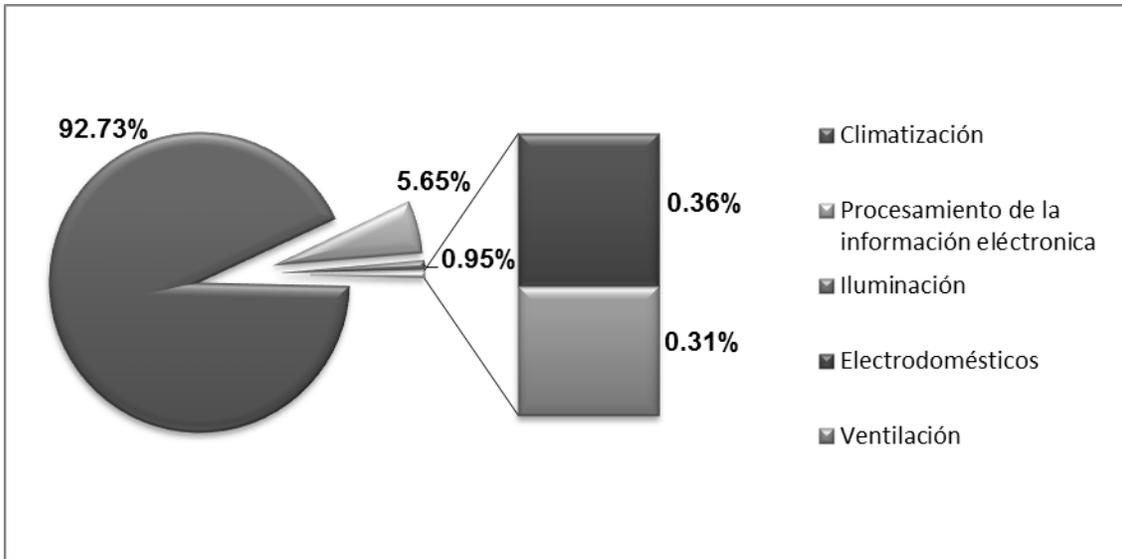


Figura 25. Distribución porcentual por uso eléctrico en Departamentos académicos de FDR.

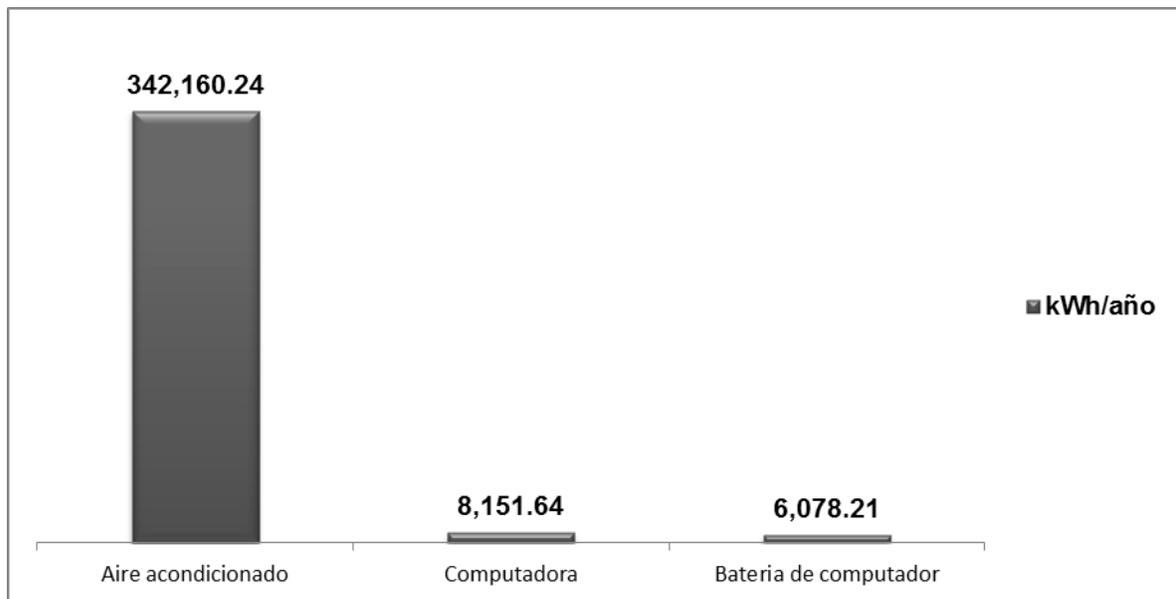


Figura 26. Equipos de mayor consumo eléctrico en Departamentos académicos en FDR.

En Decanatura y Delegación Administrativa, climatización utilizó 95.04% del total de consumo eléctrico (283,897.05 kWh/año) en este grupo y el restante 4.96% se distribuyó entre procesamiento de la información electrónica, iluminación y electrodomésticos (Figura 27 y Anexo 28). Los equipos de mayor consumo de los usos relevantes fueron aires acondicionados, lámparas y computadores (Figura 28 y Anexo 29).

El uso climatización utiliza más energía debido a que los aires acondicionados son equipos de altos consumos por las exigencias de funcionamiento, la figura 17 refleja que las lámparas consumen más que las computadoras, esto es por la diferencia entre la cantidad de equipos y horas de uso; en el cálculo, en lámparas se incluyeron interiores y exteriores (perimetral), estas se utilizan 8h y 12h al día respectivamente, las computadoras se utilizan 8h/día. Sin embargo a nivel de uso procesamiento de la información electrónica sigue siendo el segundo en consumo por abarcar diversidad de equipos ofimáticos y dentro de este se encuentran las computadoras.

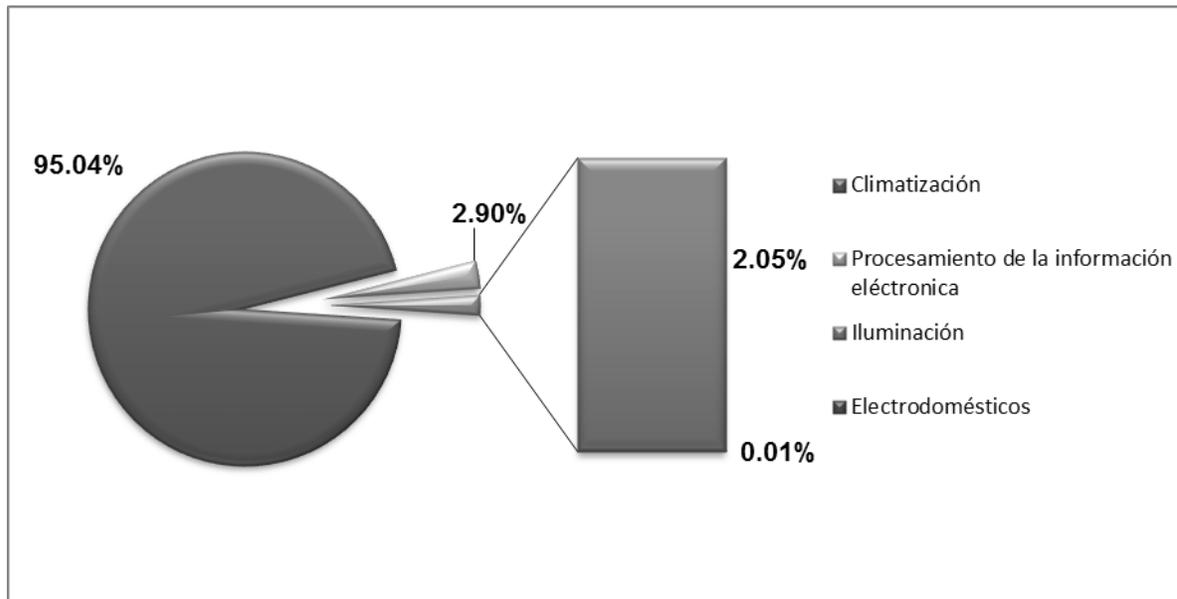


Figura 27. Distribución porcentual por uso eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa de FDR.

