



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA

Auditoría energética de la Facultad de Tecnología de la Construcción
de la Universidad Nacional de Ingeniería para el periodo del segundo
semestre del año 2017

AUTORES

Br. Lenar Esteban Moreno Aragão
Br. Ricardo Luciano Escobar Mondoy
Br. Enyel Humberto Castillo González

TUTOR

Msc. Lester Antonio Artola Chavarría

ASESOR

Ing. Darwing G. Figueroa Z.

Managua, 16 de Marzo 2018

DEDICATORIA

A Dios.

Por su infinito amor y misericordia, por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos.

A nuestros padres.

Por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor.

A nuestros hermanos.

Que han sabido querernos y comprendernos y porque siempre hemos contado con ellos.

A nuestros Familiares.

Por habernos proporcionado lo necesario para poder culminar nuestros estudios en la ciudad de Managua.

A todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Esto es por ustedes!

Lenar Esteban Moreno Fragão

Ricardo Luciano Escobar Mondoy

Enyel Humberto Castillo González

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por habernos permitido realizar este trabajo, dándonos vida, salud e inteligencia para culminar esta etapa tan importante en nuestras vidas.

A nuestros padres y familiares que han sido todo para nosotros.

A las diversas personas que contribuyeron directa o indirectamente, por el apoyo y colaboración prestados para la realización de esta tesis monográfica. Entre ellas tenemos a nuestros maestros por habernos transmitido todo su valioso conocimiento, a nuestro tutor Ing. Lester Artola Chavarría, por su valiosa amistad y su apoyo en la realización de este trabajo, a nuestro amigo Ing. Darwing Figueroa Zapata por su disponibilidad e incondicional soporte en la elaboración de esta auditoría, a la administración de la FTC y personal de mantenimiento del RUPAP por contribuir a la realización de la Auditoria Energética en la FTC.

A todas y cada una de las personas que nos ayudaron directa o indirectamente en la realización de nuestro trabajo monográfico.

Lenax Esteban Moreno Aragão

Ricardo Luciano Escobar Mondoy

Enyel Humberto Castillo González

RESUMEN

La Universidad Nacional de Ingeniería es una institución de la educación superior, estatal y autónoma, en búsqueda permanente de la excelencia académica, dedicada a formar profesionales en el campo de la ciencia, la ingeniería y la arquitectura. Es una institución de origen estatal y se trabaja los dos turnos de 8:00 AM - 5:00 PM en el área administrativa, de 7:00 A.M - 8:45 P.M en el área académica-docente y 24 horas en el servicio de vigilancia de las instalaciones.

El diagnóstico energético se realizó a la Facultad de Tecnologías de la Construcción (FTC) una de las tres facultades existentes en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y una de las seis facultades existentes en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

El presente documento contiene los resultados del diagnóstico energético desarrollado en la Facultad de Tecnología de la Construcción, donde el período de muestreo comprende el segundo semestre del año 2017. Para ello, se tomó como base la recopilación de datos eléctricos (demanda de potencia y consumo eléctrico) por medio de un analizador de calidad de energía (FLUKE 1437) que se instaló y registró datos de monitoreo durante 24h.

En el presente trabajo se caracterizó técnicamente las condiciones reales de las unidades de aire acondicionado, permitiendo conocer su eficiencia para clasificarla según la norma nicaragüense NTON 10 017 – 09. En el caso de los equipos ofimáticos e iluminación, consumidores de importancia, se analizó las formas de optimizar este consumo considerando buenas prácticas que vendrá a mejorar tanto el consumo para los equipos ofimáticos y el confort visual de las áreas en el caso de iluminación.

La Facultad de Tecnologías de la construcción (FTC) utiliza energía eléctrica para operar los equipos. Los consumidores de energía eléctrica en el recinto son los siguientes:

- Iluminación: Se caracteriza por el uso de 293 lámparas fluorescentes de 40 W.
- Aires acondicionados: 49 unidades split y una unidad central.
- Equipos Ofimáticos: 130 CPU, 128 monitores ahorrativos (LCD), 67 baterías¹, 28 estabilizadores de corriente², 28 impresoras, 2 escáneres, etc.
- Equipos de laboratorios: Son todos los equipos que se necesitan para llevar a cabo los diferentes practicas de laboratorio de las asignaturas que comprende esta facultad, existiendo un total de 13.
- Otros equipos: 1 refrigeradoras, 12 cafeteras y 2 abanicos.

En la siguiente tabla se observa un resumen de los datos obtenidos:

Tabla 1: Resumen de resultados obtenidos en la auditoria de la FTC

Oportunidad de ahorro	Caso base			Ahorros					Análisis financiero			
	kW/h	US \$	tCO2	kW/h	US \$	tCO2	% de ahorro	% de ahorro total	Inversion US \$	Plazo simple de recuperación	TIR	VPN
MEE 01	274678	73366	130.2	77,598	20,726	36.7	28%	16%	26,943	1 año y 3 meses.	72%	46,932
MEE 02	274678	73366	130.2	33,063	8,832	15.6	12%	7%	1,600	2 meses.	552%	28,979
MEE 03	66362	17725	31.4	43,675	11,666	20.7	66%	9%	1,755	2 meses.	665%	38,608
MEE 04	66362	17725	31.4	6,636	1,772	3.14	10%	1%	2,030	1 año y 2 meses.	83%	4,261

¹ Instrumento capaz de entregar una fuente de tension para alimentar equipos electrónicos, que a su vez almacena energía que entra en funcionamiento si en algún momento falla la red eléctrica.
² Tiene el fin de filtrar los picos de tensión y provee una tensión constante y absorbe los eventuales picos de tensión, en casos extremos puede cortar la corriente para evitar dañar equipos electrónicos.

