



Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Electrotecnia y Computación
Ingeniería Eléctrica

**“Análisis de la eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica en el
Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) en el Segundo Semestre
2020”**

Presentado por:

Br. Vicente José Álvarez Gómez

Tutor

Dr. Napoleón Vicente Blanco Orozco

Marzo del 2023
Managua, Nicaragua

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. ANTECEDENTES	8
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. OBJETIVOS	11
4.1 Objetivo General	11
4.2 Objetivos Específicos	11
V. MARCO TEORICO	12
5.1 Auditoria energética:.....	12
5.2 Objetivos de las Auditorías Energéticas:	12
5.3 Metodología de una auditoria en eficiencia energética.	13
5.4 Material necesario para la realización de auditorías energéticas	13
5.5 Elaboración del Balance de Energía	14
5.6 Evaluación técnica de las medidas de ahorro	15
5.7 Estudios de los indicadores energéticos	15
5.8 Medición y Parámetros de consumo de energía eléctrica	16
5.9 Ahorro energético.....	17
5.10 Eficiencia energética	17
5.11 Electricidad.....	17
5.11.1 Energía eléctrica:	18
5.11.2 Factores que implican un mayor consumo de energía eléctrica	19
5.11.3 Factura eléctrica.....	19
5.15.4 Composición de la factura eléctrica:	19
5.11.7 Consecuencias de un bajo factor de potencia.....	21
5.11.8 Beneficios de corregir el factor de potencia.....	22
5.12 Sistema de Climatización	22
5.12.1 Elementos claves para el uso racional de energía.....	23
5.12.2 Eficiencia energética en sistemas de aire acondicionado	26
5.12.3 Mejoras Energéticas en el sistema de climatización	27
5.13 Sistema de iluminación.....	28
Existen dos fuentes principales de iluminación:.....	28
5.13.1 Componentes del sistema de iluminación artificial	30
5.13.2 Principales tipos de lámparas	31

5.13.3 ¿Por qué utilizar lámparas eficientes?	32
5.13.4 Eficiencia en sistemas de distribución de electricidad	33
5.14 Análisis de viabilidad económica de las mejoras	33
5.15 Analizador de redes.....	34
VI. CAPITULO I: ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN UNI-IES.....	35
6.1 Recolección de Datos	35
6.1.1 Información General	35
6.1.2 Características generales del sistema eléctrico	35
6.1.3 Sistema de Iluminación Instalados en el edificio	39
6.1.4 Sistema de Aires Acondicionados instalados en los edificios.....	39
6.2 Diagnóstico	40
6.2.1 Distribución de la Potencia Instalada en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)	40
6.2.1.1 Potencia instalada en el Edificio de Sistemas Y Computación	41
6.2.1.2 Potencia instalada en el Edificio de Ingeniería Civil.....	42
6.2.1.3 Potencia instalada en el Edificio de Ingeniería Industrial	43
6.2.1.4 Potencia instalada en el Edificio de Arquitectura.....	44
6.2.1.5 Potencia instalada en el Edificio de Rectoría y Auditorio	45
6.2.1.6 Tipos luminarias instaladas en los edificios del Instituto de Estudios Superiores UNI-IES.....	46
6.2.2 Distribución de consumo eléctrico de los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)	46
6.2.2.1 Consumo eléctrico en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES.)	47
6.2.2.2 Consumo de energía eléctrica de los edificios	47
6.2.3 Clasificación de las unidades de aires acondicionados según la eficiencia	49
6.2.4 Medición de los niveles de iluminación de los edificios	51
6.2.5 Condiciones del sistema eléctrico en los edificios.....	51
6.2.6 Análisis de desbalance de la carga en los paneles generales	53
6.2.7 Banco de transformadores	54
6.3 Análisis final del Capítulo I.....	55
VII. CAPÍTULO II: PROPUESTA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNI-IES	56
7.1 Establecer buenas prácticas de ahorros en aire acondicionado.....	56
7.2 Sustitución de unidades de climatización de bajo índice de eficiencia energética.	57

7.3 Sustituir la iluminación interior y exterior actual por luminarias más eficientes	60
7.4 Análisis final del Capítulo 2	63
VIII. Evaluación técnico-económica de las propuestas de mejora.....	64
8.1 Factibilidad técnica	64
8.2 Factibilidad económica	64
IX. CONCLUSIONES	66
X. RECOMENDACIONES.....	68
XI. BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	72

I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética se vincula al funcionamiento del sistema energético y en un sentido más amplio al proceso de desarrollo del país, en la medida en que las políticas y medidas orientadas a aumentar la eficiencia energética permiten la satisfacción de los requerimientos de la sociedad al menor costo económico, energético y ambiental posible. La eficiencia energética no consiste en reducir el consumo energético sino en utilizar la energía de manera más racional conforme a su condición de escasez y al carácter no renovable de algunas de sus fuentes de generación (Rozas, 2002).

En términos generales, el uso eficiente de la energía representa importantes beneficios para el país, ya que no solo permite mejorar la competitividad de las empresas productoras de bienes y servicios, al aumentar la eficiencia de sus procesos y disminuir sus costos de producción, sino, además, contribuye a que las personas puedan asignar de modo más eficiente sus recursos en materias de consumo, especialmente de las personas de menores ingresos, las que destinan una mayor proporción de los mismos a la compra de bienes y servicios energéticos.

El ahorro de cualquier energía y su uso racional inevitablemente presupone la aplicación y control de un programa confeccionado para ese fin, pero dicho programa no se elabora de forma empírica, si no a partir de métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, es decir que debe estar sustentado por las auditorías energéticas que permiten identificar a cada lugar que se apliquen (industrias, centros de servicio, etc.) la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada la energía de cualquier tipo.

Las auditorías energéticas se basan en una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente las auditorías energéticas se llevan a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía consumida, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort higrotérmico, la salubridad y la seguridad.

Es por esto que la Universidad Nacional de Ingeniería ha mostrado una gestión de apoyo a las actividades que contribuyan al desarrollo del país, para lo cual ha decidido emprender un programa de ahorro energético en las instalaciones del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES), así como en todos los edificios de la Universidad

El presente trabajo tiene el objetivo de facilitar las herramientas metodológicas y de cálculos necesarios para realizar un estudio de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en las instalaciones del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) cuyos resultados estén dirigidos a:

- Identificar posibilidades de ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- Establecer un plan de medidas técnicas y económicas de las opciones generadas en la auditoría.
- Recomendar inversiones de cambios de equipos que presenten un gran consumo de energía, por otros que tengan mayor eficiencia energética.
- Contribuir al uso eficiente y racional de la energía eléctrica.

II. ANTECEDENTES

Las auditorías energéticas inicialmente se hicieron populares en dar respuesta a la crisis energética de 1973 y años posteriores. El interés en las auditorías energéticas ha aumentado recientemente como resultado de la creciente comprensión del impacto humano sobre calentamiento global, el cambio climático y la variante precio del combustible (Brau Morales, 2010).

Hoy en día la electricidad es utilizada en mayor medida en edificios públicos y privados, cuyos rubros energéticos son los equipos de iluminación, refrigeración y climatización de ambientes para buscar la comodidad y satisfacción de las personas en sus lugares de trabajo o esparcimiento. De igual forma, la calidad de la electricidad se ve afectada por el aumento de dispositivos electrónicos, como computadoras, impresores en el caso de oficinas, lo que da lugar a variaciones y gastos excesivos de electricidad, el cual podrían disminuirse en la medida en que se reduzca el consumo eléctrico.

A partir del año 2007 Nicaragua viene contribuyendo a los esfuerzos globales con el medio ambiente de reducir la facturación energética del país y su impacto en el cambio climático por lo que se ha enfocado en duplicar la participación de energías renovables en la matriz energética y conjuntamente de sensibilizar a la población de hacer un uso más eficiente de la energía, además se están promoviendo las buenas prácticas de la eficiencia energética.

En Nicaragua el gobierno ha impulsado diferentes acciones de eficiencia energética tales como distribución de Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) en el sector Residencial, Auditorías Eléctricas el sector Público, Industria, Comercio y Servicio, campañas educativas para centros de educación primaria (estudiantes y maestros).

De acuerdo con investigaciones previas, en la Universidad Nacional de Ingeniería ya se han realizados diagnósticos eléctricos o estudios relacionados a la eficiencia eléctrica:

El centro de producción más limpia (CPML), realizó un diagnóstico técnico general en la UNI-RUSB, el periodo de estudio seleccionado fue enero 2005 a agosto del

2006, la auditoría realizada identificó cinco opciones de producción más limpias, las cuales obtuvieron como resultado la reducción del 79% de la facturación eléctrica (38% de consumo de electricidad y 41 % en la demanda de potencia) de 94,457.74 US\$/año.

Otro estudio realizado por la empresa MULTICONSUL & CIA. LTDA en el año 2007 en el cual solamente se tomó en cuenta los edificios de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) del recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) el estudio realizado identificó oportunidades de ahorro energético el cual representaba ahorros en la factura eléctrica 92,880 kWh/año y beneficio económico de 17,517.12 US\$ (Multiconsult, 2009).

Así mismo entre 2011 y 2017, en el marco del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energías Renovables (PNESER), Nicaragua promovió el buen uso de la energía, apoyándose de la implementación de acciones que disminuyeran la demanda de potencia y el consumo de energía en sectores residencial, público e industrial a través de la sustitución de luminarias incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, reemplazo de luminarias de mercurio por lámparas de vapor de sodio y la promoción de la instalación de colectores solares en el sector comercial e industrial (SICA, 2020).

III. JUSTIFICACIÓN

Debido al incremento constante de energía eléctrica provocado por los altos costos de generación de esta a partir de combustibles fósiles, se deben realizar acciones para reducir el consumo energético en los edificios.

Una de las necesidades en la actualidad es el uso de la energía ya que juega un papel muy importante en el desarrollo económico y social del planeta y existe un fuerte acoplamiento entre el desarrollo y consumo energético; por lo cual es de mucha importancia procurar el uso racional de las distintas fuentes de energía.

Para hacer frente a este enorme y creciente consumo de electricidad se está realizando modificaciones que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética de edificios privados y públicos que ayuden a impulsar acciones para que cada uno de los consumidores realicemos un mayor ahorro de energía que nos conduzca a no malgastarla y a proteger nuestro medio ambiente; respetando el derecho de generaciones futuras; para que puedan vivir en un entorno conservado y rico en recursos naturales.

Por todo ello se realizará este análisis de eficiencia en el uso de la energía eléctrica en el Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) con el principal objetivo de proponer opciones de mejora en el uso eficiente y eficaz de los recursos energéticos, además de fomentar, promover y adoptar el hábito de ahorro de energía entre todo el personal que conforman a la institución.

Así de esta manera, dicha entidad se estará beneficiando de manera económica y a la vez aportando a la reducción del impacto ambiental que se genera por el uso irracional de la energía lo que también se traduce en un beneficio para la comunidad.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Evaluar el uso de la energía eléctrica en el UNI-IES con el objetivo de identificar y proponer opciones que permitan ahorro en el consumo de energía eléctrica.

4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis del consumo de energía eléctrica del UNI-IES ubicado en el Recinto UNI-RUSB con el propósito de identificar las posibilidades de ahorro.
- Elaborar una propuesta de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica que incluya un plan de medidas técnicas y sustitución de equipos que permitan optimizar el consumo de energía eléctrica en el UNI-IES ubicado en el Recinto UNI-RUSB.

V. MARCO TEORICO

5.1 Auditoria energética:

La auditoría energética se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico (Escan, 2014). Y en caso de existir margen de ahorro explicará dónde y cómo se puede conseguir. También se pueden llamar estudios de ahorro energético o estudios de costes energéticos.

En el 95% de los casos, la realización de una Auditoría Energética da como resultado un posible ahorro energético tomando una serie de medidas. Esto hace que siempre sea una buena idea realizar una Auditoría Energética independientemente del tipo o tamaño de local, vivienda o empresa. La Auditoria Energética puede contener medidas de ahorro que no suponen ningún costo (como cambiar de tarifa eléctrica) u otras medidas que suponen inversiones en nuevos equipos o instalaciones más eficientes (por ejemplo, un cambio en las máquinas de aire acondicionado), pero todo esto depende esencialmente de la instalación y del consumo energético. Las medidas propuestas en las Auditorías Energéticas están basadas en aspectos de eficiencia energética y ahorro. La contribución de la eficiencia energética a la reducción de la oferta de energía hace que se le considere como un recurso (Poveda & García, 2013).

5.2 Objetivos de las Auditorías Energéticas:

- Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su costo asociado.
- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en costo energético y de mantenimiento, así como de otros beneficios y costos asociados.
- Disminuir el consumo de energía sin afectar los niveles de operación en la institución.

- Obtener los balances energéticos de las instalaciones consumidoras de energía.

Se trata, por tanto, de una potente herramienta para la realización de mejoras en cualquier institución atendiendo a criterios de eficiencia energética, midiendo los distintos flujos eléctricos, registrar las condiciones de operación de equipos, maquinarias, instalaciones y procesos; efectuar balances de energía; para así determinar los potenciales de ahorro.

5.3 Metodología de una auditoria en eficiencia energética.

- Obtención de datos de consumo de energía brindada por la institución; entrevistas al personal que labora en la institución.
- Recolección de datos mediante mediciones eléctricas, de temperatura y luminosidad, utilizando los equipos de mediciones adecuados.
- Análisis de los datos obtenidos, para identificar los edificios o locales que representan el mayor consumo energético.
- Determinar las oportunidades de mejorar el consumo de energía.
- Elaborar una propuesta para obtener una mayor eficiencia.
- Conclusiones y recomendaciones. (Gómez, López, & Fernández, 2012)

5.4 Material necesario para la realización de auditorías energéticas

El equipo de trabajo debe disponer de diferentes equipos y herramientas, algunos de ellos fundamentales y otros complementarios, pero de utilidad, con el objetivo de ejecutar una auditoría energética fiable y completa. Entre los instrumentos que se necesitan están:

- Temperatura (termómetro de vidrio, psicrómetro, pirómetros, hidrómetro, etc.)
- Flujo (Flujometro, medidor de orificios, tubo de Pitot y manómetros, etc.)
- Presión (manómetros)
- Análisis de electricidad (amperímetro de gancho, analizador de potencia, etc.)
- Niveles de iluminación (luxómetro)

- Otras herramientas de uso común (cintas métricas, destornilladores, alicates, tijeras, etc.)

5.5 Elaboración del Balance de Energía

Para el balance de energía es necesario:

- Definición clara de los límites de cada sistema a analizar, con determinación precisa de los equipos y componentes principales.
- Toma de datos del funcionamiento de los equipos y componentes principales. Estos se contrastan con los valores obtenidos al realizar la puesta en marcha para tener la certeza de que las condiciones de cada sistema son las exigidas.
- Determinación de la calidad energética de los equipos y componentes, examinando la posibilidad de modificación de los mismos o mejora de sus especificaciones.
- Recopilación de los valores globales de los consumos energéticos mensuales, referidos a varios sistemas o al conjunto de ellos. Estas fuentes de información son las facturas eléctricas.
- Estimación de las horas de funcionamiento mensual en las distintas condiciones de carga que se habrán detectado al realizar la toma de datos. Estas horas de funcionamiento sirven para calcular los consumos energéticos anuales de los distintos equipos y componentes.
- Los diferentes equipos y componentes se ordenan de modo lógico y por grupos homogéneos o funcionales (por ejemplo, unidades de aire acondicionado, luminarias, equipos de cómputo, etc.), de tal modo que se obtenga un análisis de cada uno de ellos con sus respectivas gráficas de consumo anual.

Al terminar el balance energético, por otra parte, se recogen todos los aspectos que suponen carencias de la instalación o defectos de diseño, que originan un mayor gasto energético, y como tales resultan factibles de reforma y mejora, por ejemplo:

- Malas condiciones de los edificios (falta de aislamiento, locales abiertos, etc.)

- Mal ubicación de los equipos consumidores (mala ubicación del aire acondicionado, mala posición de las lámparas, etc.)
- Equipos funcionando innecesariamente
- Mal horario de operación de los equipos (por ejemplo, todos los aires acondicionados se encienden al mismo tiempo).
- Todo esto mencionado anteriormente se suma a la falta de mantenimiento de los equipos y conservación de las instalaciones, que como consecuencia trae que los equipos operen de mala eficiencia y por ende consuman más energía eléctrica.

5.6 Evaluación técnica de las medidas de ahorro

Para las medidas de ahorro en un estudio (Pesántez & Cueva, 2016), se realizan siempre considerando los siguientes aspectos:

- Que se mantenga la calidad del producto (en caso de que sean instituciones o empresas de servicio, por ejemplo, en una institución, el producto final son el personal graduado)
- Que siempre haya disponibilidad de los equipos y las instalaciones.
- Que no genere residuos, lo que implica contaminación.
- Que no afecte negativamente la seguridad de la empresa, industria o institución.
- Que no interrumpa las horas laborales de la institución.

5.7 Estudios de los indicadores energéticos

Los indicadores energéticos son parámetros absolutos y relativos que permiten conocer el estado del Edificio desde un punto de vista energético por comparación con los correspondientes a otros edificios similares o su evolución en el tiempo.

Los indicadores absolutos suelen ser:

- Ocupación máxima, superficie, altura, etc. del edificio.
- Potencias totales instaladas en cada sistema.
- Consumos totales de cada una de las energías.

- Horas de funcionamiento al año, etc.

En cuanto a los indicadores relativos:

- Potencias instaladas en cada sistema por unidad de superficie del edificio.
- Consumo de cada una de las energías por unidad de superficie del edificio.
- Consumo en cada ciclo de operación de una determinada actividad, etc.