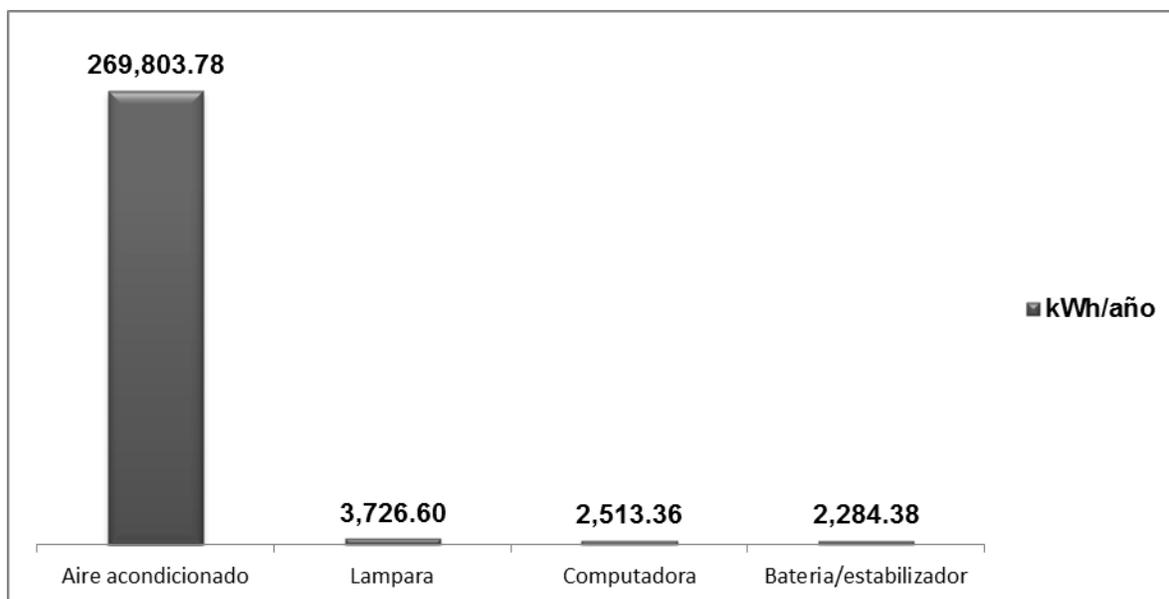


Figura 28. Equipos de mayor consumo eléctrico en Decanatura y Delegación administrativa en FDR.

El uso de mayor consumo en laboratorios correspondió a climatización, representando el 79.37% y el restante 20.63% se distribuyó entre procesamiento de la información electrónica, iluminación electrodomésticos, ventilación y prácticas y pruebas de laboratorio (Figura 29 y Anexo 30). Los aparatos de mayor incidencia en el consumo fueron aires acondicionados, lámparas y computadores (Figura 30 y Anexo 31). En este caso la diversidad de consumos entre los usos y equipos representativos es similar al caso anterior (Decanatura y Delegación Administrativa).

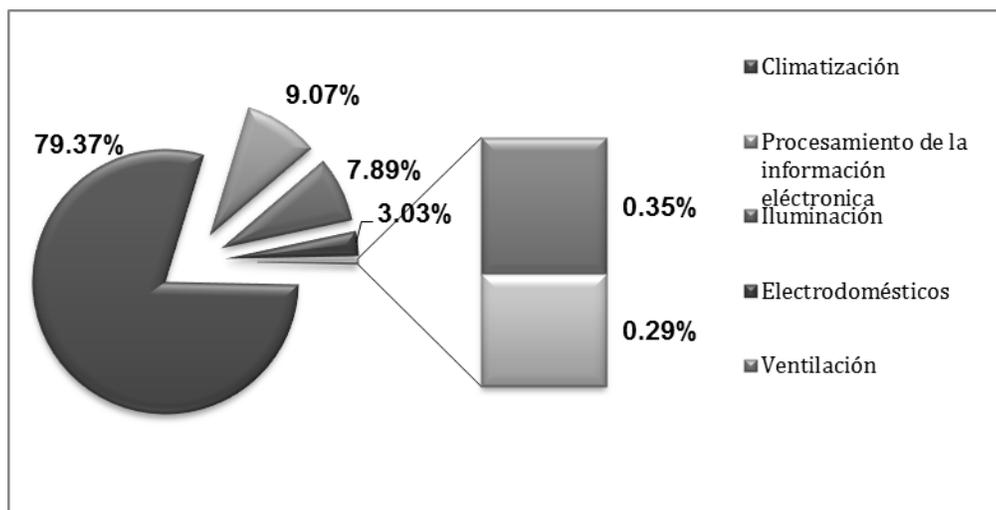


Figura 29. Distribución porcentual por uso eléctrico en laboratorios de FDR

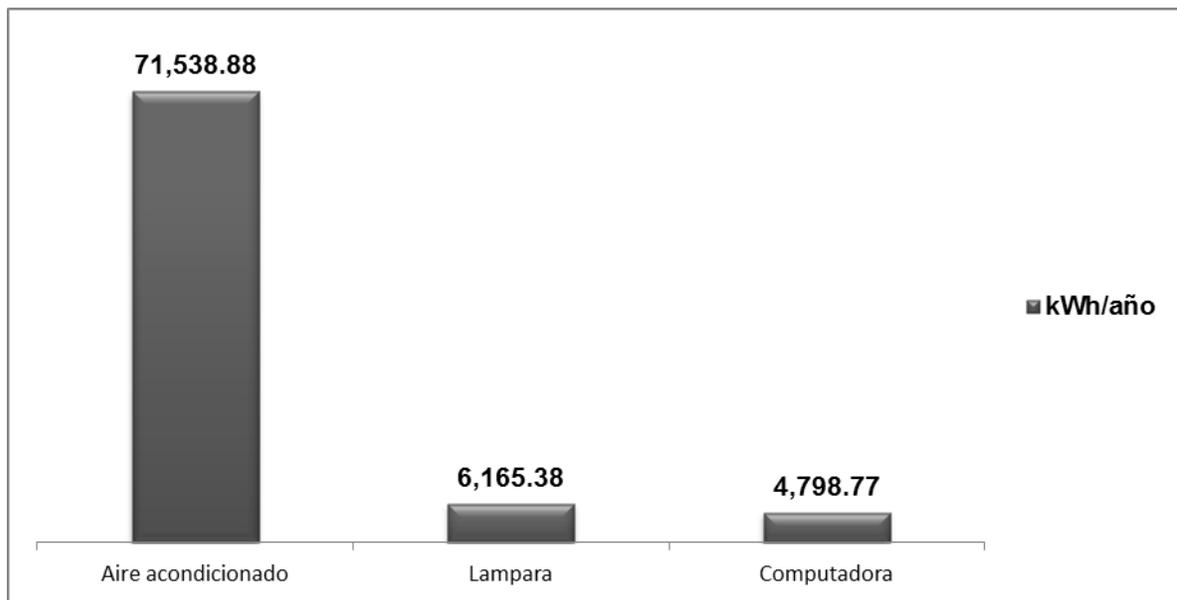


Figura 30. Equipos de mayor consumo eléctrico en laboratorios en FDR.

4.4.5. Distribución de porcentaje de consumo eléctrico en Direcciones

Los usos de mayor consumo en las direcciones fueron climatización, procesamiento de la información electrónica y reparación y mantenimiento, estos utilizaron 55.03%, 22.71% y 16.69% de energía respectivamente; en menor grado los usos electrodomésticos, iluminación y ventilación aportaron el 5.57% del total de consumo en las Direcciones (Figura 31 y Anexo 32).

Los equipos representativos por uso según consumo fueron: aires acondicionados, computadoras, baterías de computadores y pelletizadora (Figura 32 y Anexo 33).

Los equipos de altas potencias aires acondicionados, refrigeradores, mezcladoras en el caso de la DIPRO ejercen presión sobre el consumo eléctrico; además algunos se utilizan por tiempos superiores a 8h al día cuando la situación lo requiere, como es el caso de la DGAF con algunos equipos ofimáticos, aires acondicionados, lámparas fluorescentes etc. El consumo aumentara según las horas de uso de los equipos. Durante el levantamiento de campo se observó, en DSE y DIDOC que las refrigeradoras están siendo subutilizadas ya que el equipo está conectado y no hay ningún alimento en su interior o solo se encuentra un solo recipiente con alimento.

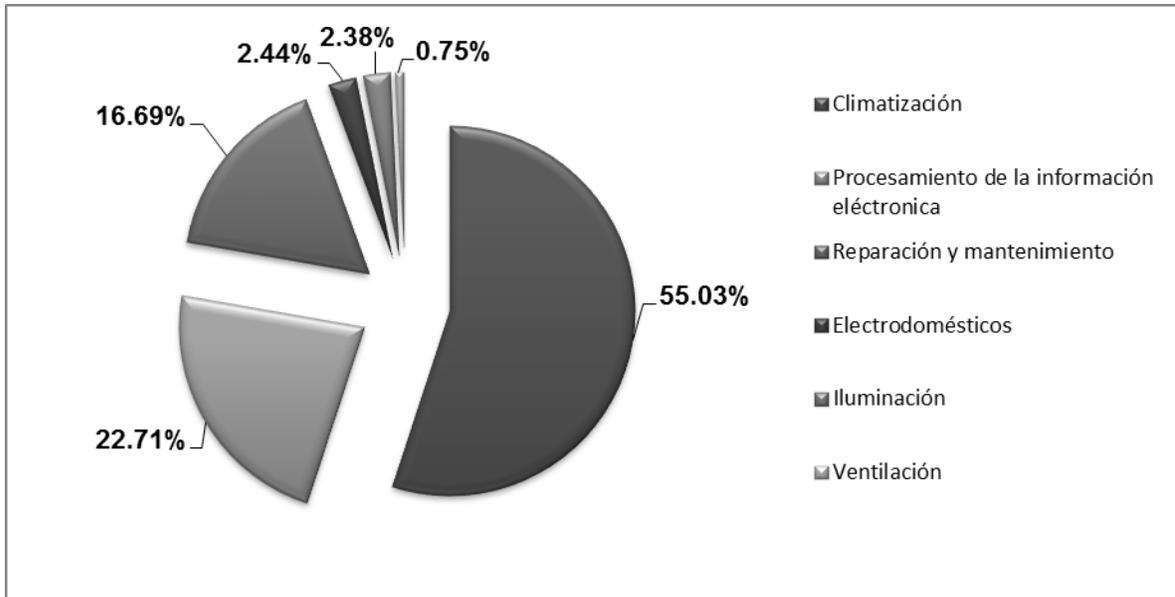


Figura 31. Porcentaje de usos de la energía eléctrica en Direcciones.