Los beneficios económicos anuales que se obtendrán si se implementan las oportunidades de ahorro de energía que se estiman en USD 42,995 anuales que equivalen a un 33% de ahorro en la facturación eléctrica anual del RUPAP, que comprende la reducción en el consumo de energía eléctrica en 160,972 kWh/año cantidad con la cual se puede abastecer de energía a 308 personas por un año³. Para esto se debe realizar una inversión de USD 32,328 con un período de recuperación de 1 año y 3 meses.

Los beneficios ambientales generados son: la reducción de emisiones de CO₂ en 76.14 t CO₂eq/anuales, principal gas de efecto invernadero.

Plan de implementación

Las oportunidades de ahorro recomendadas se consideran técnicamente factibles por diversas razones:

- Todos los elementos a utilizar para el desarrollo de las opciones se encuentran disponibles por proveedores locales.
- Se cuenta con el personal capacitado para la aplicación de las opciones.
- Su implementación no afecta el funcionamiento de la institución.

Haciendo una relación de costo-beneficio se recomienda ejecutar las oportunidades de ahorro de la siguiente manera:

- 1) MEE 03 (Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt): Se recomienda ejecutar esta medida de primero ya que es la que posee una relación de costo-beneficio más amplia, como podemos ver en

³ Calculo basado en el índice de consume de energía per cápita en Nicaragua de 521.6 kWh/hab. Tomado de la página web index mundi como Fuente del Banco Mundial actualizado el 10 de Julio del 2015.

<http://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/EG.USE.ELEC.KH.PC/compare?country=ni> - [country=ni](#)

la tabla 1 se invierten USD 1,755 y se obtiene un beneficio económico de USD 11,666 recuperándose en 2 meses. Al ser un trabajo un poco exhaustivo reemplazar 293 luminarias de una sola vez, podría ser ejecutada por partes, un departamento o una área a la vez, para evitar un paro total de operaciones en la facultad.

- 2) MEE 01 (Sustituir equipos de climatización) y MEE 02 (Instalar sensores de corte programables en todos los equipos de climatización): Pasados los dos meses de haber ejecutado la primera recomendación se contará con USD 11,666 listos para realizar la inversión de las nuevas unidades de aires acondicionado con sus respectivos sensores de corte programables, que suman una inversión de USD 28,543. La inversión para reemplazar las unidades de aire acondicionado se recuperará en 1 año y 3 meses, y la inversión de los sensores programables en 2 meses. De igual forma, una alternativa puede ser realizar el reemplazo de las unidades por departamento para evitar el paro total de operaciones en la facultad.
 - 3) MEE 04 (Instalar sensores de presencia para las luminarias): Por último se propone ejecutar esta opción ya que su costo-beneficio es menor al de las anteriores, y su plazo de recuperación es mayor. Para ejecutar esta recomendación se necesita una inversión de USD 2,030 recuperándose en un año y dos meses.
-

INDICE

1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	ANTECEDENTES	3
1.3.	JUSTIFICACIÓN	5
1.4.	OBJETIVOS	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		7
2.1.	Diagnóstico Energético	7
2.1.1.	Objetivos del diagnóstico energético.....	7
2.1.2.	Metodología empleada en los diagnósticos energéticos	8
2.1.3.	Aspectos a diagnosticar	8
2.1.4.	Instrumentación a utilizar	9
2.1.5.	Requerimientos en un diagnostico energético.....	14
2.2.	Balance Energético.....	14
2.3.	Identificación de oportunidades de ahorro de energía en edificios.....	16
2.3.1	Personas.....	16
2.3.2.	Edificio	16
2.3.3.	Factores externos.....	17
2.4.	Aires acondicionado.....	19
2.4.1.	Tipos de sistemas de aire acondicionado.....	20
2.4.2.	Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire	23
2.4.3.	Problemas de selección y ubicación de las unidades de aire acondicionado	24
2.4.4.	Carga de enfriamiento	24
2.4.5.	Condiciones Ambientales:.....	25
2.4.6.	Condiciones de Confort:.....	25
2.4.7.	Relación de eficiencia energética (REE).....	26
2.5.	Iluminación	27
2.5.1.	Componentes del Sistema de Iluminación	28
2.5.2.	Vida o duración	32

2.5.3.	Métodos de alumbrado	33
2.6.	Evaluación económica de las oportunidades de ahorro de energía.....	35
2.6.1.	Valor Presente Neto.....	36
2.6.2.	Tasa Interna de Rendimiento	37
2.7.	Evaluación ambiental de las medidas de ahorro de energía.....	38
2.8.	Análisis tarifario	39
2.8.1.	Factura de energía eléctrica	43
2.8.2.	Factor de Potencia	46
2.8.3.	Inconvenientes que ocasiona un bajo factor de potencia	47
2.8.4.	¿Por qué elevar el Factor de Potencia?	48
2.8.5.	Control del factor de potencia	48
CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS		49
3.1.	Descripción de las instalaciones.....	49
3.2.	Tipo de suministro eléctrico.....	52
3.3.	Análisis de Mediciones.....	53
3.4.	Censo de carga	57
3.5.	Consumidores de energía	58
3.5.1.	Sistema de climatización.....	58
3.5.2.	Sistema de Iluminación.....	64
3.5.3.	Equipos ofimáticos.....	67
3.5.4.	Equipos de Laboratorio	70
3.5.5.	Balance de energía.....	71
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA.		73
4.1.	MEE 01. Sustitución de los equipos de climatización que no cumplen con la NTON 10 017 – 09 por equipos que si la cumplen.	73
4.2.	MEE 02. Instalar sensores de corte programables en todos los aires acondicionados.....	76
4.3.	MEE 03. Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt. 78	
4.4.	MEE 04. Instalar sensores de presencia para las luminarias.	80