Las cantidades de referencia más usuales son: energía consumida por metro cuadrado en áreas de oficinas, capacidad térmica necesaria por número de personas y área construida, etc. Por ejemplo: en las instalaciones comerciales como oficinas, escuelas y edificios administrativos se utiliza el índice de consumo de energía por metro cuadrado de piso acondicionado.

En el sector servicios es difícil medir la cantidad de servicios realizados (Álvarez, Martínez, & Alonso Morales, 2018), por lo que los indicadores energéticos que se utilizan se basan en repercutir el consumo de energía en otras unidades medibles, como son la superficie del edificio en el que se realiza la actividad, el número de empleados que trabajan para la organización o las horas de trabajo realizadas:

- Consumo energético/superficie del edificio
- Consumo energético/número de empleados
- Consumo energético/horas trabajadas

Estos indicadores deben de ser analizados para determinar si el consumo específico de energía se ha incrementado o ha disminuido, para conocer las posibles razones por el cual se debe ese incremento o disminución, para así buscar las posibles soluciones.

5.8 Medición y Parámetros de consumo de energía eléctrica

La Energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores.

Como sabemos la energía eléctrica es una de las formas de energía más empleada en la vida cotidiana, esta puede ser conducida de un lugar o de un objeto a otro. Eso mismo ocurre con la electricidad pues a través de un elemento conductor, la energía fluye y llega a nuestras viviendas (televisores, lámparas, refrigeradores, y demás equipos electrónicos).

5.9 Ahorro energético

Es la reducción del consumo de energía mediante la minoración del servicio o utilidad proporcionada, sin alterar la eficiencia energética.

5.10 Eficiencia energética

Es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos, lo cual se puede lograr a través de la implementación de mejores hábitos de consumo e inversiones a nivel tecnológico. (Que es la eficiencia energética y para qué sirve, 2020).

5.11 Electricidad

Es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Se manifiesta en una gran variedad de fenómenos como los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica. (Disnorte-Dissur, 2020)

En ingeniería eléctrica, la electricidad se usa para generar:

- Luz mediante lámparas.
- Calor, aprovechando el efecto Joule.
- Movimiento, mediante motores que transforman la energía eléctrica en energía mecánica.

- Señales mediante sistemas electrónicos, compuestos de circuitos eléctricos que incluyen componentes activos (tubos de vacío, transistores, diodos y circuitos integrados) y componentes pasivos como resistores, inductores y condensadores.

5.11.1 Energía eléctrica:

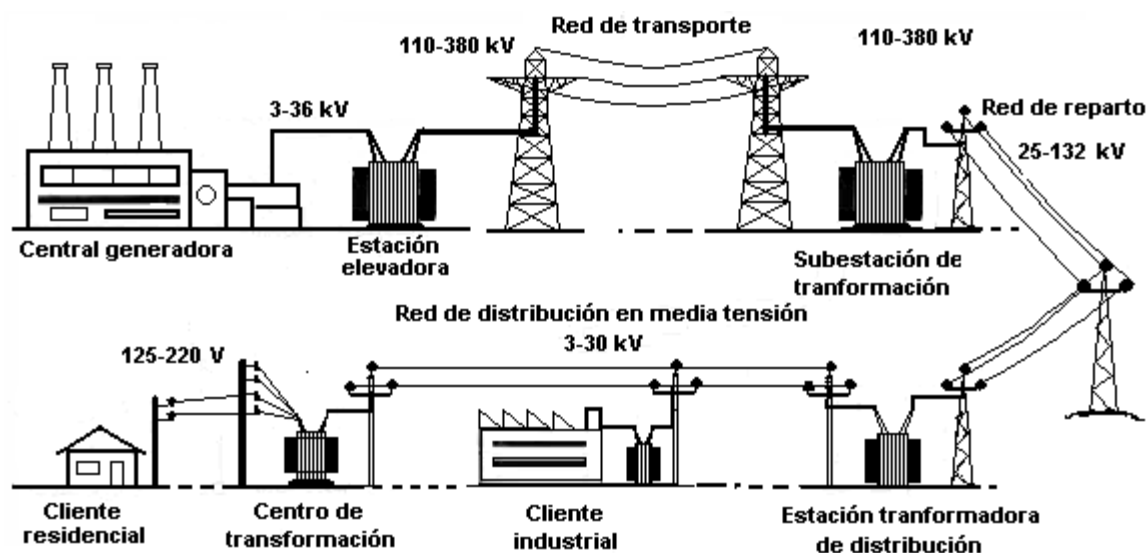
Forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica, energía mecánica y energía térmica. (Energía Eléctrica, 2020).

5.11.1.1 Sistema eléctrico

Son aquellos elementos, líneas e instalaciones, que, en conjunto, forman el sistema de transporte de energía, comprendido el cual desde centrales generadoras hasta los propios abonados.

En la figura siguiente, se pueden observar en un diagrama esquematizado las distintas partes componentes del sistema de suministro eléctrico:

Figura 1: Diagrama esquematizado del Sistema de suministro eléctrico



5.11.2 Factores que implican un mayor consumo de energía eléctrica

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los equipos, siempre existe uno adecuado a las necesidades, como son: las condiciones ambientales, operación, arranque, velocidad, tamaño y potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el equipo y su carga operan a su máxima eficiencia. (Kessler, 2020).

5.11.3 Factura eléctrica

La factura eléctrica cambia en dependencia de la tarifa a la cual esté sujeta la institución. La tarifa eléctrica son los precios que se aplican al consumo de energía eléctrica, que se dan a través de un contrato de la empresa eléctrica y el consumidor.

Entre las tarifas que ofrece el Instituto Nicaragüense de Energía (INE) se encuentran las tarifas de baja tensión (120, 240, 480 voltios) y las de media tensión. Dentro de estas dos tarifas existen las categorías de: tarifas monomías (pagan solamente por los kWh de energía consumida en el periodo de facturación) y las tarifas binomías (paga por los kWh de energía consumida y por los kW de demanda máxima). (La Gaceta Diario Oficial, 2019).

5.15.4 Composición de la factura eléctrica:

Los componentes de la factura eléctrica son:

1. Consumo de energía
2. Demanda de potencia
3. Factor de potencia (según la tarifa contratada)
4. Comercialización
5. Regulación INE

6. Alumbrado público

7. IGV (impuesto)

5.11.4.1 Consumo de energía:

Este consumo se puede reducir evitando operar equipos cuando estos no sean necesarios, seleccionando equipos de alta eficiencia, disminuyendo el tiempo de operación de los mismos, etc.

$Ce = P * h * N$ *Ce:Consumo energético P:Potencia en kW h:horas uso N:cantidad de equipos*

5.11.4.2 Demanda de potencia (Espina Alvarado, 2017)

Es la carga en kW solicitada a la fuente de suministro en el punto de recepción en un momento determinado. Se puede reducir mediante una programación regulada de la operación de los equipos eléctricos.

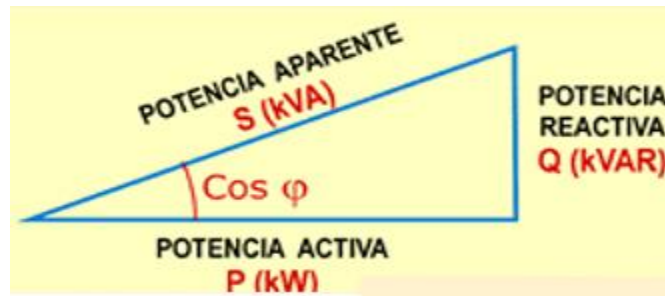
5.11.4.3 Factor de potencia:

Es el factor de aprovechamiento del consumo de energía eléctrica en trabajo útil o fuerza mecánica, es decir es el cociente de la potencia activa (kW) entre la potencia aparente (kVA).

El factor de potencia puede tomar valores de 0 a 1, el valor mínimo recomendable según INE es del 0.85, cuando se tiene un valor superior a 0.85, se aplica una bonificación por parte de la compañía suministradora, mientras que un porcentaje menor significa energía que se desperdicia y la empresa aplica un cargo.

El llamado triángulo de potencias es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" ($\cos \phi$) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna.

Figura 2: Triángulo de potencias (López, 2010)



Como se podrá observar en el triángulo de la ilustración, el factor de potencia o coseno de “fi” ($\cos \phi$) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

Donde:

$\cos \phi$: factor de potencia

P : Potencia activa (kW)

S : Potencia aparente (kVA)

5.11.7 Consecuencias de un bajo factor de potencia

Un bajo factor de potencia reduce la eficiencia en los equipos eléctricos y causa efectos negativos, como son:

- Aumento en la intensidad de corriente.
- Caída de voltaje.
- Sobrecargas en transformadores, generadores y líneas de distribución.
- La temperatura en cable aumenta ocasionando pérdidas por efecto Joule.

- Aumento en las facturas por el consumo de electricidad.

5.11.8 Beneficios de corregir el factor de potencia

Cuando el factor de potencia se corrige, se logran ahorros y beneficios, como son:

- Se elimina el cargo por bajo factor de potencia.
- Se reducen las caídas de tensión.
- Disminuyen las pérdidas por efecto joule ($I^2 R$) en transformadores, cables y otros equipos.
- Ayuda a estabilizar el voltaje del sistema.
- Se incrementa la vida útil de equipos e instalaciones.

Los excesivos consumos de energía reactiva pueden ser compensados con Capacitores. Estos son elementos eléctricos que, instalados correctamente y con el valor adecuado, compensan la energía reactiva necesaria requerida por la instalación interior, elevando el factor de potencia por sobre los valores exigidos.

5.12 Sistema de Climatización

La climatización consiste en dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire, y a veces también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o a la conservación de las cosas (equipos, máquinas, etc.)

El acondicionamiento de aire es un proceso que requiere del consumo de una cantidad apreciable de energía, alcanzando costos muy significativos. Por esta razón, es de los sistemas que más control y mantenimiento requieren. En la industria en muchos casos se observa operar un equipo de climatización bajo condiciones muy desfavorables que incrementan su consumo de energía. El usuario normalmente está más interesado en mantener las temperaturas requeridas, que el estado de operación de los equipos o del costo de la producción.

El propósito de un sistema de acondicionamiento de aire es tratar el aire para lograr controlar condiciones de humedad, temperatura, pureza y ventilación, con el fin de

proporcionar ambiente confortable a las personas y adecuado a máquinas y materiales cuyas condiciones de operación y conservación así lo exijan.

5.12.1 Elementos claves para el uso racional de energía

Existen diferentes estrategias para obtener un ahorro energético en los sistemas de acondicionamiento de aire. Se establecen cuatro elementos claves que deben verificarse, tanto en el sistema de acondicionamiento de aire propiamente dicho, como en el local que se acondiciona, los cuales son:

1. Asegurar una operación adecuada.
2. Reducir la demanda y controlar la carga.
3. Reducir las pérdidas por control de los dispositivos de distribución y del sistema.
4. Ahorrar y recuperar energía.

En la siguiente tabla se muestran esquemáticamente estos elementos, dando recomendaciones generales para una mejor operación del sistema (Energética-UPM, 2014).

1. Asegurar una operación adecuada			
Elemento clave	¿Qué hay que verificar?	¿Cómo se verifica?	Mantenimiento
Sistema de A-A	La totalidad del sistema y sus componentes	Registrar: -Temperaturas -Humedad -Presión	-Limpiar filtros y rejillas de las unidades manejadoras, componentes, tuberías y ductos.

		-Volumen de aire. Prueba operacional: -Condiciones del flujo. -Componentes mecánicos. -Controles.	-Reemplazar las partes defectuosas. -Recargar y presurizar agua y sistema refrigerante. -Aplicar medidas de mantenimiento continuo.
Local Acondicionado	Uso y función de: -Cuartos -Componentes	Prueba visual y operativa de: -Puertas. -Ventanas. -Persianas.	Cerrar y sellar: -Puertas. -Ventanas. -Cortinas. -Aberturas y fugas.
2. Reducir demanda y controlar carga			
Elemento clave	¿Qué hay que verificar?	¿Cómo se verifica?	Mantenimiento
Sistema de A-A	Comparar el desempeño con los requisitos de: Temperatura, tasa	Estableciendo los requerimientos mínimos y comparándolos con	Cambiar los rangos operativos para satisfacer los nuevos requerimientos.

	de flujo, cambio de aire, presión	los registros y rangos actuales	
Local Acondicionado	Tamaño y uso de los cuartos. -Localización de los cuartos. -Exposición -Ventanas y vidrios.	Estableciendo los requerimientos mínimos y comparándolos con la situación actual.	-Reorganizar los cuartos para reducir el consumo de energía. -Cambio de luminarias incandescentes.
3. Reducir pérdidas por control de los dispositivos de distribución y del sistema			
Elemento clave	¿Qué hay que verificar?	¿Cómo se verifica?	Mantenimiento
Sistema de A-A	-Aislamiento apropiado de los componentes y tuberías, partes que causan pérdidas evitables. -Partes que pueden ser omitidas.	Supervisión y chequeo estimando las pérdidas, comparando las diferentes modificaciones	-Reemplazo del aislamiento. -Aislamiento inadecuado o dañado. -Eliminar las partes puntiagudas.
Local Acondicionado	-Aislamiento del techo y las paredes.	Termografía	-Eliminar los puntos de fuga.

	-Cortinas		-Reemplazar el aislante inadecuado o dañado. -Pintar el techo y paredes en blanco
4. Ahorrar y recuperar energía			
Elemento clave	¿Qué hay que verificar?	¿Cómo se verifica?	Mantenimiento
Sistema de A-A	Eficiencia energética del sistema/componentes, dispositivo de ahorro de energía.	Verificando y evaluando: -Condiciones de diseño, consumo de energía. -Sistemas de recuperación de energía.	-Instalar componentes de mayor eficiencia. -Instalar sistemas y unidades de recuperación de energía y Aplicar control automático.

5.12.2 Eficiencia energética en sistemas de aire acondicionado

Con el fin de medir la eficiencia energética de los aires acondicionados en casas u oficinas existen índices que nos ayudan a determinar tal información. Un ejemplo de dichos índices es el Seasonal Energy Efficiency Ratio, mejor conocido por sus siglas SEER, es un estándar que nos ayuda a definir la eficiencia energética de los

aires acondicionados u otro tipo de aparatos de refrigeración. Conocido en castellano como “Ratio de eficiencia energética estacional”, el SEER viene a sustituir a una especificación previa: el Energy Efficiency Ratio (EER), que se considera en la actualidad menos completa y estricta que la primera.

La gran ventaja de fiarnos del SEER y no del EER para averiguar la verdadera eficiencia energética del aire acondicionado es que, en el último de los casos, se medía la potencia del aire acondicionado a plena carga, es decir, enfriando al máximo de su capacidad, mientras que con el SEER se mide con cargas parciales (100%, 74%, 47%, 21%) que, en realidad, se ajusta más al uso que le damos en casas o en oficinas. (Eficiencia energética consejos sobre ahorro de energía, 2019)

Cuanto más alto sea el SEER más eficiente será el equipo, se recomienda evaluar la posibilidad de invertir cierta cantidad de dinero en un aparato de refrigeración con un SEER relativamente alto ya que, de lo contrario, la rentabilidad se verá afectada a largo plazo.

Ejemplo de ello es si un aire acondicionado tiene una potencia de 2500 W, y un SEER de 8.5, podemos dividir dicha potencia por la eficiencia y, así, obtener que el consumo es de 294W/hora o, en su lugar, 0,294Kwh

5.12.3 Mejoras Energéticas en el sistema de climatización

- Emplear motores eléctricos de potencia adecuada a la demanda de energía. Los motores muy sobre dimensionados trabajan con rendimientos bajos haciendo que el consumo energético sea mayor.
- Apagar los equipos de acondicionamiento de aire en las áreas desocupadas.
- Estudiar y optimizar las horas de puesta en marcha y paro de los sistemas.
- Disminuir el caudal del aire impulsado por los ventiladores siempre que las prestaciones no queden disminuidas.
- Disminuir las fugas de gas en los conductos.
- Añadir aislamientos térmicos en los techos falsos o muros.

- En las ventanas, instalar vidrio reflectante o láminas plásticas reflectantes para disminuir la ganancia de calor por radiación solar en los espacios refrigerados.
- En el caso de puertas de doble hoja, evitar al máximo la separación.
- En los espacios acondicionados disminuya en lo posible la carga de calor introducida por la excesiva iluminación, por maquinarias o equipos que permanezcan encendidos innecesariamente.
- Por todos los medios posibles favorezca la arborización alrededor de las edificaciones con ello se consigue disminuir la transferencia de calor hacia el interior de estas, el resultado será la reducción sensible de las cargas de los acondicionadores de aire.
- Contemple la posibilidad de apagar los equipos de acondicionamiento de aire en oficinas así: Durante las horas de refrigerio. Una hora o media hora antes de la hora de salida. (Energética-UPM, 2014)

5.13 Sistema de iluminación

Existen dos fuentes principales de iluminación:

1. La natural que procede del sol.
2. La artificial que utiliza la electricidad.

La luz natural es la de mejor calidad, sin embargo, su aprovechamiento está sujeto a factores como horas de luz solar efectivas, época del año, estado del tiempo y construcción de las instalaciones. De hecho, es recomendable que en todas las nuevas edificaciones se considere la aportación de luz natural y su integración con la luz artificial y el acondicionamiento del aire.

La luz artificial es una solución fundamental para las necesidades de iluminación, de modo que su uso generalizado se extiende a los sectores residencial, industrial, comercial y de servicios, donde se puede encontrar una gran variedad de

alternativas en los sistemas de iluminación, de acuerdo con los requerimientos de cada uso final.

Aproximadamente un 19% del consumo de energía a nivel mundial está destinado a la iluminación. Este porcentaje es mucho mayor si nos centramos en el consumo de un edificio común donde éste puede llegar incluso hasta el 40%.