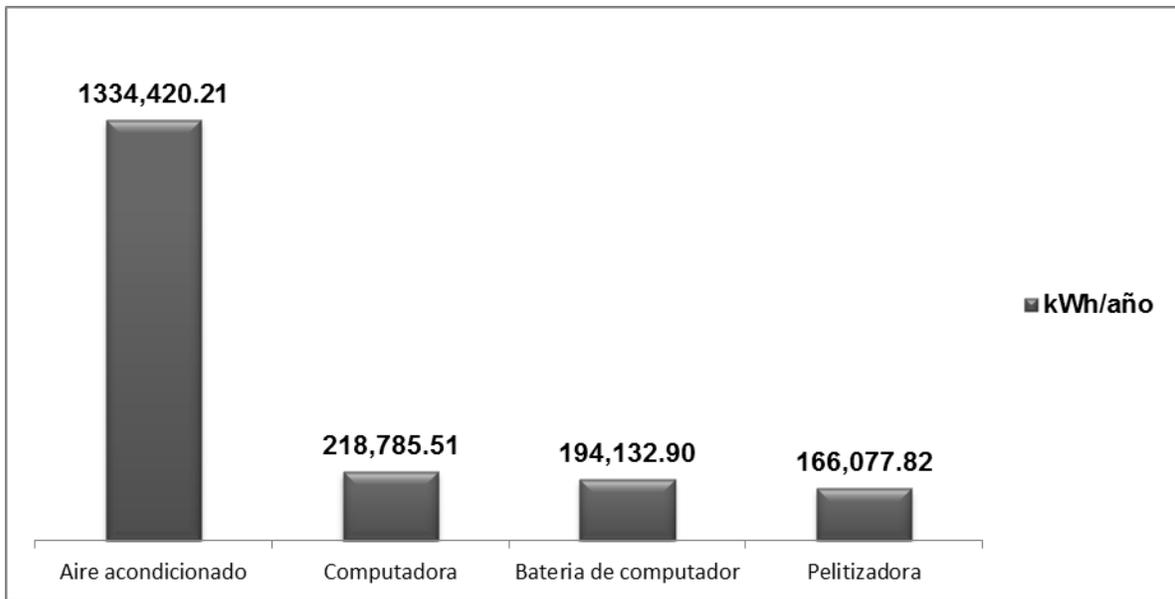


Figura 32. Equipos de mayor consumo eléctrico en Direcciones.

4.4.6. Consumo eléctrico en Rectoría y Auditoría interna

Los usos de mayor consumo fueron climatización con un 55.99%, prácticas y pruebas de laboratorio 30.38% y procesamiento de la información electrónica 8.70% del total (277,424.35); en un segundo bloque se encontró iluminación, electrodomésticos y ventilación

con 4.94% del consumo total para estas instancias (Figura 33 y Anexo 34). Los aires acondicionados, horno industrial, baterías de computadores y calentador son los equipos que marcan la diferencia en los consumos de los usos finales de energía más utilizados en estas áreas (Figura 34 y Anexo 35).

En este grupo además de aires acondicionados posee hornos industriales y otro tipo de equipos denominados de laboratorio que se caracterizan por ser de altos consumos, estos se encuentran en el laboratorio de Suelos y Agua, el cual es administrado por Rectoría, y así sucesivamente el orden de los equipos varía según sus características eléctricas.

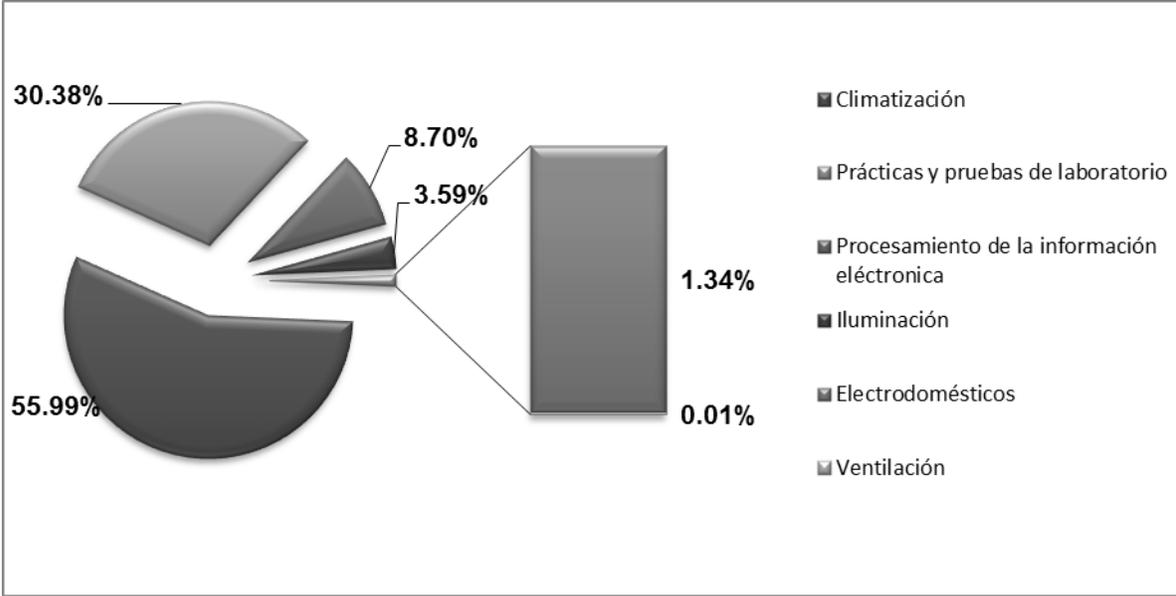


Figura 33. Proporción de Usos de la Energía Eléctrica en Rectoría y Auditoría Interna.

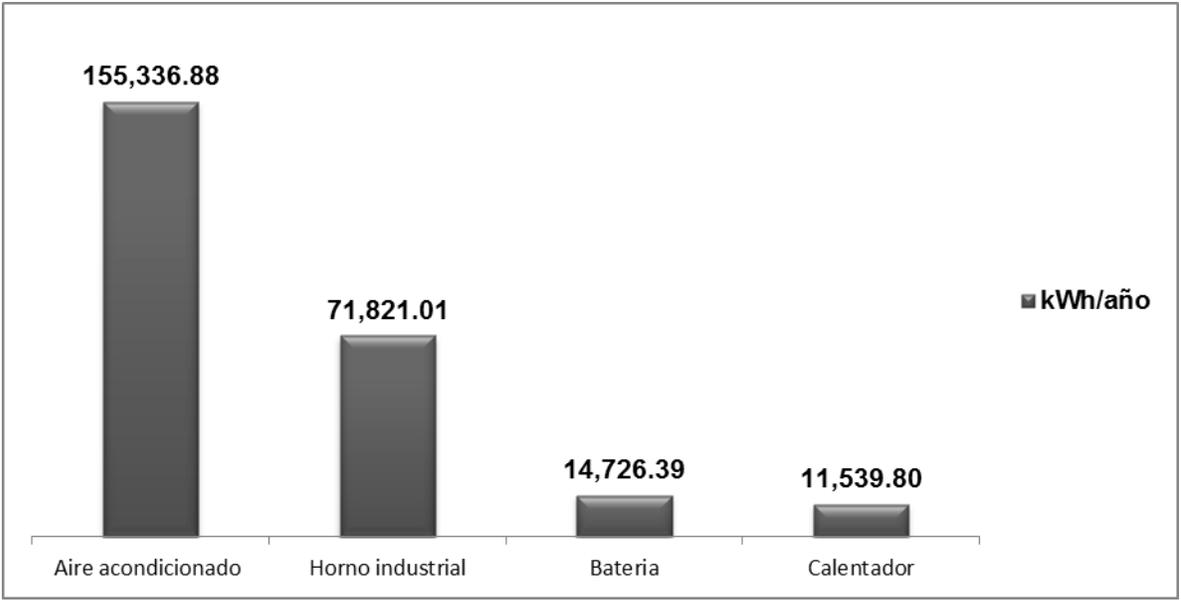


Figura 34. Equipos de mayor uso en Rectoría y Auditoría Interna.