Análisis económico	81
Resultados	83
Plan de implementación.....	83
Conclusiones.....	85
Recomendaciones	87
ANEXOS	1
BIBLIOGRAFIA.....	35



GLOSARIO

- **Amperaje:** Flujo de electrones (corriente) de un Coulomb por segundo, que pasa por un punto dado de un circuito.
 - **Amperímetro:** Medidor eléctrico calibrado en amperes, usado para medir corriente eléctrica.
 - **Ampere:** Unidad de corriente eléctrica. Equivale al flujo de un Coulomb por segundo.
 - **Balastro:** Componente eléctrico denominado como transformador de las lámparas luminosas fluorescentes.
 - **Binomia:** Aplicado a la tarifa eléctrica que mide dos parámetro eléctrico (consumo y demanda de potencia).
 - **BTU:** (British Thermal Unit). Cantidad de calor que se requiere para elevar un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua.
 - **Capacitancia (C):** Propiedad de un no-conductor (condensador o capacitor) que permite almacenar energía eléctrica en un campo electrostático.
 - **Capacitor:** Tipo de dispositivo de almacenamiento eléctrico, utilizado en el circuito de arranque y/o trabajo de muchos motores eléctricos.
 - **Confort:** (Galicismo de confort) es aquello que produce bienestar y comodidades.
 - **Decibel:** (Símbolo dB) es la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones y otras especialidades para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.
 - **Eficiencia energética:** Programas de ahorros que ayudan al consumo aprovechamiento de la energía adecuadamente.
 - **Energía activa:** Es la energía usada por el artefacto eléctrico para su propio funcionamiento.
-

- **Energía reactiva:** la usada por el artefacto eléctrico para su propio funcionamiento.
 - **Factor de potencia:** Coeficiente de corrección para los valores de la corriente o voltaje cambiante de la fuerza de CA.
 - **Fase:** Distinta función operacional durante un ciclo.
 - **FLUKE:** Marca de elemento electrónico que se utiliza para medir las perturbaciones eléctricas en la tensión, la corriente y la frecuencia.
 - **INE:** Instituto Nicaragüense de Energía.
 - **Instrumento:** Dispositivo que tiene habilidades para registrar, indicar, medir y/o controlar.
 - **Kilo Hertz (KHz):** Unidad de medida de la frecuencia.
 - **Kilo volt ampere (KVA):** Unidad de flujo eléctrico igual al voltaje, multiplicado por el amperaje, y dividido entre mil. Unidad de fuerza que se usa cuando el circuito de fuerza, tiene un factor de potencia diferente a 1.0. ($KW = KVA \times \cos \theta$).
 - **KVAr:** Potencia reactiva.
 - **Kilowatt (Kw):** Unidad de potencia equivalente a mil Watts.
 - **Lumen:** (Símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente.
 - **Luxómetro:** (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente.
 - **Monomía:** Aplicado a la tarifa eléctrica que mide un parámetro eléctrico (consumo eléctrico).
 - **MEE:** Medición de eficiencia energética.
 - **TIR:** Es promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de una inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".
-

- **VPN:** Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
 - **Vida útil:** Es la duración estimada que un objeto puede tener cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.
-

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN

La energía existe en la naturaleza, pero para aprovecharla y así mejorar la calidad de vida hace falta transformarla. Para obtener energía se tiene que partir de cuerpos o materia que los tengan almacenados, que se denominan fuentes de energía. Las cantidades disponibles de estas fuentes de energía son lo que se conoce como recursos energéticos. El carácter de estos puede ser limitado o ilimitado (no renovables o renovables). Teniendo en cuenta el valor de la energía y su importancia, se deben tomar medidas para poder conseguir una mayor eficiencia, una mayor innovación tecnológica y un impulso de las energías renovables para fomentar el desarrollo sustentable.

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.

La utilización racional de la energía y la calidad de su procedencia son un objetivo primario para cualquier economía. Nicaragua no es la excepción, hay preocupación por crear y establecer políticas que permitan el uso de otras alternativas como son las energías limpias para satisfacer su demanda y así crear un ambiente menos dependiente de las reservas de combustibles fósiles y lograr de esta manera la disminución de contaminación a los medios ambientales, provocados por el efecto del calentamiento global, ejemplo de ello es el parque eólico Amayo en Rivas.

La población mundial ha crecido y con ello el consumo de energía, en la década de los 90' se llegó a los seis mil millones de habitantes, pero la evolución del consumo energético no solo ha acompañado al crecimiento de habitantes sino que a este debemos agregarle el proceso de la industrialización y la transformación cultural que ha significado la conversión hacia una "sociedad de

consumo” (FERTILAB, 2017). Actualmente cada uno de los 6 mil millones de habitantes consumen en promedio 8 veces más energía de lo que lo hacía el hombre hace 90 años.

El presente trabajo tiene el objetivo recolectar los datos y hacer los cálculos necesarias para realizar una auditoría energética en las instalaciones del RUPAP, exactamente en la Facultad de Tecnología de la Industria (FTC).

1.2. ANTECEDENTES

Nicaragua esta entre los cinco de los seis países contemplados del istmo centroamericano que tienen índices de cobertura eléctrica inferiores al promedio de América Latina, siendo la cobertura eléctrica en Nicaragua del 90 % con base a datos de la Empresa Nacional de Trasmisión Eléctrica (ENATREL).