La forma de reducir este consumo no es renunciar a la cantidad ni a la calidad de la luz ya que esto afectaría al confort y al bienestar de las personas, sino el uso de sistemas de iluminación más eficientes.

Esta eficiencia dependerá de varios factores. A continuación, enumeramos los más importantes:

- Diseño de la luminaria:

Tanto el reflector como el cuerpo de la luminaria deben ser diseñados de manera que se maximice su rendimiento y se aproveche la mayor proporción de flujo lumínico, sin olvidar el confort visual y evitar el deslumbramiento molesto.

- Lámpara utilizada:

A la hora de escoger el tipo de lámpara a utilizar debemos tener en cuenta su reproducción cromática, su vida útil, su posibilidad de regulación y, sobre todo su eficiencia energética [lumen/Watt]. Algunos tipos de lámparas van etiquetados en relación con su eficiencia, con letras que van desde la A hasta la G.

- Equipos auxiliares:

Se limitan las pérdidas máximas que pueden tener los equipos. Mediante diversas directivas, se prohíben equipos electromagnéticos con pérdidas altas o moderadas. La tendencia es la completa eliminación de éstos frente a los equipos electrónicos que ofrecen más ventajas y más ahorro energético.

- Sistemas de regulación y control:

Utilizando sistemas de regulación en función, por ejemplo, de los horarios de uso de los diferentes espacios, de la aportación de luz natural, o detectores de presencia se puede conseguir un ahorro incluso del 60% de la energía.

- Aprovechamiento de la luz natural:

Complementar la luz artificial con la natural, o viceversa, se puede resolver hoy en día con un sistema de regulación de la luz artificial en función de la aportación de luz natural utilizando esta última para conseguir un ahorro energético muy importante en algunos casos.

- Mantenimiento de la instalación:

A medida que pasa el tiempo, el rendimiento de la instalación va disminuyendo ya sea por la pérdida de flujo de las lámparas, por el descenso del rendimiento de la luminaria, debido al envejecimiento del reflector o a la acumulación de suciedad en éste. Para evitar en el mayor grado posible esta pérdida de energía sería necesario el diseño de un plan de mantenimiento de la instalación, así como un calendario de sustitución de lámparas según su vida nominal, para remplazarlas a pesar de que sigan funcionando ya que, a partir de este tiempo definido como vida útil, su flujo disminuye considerablemente. (Zelaya, 2015)

5.13.1 Componentes del sistema de iluminación artificial

Los sistemas de iluminación artificial están compuestos, en su mayoría, por cuatro dispositivos, los cuales son:

- Lámpara
- Balastro
- Luminaria
- Control

5.13.2 Principales tipos de lámparas

5.13.2.1 Incandescentes convencionales:

Es el tipo de lámpara más común, pero energéticamente más ineficiente, ya que ha evolucionado muy poco a través de los años. Este tipo de lámparas tienen cualidades que la han hecho muy populares en los últimos 100 años, pero las desventajas que presentan son más que las ventajas.

- **Ventajas:**

Su costo inicial es muy bajo, poseen buena calidad de luz, son fáciles de conseguir y su instalación es muy simple

- **Desventaja:**

Su costo de operación es muy alto, debido a su corta vida y a su bajísima eficiencia. Producen calor excesivo en casi todas las aplicaciones, requiriendo mayor trabajo de la unidad acondicionadora de aire para climatizar el espacio, aumentan notablemente la potencia total y el consumo eléctrico en las instalaciones, además, son muy vulnerables a golpes y variaciones de tensión eléctrica.

5.13.2.2 Halógenas

Son lámparas incandescentes mejoradas que tienen una vida más larga que las incandescentes convencionales. En casi todos los casos se usan para iluminación directa de puntos y objetos específicos.

5.13.2.3 Fluorescentes lineales

Son lámparas de tubo de descarga en gas, que consisten en un tubo de vidrio cerrado con gases nobles, fósforo y una pequeña cantidad de mercurio. Se fabrican en potencias que van desde los 4 hasta los 215 vatios y en bulbos de formas diversas (rectos, circulares, en “U”), con diámetros expresados en octavos de pulgada: 12/8” (T12), 8/8” (T8), 5/8” (T5). Cuanto menor sea el diámetro, mayor es la eficiencia del fluorescente lineal.

- Ventajas:
 - ✓ Buena eficacia luminosa.
 - ✓ Larga duración.
 - ✓ Bajo costo de adquisición.
 - ✓ Variedad de apariencias de color.
 - ✓ Distribución luminosa adecuada para utilización en interiores.
 - ✓ Mínima emisión de calor.
- Desventajas:
 - ✓ Si no se usan equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc.
 - ✓ Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones.

5.13.2.4 Lámparas fluorescentes compactadas (LFC)

Usan una tecnología similar a la de las fluorescentes lineales y fueron diseñadas originalmente para sustituir a las lámparas incandescentes. Están disponibles desde 3 hasta 120 vatios, con múltiples formas, como las de tubo recto o curvo, bala, ventilador, globo, reflector, espiral, etc.

Éstas tienen la gran ventaja de sustituir directamente a las lámparas incandescentes sin necesidad de ninguna instalación especial y con ahorros de energía de entre 60% y 80%. Además, tienen una vida útil entre 5 y 20 veces mayor que las incandescentes y no producen calor excesivo que sobrecargue los equipos acondicionadores de aire.

5.13.3 ¿Por qué utilizar lámparas eficientes?

La clave de la eficiencia energética en el alumbrado es identificar la cantidad y calidad de iluminación que se necesita en cada uno de los ambientes, tanto interiores como exteriores. Una de las estrategias, para un uso eficiente de los sistemas de iluminación, es apegarse a los niveles de iluminación recomendables de acuerdo con la actividad desarrollada. Las zonas excesivamente iluminadas ofrecen mayores oportunidades de ahorro, mientras que las áreas con niveles bajos

deben rediseñarse, buscando un balance entre los niveles de iluminación y el consumo energético.

Una acción que siempre da buenos resultados es eliminar las lámparas de eficiencia baja, por ejemplo, los incandescentes convencionales y fluorescentes T12. También debe evitarse el uso de balastos electromagnéticos y luminarias que cumplieron su vida útil y/o están en mal estado.

Aunque las lámparas más eficientes como las de LED, tienen un costo inicial mayor que las demás, los ahorros de energía son sustanciales y los períodos para recuperar la inversión suelen ser de 1 a 3 años, dependiendo de las horas de uso y la tarifa eléctrica.

Otra ventaja de las lámparas eficientes es su mayor vida útil, entre 5 y 15 veces más que las LFC y fluorescentes y más de 50 veces que las incandescentes convencionales.

5.13.4 Eficiencia en sistemas de distribución de electricidad

Las pérdidas eléctricas en los sistemas de distribución interna de electricidad constituyen un consumo importante, pero que no está destinada a satisfacer los requerimientos reales de sus instalaciones productivas o de servicios. La reducción de las pérdidas producto de la selección de los transformadores y conductores, en base a un criterio de eficiencia, y el manejo de reactivos, entre otras medidas, permite disponer de un sistema eficiente de distribución de electricidad.

5.14 Análisis de viabilidad económica de las mejoras

Una vez que se tienen seleccionadas las diferentes alternativas de mejora energética, se llevara a cabo su estudio de viabilidad económica. Este estudio servirá para decidir si una mejora se realiza o no, ya que por ejemplo una opción puede que sea técnicamente viable y que suponga una reducción considerable en los consumos, pero que el tiempo de retorno sea muy alto o incluso exceda a la vida

útil por lo que lógicamente esta propuesta será rechazada. Para cada una de esas alternativas de ahorro se calculará lo siguiente:

- Costo de la implementación (costo inicial).
- Ahorros energéticos esperados.
- Tiempo de retorno (dinero ahorrado en energía dividido entre la inversión inicial).
- Mejoras de calidad, eficiencia, inconvenientes, otros.

Ahorro de energía = consumo de energía inicial – consumo de energía con la mejora propuesta.

5.15 Analizador de redes

El modelo PCE-UT232 es una pinza medidora de tres fases digitales, y de mano.

El medidor de potencia PCE-UT232 puede medir el voltaje, la corriente, potencia activa, potencia aparente, potencia reactiva, factor de potencia, ángulo de fase, frecuencia, energía activa.

VI. CAPITULO I: ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN UNI-IES

6.1 Recolección de Datos

La recolección preliminar de datos abarca el reconocimiento preliminar de los edificios, estudios previos de sus instalaciones, así como una inspección visual general del sistema eléctrico, las cuales permiten evaluar la magnitud de los problemas energéticos y planificar las actividades a realizar en el diagnóstico del análisis de eficiencia energética en el Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES).

6.1.1 Información General

El Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) es una institución de la educación superior en búsqueda permanente de la excelencia académica, dedicada a formar profesionales en el campo de la ingeniería y arquitectura. En dicho lugar se trabajan dos turnos, de 8:00 am- 4:00 pm en el área administrativa, de 7:00 am – 8:30pm en el área académica-docente y 24 horas en el servicio de vigilancia de las instalaciones.

Todos los edificios tanto administrativos como salones de clases poseen distintos tipos de consumidores, además cuentan con diferentes laboratorios, los cuales ofrecen una gran demanda de potencia eléctrica. El Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) cuenta con una red de distribución de energía comercial.

6.1.2 Características generales del sistema eléctrico

Los edificios en estudio del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) constan de 5 bancos transformadores tanto trifásico como monofásico, los cuales proporcionan la potencia eléctrica requerida para cumplir con la demanda de la carga eléctrica instalada en los edificios, cada banco de transformadores posee distintas potencias de diseño. A continuación, se describen los bancos de transformación correspondientes a cada edificio y los diversos equipos eléctricos conectados:

Edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Edificio Sistema y Computación

Banco de transformadores 3 x 75 kVA

Capacidad: 225 kVA

Tensión Primaria: 7.6/13.2 kV

Tensión secundaria: 120/240 V

Conexión: Delta/Estrella

A este centro de transformación se encuentran conectadas todas las cargas eléctricas pertenecientes a los siguientes edificios: Sistema y computación, mantenimiento, recursos humanos y laboratorio de computación ubicados en el edificio industrial.

La red secundaria del banco de transformadores está conformado por tres diferentes acometidas trifásicas: la primera de dos cables calibre 3/0 THWN por fase más los 2 conductor del neutro llegando un interruptor principal las fases de tres polos 400A, a este panel la alimentación llega en tres tubería de 3 pulgada de diámetro distribuidos en dos tubería tres fases cada uno y en la tercera tubería las dos neutros del sistema, tipo subterránea ubicado en la planta baja del edificio de Sistema y Computación - la segunda acometida tipo aérea de tres cables calibre 3/0 por fase con un Interruptor principal tres polos 225A y llega a un panel ubicado en el laboratorio de computación en la segunda planta del edificio de Industrial – la tercera acometida tipo aérea de un cable calibre 4 AWG, uno por fase alimenta un panel con interruptor principal de tres polos 90A, ubicado el edificio de mantenimiento.

Edificio Rectoría

Banco de transformadores 3 x 50 kVA

Capacidad: 150 kVA

Tensión Primaria: 7.6/13.2 Kv

Tensión secundaria: 120/205 V

Conexión: Estrella/Delta

En este centro de transformación se encuentran conectadas todas las cargas eléctricas correspondientes al Edificio Rectoría y Auditorio Salomón de la Selva. La salida de baja tensión para este banco de transformadores en los bornes secundarios es tipo subterránea, a través de una acometida trifásica con 2 conductores calibre 4/0 THWN por fase conectado a un interruptor principal de tres polos 600A, en este panel la acometida trifásica llega en dos tuberías de 4 pulgada de diámetro repartido en tres cables por tubería. En este panel eléctrico se encuentran ubicado en la bodega planta baja del edificio.

Edificio Ingeniería Civil

Banco de transformadores 2 x 50 kVA

Capacidad: 50 kVA

Tensión Primaria: 7.6 kV

Tensión Secundaria: 120/240 V

El primer transformador alimenta las cargas eléctricas pertenecientes a las oficinas de secretaria académica, sala profesores, biblioteca, y salones de clases del edificio Civil. La salida de baja tensión para este banco de transformadores en los bornes secundarios, tipo subterránea a través de una acometida de tres cables calibres 3/0 THWN conectado en un interruptor principal de dos polos 225A, a este panel la alimentación llega a través de una tubería de 3 pulgada de diámetro. El segundo transformador alimenta solo las cargas de unidades de climatización la salida de baja tensión para este banco transformador es tipo subterránea, a través de 3 cables calibre 3/0 THWN llegando a un interruptor principal dos polos 225A en tubo de 3 pulgada de diámetro. Los dos paneles eléctricos se encuentran ubicado en bodega, planta baja del edificio civil.

Edificio Ingeniería Industrial

Bancos de transformadores 1 x 50 kVA

Capacidad: 50 kVA

Tensión Primaria: 7.6 kV

Tensión Secundaria: 120/240 V

Conexión: Monofásica

A este centro de transformación están conectadas las cargas eléctricas correspondientes a los salones clase y medios audiovisuales del edificio de industrial. La salida de baja tensión para este centro de transformación en los bornes del secundario, tipo subterránea, a través de una acometida monofásica con tres conductores 3/0 THWN conectado a un interruptor principal dos polos 225A, en este panel la alimentación llega en tubería de 3 pulgada diámetro ubicado en la bodega, planta baja del edificio.

Edificio Arquitectura

Banco de transformadores 1 X50 kVA

Capacidad: 50 kVA

Tensión Primaria: 7.6 kV

Tensión Secundaria: 120/240 V

Conexión: Monofásica

En este centro de transformación están conectadas las cargas eléctricas correspondientes a las aulas de clases, oficinas de rectoría y coordinación del edificio de arquitectura. La salida de baja tensión para este banco de transformador en los bornes de los secundarios, tipo subterránea, a través de una acometida monofásica con tres conductores 3/0 THWN conectado a un interruptor principal de dos polos de 400 A, en este panel la alimentación llega en tubería de 3 pulgada de diámetro ubicado en la bodega, planta baja del edificio de arquitectura.

6.1.3 Sistema de Iluminación Instalados en el edificio

En la tabla 1 se muestra cantidad de luminarias instaladas en cada uno de los edificios y clasificados según la potencia para un total de 724 luminarias instaladas.

Tabla 1. Cantidad de Luminarias instalados en los edificios

Tipos de Luminaria	Arquitectura	Industrial	Civil	Sistema y Computación	Rectoría
LFC	21	1	-	17	88
T8	7	2	-	16	127
T10	4	11	10	4	3
T12	91	98	101	104	6
150 Watts	1	1	1	-	2
250 Watts	2	2	2	2	-
Total	126	115	114	143	226

6.1.4 Sistema de Aires Acondicionados instalados en los edificios.

En la tabla 2 se muestra la cantidad de aires acondicionados existentes en cada uno de los edificios y clasificados según los BTU de cada equipo para un total 56 unidades de climatización.

Tabla 2. Cantidad de Aires Acondicionados por edificios

BTU	Arquitectura	Industrial	Civil	Sistema y Computación	Rectoría
12K BTU	-	-	1	2	3
24K BTU	1	-	-	3	4
36K BTU	1	-	-	3	4
48K BTU	1	-	-	2	-
60K BTU	2	10	7	-	7
U.C. 48000	-	-	-	-	-
U.C. 60000	-	-	-	-	5
Total	5	10	8	10	23

6.2 Diagnóstico

Esta fase comprende el levantamiento detallado de la información técnica para determinar el estado en que se encuentra las instalaciones y equipos eléctricos instalados en los edificios en estudio, así como el régimen de operación de los equipos para saber cuáles son los edificios que representan la mayor potencia instalada y consumo de energía eléctrica. Al realizar este diagnóstico se debe de identificar la problemática existente en el sistema energético que producen un mayor consumo e ineficiencia energética.

6.2.1 Distribución de la Potencia Instalada en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Al concluir con el censo de carga en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) se analizaron los resultados con el objetivo de identificar cuáles son los edificios que representan la mayor demanda de potencia y energía eléctricas. Para una mejor comprensión se mostrarán los resultados en gráficos para presentar la distribución de potencia y energía eléctrica.

La potencia total estimada de todos los equipos eléctricos instalados en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) es de 455.15 kW a cómo podemos observar en la siguiente tabla 3 se muestra la potencia eléctrica instalada por área, de los cuales los equipos de aires acondicionados representan la mayor potencia con 294 kW lo que corresponde al 61% de la carga total instalada en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES).

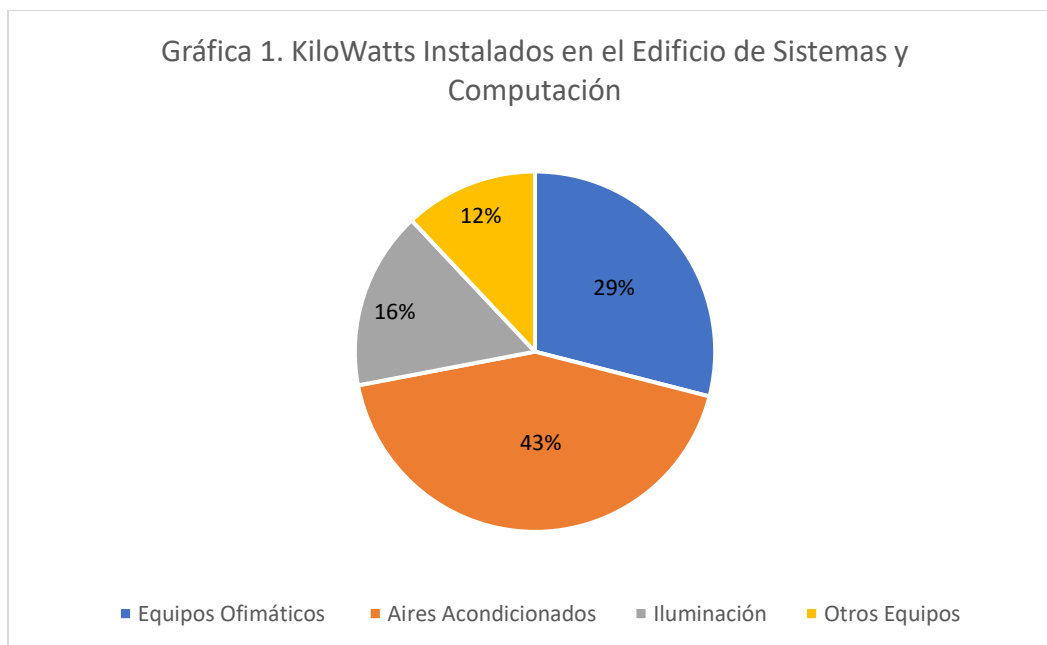
Tabla 3. Potencia Instalada por Área

Áreas	kW	Porcentaje
Equipos Ofimáticos	93.82	20.00%
Aires Acondicionados	294.10	61.03%
Iluminación	48.066	9.98%
Otros Equipos	19.212	3.99%
Potencia Total	455.15	100%

A continuación, se detallarán las potencias instaladas en cada uno de los Edificio de UNI-IES.