4.5. Escenario de comportamiento del consumo eléctrico por aplicación de consumo vampiro en el total de energía eléctrica

El consumo eléctrico total de la UNA ascendió a 74, 429,211.77 kWh/año, tomando en cuenta que el consumo vampiro aportó 6, 766,291.98 kWh/año al consumo total de energía eléctrica, siendo este un dato considerable ya que representa el 10% de la energía eléctrica consumida por la UNA (Figura 35).

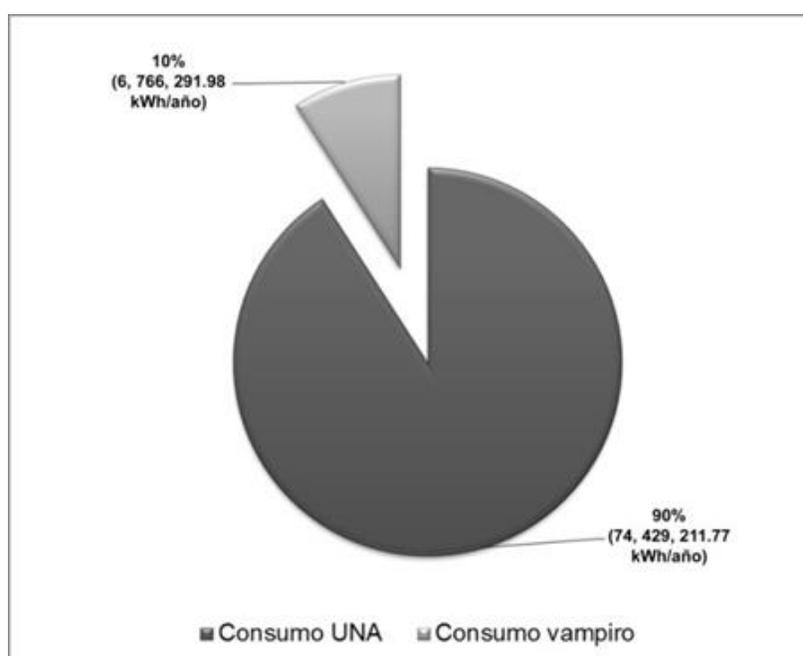


Figura 35. Aporte del consume vampiro al consumo eléctrico.

4.6. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por consumo eléctrico.

La UNA emitió 4,906.97ton de CO₂ por consumo eléctrico en el año de estudio y las instancias independientes 117.22ton de CO₂, el total de emisión fue 5,024.19ton de CO₂, estos resultados no incluyen consumo vampiro; tomando en cuenta el consumo vampiro (10%) en la UNA e instancias independientes las emisiones fueron: 5,397.67y 128.94 ton de CO₂ respectivamente sumando un total de 5,526.61ton de CO₂. (Figura 36).

La inclusión del consumo eléctrico vampiro implicó un incremento en las emisiones de CO₂, es de este modo que se refleja el impacto por emisiones correspondientes a la UNA ya que siguiendo la cadena de la generación, distribución y el consumo final de la electricidad, se puede anotar que, al consumir mayor cantidad de energía eléctrica se quema mayor cantidad de combustibles fósil y por ende se emite más CO₂ a la atmósfera.

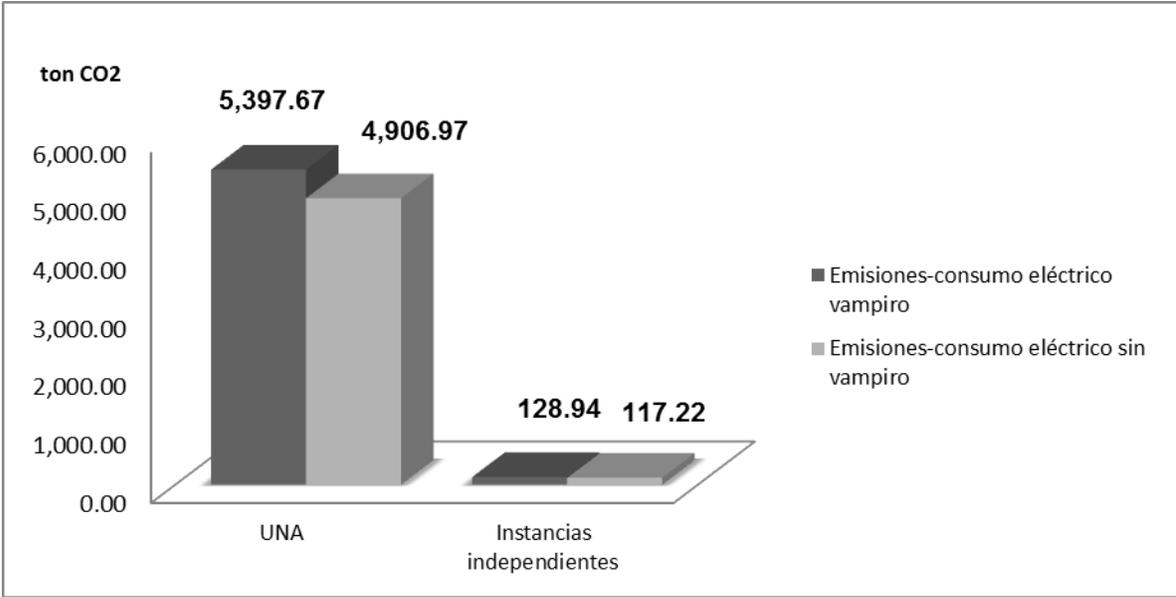


Figura 36. Relación de emisiones de CO₂ por consumo eléctrico con y sin vampiro.

4.7. Oportunidades de ahorro de la energía eléctrica (OAE).

Debido al nivel de detalle del estudio y las visualizaciones de los escenarios previos de ahorro, se identificaron oportunidades de ahorro a partir de situaciones o problemáticas repetitivas en las distintas áreas; por tanto pueden ser aplicadas en las áreas académicas y administrativas de la institución.

Cuadro 11. Problemáticas y oportunidades de ahorro de energía eléctrica

Uso eléctrico	Aspecto observado	Problemática	Oportunidad de ahorro
Climatización	Antigüedad y eficiencia	Equipos mayores de 10 años. Con el paso del tiempo la vida útil del equipo se deteriora lo que lo convierte en un equipo menos eficiente y de mayor consumo	Sustitución de aires acondicionados por equipos de mayor eficiencia
	Ubicación y ordenamiento	Ubicación desordenada o inadecuada de equipos. 1-Esto dificulta la climatización adecuada de espacios.	Garantizar la no ubicación de lámparas cercanas a los equipos de aire acondicionado, evitando el estrés y consumo eléctrico excedente No ubicar compresores en los techos de los edificios para evitar estrés del equipo por incidencia directa de la radiación solar

		<p>2-La instalación cercana de aires acondicionados a equipos que generan calor produce estrés en los aires y los sobrecarga</p>	
	<p>Climatización de espacios y hábitos de uso</p>	<p>La capacidad de enfriamiento instalada vs la capacidad de enfriamiento requerida, se encuentra en desbalance. Se encontró locaciones con relaciones (entre la primera y la segunda): +/- y en menores casos -/+</p> <p>A lo anterior se le suma la falta de carteles informativos para el buen uso de los equipos de aire acondicionado</p> <p>Regulación inadecuada de termostato, temperatura \leq 18°C en oficinas, salas de proyección y auditorios</p>	<p>Diseño de la climatización de acuerdo a los requerimientos específicos de cada instancia (número de personas, objetivos, área a climatizar y número de equipos extras que generen calor)</p> <p>Impulsar un plan de ordenamiento de la arborización, que favorezca el balance térmico dentro del edificio y la protección de los compresores</p> <p>Mantener la temperatura del aire acondicionado en 24°C (Temperatura de confort para el ser humano)</p> <p>Carteles indicadores del número máximo de personas y de equipos extras que pueden permanecer dentro un espacio climatizado y las buenas prácticas de uso de los aires acondicionados. Los carteles deberán expresar distintos escenarios de uso y como debe de gestionarse o administrarse la locación y la climatización.</p>

Procesamiento de la información electrónica	Hábitos de uso	Computadores encendidos por periodos de $t \geq 2$ horas sin ser utilizados Equipos conectados por periodos hasta de 8 horas, en oficinas en las que no se utilizan con regularidad	Apagar los monitores de la computadora al salir de las oficinas por largos periodos de tiempo ($t \geq$ media hora) Mantener desconectados equipos como impresoras, escáner, cargadores de celulares y otros equipos en lugares que no se utilicen regularmente
	Ubicación y ordenamiento	Sitios con una impresora por usuario y personal administrativo	Promover centrales de reproducción de texto, que consiste en el uso una impresora de alta capacidad y multiusos, por cada instancia
	Hábitos de uso	Equipos conectados por periodos hasta de 8 horas, en oficinas en las que no se utilizan con regularidad.	Mantener desconectados equipos como impresoras, escáner, cargadores de celulares y otros equipos en lugares que no se utilicen regularmente
Electrodomésticos	Antigüedad y mantenimiento	Antigüedad ≤ 10 años Frecuencia de mantenimiento	Valorar el estado actual de refrigeradores para su respectiva sustitución Garantizar el mantenimiento de equipos de refrigeración
	Hábitos de uso; ubicación y ordenamiento de equipos	Refrigeradores dañados o sin producto (vacíos) encendidos 24h Cafeteras y microondas permanecen conectadas	Desconectar permanentemente los equipos dañados o subutilizados Evitar que las cafeteras permanezcan conectadas por extensos periodos de tiempo