De acuerdo con información de la Organización Latinoamericana de Energía (Olade), para 2010, en América Latina la matriz de producción de electricidad era en un 55% de fuentes renovables, siendo en Nicaragua el 54% renovable, según datos del Ministerio de Minas y Energía.

El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios inició sus funciones con pocos edificios, pero debido a la creciente demanda estudiantil la universidad ha ampliado sus instalaciones trayendo consigo una mayor demanda de energía eléctrica y por ende un aumento en su factura eléctrica.

La Facultad de Tecnología de la Construcción FTC, fue creada el 7 de febrero de 1983, está formada por cinco departamentos: Construcción, Vías Terrestres, Agrícola, Estructura e Hidráulica. Es la heredera histórica de la enseñanza de la ingeniería en Nicaragua y está dedicada a formar profesionales de las ingenierías civil y agrícola con una alta vocación de servicio social y comprometido con la conservación del medio ambiente. A través de la investigación y la vinculación produce, promueve y difunde tecnologías para el desarrollo de la construcción civil y el sector agrícola de Nicaragua

Siendo esta facultad una de las más importantes en cuanto a formar profesionales y debido a que es una institución del estado, esta recibe un presupuesto que le impide realizar inversiones importantes en el mantenimiento de sus instalaciones eléctricas, por lo que la mayoría de estas instalaciones no han sido renovadas,

presentando actualmente deficiencias en el sistema eléctrico, ya que dicha carga eléctrica ha ido aumentando con el tiempo, y no han dado las modificaciones necesarias para solventar dichas demandas de energía.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la generación de energía a partir de combustibles fósiles, se provoca un crecimiento constante en los costos de energía eléctrica, por lo tanto es indispensable realizar acciones que contribuyan a optimizar el consumo de los sectores demandantes.

Se realizó el presente trabajo ya que ejecutara un diagnóstico de eficiencia energética que permitirá determinar la situación actual del uso y el estado del consumo de energía de la FTC, de igual forma permitirá encontrar las posibles alternativas que se puedan implementar para la optimización del consumo en los equipos ofimáticos, iluminación y sistemas de climatización así también reducir costos en la tarifa eléctrica y contribuir al medio ambiente en cuanto a disminución de emisiones de gases de efecto invernadero se refiere.

1.4. OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar un diagnóstico de eficiencia energética para la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC) en las instalaciones del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, con el fin de reducir el consumo eléctrico.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la situación energética actual en las instalaciones de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC).
- Analizar el consumo y demanda de energía eléctrica de los equipos de climatización, iluminación y ofimáticos.
- Plantear alternativas para la optimización del consumo eléctrico en los equipos ofimáticos, iluminación y aire acondicionado.
- Evaluar las opciones de mejoras energéticas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Diagnóstico Energético

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 S.A., 2014).

Dichos procedimientos suponen generalmente mejoras en la calidad de los servicios prestados, mejoras económicas y mejoras medioambientales.

En particular, las auditorías permiten:

- Conocer la situación energética actual, así como el funcionamiento y eficiencia de los equipos e instalaciones.
- Inventariar los principales equipos e instalaciones existentes.
- Realizar mediciones y registros de los principales parámetros eléctricos, térmicos y de confort.
- Analizar las posibilidades de optimización del suministro de combustibles, energía eléctrica y consumo de agua.
- Analizar la posibilidad de instalar energías renovables.
- Proponer mejoras y realizar su evaluación técnica y económica.

2.1.1. Objetivos del diagnóstico energético

El objetivo general de las auditorías se resume en analizar las necesidades energéticas de la empresa o institución auditada, en este caso la FTC, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, y proponer soluciones de mejora en materia de ahorro de energía y de incorporación de nuevas energías que sean viables técnica y económicamente.

Dentro de esta idea general, los objetivos a plantearse serían:

- Reducción de costos económicos.
- Optimizar los consumos energéticos.
- Identificar potenciales de ahorro y uso eficiente de energía.

2.1.2. Metodología empleada en los diagnósticos energéticos

La realización de una auditoría energética precisa de una serie de pautas y acciones previamente definidas que aseguren el correcto desarrollo y ejecución de la misma para que, posteriormente, el equipo auditor sea capaz de realizar sus funciones exitosamente.

- Fase de diagnóstico de la situación actual: Análisis de la situación actual de la instalación que se pretende auditar, caracterizando el tipo de empresa, su situación y entorno, los suministros energéticos y los sistemas consumidores de energía.
- Fase de desarrollo: incluye mediciones de los principales parámetros y análisis de documentación, datos y estudio de mejoras.
- Fase final: Incluye la redacción del informe técnico y económico de auditoría con la situación prevista, aportando las mejoras necesarias para conseguir su optimización energética, económica y medioambiental.

2.1.3. Aspectos a diagnosticar

Entre los aspectos a diagnosticar en una institución, empresa, industria, etc., se encuentran los siguientes:

- Operativos: Inventario de equipos consumidores de energía, de equipos generadores de energía, detección y evaluación de fugas y desperdicios, análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento, inventario de instrumentación y posibilidades de sustitución de equipos.

- Económicos: Precios actuales y posibles cambios de los precios de los combustibles, costos energéticos y su impacto en los costos totales, estimación económica de desperdicios, consumos específicos de energía eléctrica, evaluación económica de las medidas de ahorro, relación beneficio-costos de las medidas para uso irracional de energía y precio de la energía eléctrica comprada (USD/kWh).
- Energéticos: Formas y fuentes de energía utilizadas, posibilidades de sustitución de energéticos, volúmenes consumidos, estructura del consumo, balance en materia y energía, diagramas unifilares y posibilidades de autogeneración y cogeneración.