6.2.1.1 Potencia instalada en el Edificio de Sistemas Y Computación

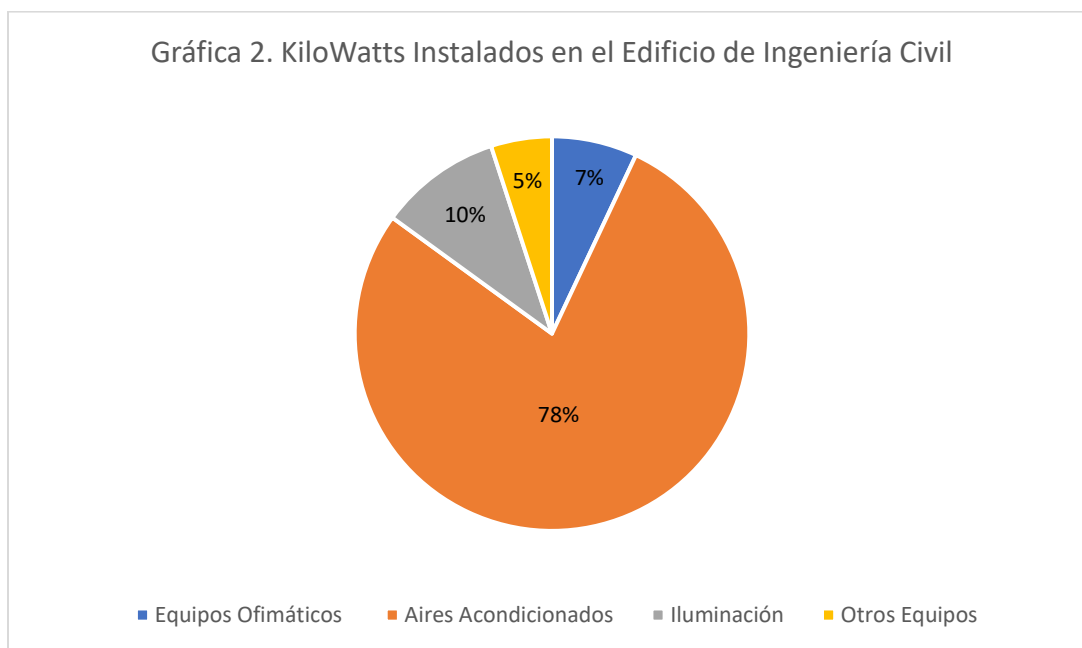
La potencia de los equipos eléctricos instalados en el Edificio de Sistemas Y Computación es de 73.27 Kw, en la siguiente gráfica se muestra cómo se encuentra distribuida la potencia instalada por área:



Como se observa en el Gráfico 1, el área que representa mayor demanda son los aires acondicionados con 31.9 Kw que equivale a un 43% de Kw instalados en todo el edificio esto debido a las 10 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) y de estos aires acondicionados encontramos 4 unidades de baja eficiencia(Ver Anexo B) lo cual está representando un mayor consumo de energía, le sigue con mayor demanda los equipos ofimáticos con 21 Kw representando un 29% e iluminación con 11.5 Kw que equivale a un 16% de kw instalados en el Edificio.

6.2.1.2 Potencia instalada en el Edificio de Ingeniería Civil

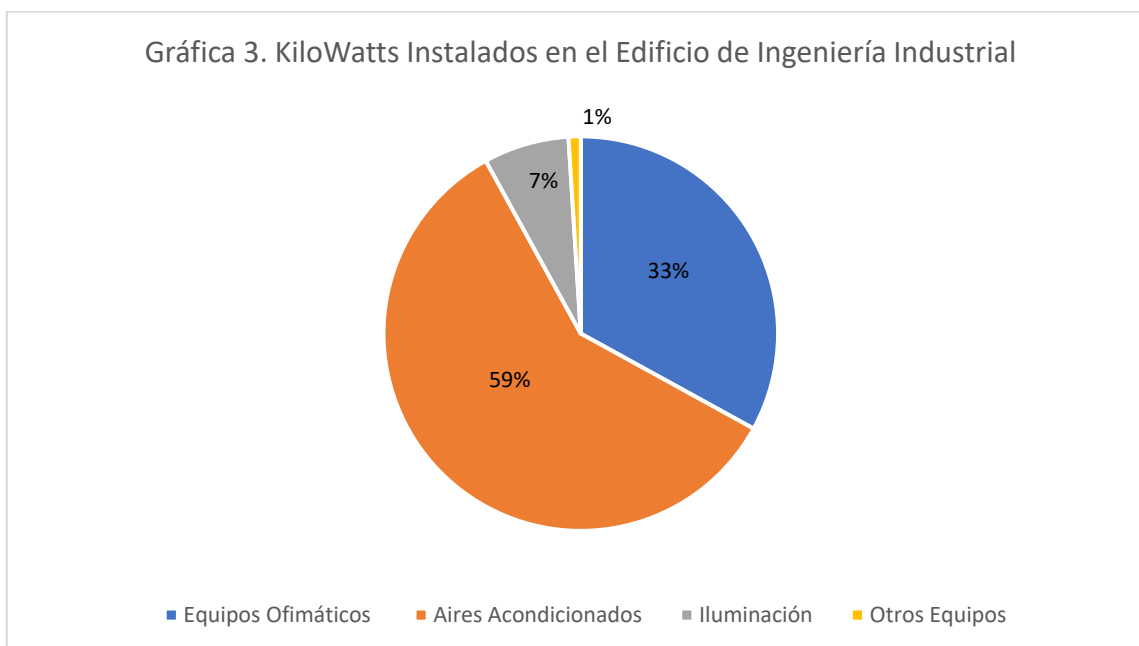
La potencia de los equipos eléctricos instalados en el Edificio de Ingeniería Civil es de 81.33 Kw, en la siguiente gráfica se muestra cómo se encuentra distribuida la potencia instalada por área:



Como se observa en el Gráfico 2, el área que representa mayor demanda son los aires acondicionados con 63.20 Kw que equivale a un 78% de Kw instalados en todo el edificio esto debido a las 7 unidades de aires acondicionados Split y 1 mini Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) aquí encontramos que las 7 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia(Ver Anexo B) lo cual está representando mayor consumo de energía, le sigue con mayor demanda la iluminación con 8.2 Kw representando un 10% y equipos ofimáticos con 5.97 Kw que equivale a un 7% de kw instalados en el Edificio.

6.2.1.3 Potencia instalada en el Edificio de Ingeniería Industrial

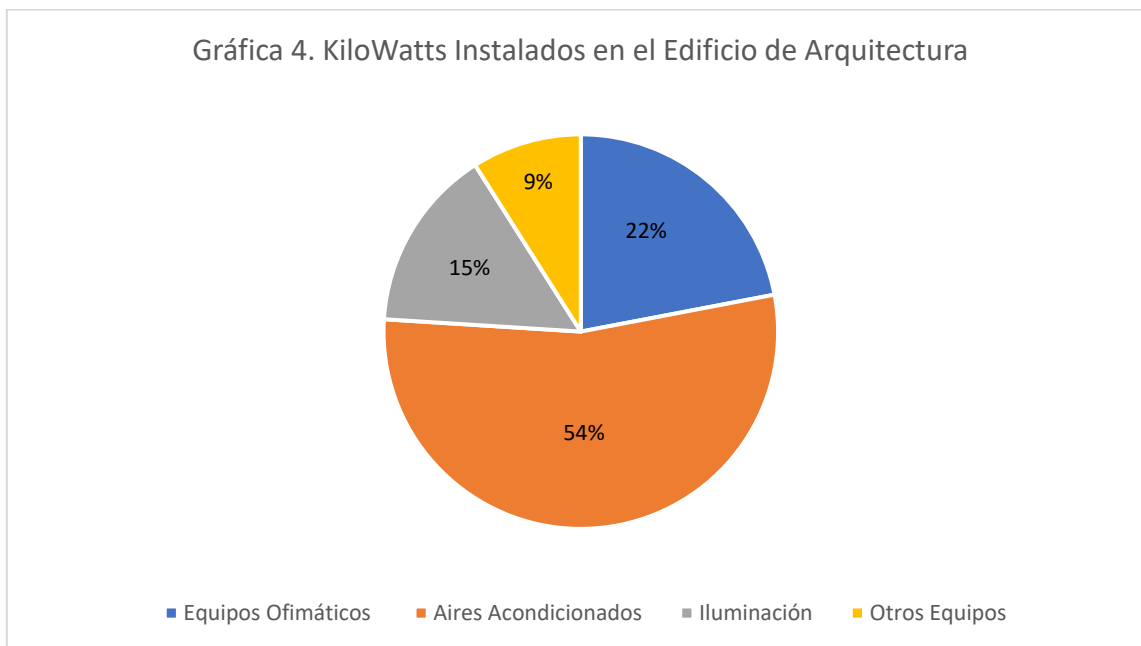
La potencia de los equipos eléctricos instalados en el Edificio de Ingeniería Industrial es de 134.12 Kw, en la siguiente gráfica se muestra cómo se encuentra distribuida la potencia instalada por área:



Como se observa en el Gráfico 3, el área que representa mayor demanda son los aires acondicionados con 79 Kw que equivale a un 59% de Kw instalados en todo el edificio esto debido a las 10 unidades de aires acondicionados Split con capacidad de enfriamiento de 60,000 BTU, aquí encontramos que las 10 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia(Ver Anexo B) lo cual está representando mayor consumo de energía, le sigue con mayor demanda los equipos ofimáticos con 44 Kw representando un 33% e iluminación con 9.2 Kw que equivale a un 7% de kw instalados en el Edificio.

6.2.1.4 Potencia instalada en el Edificio de Arquitectura

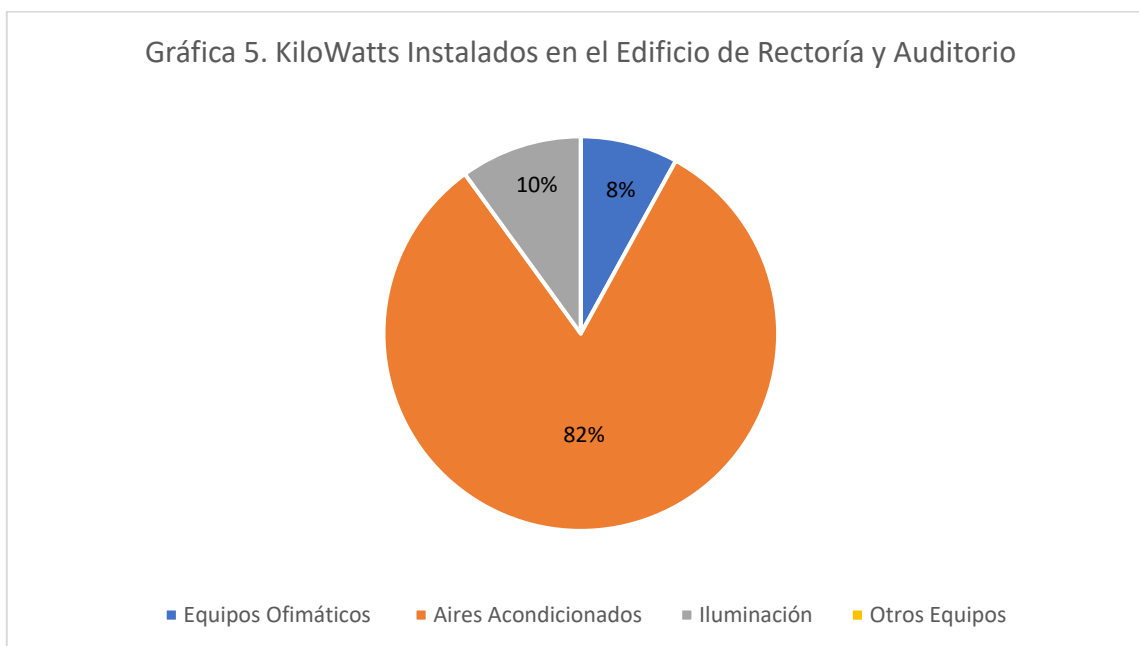
La potencia de los equipos eléctricos instalados en el Edificio de Arquitectura es de 50.30 Kw, en la siguiente gráfica se muestra cómo se encuentra distribuida la potencia instalada por área:



Como se observa en el Gráfico 4, el área que representa mayor demanda son los aires acondicionados con 27.30 Kw que equivale a un 54% de Kw instalados en todo el edificio esto debido a las 5 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU), aquí encontramos que las 04 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia (Ver Anexo B) lo cual está representando mayor consumo de energía, le sigue con mayor demanda los equipos ofimáticos con 11 Kw representando un 22% e iluminación con 7.4 Kw que equivale a un 15% de kw instalados en el Edificio.

6.2.1.5 Potencia instalada en el Edificio de Rectoría y Auditorio

La potencia de los equipos eléctricos instalados en el Edificio de Rectoría y Auditorio es de 106.61 Kw, en la siguiente gráfica se muestra cómo se encuentra distribuida la potencia instalada por área:



Como se observa en el Gráfico 5, el área que representa mayor demanda son los aires acondicionados con 88 Kw que equivale a un 82% de Kw instalados en todo el edificio esto debido a las 18 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) y 5 unidades centrales de 60000 BTU, aquí encontramos que los 03 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia (Ver Anexo B) lo cual está representando mayor consumo de energía, le sigue con mayor demanda la iluminación con 10.49 Kw representando un 10% y equipos ofimáticos con 8.117 Kw que equivale a un 8% de kw instalados en el Edificio.

6.2.1.6 Tipos luminarias instaladas en los edificios del Instituto de Estudios Superiores UNI-IES

De acuerdo con la investigación de campo en los edificios auditados del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) se logró observar que existe una gran variedad lámparas instaladas para un total de 736 luminarias, las cuales en su mayoría son T12 y T10 que cuentan con una potencia 2x40 watts (2600Lm) y balastro electromagnético, luminarias Led tipo T8 con potencia 2x18 watts y fluorescentes compactas de diferentes potencias. La demanda de potencia y consumo eléctrico estimado por luminarias en cada uno de los edificios es: Sistemas y Computación 11.3 kW y 1,461 kWh/mes, Ingeniería civil 8.2 kW y 1,305 kWh/mes, Ingeniería Industrial 9.2 kW y 1,373 kWh/mes, Arquitectura 7.4 kW y 1,152 kWh/mes, Rectoría y Auditorio 10.4 kW y 939 kWh/mes. Los edificios en estudios también tienen instalados iluminación exterior, unas de 150 Watts y 250 Watts de tipo sodio HPS. Cabe destacar que las fluorescentes T12, T8 y T10 que se encuentra instalada en los edificios del Instituto de Estudios de Superiores (UNI-IES) utilizan actualmente balastro electromagnético cual puede significar excelente oportunidad de ahorro al proponer la sustitución de estas lámparas por otras más eficientes.

6.2.2 Distribución de consumo eléctrico de los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Al realizar la distribución de la potencia instalada en los edificios se procedió al análisis del consumo de energía eléctrica al mes en cada uno de los edificios en estudios.

6.2.2.1 Consumo eléctrico en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES.)

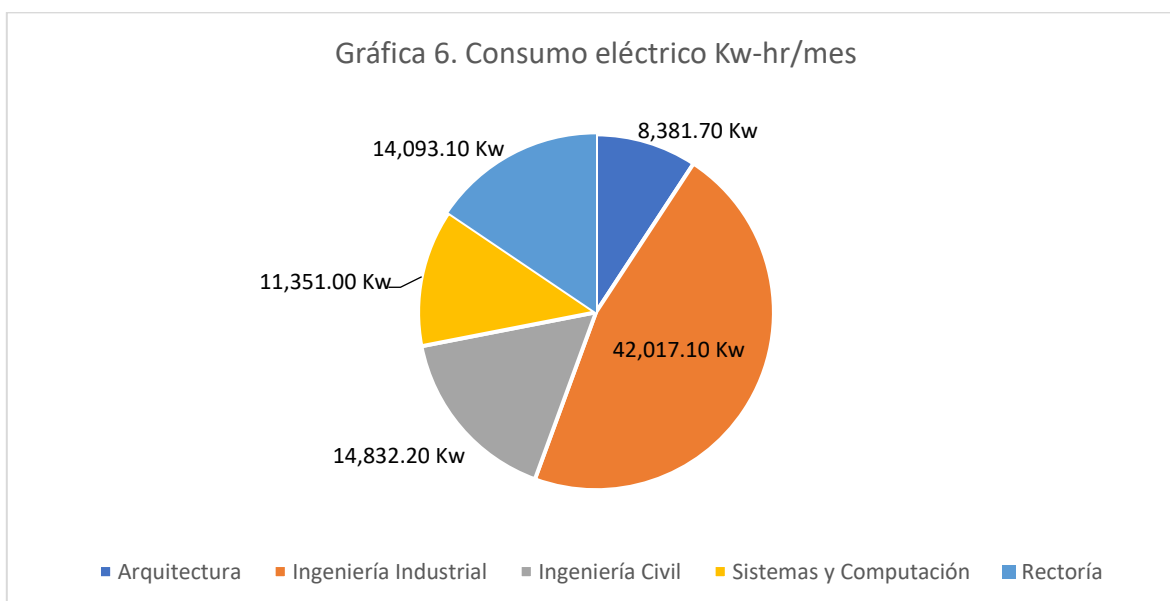
El consumo de energía eléctrica al mes de los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) es 92,215.27 kW-hr/mes, considerando un régimen de operación conforme los horarios establecidos de cada área. El consumo estimado de energía eléctrica mensual por área de los edificios en estudio se encuentra distribuido de la siguiente manera en la tabla 4.