		<p>Parte trasera de refrigeradores a menos de 10cm de distancia de la pared</p> <p>Empleo de cafeteras dentro de espacios climatizados durante eventos extracurriculares y dentro de la cotidianidad de las actividades de los usuarios</p>	<p>Ubicar los refrigeradores a un distancia no menor a 15cm de la pared</p> <p>Evitar en la medida de lo posible el uso de cafeteras dentro de espacio climatizados, emplear recipientes térmicos (térmicos) para guardar café o líquidos calientes para evitar el uso excesivo de cafeteras y microondas</p>
Iluminación	Hábitos de uso	<p>Luces encendidas permanentemente, inclusive perimetrales o exteriores</p> <p>Deficiente aprovechamiento de la luz natural, algunos espacios aunque estén iluminados naturalmente los usuarios encienden las lámparas fluorescentes.</p>	<p>Recordar apagar las luces al salir de las oficinas</p> <p>Utilizar en la medida de lo posible luz natural</p>
	Eficiencia del equipo	Lámparas de baja eficiencia	Sustitución de lámparas fluorescentes T12 por lámparas LED, lo que permite reducir el consumo y evita posible casos de intoxicación por mercurio

	<p>Mantenimiento del equipo</p>	<p>Baja Frecuencia de mantenimiento, esto repercute en la vida útil y eficiencia del equipo.</p>	<p>Asegurar el mantenimiento y cambio de lámparas dañadas para garantizar la vida útil del equipo y luminosidad</p>
	<p>Ubicación y ordenamiento</p>	<p>Interruptores de lámparas diseñados en serie, esto implica encender todas las lámparas aunque solo sea necesario iluminar un pequeño espacio, por tanto permanecen encendidas lámparas que no se están utilizando. Por ejemplo en pasillos internos.</p> <p>Número excesivo de lámparas vs área y necesidad de iluminación</p>	<p>Descentralizar los apagadores de lámparas, para lograr que se utilicen el número de lámparas necesarias</p> <p>Evaluar e instalar el número adecuado de lámparas según las necesidades del usuario e infraestructura del lugar</p>

4.7.1. Escenario de ahorro económico y energía por sustitución de aires acondicionados

El ahorro económico anual por sustitución de AA de eficiencia 8 a 16 con capacidad de enfriamiento de 18000, 24000 y 60000 BTU es de C\$ 748,736.49, C\$ 31,997.29 y C\$ 63,994.57 respectivamente, en los tres casos el periodo de recuperación de la inversión es menor a un año. (Cuadro 18). El ahorro de energía es de 50% (18000 y 60000 BTU) y de 63% (24000) (cuadro 19).

En la caracterización de la energía eléctrica se aprecia que el grupo climatización se encuentra dentro de los tres primeros lugares de importancia en el consumo eléctrico de la institución, algunos aires acondicionados por su antigüedad (3,10 o más años) presentan fallas en su funcionamiento, debido a esto es necesario la sustitución de equipos. La inversión inicial es alta, los equipos a mayor nivel de eficiencia son más costosos, sin embargo la inversión se compensa y recupera con el ahorro obtenido en energía y pago de la misma.

Cuadro 12. Ahorro anual, costos de sustitución y periodo de retorno de la inversión en aires acondicionados

Capacidad	Cantidad	Situación		Ahorro anual (C\$)	Costo AA (C\$)	PSRI (años)
		Actual AA ERR* 8	Propuesta AA EER 16			
		Costo Anual (C\$)	Costo Anual (C\$)			
18,000	39	1,497,472.98	748,736.49	748,736.49	33,660	0.04
24,000	78	3,993,261.29	1,497,472.98	2,495,788.31	42,768	0.02
60,000	62	7,935,326.93	3,967,663.46	3,967,663.46	94,050	0.02

Cuadro 13. Ahorro porcentual y en kW por sustitución de aires acondicionados

Capacidad	Cantidad	Situación		Ahorro Anual (kWh)	Ahorro Anual (%)
		Actual AA ERR 8	Propuesta AA EER 16		
		Consumo energía (kWh/año)	Consumo energía (kWh/año)		
18,000	39	168,480	84,240	84,240	50
24,000	78	449,280	168,480	280,800	63
60,000	62	892,800	446,400	446,400	50

V. CONCLUSIONES

El consumo estimado de energía en la Universidad Nacional Agraria fue de 7, 177,417.66 kWh/año. Los sitios que utilizaron mayor electricidad fueron las facultades y los Gremios (Estudiantil, Docente y Administrativo).

Los usos eléctricos en orden descendente de consumo fueron: climatización, procesamiento de la información electrónica (ofimática), reparación y mantenimiento (equipos de talleres), electrodomésticos, prácticas y pruebas de laboratorio (equipos de laboratorio), iluminación y ventilación.

En el perfil de consumo por cada instancia, se destaca que, las proporciones y los usos predominantes cambian en dependencia de las características y funciones de cada sitio analizado.

Las emisiones aumentan al incrementar el consumo eléctrico. Las medidas o acciones pro-ahorro de la energía eléctrica incidirían positivamente en la disminución de la emisión total de CO₂ en base al consumo eléctrico dentro de la UNA.

La matriz de OAE supone para la UNA y para cualquier institución, una planeación del uso de los recursos energéticos que esté de acuerdo con una revaloración de la infraestructura existente y con la flexibilidad administrativa hacia la creación de un plan de crecimiento en infraestructura que tome como eje transversal la ecoeficiencia y una comunicación horizontal.

La sustitución de equipos de aire acondicionado es rentable de acuerdo a las proyecciones del escenario estimado.

VI. RECOMENDACIONES

La UNA debe crear un plan de eficiencia energética, este se puede incluir dentro de la Comisión de seguridad e higiene, la cual debe ser responsable de diseñar, ejecutar, controlar y evaluar dicho plan.

El uso eficiente de la energía eléctrica puede ser incluido como un eje más dentro de la comisión de higiene y seguridad conformada en la universidad, esta comisión será la responsable de diseñar, ejecutar, controlar y evaluar el plan de eficiencia energética.

Se requiere un especialista en el área de eficiencia energética.

La UNA debe promover campañas de sensibilización sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, en la cual se involucre a la comunidad universitaria y cuyo enfoque sea el impacto ambiental, social y económico del uso inteligente de la energía eléctrica.

Se debe ampliar los ámbitos de estudio hacia evaluación del sistema eléctrico, hábitos de uso de los equipos; disposición de los usuarios hacia el desarrollo de las estrategias de EE; conocimiento de las características eléctricas, certificación ambiental y nivel de eficiencia de los equipos. Esto permitirá triangular la información y diseñar mejores estrategias de ahorro.

Realizar estudios de oportunidades de ahorro eléctrico a mayor nivel de detalle por cada laboratorio, ya que estos sitios realizan funciones específicas, también deben contar con una hoja de registro de tiempo de uso (horas y días) por cada equipo de laboratorio debido a que este tipo de equipo no es utilizado regularmente.

La institución debe mejorar el sistema de acceso a la información y la base de datos de todos los equipos eléctricos.

Gestionar y recopilar la facturación del servicio eléctrico con el ente correspondiente, la facturación es un indicador indispensable para obtener información en este tipo de estudio (factor de potencia, tipo de tarifa, historial de consumo, entre otros).

Valorar el uso de un sistema de ER's híbrido que provea de energía a usos específicos, el cual consistiría en descentralizar la fuente de alimentación, mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos, p.e., la energía generada a través de los paneles podría alimentar el sistema de iluminación perimetral y así liberar al Sistema Interconectado Nacional de parte de la carga que representa la UNA.