2.1.4. Instrumentación a utilizar

(Datos obtenidos de (Escan S.A., 2014))

En la correcta ejecución de una auditoría energética, la toma de datos reales de la instalación es absolutamente imprescindible, pues sólo así se puede llegar a tener un conocimiento fiable y verdadero, tanto de los parámetros técnicos, como de los de confort de la instalación.

El grupo auditor debe llevar consigo una serie de equipos técnicos específicos para la realización de esta recolección de datos. A continuación se muestran los más relevantes, pudiéndose incluir otros en la lista si las necesidades de la auditoría así lo requiere.

Analizador de redes

El analizador de redes es un aparato utilizado para medir, consignar y, usualmente, conservar, registros de los parámetros eléctricos más significativos de una instalación. Para un correcto funcionamiento del equipo y para obtener un conjunto global de mediciones de la instalación, será necesario disponer de las

pinzas voltimétricas y amperimétricas del equipo analizador de redes que se esté utilizando.



Imagen 1. Analizador de redes (Fuente: PCE-Ibérica)

Dentro de los parámetros de medida más significativos que se recogen con el analizador de redes se distinguen los siguientes:

- Tensión (V).
- Intensidad (A).
- Potencia efectiva (kW).
- Potencia aparente (kVA).
- Potencia reactiva (kVAr).
- Factor de potencia ($\cos \varphi$).
- Ángulo de fase (θ).
- Frecuencia (Hz).
- Valores máximos y mínimos de potencias e intensidades.

Pinzas amperimétricas

La pinza amperimétrica es un instrumento de medida que permite cuantificar la intensidad de corriente que circula a través de conductores activos sin la necesidad de interrumpir el normal funcionamiento del circuito. Mediante la

utilización de pinzas amperimétricas se consigue medir de manera sencilla y rápida la intensidad de corriente circulante.

Aunque fundamentalmente se diseñan y utilizan para este propósito, es posible encontrar pinzas que incorporan también la posibilidad de medir otra serie de parámetros como, por ejemplo, la capacitancia, la resistencia. E inclusive la potencia.



Imagen 2. Pinzas amperimétricas (Fuente: Kyoritsu)

Luxómetro

El luxómetro es un aparato de medida utilizado para la medición de los niveles de iluminación en una zona determinada. Trabajan a través de una célula fotoeléctrica que recibe la intensidad lumínica y, tras transformarla en electricidad, muestra el resultado expresado en lux. Puede utilizarse tanto para mediciones de niveles de iluminación en espacios interiores como en el alumbrado de las zonas exteriores de los complejos empresariales.



Imagen 3. Luxometro (Fuente: Extech)

Termohigrómetro

Mediante la utilización de este equipo, tal y como su propio nombre indica, será posible conocer los valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%) del ambiente de los espacios interiores y despachos del edificio de oficinas que se esté auditando.



Imagen 4. Termohigrómetro (Fuente: PCE-Ibérica)

Anemómetros

Son aparatos utilizados para medir la velocidad del aire y el caudal volumétrico del mismo. Estas mediciones resultan importantes a la hora de evaluar los sistemas de climatización y son fundamentales si se trata de los sistemas de ventilación presentes en los edificios empresariales.

Las principales familias de anemómetros disponibles son los de hilo caliente, rueda alada o bien de tipo hermético.



Imagen 5. Anemómetros (Fuente: CEM Instruments)

No es extraño que este tipo de aparatos integre también las funciones de medición de temperatura y humedad, con lo cual se podría conseguir el registro de estos tres parámetros con la utilización de un único instrumento de medida.

Equipos para termografías

La termografía es un método de inspección y análisis basado en la obtención de imágenes de la distribución de la temperatura de los objetos. Esta práctica de la termografía representa una importante ayuda a la hora de realizar una evaluación tanto de equipos (variaciones bruscas de temperaturas suelen ser una señal inequívoca de funcionamientos incorrectos) como de edificaciones (permitiendo ver el comportamiento térmico de cerramientos y huecos en los edificios).



Imagen 6. Termógrafo (Fuente: Fluke Connect)

2.1.5. Requerimientos en un diagnóstico energético

Para poder realizar un diagnóstico energético se requiere de los siguientes tipos de información:

- Información operativa: Manuales de operación de los equipos consumidores y generadores de energía, y reportes periódicos de mantenimiento.
- Información energética: Balances de materia y energía, series de consumo histórico de energía, información sobre fuentes alternas de energía y planos unifilares actualizados.
- Información económica: Series estadísticas de productos, ventas y costos de producción.
- Información política: Catálogos de precios de productos elaborados, tarifas eléctricas, normalización del consumo de electricidad, relación reservas-producción de hidrocarburos y disposición de fuentes energéticas no provenientes de hidrocarburos.

2.2. Balance Energético

El balance energético global nos muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio, por ejemplo, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, producción de agua caliente sanitaria, etc.

En el caso de la FTC se realizará un balance energético en las diferentes áreas lo que permitirá una mayor facilidad para la recopilación y análisis de los datos.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo de energía. El consumo de energía sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo energético (kW)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

Ecuación 1. Cálculo de consumo energético

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos, lámparas, etc. y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que está funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo (iluminación, climatización, equipos ofimáticos y equipos de laboratorio) es conveniente tener en cuenta:

- Iluminación: Es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Climatización: La potencia de los equipos, en este caso los equipos de aire acondicionado, también es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Equipos ofimáticos y de laboratorio: Es necesario para calcular el consumo de estos equipos y conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso. A su vez, se requiere conocer las horas de funcionamiento.

Los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo que reflejan las facturas.