Tabla 4. Consumo Kw-hr/mes en los Edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Área	Arquitectura	Ingeniería Industrial	Ingeniería Civil	Sistema y Computación	Rectoría
Equipos Ofimáticos	1,183.9	11,226.0	744.7	2,192.7	1,067.3
Aire Acondicionados	5,248.3	28,819.2	12,134.4	6,123.8	12,085.9
Iluminación	1,152.5	1,373.8	1,305.8	1,461.9	939.9
Otros Equipos	797.0	598.1	647.3	1,572.6	0.0

6.2.2.2 Consumo de energía eléctrica de los edificios

El consumo de energía eléctrica total cuantificado con el censo de carga de todos los edificios es de 90,675.10 kW-hr/mes. En el grafico 6 se muestra el consumo eléctrico kW h/mes distribuido en cada uno de los edificios en estudios.



El gráfico 6 muestra que el edificio que tiene mayor consumo de energía eléctrica al mes es el Edificio de Ingeniería Industrial con un 46.34%, le sigue el Edificio de Ingeniería Civil con un 16.36%, el Edificio de Rectoría con un 15.54%, el Edificio de Sistemas y Computación con 12.52% y por último el Edificio de Arquitectura con 9.24%.

A continuación, se explicará detalladamente en que consumen cada uno de los Edificios de UNI-IES:

El Edificio de Ingeniería Industrial tiene un consumo total de 42,017.10 Kw-hr al mes de los cuales un 68.58% es consumido por los aires acondicionados, 26.72% por equipos ofimáticos, 3.27% por iluminación y 1.43% por otros equipos; y en dicho edificio encontramos que las 10 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia lo cual está representando mayor consumo de energía.

El Edificio de Ingeniería Civil tiene un consumo total de 14,832.20 Kw-hr al mes de los cuales un 81.81% es consumido por los aires acondicionados, 8.80% por iluminación, 5.02% por equipos ofimáticos y 4.37% por otros equipos; aquí nuevamente podemos observar que el mayor consumo en dicho edificio es por los aires acondicionados esto debido a las 7 unidades de aires acondicionados Split y 1 mini Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) aquí encontramos que las 7 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia lo cual está representando mayor consumo de energía.

El Edificio de Rectoría tiene un consumo total de 14,093.10 Kw-hr al mes de los cuales un 85.76% es consumido por los aires acondicionados, 7.57% por equipos ofimáticos y 6.67% por iluminación; el mayor consumo en dicho edificio es debido a los aires acondicionados ya que cuenta con 18 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) y 5 unidades centrales de 60000 BTU, aquí encontramos que 3 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia.

El Edificio de Sistemas y Computación tiene un consumo total de 11,351.00 Kw-hr al mes de los cuales un 53.95% es consumido por los aires acondicionados, 19.32%

por equipos ofimáticos, 13.85% por otros equipos y 6.67% por iluminación; el edificio cuenta con 10 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU) y de estos aires acondicionados encontramos 04 unidades de baja eficiencia.

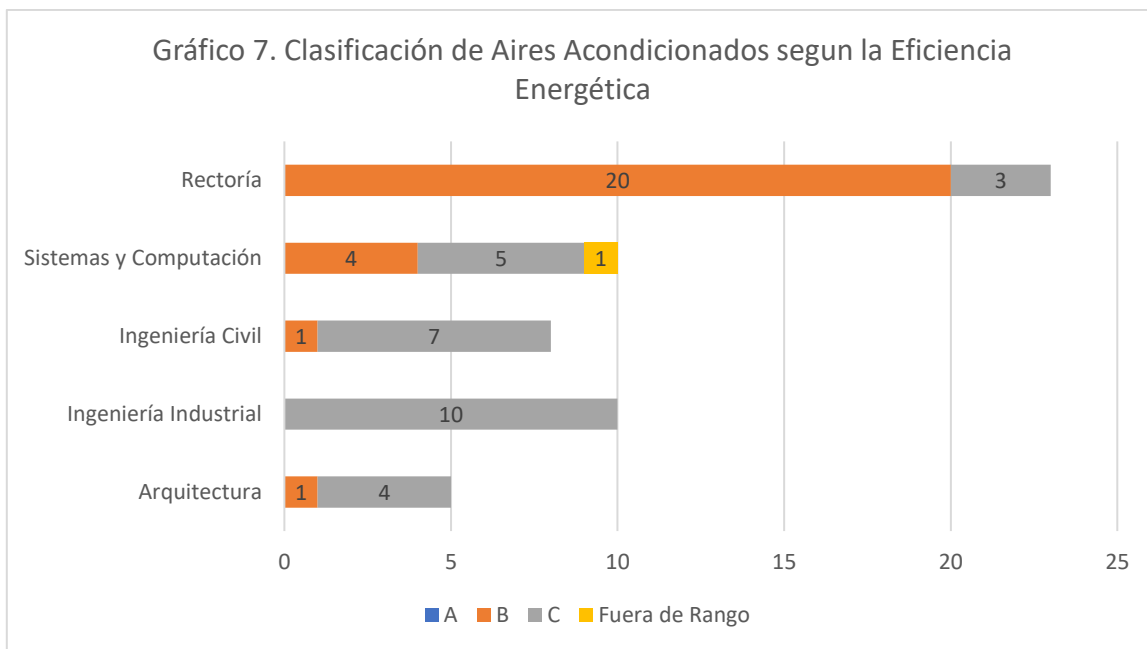
Finalizando este análisis, tenemos el Edificio de Arquitectura con un consumo de 8,381.70 Kw-hr al mes de los cuales un 62.61% es consumido por los aires acondicionados, 14.12% por equipos ofimáticos, 13.75% por iluminación y 9.52% por otros equipos; este edificio cuenta con 5 unidades de aires acondicionados Split de distintas capacidades de enfriamiento (BTU), aquí encontramos que las 04 unidades de aire acondicionado son de baja eficiencia, así mismo observamos que el segundo gran consumidor de energía son los equipos ofimáticos por lo que aquí se recomienda tener buenas practicas y desconectar los que equipos que no estén en uso.

El consumo de energía eléctrica está relacionado con los hábitos de los empleados y estudiantes en el uso adecuado de los equipos eléctricos, de igual manera va acompañado por la falta de conocimiento en el manejo eficiente de las instalaciones.

6.2.3 Clasificación de las unidades de aires acondicionados según la eficiencia

Un sistema de aire acondicionado tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en un determinado lugar o espacio. El sistema de climatización en los edificios en estudio está compuesto por 6 unidades 12000 BTU, 8 unidades de 24000 BTU, 8 unidades de 36000 BTU, 3 unidades de 48000 BTU, 26 unidades de 60000 BTU y 5 unidades centrales de 60000 BTU para un total de 56 unidades de aire acondicionados.

La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Eficiencia Energética², para acondicionadores de aire tipo ventana, dividido y paquete, rangos de eficiencia energética NTON 10 017 – 09 especifica que el valor resultante al dividir la capacidad del equipo (BTU) entre el consumo de este en Watts, el resultado debe ser mayor a 10 BTU (Unidades de aire frío) por cada unidad de Watts (unidad de potencia eléctrica) consumida. De lo contrario el equipo es ineficiente.



En el grafico 7 podemos observar que el edificio que cuenta con la mayor cantidad de aires acondicionados en el Edificio de Rectoría con un total de 23 unidades de climatización de las cuales 3 unidades son de baja eficiencia; en el Edificio de Ingeniería Industrial determinamos que las 10 unidades de aire acondicionado son baja eficiencia, aquí se debe poner especial atención ya que esto está generando un mayor consumo de energía en dicho edificio; el Edificio de Sistemas y Computación tiene 5 unidades de aire acondicionados de baja eficiencia, lo que indica que la mitad de las unidades climatización con las que cuenta dicho edificio les está consumiendo más energía; el Edificio de Ingeniería Civil solo cuenta con 1 aire acondicionado con buena eficiencia energética y 7 aires acondicionados de baja eficiencia, así mismo el Edificio de Arquitectura cuenta con solo 1 aire acondicionado con buena eficiencia energética y 4 de baja eficiencia, esto es algo sumamente relevante ya que significa que estos edificios están consumiendo más energía por dichos aires acondicionados de baja eficiencia eléctrica.

Del análisis de eficiencia de las unidades de climatización conforme al gráfico 7 en todos los edificios se tiene que existen 26 equipos de aire acondicionado con baja eficiencia por lo que se deberá sustituir por unidades de menor consumo y de mayor eficiencia, Sin embargo, existen 29 unidades clasificados con buena eficiencia y 1 unidades que se encuentran por debajo de la clasificación.

6.2.4 Medición de los niveles de iluminación de los edificios

El nivel de iluminación promedio de las áreas de los edificios en estudio se conocieron mediante mediciones con el luxómetro en cada uno de los puestos de trabajo. En la siguiente tabla se detalla la iluminación promedio medida en oficinas, aulas de clase, sala de lectura, laboratorios de computación, pasillos entre otros.

Tabla 5. Nivel de iluminación medido en las Áreas del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Área	Nivel de Iluminación Promedio, Lux	Nivel de Iluminación Recomendado, Lux
Oficinas	235	300
Aulas de Clases	214	300
Sala de dibujo	421	500
Sala de lectura	350	500
Laboratorios de computación	258	300
Pasillos	113	100
Paneles eléctricos	85	300

En la tabla 5 se pueden observar que los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas presentadas se encuentran por debajo del nivel de iluminación recomendado, el cual si estuviera en los niveles recomendados para diversos interiores y tareas por la Comisión Internacional de Iluminación (Ver Anexo C) favorecería al confort visual de las personas que laboran y estudian en el Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES).

6.2.5 Condiciones del sistema eléctrico en los edificios

Una instalación eléctrica es el conjunto de equipos y materiales que interconectados entre sí permite distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía de suministro hasta los equipos eléctricos y aparatos receptores para su utilización, de una manera eficiente y segura.

Una instalación segura y confiable garantiza que se reduzca la probabilidad de accidentes que pongan en riesgos la vida y salud de los usuarios, así como la posibilidad de fallas en los equipos eléctricos.

Los edificios en estudio del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) no disponen de un diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas. El diagrama unifilar es una representación gráfica de las instalaciones eléctricas internas de cualquier inmueble y permite visualizar cómo, a partir del punto de entrega se distribuye la energía eléctrica a través de los paneles y sub-paneles los cuales deben estar claramente identificados en tablas en el diagrama y que deben equivaler a lo que se encuentra físicamente en el sitio. La falta de diagrama unifilar dificulta cualquier estudio que se quiera realizar y más aún impide realizar maniobras ante situaciones de emergencias debido a que no se conoce la distribución de la energía eléctrica.

Se realizó una inspección visual general de las instalaciones eléctricas internas de los edificios, analizando su estado físico en paneles principales y sub-paneles, el desbalance de corriente entre las fases, voltaje y el estado físico en general de la instalación. El no cumplir con las normas técnicas establecidas en el código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN), aumenta el riesgo de electrocución accidental del personal, estudiantes y público en general, los cuales visitan a diario los edificios y que circulan libremente por este.

En los edificios de UNI-IES se encontró lo siguiente:

Entre algunas de las violaciones al CIEN se encuentra que no fue aplicado lo que indica los artículos:

- 120-12 ejecución mecánica del trabajo inciso a.
- 120-15 protección de partes vivas inciso 4.
- 120-17 espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico inciso e y f.
- 200-2 Disposiciones generales.
- 210-5 código colores para circuitos derivados inciso a y b.
- 120-18 identificación de los medios de desconexión.
- 210-7 tomacorriente y enchufes inciso a, b, c y d.
- 210-8 interruptor contra falla a tierra a tierra (GFCI) para protección de las personas en lugares donde exista acceso directo a alta incidencia de humedad.

Durante la inspección visual de instalaciones eléctricas en los edificios se logró verificar en los edificios, la falta de rotulación de paneles eléctricos y especificación de su carga, incumplimiento de código de colores, empalmes en los paneles eléctricos, nivel de iluminación en los cuartos eléctricos inferior al recomendado en la tabla 5 de nivel de iluminación, flojedad de conductores eléctricos conectados en los disyuntor que puede provocar calentamiento por falso contacto, paneles eléctrico del edificio de arquitectura sin puerta aumentando el riesgo de accidente eléctrico.

6.2.6 Análisis de desbalance de la carga en los paneles generales

Para conocer el desbalance promedio de corriente en los paneles generales de los edificios se procedió a realizar mediciones programada cada media hora con la pinza amperimétrica en las fases correspondientes de los paneles Generales en cada uno de los edificio. El balance o equilibrio de carga es la distribución de las cargas existentes en una instalación eléctrica de tal manera que las fases que alimentan lo hagan los más o menos en la misma proporción para todas. El no realizarse el balance de carga en una instalación eléctrica puede producir: sobrecalentamiento en cables de alimentación y protección que incluso podrían llegar a disparar. El Desbalance permitido no debe exceder al 5%, lo que quiere decir que las cargas totales conectadas cada fase de un sistema bifásico o trifásico no deben ser diferentes una de la otra en un porcentaje mayor al 5%.

Tabla 6. Desbalance de carga en Edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Panel General		Amperaje por fase			Desbalance
		A	B	C	
Arquitectura		74.5	90.4	-	9.6%
Industrial		94.3	107.2	-	6.4%
Civil	Aires Acond.	61.5	66.3	-	3.7%
	Otras cargas	46.5	38.2	-	9.7%
Sistemas y Computación		78.5	106.5	62.3	29.2%
Rectoría		62.2	79.9	70.7	12.6%
Lab de Computación		57.2	55.6	62.8	7.7%

Como se podrá observar en la tabla 6 los paneles generales de los edificios que poseen porcentaje de desbalance mayor al permitido son: Arquitectura 9.6%, Industrial 6.4%, panel eléctrico general de Edificios Civil con 9.7%, Sistema y Computación 29.2%, Rectoría 12.6% y Laboratorio de Computación 7.7%.

6.2.7 Banco de transformadores

Para realizar el balance de carga de los transformadores se tomaron los datos de potencia instalada en los edificios, para luego ser dividida según la distribución de cada transformador y compararla con la capacidad de estos.

En la tabla 7 se muestra la potencia instalada en cada transformador y el índice de carga. Como puede observar el índice de carga de los bancos de transformadores que alimentan los equipos eléctricos de edificios de Civil está cargado al 42.4%, Sistema y computación está cargado al 100%, Rectoría está cargado 83.6%. Se considera que un transformador tiene un rendimiento óptimo con un índice de carga entre el 80%-90%.

Los bancos de transformación de los edificios de Arquitectura, Industrial y Civil que alimentan las unidades de climatización presentan un porcentaje de sobrecarga 18 %, 21% y 48 % respectivamente, cabe destacar que el porcentaje de sobrecarga es en el supuesto de que todos los equipos eléctricos de los edificios operen al mismo tiempo lo cual es poco probable.

Tabla 7. Balance de carga de los Edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES)

Edificios	Transformadores	kW Instalada	kVA Instalada	Índice de carga	Sobrecarga
Arquitectura	1 Monofásico de 50 kVA	50.3	59.1	-	18%
Industrial	1 Monofásico de 50 kVA	51.4	60.5	-	21%
Civil	1 Monofásico de 50 kVA	18.1	21.2	42.4%	-
	1 Monofásico de 50 kVA	63.2	74.3	-	48%
Sistemas y Comp.	3 Monofásico de 75 kVA	192.2	226.1	100%	-
Rectoría	3 Monofásico de 50 kVA	106.6	125.4	83.6%	-

6.3 Análisis final del Capítulo I

Al finalizar este capítulo determinamos el estado de las instalaciones eléctricas y equipos eléctricos instalados en cada uno de los edificios, analizando cuales son los que representan mayor potencia y consumo de energía eléctrica, tal es el caso de los aires acondicionados que representan la mayor potencia con 294 kW lo cual corresponde al 61% de la carga total instalada en los edificios del Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) de los cuales se encontró 26 equipos de aire acondicionado con baja eficiencia por lo que se deberá sustituir con equipos de menor consumo y mayor eficiencia; seguido por los equipos ofimáticos que representan un 20% e iluminación con 9.98% siendo en esta área donde se podrían reemplazar la mayor parte de luminarias que son de balastro electromagnético ya que proporcionan un mayor consumo de energía eléctrica, por luminarias Led que son más eficientes y de menor consumo.