VII. LITERATURA CITADA

CONAE (Comisión Nacional para el ahorro de Energía, MX). 2007. Proceso de identificación de oportunidades de ahorro de la energía. (En línea). México D.F. Consultado en 03 mayo 2011. Disponible en <http://www.conae.gob.mx>

CONAE (Comisión Nacional para el ahorro de energía, MX). S.f. Información básica de control de demanda eléctrica. Consultado 13 feb 2012. Disponible en http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4687/3/Informacion_control_demanda.pdf

Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, EU. 1992. Energía y Desarrollo: La experiencia de la organización de los Estados Americanos en el istmo de Centroamericano (En línea). Washington D.C. Consultado 10 ene 2011. Disponible en <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea64s/ch07.htm>

Fundación CEGESTI (Centro de Gestión Tecnológica, CR). 2009. Determinación de la huella de carbono de OIKOCREDIT regional: México, Centroamérica y Caribe. (En línea). San José. Consultado 05 may 2011. Disponible en <http://www.oikocredit.org/documents/rm/CR/huella-de-carbono-oikocredit-informe-final.pdf?&hit=no>

Gaceta-Diario oficial Resolución INE No 600-03-2009. . (En línea) Consultado 22 feb 2012. Disponible en http://www.ine.gob.ni/DAC/consultas/Tabla_Consumo_Equipos_actMay12.pdf

H. Hubscher. ES. 1991. Electrotecnia: Curso elemental. Barcelona. 120 p

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI); Dirección General de Meteorología. 2005. Resumen meteorológico anual

Magri, L. 2010. Sustentator lo explica: consumo eléctrico vampiro. (En línea) Consultado 22 feb 2012. Disponible en <http://sustentator.com/blog-es/blog/2010/10/06/sustentator-lo-explica-consumo-electrico-vampiro/>

MEM (Ministerio de Energía y Minas, NI); MINED (Ministerio de Educación, NI). 2010. Aprendamos a Utilizar Eficientemente la Energía. Managua. 122 p

MEM (Ministerio de Energía y Minas, NI). 2009. La Eficiencia Energética en Nicaragua. San Tiago (En línea). Consultado 25 nov 2010. Disponible en http://www.eclac.org/drni/noticias/noticias/8/37118/Martin_Yllescas.pdf

MEM (Ministerio de Energía y Minas, NI). 2012. Boletín: Logros MEM 2012. (En línea). Managua. Consultado 30 ene 2012. Disponible en <http://www.mem.gob.ni/media/file/RELACIONES%20PUBLICAS/BOLETIN%20final%202012.pdf>

Ministerio de hacienda, CL. 2000. Guía práctica de Eficiencia Energética (En línea). Santiago. Consultado 05 nov 2010. Disponible en http://www.fundacionchile.com/archivos/Guia_Practica_Eficiencia_Energetica114198.pdf

Ortega Hermilio. 2005. Aplicación de la metodología de diagnósticos energéticos de rápida recuperación a pequeñas y medianas empresas. Tesis. Licenciatura en ingeniería en energía. México D.F.

Universidad Nacional de Colombia; Departamento de física. 2007. Caracterización del consumo de energía final en los sectores terciario, grandes establecimientos comerciales, centros comerciales y determinación del consumo para sus respectivos equipos de uso de energía final. Informe final. V.1. Bogotá. Consultado 05 ene 2011. Disponible en

http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/3856/2/Identificacion_de_oportunidades.pdf

WWF (World Wildlife Fund, ES). 2008. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas (En línea) Madrid. Consultado 20 mar 2011. Disponible en http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formato de campo para el levantamiento de datos

N	St	Grupo de consumo	Organigrama	Instancia	Localización	Equipo	V	A	W	h/d	d/m	kWh/mes
1	N	Electrodoméstico	Facultad	FARENA	Lab de química	Refrigerador	120	2.5	285	8	20	45.6
2	S	Electrodoméstico	Instancia Independiente	Centro de copias	Fotocopiadora /Sector CENIDA	Abanico			60	6	20	7.2
3	N	Procesamiento de información electrónica	Facultad	FAGRO	Dpto Ingeniería Agrícola	Computadora de escritorio			165	8	20	26.4
4	S	Electrodoméstico	Instancia Independiente	Kiosco de comedierías	kiosco de comedierías	Arrocera			593	1	20	11.86
5	S	Climatización	Direcciones	DICOEX	DICOEX	Aire acondicionado			1465	24	20	703.2

N: Número
St: Sector
V: Voltaje
A: Amperaje
W: Vatios o Watt
h/d: horas al día
d/m: día al mes

Anexo 2. Ejemplo de cálculo para el Departamento de Gestión Ambiental en FARENA (VER ANEXO 19)

Equipo	Potencia Instalada (kW)	H/d	D/m	Consumo eléctrico (kW/h)
AA	10.548	8	12	6075.648
AA	10.548	8	16	24302.592
AA	10.548	8	17	17214.336
AA	10.548	8	20	40504.32
AA	10.548	8	21	10632.384
AA	10.548	8	23	11644.992
Bateria	0.48	7	16	53.76
Bateria	0.48	7	21	70.56
Bateria	0.48	8	12	46.08
Bateria	0.48	8	16	67.44
Bateria	0.48	8	17	65.28
Bateria	0.48	8	20	460.8
Bateria	0.588	7	16	65.856
Bateria	0.588	7	21	86.436
Bateria	0.588	8	12	56.448
Bateria	0.588	8	16	136.704
Bateria	0.588	8	17	79.968
Bateria	0.588	8	20	564.48
Bateria	1.44	7	16	2257.92
Bateria	1.44	7	21	2963.52

Bateria	1.44	8	12	1935.36
Bateria	1.44	8	16	5051.904
Bateria	1.44	8	17	2741.76
Bateria	1.44	8	20	19353.6
Computadora	0.144	7	16	32.256
Computadora	0.144	7	21	42.336
Computadora	0.144	8	12	27.648
Computadora	0.144	8	16	239.616
Computadora	0.144	8	17	39.168
Computadora	0.144	8	20	276.48
Computadora	0.165	7	16	18.48
Computadora	0.165	7	21	24.255
Computadora	0.165	8	12	15.84
Computadora	0.165	8	16	39.552
Computadora	0.165	8	17	22.44
Computadora	0.165	8	20	158.4
Computadora	0.18	7	16	241.92
Computadora	0.18	7	21	317.52
Computadora	0.18	8	12	207.36
Computadora	0.18	8	16	551.04
Computadora	0.18	8	17	293.76
Computadora	0.18	8	20	2073.6
Computadora	1.44	7	16	161.28
Computadora	1.44	7	21	211.68
Computadora	1.44	8	12	138.24
Computadora	1.44	8	16	207.36
Computadora	1.44	8	17	195.84
Computadora	1.44	8	20	1382.4
Impresora	0.31	2	16	19.84
Impresora	0.31	6	16	29.76
Impresora	0.31	7	21	136.71
Impresora	0.31	8	2	9.92
Impresora	0.31	8	4	9.92
Impresora	0.31	8	5	24.8
Impresora	0.31	8	6	273.6
Impresora	0.31	8	10	213.28
Impresora	0.31	8	16	39.68
Impresora	0.31	8	17	126.48
Impresora	0.31	8	20	297.6
Lámpara	0.056	6	12	60.48
Lámpara	0.056	6	16	168

Lámpara	0.056	6	17	85.68
Lámpara	0.056	6	20	504
Lámpara	0.056	6	21	211.68
Lámpara	0.056	7	16	87.808
Lámpara	0.112	6	12	8.064
Lámpara	0.112	6	16	21.504
Lámpara	0.112	6	17	11.424
Lámpara	0.112	6	20	67.2
Lámpara	0.112	6	21	28.224
Lámpara	0.112	7	16	12.544
Microondas	1.44	0.16666667	6	1.44
Microondas	1.44	0.16666667	12	23.04
Microondas	1.44	0.16666667	15	3.6
Microondas	1.44	0.16666667	16	3.84
Microondas	1.44	0.16666667	17	4.08
Lámpara	0.224	6	12	16.128
Lámpara	0.224	6	15	181.44
Lámpara	0.224	6	16	43.008
TOTAL				156075.393

Anexo 3. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FAGRO

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)
Laboratorio	
Fisiología Vegetal	176,836.57
Cultivo de tejidos	78,337.79
Semillas	7,099.45
Germinación	1,755.47
Maquinaria	65.80
Micología y diagnóstico	30,639.68
Biología molecular	43,248.87
Microbiología	122,638.08
Plagas forestales	24,794.70
Entomología y museo	66,949.18
Hongos entomopatogenos	187,382.33
Nematología	46,130.76
Subtotal	785,878.69
Departamentos	
DEPARTIR	36,120.93

Producción Vegetal	201,307.45
Ingeniería agrícola	176,582.03
Protección agrícola y forestal	180,248.46
Subtotal	594,258.87
Decanatura y delegación administrativa	
Decanatura	30,320.02
Vice decanatura	8,984.26
Secretaria facultativa	9,594.00
Administración	36,768.71
Aulas	150,289.45
Subtotal	235,956.44
Total	1616,094.00

Anexo 4. Usos laboratorios FAGRO

Usos	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	637,973.51	81.18
Equipo de laboratorio	98,109.42	12.48
Electrodomésticos	22,267.37	2.83
Iluminación	13,837.70	1.76
Ofimática	13,580.28	1.73
Ventilación	110.40	0.01
Total	785,878.69	100.00

Anexo 5. Consumo neto por equipos en laboratorios de FAGRO

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	637,973.51
Horno Industrial	46,245.72
Grabadora	18,636.00
Lámpara	12,913.78
Autoclave	11,348.00
Compresor	10,800.00
Bateria	9,220.95
Destilador	7,560.00
Agitador	5,283.59
Refrigeradora	3,374.80
Encubadora	3,307.20
Bomba	2,880.00
Computadora	2,653.11