El balance energético pone de manifiesto las interrelaciones entre la oferta, transformación y uso final de la energía y representa un instrumento relevante para la organización y presentación de datos en la planificación energética global. Además, contabiliza flujos físicos consistentes que van desde la energía primaria hasta el consumo final. (Ayuntamiento de Jerez de la Frontera, 2011)

2.3. Identificación de oportunidades de ahorro de energía en edificios.

A continuación se mencionan factores que influyen en el consumo de energía de un edificio según (WWF España, 2008).

2.3.1 Personas

Comportamiento humano: Cambiando muchos de nuestros hábitos podemos utilizar la energía de una forma más eficiente. Una de las tareas más importantes de cualquier Estrategia de Gestión Energética es informar y educar a la personas con el objetivo de cambiar sus hábitos y evitar derroches de energía innecesarios.

Ocupación: El número de personas y de horas en que un edificio está ocupado es un factor determinante en la demanda de energía.

2.3.2. Edificio

Aprovechamiento máximo de la luz natural.

Estado del edificio: Grado de aislamiento térmico, estado de puertas, ventanas, persianas y cajetines, protección de la insolación, etc.

Existencia de controles y regulación de las instalaciones energéticas del edificio: Los aparatos de control (termostatos, interruptores, programadores horarios, entre otros) deben ser fácilmente accesibles por el personal y programados para lograr un uso más efectivo de la energía.

Con una distribución más eficiente del espacio de trabajo y aprovechando la ventilación natural se puede reducir notablemente el consumo de energía en climatización.

- Control de consumos eléctricos

Controlando el tiempo de los consumos o cargas eléctricas se puede reducir el coste de la factura eléctrica. Esto se logra evitando consumos muy altos en un periodo de tiempo limitado (puntas de carga) o evitando que las mayores demandas se realicen en periodos en los que la tarifa es más alta (periodo punta) y primando el consumo en periodos con tarifa más barata (periodo valle).

- Equipos instalados

El número, eficiencia y uso que se haga de los equipos que tiene un edificio influirán directamente en la demanda energética.

2.3.3. Factores externos

Hay otros factores, como por ejemplo, las condiciones meteorológicas, que influyen en la demanda energética de las instalaciones del edificio.

También resultará útil recoger información general sobre la organización y las características del edificio en que tiene ubicado su centro de trabajo: número de empleados, sistema de horarios, número de oficinas e instalaciones que posee, etc., y que pueden resultar relevantes a la hora de computar los consumos energéticos de la oficina. De esta manera se podrá identificar los puntos en los que puede existir un mayor potencial de mejora y de reducción del gasto energético.

En la tabla 2 se muestran los equipos e instalaciones más importantes, presentes prácticamente en todos los edificios de oficinas, que tienen una incidencia directa sobre el consumo de energía.

Tabla 2. Equipos o instalaciones presentes en edificios de oficinas.

Centro de consumo	Características a identificar
Iluminación	<p>El inventario del sistema de iluminación se realizará por estancias, ya que cada recinto puede tener un sistema y unas necesidades lumínicas diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipos de bombillas. - Potencia (W). - Equipos auxiliares y tipo de balastos (para fluorescentes). - Luminarias: tipos, dimensiones, mantenimiento. - Horas de utilización. - Estado y limpieza. - Presencia de sistemas de ahorro: <ul style="list-style-type: none"> Detectores de presencia. Detectores de luz natural. Interruptores temporales. Otros. - Accionamiento de la iluminación (manual, automático, por zonas...).
Aire acondicionado	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de aire acondicionado (central, equipos autónomos). - Rendimiento del sistema. - Existencia de toldos o elementos de sombra.
	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de ventanas (acristalamiento sencillo, doble).

<p>Aislamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia de rendijas. - Grosor de las paredes. - Material y aislamiento de las paredes. - Puntos de pérdida de calor. - Horas de funcionamiento anuales.
<p>Equipos: Ofimáticos, Ascensores, Electrodomésticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Número y tipo de equipos: Ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, ascensores, bombas de agua, frigoríficos, microondas... - Potencia (kW). - Antigüedad y horas de uso. - Periodicidad mantenimiento. - ¿Se apagan los equipos por la noche?.

2.4. Aires acondicionado

Un sistema de aire acondicionado, como el nombre lo indica, tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en un determinado lugar o espacio. Esto involucra habitualmente el control de la temperatura y de la humedad de un determinado espacio.

Para evaluar el uso eficiente de los sistemas de aires acondicionados se debe de tomar en cuenta:

- Revisar la carga de enfriamiento.
- Revisar en las áreas que poseen aire acondicionado con posibles puntos calientes dentro del local.
- Revisar el sistema de limpieza que se realiza a los acondicionadores de aire.
- Investigar si se posee un correcto plan de mantenimiento de aire.
- Evaluar si los lugares que poseen aires acondicionados poseen cortinas para evitar las pérdidas de calor por radiación solar del exterior.

- Verificar si existe un estado hermético en los lugares de instalación.
- Analizar la posibilidad de transferencia de tecnología.

Uno de los problemas principales al tratar de definir el tipo, características y necesidades de un sistema de aire acondicionado es el adecuado dimensionamiento de sus sistemas, por lo que es muy importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los recintos a climatizar deben quedar perfectamente delimitados.
- Debe conocerse y cuantificarse bien las fuentes de calor o cargas térmicas que será necesario disipar.
- Las cargas térmicas o fuentes de calor más importantes son:
 - Seres vivos: Personas y animales.
 - Alumbrado artificial.
 - Equipo eléctrico diverso (telecomunicaciones, sonido, tv, cómputo, cafetería y cocina, etc.)