Así mismo se identificó la problemática existente en el sistema energético que producen un mayor consumo e ineficiencia energética, encontrando que los paneles eléctricos de los edificios poseen porcentaje de desbalance mayor al permitido, los cuales son: Arquitectura 9.6%, Industrial 6.4%, panel eléctrico general de Edificios Civil con 9.7%, Sistema y Computación 29.2%, Rectoría 12.6% y Laboratorio de Computación 7.7%; se encontró que los bancos de transformación de los edificios de Arquitectura, Industrial y Civil que alimentan las unidades de climatización presentan un porcentaje de sobrecarga 18 %, 21% y 48 % respectivamente

VII. CAPÍTULO II: PROPUESTA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNI-IES

Como resultado de la información técnica recopilada de la situación actual del sistema eléctrico de los edificios en estudio, las propuestas de mejoras estarán centradas en la parte de climatización quien es la que representa el mayor consumo de energía eléctrica, así como por iluminarias en donde sí se puede aplicar eficiencia energética.

A continuación, se presentan las propuestas de mejoras:

7.1 Establecer buenas prácticas de ahorros en aire acondicionado

Para el análisis económico de los equipos de climatización se plantean dos opciones de ahorro energético, la primera alternativa a la que denominamos alternativa sin costo consiste en regular la temperatura de las unidades de aire acondicionado de 18°C que se encontró a 24°C lo cual es una temperatura confortable.

El aire acondicionado tiene como función principal acondicionar el aire en un determinado lugar. Esto involucra habitualmente el control de la temperatura y las incidencias del calor del medio circundante, por lo cual se recomienda establecer prácticas de ahorro energético para el control del uso del aire acondicionado:

Mantener la temperatura de las unidades de aires acondicionado en el rango de confort (24°C) cuando las personas estén laborando en su oficina. Cada grado centígrado por debajo de la temperatura de confort representa entre 2 y 7% más del consumo de la unidad y cada grado centígrado por encima de la temperatura de confort representa un ahorro del 2 al 7%, siendo la temperatura de confort de 24° C.

Inversión: No se requiere inversión alguna solo disponibilidad por parte del personal administrativo y empleados.

7.2 Sustitución de unidades de climatización de bajo índice de eficiencia energética.

La segunda opción de ahorro que se plantea es la sustitución de unidades de aire acondicionado que conforme al gráfico 7 clasificaciones de eficiencia energética se especificas la cantidad de unidades de aire acondicionado deficiente. En la siguiente tabla se muestran los tipos y cantidad de unidades de aires acondicionados que no cumple con las especificaciones mínima eficiencia energética por cada uno de los edificios en estudio:

Tabla 8. Cantidad de aire acondicionado deficiente en UNI-IES

BTU	Arquitectura	Ing Industrial	Ing Civil	Ing Sistema y Computación	Rectoría
12k			1		
24k					1
36k	1			3	2
48k	1			2	
60k	2	10	6		
Total	4	10	7	5	3
Gran Total					29

De acuerdo con los análisis anteriores de la eficiencia energética de las unidades de climatización se proponen los siguientes equipos con un alto índice de rendimiento energético en este caso utilizaremos el SEER que es un coeficiente que mide la eficiencia energética de un equipo de climatización, entre mayor es el valor del SEER, más alto es el ahorro energético:

- Unidad de 12000Btu y 24000Btu con SEER 20
- Unidad de 60000Btu con SEER 17
- Unidades de 36000Btu y 48000Btu con SEER 18

A continuación, se presenta la tabla de todos los aires acondicionados actuales en los edificios:

Tabla 9. Aires acondicionados deficientes en UNI-IES

Ubicación	Demanda Kw	Capacidad BTU	Consumo actual (Kw/mes)
Arquitectura	3.83	36000	736.32
	5.4	48000	1036.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
Ingeniería Industrial	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
Ingeniería Civil	1.33	12000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
	7.9	60000	1516.8
Ingeniería de Sistemas y Computación	3.83	36000	736.32
	3.83	36000	736.32
	3.83	36000	736.32
	5.4	48000	1036.8
	5.4	48000	1036.8
Rectoría	2.3	24000	441.6
	3.83	36000	736.32
	3.83	36000	736.32
Totales	185.01	1,476,000	35,527.68

Como se puede observar la demanda de aires acondicionados es de 185.01 kW, y consumen mensualmente 35,527.68 kW/mes, que equivale a 426,332.16 kW/año. Aplicando eficiencia energética se obtendrá menos demanda de potencia, así como menos consumo de energía eléctrica.

Situación futura: Sustituyendo todas las unidades de climatización por unidades de alta eficiencia energética, se obtendrán los siguientes equipos propuestos:

Tabla 10. Aires acondicionados propuestos en UNI-IES

Sistema de Climatización Futuro					
Ubicación	Demanda Kw	Capacidad BTU	ERR	% Estimado de operación	Consumo futuro (Kw/mes)
Arquitectura	2.0	36000	18	70%	336
	2.67	48000	18	70%	448.56
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
Ingeniería Industrial	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
Ingeniería Civil	0.6	12000	20	70%	100.8
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
	3.53	60000	17	70%	593.04
Ingeniería de Sistemas y Computación	2.0	36000	18	70%	336
	2.0	36000	18	70%	336
	2.0	36000	18	70%	336
	2.67	48000	18	70%	448.56
	2.67	48000	18	70%	448.56
Rectoría	1.2	24000	20	70%	201.6
	2.0	36000	18	70%	336
	2.0	36000	18	70%	336
Totales	85.35	1,476,000			14,338.80

Cambiando todas las unidades de climatización por otras de alta eficiencia se obtiene un consumo proyectado de 14,338.80 kW/mes, lo que equivale a 172,065.60 kW/año.

Ahorro energético anual previsto

Con los aires de alta eficiencia se dejará de consumir 21,188.88 kW/año y además se reduce la demanda de potencia a 181.075 kW.

Inversión

El costo de la inversión es de US\$74,395.00. Esta inversión corresponde a la compra de las unidades de climatización eficientes que se proponen como parte de la alternativa de sustitución de aires acondicionados con bajo índice eficiencia energética que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11. Inversión Total Aire Acondicionado en UNI-IES

Descripción de equipos	Cantidad	Precio US\$	Inversión Total (USD)
Unidad mini-split 12k Btu SEER-20	1	750	750
Unidad mini-split 24k Btu SEER-20	1	1300	1300
Unidad mini-split pared 36k Btu SEER-18	6	1975	11850
Unidad mini-split techo 48k Btu SEER-18	3	2735	8205
Unidad mini-split techo 60kBtu SEER-17	18	2905	52290
Total	29		\$ 74,395.00

7.3 Sustituir la iluminación interior y exterior actual por luminarias más eficientes

De acuerdo con los actuales niveles de iluminación de los edificios en estudio y comparando los niveles conforme a la tabla 5 de niveles de iluminación se recomienda la sustitución de las unidades actuales por unidades energéticamente más eficiente.

El ahorro generado por la sustitución de las luminarias convencionales por otra más eficiente, tienen dos componentes:

- Disminución de la potencia demandada
- Disminución de la energía consumida

Los edificios de UNI-IES (arquitectura, industrial, civil, sistema y computación) excepto el edificio de rectoría, cuentan actualmente en su mayoría con luminarias convencional tipo T12, T10 con una potencia 2x40 watts (2600Lm) y balastro electromagnético lo cual proporcionan un mayor consumo de energía eléctrica, se recomienda sustituirlo por luminarias Led tipo T8 con potencia 2x18 watts. La tecnología led es la más efectiva para aplicaciones de interiores como oficinas y colegios. La evolución de las luminarias led hace que existan suficientes alternativas, tanto en características técnicas como lumínicas, que puedan realizarse sustituciones de fluorescentes por tubos led sin manipular la propia luminaria.

Actualmente la iluminación exterior en los edificios en estudio está compuesta por lámparas de sodio con potencia de 150 y 250 watts. Se recomienda sustituirla por luminarias led ya que estas poseen baja demanda de potencia y tienen una vida útil de hasta 50000 horas. Las que se recomienda en este trabajo son las ENDURA LED de 100 watts.

A continuación, se muestra la tabla con las luminarias deficientes en UNI-IES:

Tabla 12. Luminarias deficientes en UNI-IES

Tecnología	Cantidad	Consumo kW	Consumo kW/mes
T10 40W	32	18.46	443.04
T12 40W	428	159.53	3,655.92
150W	3	2.72	79.68
HDI 250W	9	29.25	877.5
Total	472	209.96	5056.14

Como se puede observar el consumo de luminarias es de 209.96 kW/mes, que equivale a 5,056.14 kW/año. Aplicando eficiencia energética se obtendrá menos demanda de potencia, así como menos consumo de energía eléctrica.

Inversión

El costo de la inversión es de US\$ 14,254.43. Esta inversión corresponde a la compra de las luminarias que se proponen como alternativa para sustituir las luminarias convencionales a lo interno de los edificios y luminarias exteriores, mostrados en la tabla.

Tabla 13. Inversión total de Luminarias en UNI-IES

Descripción luminarias Actual	Descripción Luminarias Led	Cantidad	Consumo kW/mes luminarias LED	Precio	Inversión Total (USD)
Luminaria T12, T10, 2X40 Watts	Kit 1: luminarias T8 2x18 Watts	443	1,961.28	\$ 21.84	\$ 9,675.12
Luminaria T12, T10, 1X40 Watts	Kit 2: luminarias T8 1x18 Watts	17	23.76	\$ 14.23	\$ 241.91
Luminarias exterior vapor de sodio 150 y 250Watts	Luminaria Led exterior 100 Watts	12	384.6	\$ 361.45	\$ 4,337.4
Total		472	2,369.64		\$ 14,254.43

Ahorro energético anual previsto

Con luminarias de alta eficiencia se dejará de consumir 31,776.05 kW/año y además se reduce la demanda de potencia a 27.82 kW.

7.4 Análisis final del Capítulo 2

Al finalizar el Capítulo 2, se pudo determinar las propuestas de ahorro energético enfocados en la mejora de la eficiencia de los equipos de climatización e iluminación.

Se encontró que con la sustitución de los aires acondicionados de baja eficiencia energética por aires de alta eficiencia se dejará de consumir 21,188.88 kW/año y además se reduce la demanda de potencia a 181.08 kW.

De igual manera con la sustitución de luminarias de baja eficiencia por luminarias de alta eficiencia se dejará de consumir 31,776.05 kW/año y además se reduce la demanda de potencia a 27.82 kW.

A continuación, se mostrará la viabilidad de las propuestas antes mencionadas, sustitución de aires acondicionados e iluminación de alta eficiencia energética.

VIII. Evaluación técnico-económica de las propuestas de mejora

8.1 Factibilidad técnica

Las propuestas de mejora se consideran técnicamente factibles por las siguientes razones:

- Los equipos que se utilizarían para sustituir a los actuales de baja eficiencia se encuentran disponibles en el país.
- Se cuenta con el personal debidamente capacitado para la aplicación de las opciones de mejora.
- Su implementación no afectaría el funcionamiento de UNI-IES.

Tabla 14. Factibilidad técnica de las propuestas de mejor en UNI-IES

Opción	Requerimiento técnico	Disponibilidad
Prácticas de ahorros energéticos en aire acondicionados	Regular la temperatura de las unidades de aire acondicionado a la de confort 24° C durante el periodo laboral.	UNI-IES cuenta con la disponibilidad del personal para realizar esta propuesta de mejora.
Sustituir la iluminación interior y exterior actual con tecnología LED	Realizar cambio de luminarias T12, T10, con potencia 40 Watts actuales por luminarias LED T8 de 18 Watts y cambio de las luminarias de sodio de alta presión de 250 watts por luminaria LED de 100 Watts.	Se demostrará vía evaluación económica la viabilidad de ello, sin embargo el personal esta disponible a realizar esta propuesta de mejora.

8.2 Factibilidad económica

Se realizó una evaluación económica mediante del indicador VPN (Ver Anexo E), así como también se realizó el cálculo de plazo de recuperación de la inversión y de la relación de los beneficios costos de cada una de las oportunidades de ahorro que requieren una inversión económica. La evaluación se realizó sobre la base de una tasa mínima de 20% y horizonte de planeación de cinco años. A continuación, se presenta en la tabla el análisis económico de

cada una de las oportunidades de ahorros, así como la factibilidad de la inversión:

Tabla 15. Factibilidad económica de las propuestas de mejora en UNI-IES

Oportunidad de ahorro	Inversión (US\$)	Ahorro (US\$/año)	VPN (US\$)	Plazo de recuperación (años)	Relación beneficio costo
Sustitución de luminarias interiores y exteriores por luminarias LED	14,254.43	10,486.10	17,105.42	1.36	2.20
Sustitución de aires acondicionados deficientes por unidades de aires acondicionados eficientes	74,395.00	88,979.30	191,707.57	0.84	3.58

La evaluación económica de la alternativa de cambio de las luminarias convencionales por luminarias LED determinó que la inversión total para la implementación de esta alternativa de ahorro es de US\$ 14,254.43, se presentan ahorros anuales calculados de US\$10,486.10, el valor presente neto es de US\$17,105.42 con un plazo de recuperación de la inversión de un año y 4 meses y obteniendo un valor beneficio costo de 2.20. El análisis económico de la alternativa de cambio de aires acondicionados deficientes por unidades eficientes determinó que la inversión total para esta propuesta de ahorro es de US\$ 74,395.00, se presentan ahorros anuales calculados de US\$ 88,979.30, el valor presente neto es de US\$ 191,707.57 con un plazo de recuperación de la inversión de 10 meses, obteniendo un valor beneficio costo de 3.58.

Por lo tanto, se concluye que ambas oportunidades son factibles para realizar la inversión.

IX. CONCLUSIONES

En el presente trabajo monográfico, se logró cumplir con todos los objetivos planteados, se evaluó satisfactoriamente el uso de la energía eléctrica en todos los edificios de UNI-IES, esto se obtuvo a través del análisis del consumo de energía eléctrica en UNI-IES.

En el análisis de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica realizada en los edificios: Arquitectura, Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas y Computación, y Rectoría en el Instituto de Estudios Superiores (UNI-IES) ubicado en el Recinto Universitario Simón Bolívar se concluye que: El estado físico de las instalaciones eléctricas en cada uno de los edificios no cumple con las normas técnicas y de seguridad lo cual puede provocar accidentes eléctricos por contacto directo e indirecto del personal.

Los niveles de tensión encontrados en los paneles eléctricos se encuentran el rango permitido y no cumplen el código de colores, además de la falta de rotulación y especificación de su carga. El desbalance de carga de los paneles eléctricos ubicados en los edificios: Arquitectura, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Sistemas y Computación, Rectoría y Laboratorio de Computación superan el valor mínimo recomendado.

En la evaluación de las condiciones de operación de los consumidores eléctricos, se pudo determinar la eficiencia de las unidades de aire acondicionado encontrando que 29 unidades presentan un buen nivel de eficiencia clasificación (A y B) y 26 unidades presenta una baja eficiencia (clasificación C o sin clasificación según la norma nicaragüense), además de esto se pudo determinar los niveles de iluminación en cada uno de los puestos de trabajos, oficinas, aulas de clase, sala de dibujo, laboratorio de computación y lugares de paso de los edificios encontrando deficiencia en estos niveles debido a que los equipos de iluminación les falta mantenimiento o se encuentran en mal estado.

Además, se cumplió con el objetivo de elaborar una propuesta de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica que incluye medidas técnicas y sustitución de equipos que permitan optimizar el consumo de energía eléctrica en UNI-IES.

Por lo tanto, se proponen alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica, una invirtiendo en la adquisición de equipos de alta eficiencia y la segunda en aplicar medidas para el uso eficiente de los equipos y sistemas existentes. Los edificios estudiados disponen de grandes posibilidades de ahorro de energía eléctrica, al implementar las medidas sugeridas en el presente análisis.

X. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones planteadas se determinaron en bases a lo observado durante el desarrollo de este trabajo, identificándose una serie de mejoras que se enlistan a continuación:

- Realizar campañas periódicas de concientización del personal administrativo y estudiantil para ahorrar energía eléctrica.
- Hacer una limpieza periódica del sistema de iluminación (difusores y tubos) así como también hacer reemplazo de los tubos dañados.
- Mejorar los niveles de iluminación del puesto de trabajo, lo que permitirá que el personal de trabajo y alumnos ejecuten sus actividades de forma eficiente y segura, lo cual es de vital importancia por la actividad que realizan.
- Aplicar el uso de fichas técnicas para el mantenimiento de las unidades de aire acondicionado para garantizar el correcto funcionamiento y no incurrir en gastos adicionales por reparaciones que pudieron evitarse.
- Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtro en los equipos de aire acondicionado. Un filtro sucio restringe el flujo de aire a través del evaporador, incrementando el tiempo de operación, así como el consumo eléctrico del equipo.
- Realizar un plan de mantenimiento del transformador, tableros eléctricos y equipos consumidores de energía eléctrica.
- Elaborar plano eléctrico y diagrama unifilar en la que se represente cada área y carga.
- Realizar balance de carga en cada uno de los paneles eléctricos principales para evitar sobrecarga.
- Integrar panel trifásico para crear un balance de carga adecuado en donde se encuentren transformadores trifásicos, ya que se encontró transformador trifásico con paneles bifásicos.

- Se recomienda la rotulación en los paneles eléctricos principales y sub-paneles.
- Realizar inspecciones con el fin de identificar partes del sistema eléctrico que no cumpla con lo establecido en el código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN).
- Establecer un plan de adquisición de tecnología de alta eficiencia para iluminación y climatización
- Establecer buenas prácticas de ahorro en aire acondicionado. Para el ahorro tenemos como alternativa el regular la temperatura de las unidades de aire acondicionado de 18°C que se encontró a 24°C lo cual es una temperatura confortable.
- Sustitución de unidades de climatización de bajo índice de eficiencia energética.
- Sustituir la iluminación interior actual por luminarias más eficientes
- Apagar luminarias por una hora a la hora del almuerzo. Esta alternativa pretende que el personal que labora en oficinas, laboratorios y estudiantes salga de estas durante la hora del almuerzo y apaguen las luces cuando vayan a almorzar. Se debe de hacer conciencia en todos los trabajadores de la universidad para que estos no sigan almorzando en su oficina y utilizan el comedor de la universidad o cualquier otro lugar de su preferencia.