Extractor de gases	2,160.00
Deshumificador	2,076.62
Bombillo Fluorescente Compacto	1,036.05
Máquina para hacer hielo	864.00
Impresora	844.51
Fuente de poder	792.00
Olla de presión	772.80
Microscopio	754.26
Bateria/estabilizador	668.80
Esterilizador	664.70
Estereoscopio	631.43
Cámara	502.56
Baño María	415.83
Centrifuga	412.73
Portátil	286.28
TV plasma	170.00
Termociclador	126.00
Abanico	110.40
Máquina ultravioleta	108.30
Microondas	83.48
Router	51.84
Extractor de ADN	38.28
Purificador de agua	34.69
Balanza	26.45
Bomba piristalpico	25.44
Espectrofotómetro	7.20
Reloj	6.69
Agitador vertical	5.04
Licuada	3.09
BOD sensor sistem	2.57
Total	785,878.69

Anexo 6. Usos Departamentos Académicos FAGRO

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	456,826.85	76.87
Procesamiento de la información electrónica	127,476.46	21.45
Iluminación	8,166.77	1.37
Electrodomésticos	1,788.79	0.30
Total	594,258.87	100.00

Anexo 7. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos de FAGRO

Equipos	Consumo eléctrico
Aire acondicionado	456,826.85
Batería	87,887.55
Shish de internet	16,949.77
Computadora	16,231.44
Lámpara	8,157.95
Estabilizador	5,182.45
Refrigerador	1,664.88
Impresora	1,202.33
Televisión	63.48
Microondas	41.45
Fax	21.74
Cafetera	16.64
Bombillo Fluorescente Compacto	8.82
DVD/VHS	2.34
Escáner	1.19
Total	594,258.87

Anexo 8. Usos Decanatura y Delegación Administrativa FAGRO

Usos	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	199,286.88	84.46
Iluminación	19,268.12	8.17
Procesamiento de la información electrónica	14,298.51	6.06
Ventilación	1,595.72	0.68
Electrodomésticos	1,507.20	0.64
Total	235,956.44	100.00

Anexo 9. Consumo neto por equipos en Decanatura y Departamentos Académicos de FAGRO

Equipos	Consumo eléctrico
Aire acondicionado	199,286.88
Lámpara	19,262.74
Bateria	11,456.16
Computadora	2,224.28
Abanico	1,595.72

Refrigeradora	1,499.52
Impresora	618.08
Cafetera	7.68
Bombillo Fluorescente Compacto	5.39
Total	235,956.44

Anexo 10. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FACA

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)
Laboratorios	
Microbiología	310,865.22
CSA Bromatología	138,188.94
Microbiología de la leche	30,807.34
Anatomía	20,921.49
Parasitología	2,192.29
CS Control y calidad de la leche	110.60
Subtotal	503,085.87
Departamentos Académicos	
DSIPA	154,003.50
DMV	129,585.48
Aulas	15,513.97
Subtotal	299,102.94
Decanatura y Delegación Administrativa	
Vice decanatura	140,685.20
CEDOC	94,009.26
Secretaria Facultativa	18,395.71
CECAA	13,834.32
Decanatura	13,632.65
Administración	12,347.95
Centro de computo	3,997.06
Subtotal	296,902.15
Granja experimental acuícola	60,844.73
Porqueriza	9,106.05
Corral	4,438.67
Área picadora	2,095.14
Vaqueriza	1,836.73
Bodega de productos	1,551.50
Subtotal	79,872.83

Total	1,178,963.79
--------------	---------------------

Anexo 11. Usos laboratorios FACA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	248,342.11	49.36
Electrodomésticos	225,982.98	44.92
Prácticas y pruebas de laboratorio	18,152.72	3.61
Procesamiento de la información electrónica	6,065.28	1.21
Iluminación	4,403.73	0.88
Ventilación	139.04	0.03
Total	503,085.87	100.00

Anexo 12. Consumo neto por equipos en laboratorios de FACA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	248,342.11
Freezer	222,506.88
Horno industrial	15,315.34
Shish de internet	6,065.28
Lámpara fluorescente	4,360.46
Refrigerador	1,848.00
Extractor de gases	1,620.00
Digestor de proteínas	661.50
Microscopio	603.35
Agitador térmico	423.86
Destilador	274.40
Horno/encubador	273.00
Destilador para nitrógeno	163.91
Autoclave	155.23
lámpara Olympus Highlight	144.90
Extractor	138.24
Centrifuga	62.58
Calculador de fibra	43.60
pantalla microscopio	12.14
Microondas	48.00
Homogeneizador	6.84
Hidrolizador	6.40
vibrador magnético	4.18
Rotor	4.02

Abanicos	0.80
Baño María	0.48
Balanza	0.19
lámpara ultravioleta	0.13
pH metro	0.05
Balanza al vacío	0.004
Total	503,085.87

Anexo 13. Usos Departamentos académicos FACA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	264,182.86	88.33
Procesamiento de la información electrónica	14,158.62	4.73
Iluminación	10,805.58	3.61
Ventilación	9,543.46	3.19
Electrodomésticos	410.53	0.14
Prácticas y pruebas de laboratorio	1.90	0.001
Total	299,102.94	100.00

Anexo 14. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos FACA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	264,182.86
Lámpara	10,805.58
Abanico	9,543.46
Computadora	4,294.46
Batería/estabilizador	2,304.26
Estabilizador	2,117.26
Fotocopiadora	2,086.56
Data show	1,945.68
Impresora	509.59
Batería de computador	455.70
Portátil	358.44
Refrigerador	205.34
Cafetera	111.84
TV	93.35
Escáner	48.71
Regulador de voltaje	37.98
Lámpara Quirúrgica	1.62
Equipo de Ultrasonido	0.28

Total	299,102.94
--------------	-------------------

Anexo 15. Usos en Decanatura y Delegación Administrativa FACA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	258,050.96	86.91
Procesamiento de la información electrónica	33,187.52	11.18
Iluminación	3,615.65	1.22
Electrodomésticos	2,048.02	0.69
Total	296,902.15	100.00

Anexo 16. Consumo neto por equipos en Decanatura y Delegación Administrativa FACA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	258,050.96
Computadora	22,482.05
Estabilizador	6,567.58
Fotocopiadora	3,749.76
Lámpara fluorescente	3,530.46
Cafetera	1,250.98
Exhibidor	797.04
Teléfono celular	258.91
Impresora	106.13
Bombillo Fluorescente Compacto	85.19
Shish de internet	23.09
Total	296,902.15

Anexo 17. Usos áreas de producción FACA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	27,593.57	34.55
Prácticas y pruebas de laboratorio	22,565.91	28.25
Iluminación	18,867.96	23.62
Procesamiento de la información electrónica	9,821.52	12.30
Electrodomésticos	972.99	1.22
Ventilación	50.88	0.06
Total	79,872.83	100.00

Anexo 18. Consumo neto por equipos en áreas productivas de FACA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	27,593.57
Bomba agua	16,382.16
Lámpara fluorescente	10,895.08
Bombillo Fluorescente Compacto	7,972.89
Plower	6,128.39
Shish de internet	5,037.12
Batería de computador	1,998.06
Computadora	973.72
Estabilizador	890.40
Batería/estabilizador	620.10
Refrigerador	508.80
Cafetera	238.87
Fax	195.89
esmeril	131.60
Grabadora	81.85
Portátil	75.08
Extractor	50.88
Bomba pecera	40.70
Impresora	31.16
Estación meteorológica	14.65
TV	11.87
Total	79,872.83

Anexo 19. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas, decanatura y áreas productivas de FARENA

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)
Departamentos académicos	
Dpto Gestión Ambiental	156,075.39
Dpto Manejo de Bosque y Ecosistemas	174,225.69
Dpto Manejo de Cuenca	77,514.50
Subtotal	407,815.58
Laboratorios	
Biología	4,463.98
Fotointerpretación	648.58
Química	155,050.91
Energías Renovables	80.13
Sistemas de Información Geográfica	35,735.42
Subtotal	195,979.02
Decanatura y delegación administrativa	
Decanatura	55,863.51
Vice decanatura	18,097.39
Secretaria facultativa	12,310.75
Administración	23,334.07
Aulas	56,115.02
Subtotal	165,720.74
Total	769,515.34

Anexo 20. Usos Departamentos Académicos FARENA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	318,160.50	78.02
Procesamiento de la información electrónica	82,025.08	20.11
Iluminación	4,637.61	1.14
Electrodomésticos	2,992.39	0.73
Total	407,815.58	100.00

Anexo 21. Consumo neto por equipos en Departamentos Académicos de FARENA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	318,160.50
Batería	53,140.71
Computadora	14,583.48
Estabilizador	8,646.46
Impresora	5,521.64
Lámpara	4,599.98
Cafetera	2,216.21
Refrigeradora	550.16
Portátil	132.79
Microondas	124.40
Grabadora	101.62
Bombillo Fluorescente Compacto	37.63
Escáner	0.00043
Total	407,815.58