2.4.1. Tipos de sistemas de aire acondicionado

- **Unidades tipo Paquete:**



Imagen 7. Unidad tipo paquete.

Son unidades que integran todos los componentes del circuito de refrigeración y unidad manejadora de aire en un solo gabinete. En este tipo de unidades se encuentran las unidades tipo ventana.

➤ **Unidades Split divididos:**



Imagen 8. Unidad tipo split dividido.

Equipos donde el evaporador se encuentra instalado junto con la unidad manejadora de aire en una zona diferente de dónde se halla la unidad condensadora y el compresor. Se emplean para climatizar varios recintos a la vez empleando sistema de distribución por lo que son de capacidades medianas a grandes.

➤ **Unidades mini Split divididos:**



Imagen 9. Unidad tipo mini split dividido.

Son unidades idénticas a las anteriores pero de menores capacidades empleados usualmente para climatizar recintos individuales. No requieren sistema de distribución.

➤ **Unidades portátiles:**



Imagen 10. Unidad tipo portátil.

Son unidades móviles que se emplean de acuerdo a las necesidades del local.

➤ **Chiller:**



Imagen 11. Unidad tipo chiller.

Son las unidades más complejas por la gran variedad de componentes que necesitan y que evidentemente exigen de mayores consumos de energía eléctrica.

2.4.2. Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire

Los sistemas de enfriamiento de aire tienen como mínimo los siguientes componentes básicos:

- Evaporador.
- Compresor.
- Impulsores o ventiladores.
- Condensadores.
- Dispositivos de control de flujo.
- Dispositivos para limpieza de aire.
- Sistemas de seguridad.

- Refrigerante.
- Dispositivos de distribución de aire.
- Dispositivos de retorno de aire.

2.4.3. Problemas de selección y ubicación de las unidades de aire acondicionado

Selección de la unidad de aire acondicionado

La selección de las unidades de acondicionamiento de aire va a estar en dependencia de diversos factores que se relaciona con los tres métodos de intercambio de calor (conducción, convección y radiación), tomando en consideración la temperatura del día más caluroso del año.

Este cálculo contribuirá en encontrar la carga térmica del local a climatizar y así seleccionar un equipo con una capacidad de enfriamiento igual o un poco mayor a la carga térmica encontrada. En la ubicación son considerados dos puntos: el diseño estructural del edificio y el diseño del equipo, considerando también la curva de enfriamiento del equipo y la dispersión del aire de inyección que este produzca.

2.4.4. Carga de enfriamiento

Es la cantidad neta de calor que retira el equipo de climatización, es decir es la suma de las ganancias netas de calor.

La carga real de refrigeración determinará la capacidad de refrigeración de los equipos, si la carga se calcula excesivamente alta, el sistema será sobredimensionado y se incurrirá en altos consumo de energía y poca eficiencia a carga parcial. Por otro lado, si la carga calculada es muy baja probablemente el equipo no satisfaga las condiciones de confort en el local.

La carga real o carga neta de refrigeración es aquella en la que se toma en cuenta el efecto de almacenamiento de calor, el factor de retardo y la diversidad o factores de utilización.

El efecto de almacenamiento considera la capacidad que poseen los materiales (piso, paredes, techo, tiros) de almacenar calor proveniente principalmente de energía radiante.

El factor de retardo considera el tiempo que tarda dicho material en convertir la energía radiante acumulada en calor que puede ser absorbida por el aire del recinto.

El factor de diversidad que considera en qué porcentaje cada fuente de calor afectará en un momento dado al recinto climatizado.

2.4.5. Condiciones Ambientales:

La condición ambiental es la conjugación de componentes físicos, químicos, biológicos y climáticos que interactúan en el exterior de las áreas climatizadas.

Para efectuar una evaluación del ambiente se realizan mediciones que definan sus condiciones; para este fin las mediciones fundamentales son: la temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo, la velocidad y dirección del viento, además de la humedad relativa del aire y la radiación solar.

2.4.6. Condiciones de Confort:

Confort es la sensación de bienestar que obtiene el ser humano bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa, movimiento del aire, iluminación y nivel de ruido.

Los niveles recomendados de temperatura humedad e iluminación según las regulaciones del Ministerio del Trabajo de Nicaragua (MITRAB) son :

- Temperatura: Entre los 22° y los 27° C.
- Humedad: entre el 40 y el 60 porciento de humedad relativa.
- Iluminación:
 - Oficinas: 300 lux
 - Laboratorios: 750 lux
 - Aulas de clases: 300 lux
 - Zonas de paso: 50 lux

2.4.7. Relación de eficiencia energética (REE).

También conocido como EER por sus siglas en inglés, es la relación del enfriamiento total de un equipo de aire acondicionado transferidos del interior al exterior, durante un año de uso, dividido entre la potencia eléctrica total suministrada al equipo durante el mismo lapso. Este es el mismo COP termodinámico, pero calculado con base en la potencia demandada tal y como lo muestra la ecuación cálculo de la relación de la eficiencia energética:

$$REE = \frac{Wt}{We}$$

Ecuación 2. Cálculo del EER

Dónde:

Wt: Capacidad de enfriamiento (BTU/h)

We: Potencia demandada (W)

La capacidad de enfriamiento (Wt) es la capacidad que tiene un equipo para remover el calor de un espacio cerrado, se puede expresar en watt o BTU/h. La potencia demandada (We) es el valor promedio en watt eléctricos de las

mediciones de la potencia eléctrica de entrada durante el ensayo para la determinación de la capacidad de enfriamiento (Centro de Producción más limpia Nicaragua, 2013).