XI. BIBLIOGRAFIA

Álvarez, M., Martínez, K., & Alonso Morales, A. (2018). Metodología para el benchmarking energético de instalaciones hoteleras. 9no Taller Internacional de Energía y Medio Ambiente, (pág. 05). Cuba.

Álvarez, T. (2015). *Iluminación en el puesto de trabajo*. INSHT, España.

Blog Energía Sostenible. (04 de Mayo de 2013). Obtenido de Blog Energía Sostenible: <http://www.blogenergiasostenible.com/que-es-auditoria-energetica/>

Brau Morales, G. (2010). *Upcommons*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12848/Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Disnorte-Dissur. (2020). *DISNORTE-DISSUR*. Obtenido de [https://www.disnorte-dissur.com.ni/index.php/que-es-la-electricidad#:~:text=La%20electricidad%20\(del%20griego%20%CE%AE%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD,el%20fluj%20de%20corriente%20el%C3%A9ctrica](https://www.disnorte-dissur.com.ni/index.php/que-es-la-electricidad#:~:text=La%20electricidad%20(del%20griego%20%CE%AE%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD,el%20fluj%20de%20corriente%20el%C3%A9ctrica).

Eficiencia energética consejos sobre ahorro de energía. (5 de Noviembre de 2019). Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/consejos-sobre-ahorro-de-energia/seer-eficiencia-energetica-aire-acondicionado/>

Energética-UPM, U. d. (Marzo de 2014). *Si3ea.gov*. Obtenido de <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=wru7z0gVd%2FI%3D&tabid=90&mid=449>

Energía Eléctrica. (2020). Obtenido de Construmatica: https://www.construmatica.com/construpedia/Energ%C3%ADa_El%C3%A9ctrica

Escan, S. (2014). *Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid*. Madrid.

Espina Alvarado, J. (Abril de 2017). *Sector Electricidad*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>

Facultad de Electrotecnia y Computación. (2013). *Guía para desarrollo de trabajos monográficos*.

Gómez, R., López, G., & Fernández, J. (30 de Agosto de 2012). *Metodologías para auditorías energéticas en edificios*. Obtenido de Edutecne:

http://www.edutecne.utn.edu.ar/energia_ure_mendoza_2012/09-metodologias-FRM.pdf

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F, México. Editorial McGraw-Hill.

Kessler, L. (14 de Agosto de 2020). *Recomendaciones para ahorrar energía y dinero*. Obtenido de Afinidad Eléctrica:
<https://afinidadelectronica.com/2020/08/14/recomendaciones-para-ahorrar-energia-y-dinero/>

La Gaceta Diario Oficial. (25 de Marzo de 2019). *Ajustes Tarifarios 2019*. Obtenido de INE: <https://www.ine.gob.ni/oaip/ajustestarifarios/2019/Res-INE-CD-01-02-2019.pdf>

López, V. (2010). *Maquinas eléctricas*. Obtenido de
<https://maquinaselectricasblog.wordpress.com/factor-de-potencia/>

Multiconsult. (2009). *Realc OLADE*. Obtenido de
<https://realc.olade.org/documento.php?doc=57546>

Murillo, O., & Lanuza, E. (2009). *"Implementación de Métodos y Técnicas de Auditoria energética en el Hospital "San Juan de Dios" del departamento de Estelí"*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Estelí.

Pesántez, J. P., & Cueva, D. I. (2016). *Elaboración y evaluación de medidas de ahorro energético para el Edificio Cornelio Merchán*. Cuenca.

Poveda, M., & García, E. (Julio de 2013). *OLADE*. Obtenido de
<https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0323.pdf>

Que es la eficiencia energética y para que sirve. (2020). Obtenido de Dissnorte-Dissur: <https://www.dissnorte-dissur.com.ni/que-es-la-eficiencia-energetica-y-para-que-sirve>

Rozas, P. (2002). *Repositorio CEPAL*. Obtenido de Repositorio CEPAL org:
<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7268>

SICA. (Octubre de 2020). *Kas.de*. Obtenido de
https://www.kas.de/documents/273477/9244477/Eficiencia+energ%C3%A9rica+en+los+países+del+SICA_VF.pdf/9c7140f0-c4f8-c535-de7f-abd2fdd89872?version=1.4&t=1604664567294

Zelaya, M. R. (2015). *MANUAL PARA LA PREPARACIÓN DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Honduras.

ANEXOS

Anexo A. Censo de carga de los equipos consumidores de energía

Anexo Censo de carga Aire Acondicionado

Edificio de Arquitectura								
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo Operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Dirección	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
	24000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
	48000	1	5.4	5.4	8	43.2	24	1036.8
	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
Coordinación	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
TOTAL		5	27.335	27.335		218.68		5,248.32

Edificio de Ingeniería Industrial								
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo Operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Laboratorio 1	60000	2	7.9	15.8	8	126.4	24	3033.6
Laboratorio 2	60000	2	7.9	15.8	8	126.4	24	3033.6
Laboratorio 3	60000	2	7.9	15.8	8	126.4	24	3033.6
Laboratorio 4	60000	2	7.9	15.8	8	126.4	24	3033.6
Librería	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
Aula 18 medio Audiovisual	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
TOTAL		10	47.4	79		632		15,168.00

Edificio de Ingeniería Civil								
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo Operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Registro Académico	12000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
Sala Lectura	60000	4	7.9	31.6	8	252.8	24	6067.2
Biblioteca	60000	1	7.9	7.9	8	63.2	24	1516.8
TOTAL		8	39.5	63.2		505.6		12,134.40

Edificio de Sistemas y Computación

Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Caja Oficina	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Oficina UNI- Online	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Laboratorio UNI- Online	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
	24000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
Oficina de Idiomas	12000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
Oficina Beca	48000	1	5.4	5.4	8	43.2	24	1036.8
PIAG	48000	1	5.4	5.4	8	43.2	24	1036.8
Sala Reunión PIAG	24000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
Oficina cartera y cobro	24000	1	2.33	2.33	8	18.64	24	447.36
Administración	12000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
TOTAL		10	31.895	31.895		255.16		6,123.84

Edificio de Rectoría								
Ubicación	Equipo BTU	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Medios Audiovisuales 37	60000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Medios Audiovisuales 38	60000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Medios Audiovisuales 39	60000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Medios Audiovisuales 40	60000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
Medios Audiovisuales 1	60000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
Medios Audiovisuales 2	60000	1	5.4	5.4	8	43.2	24	1036.8
Medios Audiovisuales 3	60000	1	5.4	5.4	8	43.2	24	1036.8
Academia Jóvenes talento	24000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
UNI TV	24000	1	2.33	2.33	8	18.64	24	447.36
Vice Rectoría	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Asistente Vice Rector	12000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
Recepción Rectoría	12000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
Asistente Rectoría	12000	1	1.33	1.33	8	10.64	24	255.36
Vice Rector Administrativo	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Vice Rectoría Académica	24000	1	2.3	2.3	8	18.4	24	441.6
Secretaria General	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Vicerrector investig. y des	36000	1	3.835	3.835	8	30.68	24	736.32
Divulgación	24000	1	2.4	2.4	8	19.2	24	460.8
Auditorio	U.C 60000	5	6.682	33.41	6	200.46	8	1603.68
TOTAL		23	61.277	88.005		637.22		12,085.92

Anexo Censo de carga Luminarias

Edificio de Sistemas y Computación								
Ubicación	Tipos de Lámparas	Cantidad de Luminarias	Luminarias	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Caja Oficina	T12	6	2 X 40	0.32	8	2.56	24	61.44
Oficina UNI-Online	T8	8	2 X 18	0.288	8	2.304	24	55.296
Laboratorio UNI-Online	T8	8	2 X 18	0.288	13	3.744	24	89.856
Aula 26	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 28	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 29	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 30	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Baños Mujer	T12	2	2 X 40	0.16	3	0.48	24	11.52
Baños Hombre	T12	2	2 X 40	0.16	3	0.48	24	11.52
Pasillo	T12	22	2 X 40	1.76	4	7.04	24	168.96
Cuarto Panel Eléctrico	LFC	1	1 x 13	0.013	3	0.039	24	0.936
Oficina de Idiomas	T10	2	2X 40	0.16	8	1.28	24	30.72
Oficina Beca	T12	6	2 x 40	0.48	8	3.84	24	92.16
PIAG	T12	8	2 x 40	0.64	8	5.12	24	122.88
Sala Reunión PIAG	T12	2	2 x 40	0.16	2	0.32	24	7.68
Oficina cartera y cobro	T10	2	2 x 40	0.16	8	1.28	24	30.72
Administración	T12	2	2 X 40	0.16	8	1.28	24	30.72
Aula 32	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 33	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 34	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 35	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	24	61.44
Aula 36	T12	8	2 X 40	0.64	4	2.56	8	20.48
Baños Mujer	T12	2	2 X 40	0.16	8	1.28	8	10.24
Baños Hombre	T12	2	2 X 40	0.16	8	1.28	8	10.24
Iluminación Exterior	HDI	2	250	0.5	13	6.5	30	195
	LFC	16	13	0.208	4	0.832	24	19.968
TOTAL		165		11.537		62.699		1,461.856

Edificio de Arquitectura								
Ubicación	Tipos de Lámparas	Cantidad de Luminarias	Luminarias	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Subdirección	T10	2	2 X 40	0.16	8	1.28	24	30.72
Dirección	T10	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Sala reunión	T12	2	2X 40	0.16	1	0.16	24	3.84
Secretaria director	T10	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Cocina	T12	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Oficina	T12	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Pasillo	T12	3	2 X 40	0.24	8	1.92	24	46.08
Supervisor	T12	1	2 x 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Oficina Coordinación	T12	8	2X 40	0.64	8	5.12	24	122.88
Baño	LFC	1	1 x 13	0.013	3	0.039	24	0.936
Aula Dibujo 1	LFC	7	20	0.14	13	1.82	24	43.68
Aula Dibujo 2	LFC	6	1 X 20	0.12	13	1.56	24	37.44
Aula Dibujo 3	LFC	7	20	0.14	13	1.82	24	43.68
Aula Dibujo 4	T8	7	20	0.14	13	1.82	24	43.68
Baño mujer	T12	2	1 X 40	0.08	3	0.24	24	5.76
Baño hombre	T12	2	1 X40	0.08	3	0.24	24	5.76
Pasillo	T12	5	2 X 40	0.4	4	1.6	24	38.4
Aula 5	T12	6	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Aula 6	T12	6	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Aula 7	T12	6	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Aula 8	T12	6	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Aula 9	T12	6	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Sala dibujo	T12	24	2 X 40	1.92	4	7.68	24	184.32
Pasillo	T12	5	2 X 40	0.4	4	1.6	24	38.4
Escalera	T12	1	1 X 40	0.04	4	0.16	24	3.84
Iluminación Exterior	HDI	2	250	0.5	13	6.5	30	195
	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	30	57.6
TOTAL		125		7.253		43.479		1,094.016

Edificio de Ingeniería Civil								
Ubicación	Tipos de Lámparas	Cantidad de Luminarias	Luminarias	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Secretaria Académica Oficina 1	T12	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
	T10	1	2 x 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Oficina 2	T10	6	2 X 40	0.48	8	3.84	24	92.16
Bodega	T12	1	2X 40	0.08	2	0.16	24	3.84
Recepción	T12	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
	T10	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Biblioteca	T12	8	2 X 40	0.64	8	5.12	24	122.88
Sala Lectura	T12	25	2 X 40	2	8	16	24	384
Aula 19	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 20	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 21	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 22	T12	6	2X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Baños Mujer	T12	2	1 x 40	0.026	3	0.078	24	1.872
Baños Hombre	T10	2	1 X 40	0.072	3	0.216	24	5.184
Pasillo	T12	3	2 X 40	0.24	4	0.96	24	23.04
Aula 23	T12	6	2 X 40	0.216	4	0.864	24	20.736
Aula 24	T12	6	2 X 40	0.216	4	0.864	24	20.736
Aula 25	T12	6	2 X 40	0.216	4	0.864	24	20.736
Medio Audiovisual 5	T12	6	2 X 40	0.216	8	1.728	24	41.472
Sala Profesores	T12	6	2 X 40	0.216	8	1.728	24	41.472
Pasillo	T12	5	2 X 18	0.18	4	0.72	24	17.28
Escalera	T12	1	1 X 40	0.036	4	0.144	24	3.456
Iluminación Exterior	HDI	3	250	0.75	13	9.75	30	292.5
	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	4	7.68
TOTAL		120		8.304		55.196		1,344.804

Edificio de Ingeniería Industrial								
Ubicación	Tipos de Lámparas	Cantidad de Luminarias	Luminarias	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Laboratorio 1	T12	7	2 X 40	0.56	8	4.48	24	107.52
Laboratorio 2	T12	7	2 X 40	0.56	8	4.48	24	107.52
Laboratorio 3	T12	9	2X 40	0.72	8	5.76	24	138.24
Laboratorio4	T10	9	2 X 40	0.72	8	5.76	24	138.24
Cocina	T12	1	2 X 40	0.08	8	0.64	24	15.36
Librería	T12	6	2 X 40	0.48	8	3.84	24	92.16
Aula 11	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 12	T12	6	2 x 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 13	T12	6	2 x 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Cuarto panel eléctrico	LFC	1	1 X 20	0.02	3	0.06	24	1.44
Baño Mujer	T12	2	1 x 40	0.08	3	0.24	24	5.76
Baño Hombre	T12	2	1x 40	0.08	3	0.24	24	5.76
Pasillo	T12	5	2 X 40	0.4	4	1.6	24	38.4
	T10	1	1x 40	0.04	4	0.16	24	3.84
Aula 14	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 15	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 16	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 17	T12	6	2 X40	0.48	4	1.92	24	46.08
Aula 18 Medio Audiovisual	T12	6	2 X 40	0.48	8	3.84	24	92.16
Pasillo	T12	5	2 X 40	0.4	4	1.6	24	38.4
Escalera	T10	1	1 X 40	0.04	4	0.16	24	3.84
	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Iluminación Exterior	HDI	2	250	0.5	13	6.5	30	195
	T12	6	2 X 40	0.48	4	1.92	24	46.08
	150	1	1 X 150	0.08	4	0.32	24	7.68
TOTAL		115		9.152		55.616		1,373.784

Edificio de Rectoría								
Ubicación	Tipos de lámparas	Cantidad de Luminarias	Luminarias	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Medios Audiovisuales 37	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Medios Audiovisuales 38	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Medios Audiovisuales 39	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Medios Audiovisuales 40	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Baños Mujer	T8	2	2X 18	0.036	3	0.108	24	2.592
Baños Hombre	T8	2	2 X 18	0.036	3	0.108	24	2.592
Cuarto Panel Eléctrico	LFC	1	2 X 26	0.026	3	0.078	24	1.872
Pasillos	T10	3	2 X 40	0.24	8	1.92	4	7.68
	T12	5	2 X 40	0.4	8	3.2	4	12.8
Medios Audiovisuales 1	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Medios Audiovisuales 2	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Medios Audiovisuales 3	T8	6	2 X 18	0.216	6	1.296	24	31.104
Academia Jóvenes talento	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Escalera	LFC	2	2 X 26	0.104	4	0.416	24	9.984
Oficina Rectoría	T8	6	2 X 18	0.216	8	1.728	24	41.472
Vice Rectoría	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Asistente Vicerrector	T8	3	2 X 18	0.108	8	0.864	24	20.736
Recepción Rectoría	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Asistente Rectoría	T8	6	2 X 18	0.216	8	1.728	24	41.472
Vice Rector Administrativo	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Vice Rectoría Académica	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Secretaria General	T8	2	2 X 18	0.072	8	0.576	24	13.824
Divulgación	T8	25	2 X 18	0.9	8	7.2	24	172.8
Auditorio	LFC	41	2 X 26	2.132	5	10.66	8	85.28
	T8	14	2 X 32	0.896	5	4.48	8	35.84
Entrada Principal	LFC	42	2 X 26	2.184	2	4.368	24	104.832
Cuarto Panel Eléctrico	T12	1	1 X 20	0.02	3	0.06	24	1.44
Baño Mujer	T8	1	2 X 32	0.064	3	0.192	8	1.536
Baño Hombre	T8	1	2 X 32	0.064	3	0.192	8	1.536
Iluminación Exterior	150	2	2 X 150	0.6	4	2.4	30	72
TOTAL		211		10.186		52.23		917.136

Anexo Censo de carga Ofimáticos

Edificio de Arquitectura								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Dirección	PC-HP	1	0.32	0.32	8	2.56	24	61.44
	Impresora HP	2	0.852	1.704	2	3.408	24	81.792
	Impresora HP	2	0.3	0.6	1	0.6	24	14.4
	PC-HP	2	0.32	0.64	8	5.12	24	122.88
	Proyector	1	0.312	0.312	1	0.312	24	7.488
	Impresora HP	1	0.72	0.72	1	0.72	24	17.28
	PC-HP	2	0.32	0.64	8	5.12	24	122.88
Coordinación	PC-HP	10	0.35	3.5	8	28	24	672
	Impresora HP	1	1	1	1	1	24	24
	Impresora HP	1	0.4	0.4	1	0.4	24	9.6
TOTAL		23		9.836		47.24		1,133.760

Edificio de Ingeniería Civil								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Registro Académico	PC-HP	9	0.32	2.88	8.00	23.04	24	552.96
	Impresora	1	0.30	0.30	1.00	0.30	24	7.2
	Impresora	1	0.72	0.72	1.00	0.72	24	17.28
	Impresora	1	0.65	0.65	1.00	0.65	24	15.552
Biblioteca	PC-AOC	2	0.35	0.70	8.00	5.60	24	134.4
	Impresora	1	0.72	0.72	1.00	0.72	24	17.28
TOTAL		15		5.97		31.03		744.672