Anexo 22. Usos laboratorios FARENA

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	137,967.84	70.40
Prácticas y pruebas de laboratorio	43,787.68	22.34
Procesamiento de la información electrónica	8,338.68	4.25
Iluminación	4,070.50	2.08
Electrodomésticos	1,814.33	0.93
Total	195,979.02	100.00

Anexo 23. Consumo neto por equipos en laboratorios de FARENA

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	137,967.84
Agitador	20,938.03
Destilador	19,941.60
Estabilizador	6,901.75
Lámpara	4,056.24
Estereoscopio	2,005.96
Refrigeradora	1,732.91
Computadora	1,174.73

pHmetro	778.80
Portátil	128.11
Impresora	86.89
Licuadaora	81.42
Mesa luz	64.32
Impresora plooeter	47.20
Cortador de Madera	34.80
Sierra	16.82
Bombillo Fluorescente Compacto	14.26
Centrifuga	3.86
Balanza	1.33
Pega cautín	1.08
Pega estaño	1.08
Total	195,979.02

Anexo 24. Usos Decanatura y Delegación Administrativa FARENA

Usos	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	125,704.03	75.85
Procesamiento de la información electrónica	17,317.72	10.45
Iluminación	19,153.75	11.56
Ventilación	2,640.72	1.59
Electrodomésticos	904.52	0.55
Total	165,720.74	100.00

Anexo 25. Consumo neto por equipos en Decanatura y Departamentos Académicos de FARENA

Equipos	Consumo eléctrico
Aire acondicionado	125,704.03
Lámpara	19,131.02
Bateria	14,316.78
Abanico	2,640.72
Computadora	2,016.70
Refrigeradora	889.20
Impresora	733.18
Data show	155.23
Fax	55.80
Escáner	40.03
Bombillo Fluorescente Compacto	22.72
Cafetera	15.32

Total	165,720.74
--------------	-------------------

Anexo 26. Consumo eléctrico en laboratorios, departamentos académicos y aulas y decanatura de FDR

Localización	Consumo eléctrico (kWh/año)
Departamentos académicos y aulas	
Aula	131,200.45
DDR	114,465.51
DCEA	109,411.97
Coordinación de educación a distancia	13,902.53
Subtotal	368,980.46
Decanatura y Delegación Administrativa	
Decanatura	165,333.85
Centro de documentación	57,934.15
Administración	27,350.10
Vice decanatura	20,125.72
Secretaria Facultativa	13,153.25
Subtotal	283,897.05
Laboratorios	
Comunicación	41,833.37
Computo	38,324.34
Agroindustria	9,972.38
Subtotal	90,130.09
TOTAL	743,007.60

Anexo 27. Usos departamentos FDR

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	342,160.24	92.73
Procesamiento de la información electrónica	20,829.46	5.65
Iluminación	3,506.64	0.95
Electrodomésticos	1,346.52	0.36
Ventilación	1,137.60	0.31
Total	368,980.46	100.00

Anexo 28. Consumo neto por equipos en departamentos académicos de FDR

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	342,160.24
Computadora	8,151.64
Batería de computador	6,078.21
Batería/estabilizador	4,565.40
Lámpara fluorescente	2,677.14
Estabilizador	1,275.96
Refrigerador	1,226.69
Abanico	1,137.60
Bombillo Fluorescente Compacto	829.50
Impresora	331.19
Data show	224.11
Retroproyector	110.70
Portátil	75.95
Cafetera	30.14
Rad TV	28.70
Microondas	27.79
Tostador	22.88
Escáner	16.30
Grabadora	10.32
Total	368,980.46

Anexo 29. Usos en Decanatura y Delegación Administrativa FDR

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	269,803.78	95.04
Procesamiento de la información electrónica	8,245.36	2.90
Iluminación	5,806.76	2.05
Electrodomésticos	41.16	0.01
Total	283,897.05	100.00

Anexo 30. Consumo neto por equipos en administración FDR

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	269,803.78
Lámpara fluorescente	3,726.60
Computadora	2,513.36
Batería/estabilizador	2,284.38
Bombillo Fluorescente Compacto	2,080.16
Batería de computador	2,014.32
parlantes	765.00
Fotocopiadora	344.44
Impresora	162.95
Data show	135.94
Cafetera	31.85
Teléfono celular	22.57
Grabadora	9.31
Calculadora	2.40
Total	283,897.05

Anexo 31. Usos en laboratorios FDR

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	71,538.88	79.37
Procesamiento de la información electrónica	8,170.37	9.07
Iluminación	7,112.10	7.89
Electrodomésticos	2,731.56	3.03
Ventilación	316.80	0.35
Prácticas y pruebas de laboratorio	260.37	0.29
Total	90,130.09	100.00

Anexo 32. Consumo neto por equipo en laboratorios de FDR

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	71,538.88
Lámpara fluorescente	6,165.38
Computadora	4,798.77

parlantes	2,397.00
Exhibidor	1,188.70
Bombillo Fluorescente Compacto	946.72
Batería de computador	915.60
Mantenedora	679.44
Batidora	441.70
Tostador	368.86
Abanico	316.80
termo selladora	167.70
empacador vacío	72.65
Impresora	59.00
TV	44.10
termo selladora de latas	19.35
Extractor de jugo	8.76
selladora	0.68
Total	90,130.09

Anexo 33. Usos en direcciones

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	1,334,420.21	55.03
Procesamiento de la información electrónica	550,678.88	22.71
Reparación y mantenimiento	404,832.27	16.69
Electrodomésticos	59,289.45	2.44
Iluminación	57,624.78	2.38
Ventilación	18,108.47	0.75
Total	2,424,954.06	100.00

Anexo 34. Consumo neto por equipos en direcciones

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	1,334,420.21
Computadora	218,785.51
Batería de computador	194,132.90
Pelitizadora	166,077.82
Compresor	50,484.72
soldador	49,775.00
Mezcladora	45,867.51
Consola	45,120.00
Lámpara fluorescente	44,397.65
Shish de internet	41,089.71
Molino	35,404.64
Transportadora2	18,347.00
Estabilizador	17,997.81
Abanico	17,793.35
Cafetera	17,703.87
Enfriadora	15,289.17
Fotocopiadora	12,741.56
Bombillo fluorescente compacto	12,653.38
Máquina de soldar	11,550.00
Impresora	9,382.90
Refrigerador	9,194.84
Transportadora1	9,173.50
Freezer	7,443.12
Ozonificador	7,246.08
Secadora	5,155.76
Batería/estabilizador	5,036.40
Cocina eléctrica	3,396.80
Regulador de voltaje	2,726.30
Soplete	1,814.40
Esmeril	1,303.43
Lavadora	1,028.84
Oasis	984.18
Microondas	862.72
Portátil	792.60
Fax	759.59
duchas	737.04
Exhibidor	695.40

Triturador Vegetales	689.13
Licuada	607.73
Luz emergencia	583.66
TV	491.94
Pc Plasma	475.20
Data Show	467.01
aspiradora	404.70
Extractor de jugo	349.98
Pulidora	348.15
Calculadora	339.93
parlantes	328.82
Moedor carne	303.14
Sandwichera	303.03
Taladro circular	260.04
Escáner	236.81
Consola video	212.80
Plancha	132.78
Caladora	132.00
Grabadora	125.35
Lijadora	122.10
Sellador	117.38
Batidora	112.69
Batidora manual	111.67
Consola audio	60.50
Gata para levantar	45.41
Teléfono celular	42.62
Amplificadores	40.56
Cargador baterías	38.72
Rauter	35.20
Cargador cámara	31.68
Máquina de escribir	18.56
Plantas micro inalámbricas	16.55
Iton	1.81
DVD	0.70
Total	2,424,954.06

Anexo 35. Usos en rectoría y auditoría interna

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo eléctrico (%)
Climatización	155,336.88	55.99
Prácticas y pruebas de laboratorio	84,268.89	30.38

Procesamiento de la información electrónica	24,127.27	8.70
Iluminación	9,948.41	3.59
Electrodomésticos	3,714.16	1.34
Ventilación	28.73	0.01
Total	277,424.35	100.00

Anexo 36. Consumo neto por equipos en rectoría y auditoría interna

Equipo	Consumo eléctrico (kWh/año)
Aire acondicionado	155,336.88
Horno industrial	71,821.01
Batería	14,726.39
Calentador	11,539.80
Lámpara fluorescente	9,909.19
Computadora	4,024.42
Estabilizador	3,120.08
Cafetera	2,814.26
Impresora	1,887.62
Refrigerador	454.34
Tamizador	367.20
Licuadora	272.24
TV	222.88
Sacapuntas	203.52
Destilador	148.61
oasis	134.40
Abanico	101.23
Fax	75.97
Batidora	67.85
Agitador	43.79
Data show	43.31
BFC	39.22
Estabilizador/regulador	37.98
Grabadora	15.79
pistola para secar	8.14
parlantes	7.95
Balanza	0.25
Teléfono celular	0.04
Escáner	0.00
Total	277,424.35