Edificio de Ingeniería Industrial								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Laboratorio de Informática I	PC-DELL	34	0.39	13.26	8	106.08	30	3182.4
	Proyector	1	0.31	0.31	1	0.31	30	9.3
	Router	1	0.13	0.13	10	1.3	30	39
	Impresora	1	0.64	0.64	1	0.64	24	15.36
	Impresora	1	0.34	0.34	1	0.34	24	8.16
Laboratorio de Informática II	PC-DELL	30	0.32	9.6	8	76.8	30	2304
	Proyector	1	0.31	0.31	1	0.31	30	9.3
	Router	5	0.13	0.65	10	6.5	30	195
Laboratorio de Informática III	PC-HP	28	0.32	8.96	10	89.6	30	2688
	Proyector	1	0.31	0.31	1	0.31	30	9.3
Laboratorio de Informática IV	PC-HP	28	0.32	8.96	8	71.68	30	2150.4
	Proyector	1	0.31	0.31	1	0.31	30	9.3
	Router	1	0.13	0.13	10	1.3	30	39
Librería	Fotocopiadora	1	0.21	0.21	1	0.21	24	5.04
	Fotocopiadora	1	0.25	0.25	1	0.25	24	6
TOTAL		135		44.37		355.94		10,669.560

Edificio de Sistemas y Computación								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Caja	PC-HP	5	0.32	1.6	8	12.8	24	307.2
	Impresora	1	0.8	0.8	1	0.8	24	19.2
	Impresora	2	0.72	1.44	1	1.44	24	34.56
	Impresora	1	0.72	0.72	1	0.72	24	17.28
	PC-Portátil	2	0.35	0.7	8	5.6	24	134.4
PIAG	Impresora	1	0.3	0.3	1	0.3	24	7.2
	Impresora	1	0.48	0.48	1	0.48	24	11.52
	PC-HP	3	0.32	0.96	8	7.68	24	184.32
	PC-Portátil	2	0.07	0.14	8	1.12	24	26.88
Cartera y Cobro	PC-HP	2	0.35	0.7	8	5.6	24	134.4
	Impresora	1	0.48	0.48	1	0.48	24	11.52
UNI-ONLINE	PC-HP	5	0.32	1.6	8	12.8	24	307.2
	Impresora	2	0.72	1.44	1	1.44	24	34.56
Laboratorio UNI - ONLINE	PC-HP	20	0.32	6.4	4	25.6	24	614.4
Becas	Impresora	2	0.852	1.704	1	1.704	24	40.896
	PC-HP	5	0.32	1.6	8	12.8	24	307.2
TOTAL		55		21.064		91.364		2,192.736

Edificio de Rectoría								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo Operacion	Consumo Kwh	Dias al mes	Consumo Kwh/mes
Medios Audiovisuales 1,2,3,37,38,39,40	Proyector	8	0.3	2.4	4	9.6	24	230.4
Academia Jóvenes talento	PC-HP	1	0.3	0.3	8	2.4	24	57.6
	Impresora	1	0.3	0.3	3	0.9	24	21.6
UNI TV	PC-HP	3	0.3	0.9	8	7.2	24	172.8
	Impresora	1	0.7	0.7	3	2.1	24	50.4
Vice Rectoría	PC-HP	1	0.3	0.3	8	2.4	24	57.6
	Impresora	1	0.3	0.3	3	0.9	24	21.6
Asistente Vice Rector	PC-HP	1	0.4	0.4	8	3.2	24	76.8
Asistente Rectoría	PC-DELL	1	0.4	0.4	8	3.2	24	76.8
Vice Rector Administrativo	PC-Portátil	1	0.1	0.1	4	0.4	24	9.6
	PC-DELL	1	0.3	0.3	8	2.4	24	57.6
Vice Rectoría Académica	PC-HP	1	0.3	0.3	8	2.4	24	57.6
	PC-Portátil	1	0.1	0.1	6	0.6	24	14.4
Secretaria General	PC-DELL	1	0.3	0.3	8	2.4	24	57.6
	PC HP-Portátil	1	0.1	0.1	5	0.5	24	12
	Impresora	1	0.3	0.3	3	0.9	24	21.6
Vice Rector Investigación y Desarrollo	PC - Portátil	1	0.1	0.1	6	0.6	24	14.4
	PC-HP	1	0.2	0.2	8	1.6	24	38.4
	Impresora	1	0.3	0.3	2	0.6	24	14.4
TOTAL		28		8.1		44.3		1,063.200

Anexo Censo de carga Otros equipos

Edificio de Arquitectura								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Oficina de Dirección	Abanico	1	0.07	0.07	4	0.28	24	6.72
	Refrigerador	1	0.14	0.14	8	1.12	24	26.88
	Microonda	1	1.05	1.05	1	1.05	24	25.2
	Cafetera	1	1	1	1	1	24	24
Aula Dibujo 1	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula Dibujo 2	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula Dibujo 3	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula Dibujo 4	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 5	Abanico	3	0.062	0.186	13	2.418	24	58.032
Aula 6	Abanico	3	0.062	0.186	13	2.418	24	58.032
Aula 7	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 8	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 9	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Pasillo	Oasis	1	0.181	0.181	13	2.353	24	56.472
TOTAL		39		4.549		33.207		796.968

Edificio de Ingeniería Industrial								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Aula 11	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 12	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 13	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 14	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 15	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 16	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 17	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Pasillo	Oasis	1	0.181	0.181	13	2.353	24	56.472
TOTAL		29		1.917		24.921		598.104

Edificio de Ingeniería Civil								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Secretaría Académica	Microonda	1	1.05	1.05	1	1.05	24	25.2
	Cafetera	1	1	1	1	1	24	24
Aula 19	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 20	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 21	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 22	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 23	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 24	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 25	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Pasillo	Oasis	1	0.181	0.181	13	2.353	24	56.472
TOTAL		31		3.967		26.971		647.304

Edificio de Sistemas y Computación								
Ubicación	Equipo	Cantidad	Demanda Unitaria Kw	Demanda Kw	Tiempo operación	Consumo Kwh	Días al mes	Consumo Kwh/mes
Oficina UNI-Online	Microonda	1	1.05	1.05	1	1.05	24	25.2
	Cafetera	1	1	1	1	1	24	24
Laboratorio UNI-Online	Cafetera	1	1	1	1	1	24	24
Oficina Beca	Cafetera	1	1	1	1	1	24	24
PIAG	Cafetera	1	1	1	13	13	24	312
	Microonda	1	1.05	1.05	13	13.65	24	327.6
Aula 26	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 28	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 29	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 30	Abanico	1	0.062	0.062	13	0.806	24	19.344
Aula 32	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 33	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 34	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 35	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Aula 36	Abanico	4	0.062	0.248	13	3.224	24	77.376
Pasillo	Oasis	1	0.181	0.181	13	2.353	24	56.472
	Mostrador	1	0.452	0.452	13	5.876	24	141.024
TOTAL		41		8.779		65.527		1,572.648

Anexo B. Eficiencia de los Aires Acondicionados

Tabla 1. Relación de eficiencia de energética (REE).			Capacidad ≤7038 W (≤ 24000 Btu/h)	
			Tipo (valores mínimos)	
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	2,69 (9,2)	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)
B	2,57 (8,77)	NA	3,22 (10,98)	2,75 (9,39)
C	2,34 (7,98)	NA	2,34 (7,98)	2,34 (7,98)
(*)El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador.				

Tabla 1. Relación de eficiencia de energética (REE).			Capacidad > 7 038 W a ≤ 10 553 W (> 24 000 Btu/h a ≤ 36 000 Btu/h)	
			Tipo (valores mínimos)	
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)
B	2,26 (7,71)	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)
C	2,05 (7,00)	2,60 (8,87)	2,46 (8,39)	2,46 (8,39)
(*)El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador.				

Tabla 1. Relación de eficiencia de energética (REE).			Capacidad >10 553 W a 17 589 W (>36 000 Btu/h a 60 000 Btu/h)	
			Tipo (valores mínimos)	
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3,67 (12,5)	3,67(12,5)	3,67(12,5)
B	NA	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)	3,22 (11,00)
C	NA	2,60 (8,87)	2,46 (8,39)	2,46 (8,39)
(*) Valor de EER se determina para conjunto condensador y evaporador.				

Edificio de Arquitectura			
Ubicación	Capacidad BTU	ERR	Clasificación
Dirección	60000	8.8	C
	24000	10.4	B
	48000	8.8	C
	60000	10.6	C
Coordinación	36000	9.4	C
Edificio de Industrial			
Laboratorio I	60000	9.2	C
	60000	9	C
Laboratorio II	60000	9.5	C
	60000	9.2	C
Laboratorio III	60000	9.4	C
	60000	9	C
Laboratorio IV	60000	9.2	C
	60000	9.8	C
Librería	60000	8.5	C
Aula 18 audiovisual	60000	9	C
Edificio de Ing Civil			
Registro Académico	12000	10.9	C
	60000	9.2	C
	60000	11.8	B
Sala de Lectura	60000	10.7	C
	60000	10.7	C
	60000	10.7	C
	60000	10.7	C
Biblioteca	60000	10.7	C
Edificio de Sistemas y Computación			
Caja Oficina	36000	6.3	C
Oficina UNI-Online	36000	6.3	C
Laboratorio UNI-Online	36000	6.3	C
	24000	10.4	B
Oficina de Idiomas	12000	9.2	B
Oficina Beca	48000	8.9	C
PIAG	48000	8.9	C
Sala de reunión PIAG	24000	10.4	B
Oficina Cartera y Cobro	24000	10.4	B
Administración	12000	—	Fuera Rango
Edificio de Rectoría			
Medios Audiovisuales 37	60000	12.4	B
Medios Audiovisuales 38	60000	12.4	B

Medios Audiovisuales 39	60000	12.4	B
Medios Audiovisuales 40	60000	12.4	B
Medios Audiovisuales 1	60000	12.4	B
Medios Audiovisuales 2	60000	12.4	B
Medios Audiovisuales 3	60000	12.4	B
Academia Jóvenes Talento	24000	12.4	B
Uni TV	24000	12.4	B
Vice Rectoría	36000	9.8	C
Asistente vicerrector	12000	10	B
Recepción Rectoría	12000	10	B
Asistente Rectoría	12000	10	B
Vicerrector Administrativo	36000	10.6	C
Vicerrectoría Académica	24000	11.4	B
Secretaría General	36000	10.6	B
Vicerrector Invest y Des	36000	10.6	B
Divulgación	24000	9.5	C
Auditorio Salomón de la Selva	60000	11.7	B
	60000	11.7	B
	60000	11.7	B
	60000	11.7	B
	60000	11.7	B

Anexo C. Niveles de iluminación recomendados

Anexo A.	
Niveles de iluminación.	
A continuación aparece una lista de niveles de iluminación recomendados para diversos interiores y tareas, publicada en el informe # 29 de la "International Commission on Illumination" (Comisión Internacional de Iluminación).	
Los valores de la tabla corresponden a los niveles de iluminación medidos en medio del período transcurrido entre la puesta en servicio de la instalación y el primer mantenimiento. Se refieren al promedio interior considerado globalmente y a un plano horizontal de trabajo situado a 75 centímetros por encima del nivel del suelo. Cuando la zona de trabajo está en diferente posición, el nivel de iluminación recomendado debe considerarse en dicha posición. El valor medio en todos los puestos de trabajo no debe ser inferior al 0.8 del nivel de iluminación recomendado, cualquiera que sea la antigüedad de la instalación. El valor en cualquier puesto de trabajo y en cualquier momento no debe ser menor de 0.6 veces al recomendado.	
Al especificar el nivel de iluminación de cierta área para cierta tarea se deben considerar otros aspectos además del económico, entre otros:	
a) Una iluminación adecuada es muy importante para lograr un ambiente confortable que haga del trabajo una actividad agradable, lo que conlleva una mejor calidad y una productividad alta.	
b) En el hogar, una iluminación adecuada aumenta la comodidad y ayuda a mantener un ambiente acogedor.	
Es conveniente que en proyectos grandes se consulten varias fuentes (Phillips, 1983; Ramírez Vázquez, 1979; Westinghouse, 1985).	
	Nivel de iluminación (luxes)
Zonas generales de edificios.	
Zonas de circulación (pasillos)	100
Escaleras fijas y eléctricas	150
Roperos y lavabos	150
Almacenes y archivos	150
Talleres de montaje.	
Trabajos pesados: ensamble de maquinaria pesada	300
Trabajos semi-pesados: ensamble de motora y de carrocerías	500
Trabajos finos: ensamble de maquinaria electrónica y de oficinas	750
Trabajos muy precisos: ensamble de instrumentos	1500
Reproducción e impresión en colores	1500
Grabado en cobre y acero	2000
Encuadernado	500
Recortado y enlomado	750
Industria textil.	
Desmenuzado, cardado, estirado	300
Hilado, ovillado, devanado, peinado y teñido	500
Hilado (fino), torcido y trenzado	750
Cosido e inspección	1000
Carpinterías y fábricas de muebles.	
Aserraderos	200
Trabajos en banco y ensamble	300
Ebanistería y marquetería	500
Acabado e inspección final	750
Oficinas.	
Oficinas normales, mecanografiado y salas de proceso de datos	500
Oficinas generales extensas	750
Salas de dibujo	750
Salas de conferencias	500
Escuelas.	
Salones de clase y auditorios	300
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500
Tiendas, comercios y zonas de exposición.	
Tiendas tradicionales	300
Supermercados	750
Museos y galerías de arte:	
— Objetos sensibles a la luz	150
— Objetos insensibles a la luz	300
Edificios públicos.	
Cines:	
— Sala de proyección	50
— Vestíbulo	150
Teatros y salas de concierto:	
— Salón	100
— Vestíbulo	200
Iglesias:	
— Nave	100
— Coro	150

Anexo D. Calculo de los Ahorros Anuales

Cálculo de Ahorro	Luminarias	Aires Acondicionados
kW Totales actuales	46.43	289.44
kW totales propuestos	27.82	181.08
Ahorro en potencia kW	18.61	108.36
kW mes actuales	6191.60	50760.48
kW mes propuestos	3543.59	28290.96
Ahorro en energía eléctrica por mes kW	2648.00	22469.52
Ahorro en energía eléctrica por mes (US\$)	873.84	7414.94
Ahorro en energía eléctrica anual kW	31776.05	269634.24
Ahorro en demanda eléctrica anual kW	223.32	1300.32
Ahorro en energía eléctrica anual (US\$)	10486.10	88979.30

Anexo E. Cálculo de los indicadores financieros de las propuestas de mejora

Propuesta sustitución de luminarias por luminarias con tecnología LED

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -Inversión + \frac{FN1}{(1+i)^1} + \frac{FN2}{(1+i)^2} + \frac{FN3}{(1+i)^3} + \frac{FN4}{(1+i)^4} + \frac{FN5}{(1+i)^5}$$

I= Inversión; FN= Fondos Netos; i= interés

$$VAN = -14,254.43 + \frac{10,486.10}{(1+0.20)} + \frac{10,486.10}{(1+0.20)^2} + \frac{10,486.10}{(1+0.20)^3} + \frac{10,486.10}{(1+0.20)^4} + \frac{10,486.10}{(1+0.20)^5}$$

$$VAN = 17,105.42$$

Relación Beneficio-Costo

$$RB/C = \frac{FN1}{(1+i)^1} + \frac{FN2}{(1+i)^2} + \frac{FN3}{(1+i)^3} + \frac{FN4}{(1+i)^4} + \frac{FN5}{(1+i)^5}$$

$$RB/C = \frac{10,486.10}{(1 + 0.20)} + \frac{10,486.10}{(1 + 0.20)^2} + \frac{10,486.10}{(1 + 0.20)^3} + \frac{10,486.10}{(1 + 0.20)^4} + \frac{10,486.10}{(1 + 0.20)^5}$$

$$RB/C = 2.20$$

Recuperación de la Inversión

$$RI = \frac{Inversión\ Total}{FN}$$

$$RI = \frac{14,254.43}{10,486.10}$$

$$RI = 1.36$$

Propuesta sustitución Aires Acondicionados deficientes por Aires Acondicionados de alta eficiencia

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -Inversión + \frac{FN1}{(1+i)^1} + \frac{FN2}{(1+i)^2} + \frac{FN3}{(1+i)^3} + \frac{FN4}{(1+i)^4} + \frac{FN5}{(1+i)^5}$$

I= Inversión; FN= Fondos Netos; i= interés

$$VAN = -74,395.00 + \frac{88,979.30}{(1+0.20)} + \frac{88,979.30}{(1+0.20)^2} + \frac{88,979.30}{(1+0.20)^3} + \frac{88,979.30}{(1+0.20)^4} + \frac{88,979.30}{(1+0.20)^5}$$

$$VAN = 191,707.57$$

Relación Beneficio-Costo

$$RB/C = \frac{FN1}{(1+i)^1} + \frac{FN2}{(1+i)^2} + \frac{FN3}{(1+i)^3} + \frac{FN4}{(1+i)^4} + \frac{FN5}{(1+i)^5}$$

$$RB/C = \frac{88,979.30}{(1 + 0.20)} + \frac{88,979.30}{(1 + 0.20)^2} + \frac{88,979.30}{(1 + 0.20)^3} + \frac{88,979.30}{(1 + 0.20)^4} + \frac{88,979.30}{(1 + 0.20)^5}$$

$$RB/C = 3.57$$

Recuperación de la Inversión

$$RI = \frac{Inversión\ Total}{FN}$$

$$RI = \frac{74,395.00}{88,979.30}$$

$$RI = 0.84$$