2.5. Iluminación

Este es uno de los sistemas con mayor potencial de ahorro en las Industrias debido a la desinformación de las nuevas tecnologías de ahorro o el mal uso de la iluminación ya existente. Su análisis es rápido y sus resultados se muestran a corto plazo.

Actividades:

- Recopilación de Información y mediciones.
- Tipo de luminaria tipo de foco, ubicación, horas de operación y tipo de control.
- Color de paredes y pisos.
- Mediciones de niveles de iluminación.
- Identificación de los circuitos de alumbrado.
- Plantear las propuestas de iluminación.

Flujo luminoso: Es la totalidad de la potencia luminosa emitida por una fuente de luz en todas direcciones, se representa por la letra griega ϕ , su unidad de medida es el Lumen (Lm) se calcula por la siguiente ecuación: $1\text{lm} = 1\text{lux} * \text{m}^2$

Rendimiento luminoso: Es el coeficiente de eficacia luminosa que indica el flujo que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Se representa por la letra griega η siendo su unidad el lumen por vatio (lm/watt) [$\eta = \phi/w$]

Cantidad de luz: De forma analógica a la energía eléctrica que se determina por la potencia eléctrica en la unidad de tiempo, la cantidad de luz o energía luminosa se determina por la potencia o flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo. La cantidad de luz se representa por la letra Q, siendo su unidad el lumen por hora (lm-h) [Q= t $\dot{\phi}$].

Intensidad luminosa: Nos indica la intensidad de una radiación luminosa en una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido. La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes. La fórmula que expresa la intensidad luminosa es $I = \phi / \omega$.

Iluminancia: Es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión. La iluminancia se representa por la letra E, siendo su unidad de medida el Lux, la fórmula que expresa la iluminancia es la siguiente: $E = \phi / S$. [1lux= 1lm/m²]. Se deduce de la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será mayor a medida que disminuye la superficie (Centro de Produccion Mas Limpia Nicaragua CPML, 2013).

2.5.1. Componentes del Sistema de Iluminación

Lámparas

Al elegir el tipo de lámpara es necesario conocer muy bien las características de cada una de ellas. Es muy importante seleccionar la lámpara que más se acerque a nuestras exigencias, sea la más rentable y consuma menos. En la tabla 3 se especifican los detalles de las más importantes:

Tabla 3. Tipos de lámparas y sus características.

Tipo de Lámpara	Eficacia (Lm / W)	Vida Útil (horas)	Reproducción cromática Ra	Gama potencias(W)
Incandescente Estándar	10-17	1000	100	15-2000
Halógena	16-25	2000	100	20-2000
Fluorescente	40-104	8000-12000	60-95	jun-65
Fluorescente Compacta	50-87	6000-10000	80	5-200
Vapor Sodio Alta presión	80-120	8000-16000	20	33-1000
Vapor Sodio Baja presión	100-200	10000	0	18-180
Vapor de Mercurio	36-60	12000-16000	45	50-400
Vapor Mercurio con Halogenuros	58-88	5000-9000	70-95	70-3500
Inducción	65-72	60000	80	55-85
Led	70-100	50000-90000	60-80	3-100

Mantenimiento: La eficacia de una lámpara disminuye con las horas de utilización. Limpie con frecuencia sus luminarias y cuide de sus instalaciones. Incluya estas acciones en su plan de mantenimiento preventivo.

Luminarias

Las luminarias son los equipos de alumbrado que reparten, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Comprenden todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Las luminarias se clasifican en función de su distribución fotométrica, es decir en función de la forma en que distribuye la luz. Según la International Commission on Illumination (C.I.E)⁴ la clasificación es la siguiente:

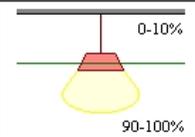
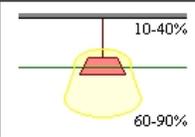
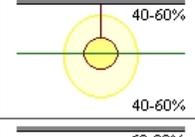
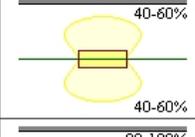
Directa		Semi-directa	
General difusa		Directa-indirecta	
Semi-directa		Indirecta	

Imagen 12. Clasificación CIE según la distribución de la luz.

El rendimiento de la luminaria es la relación existente entre el flujo luminoso que sale de ella y el flujo luminoso de la lámpara.

La elección de la luminaria adecuada a cada caso dependerá de la tarea a realizar. Sin embargo, es importante tener en cuenta los dos parámetros anteriores, un elevado rendimiento y una apropiada distribución de la luz proporcionarán un sistema de alumbrado de calidad y bajo coste.

Balastos electrónicos

El equipo auxiliar influye de forma determinante en la eficiencia energética del conjunto. Los balastos electrónicos ofrecen numerosas ventajas respecto a los electromagnéticos, tanto en confort de iluminación como en lo que a ahorro energético se refiere:

⁴ La Comisión Internacional de la Iluminación (conocida por la sigla CIE, de su nombre en francés Commission internationale de l'éclairage) es la autoridad internacional en luz, iluminación, color y espacios de color. Fue fundada en 1931, con sede en Viena, Austria.

- Reducción del 25 % de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
 - Incremento de la eficacia de la lámpara.
- Incremento de la vida de las lámparas hasta del 50 %.
 - Encendido instantáneo y sin fallos.
- Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico, mediante el funcionamiento a alta frecuencia. Reducción de los dolores de cabeza y el cansancio de la vista, atribuidos al parpadeo producido por los balastos magnéticos.
 - Aumento del confort general eliminándose los ruidos producidos por el equipo electromagnético.
 - Mayor confort, permitiendo ajustar el nivel de luz según las necesidades.
 - Posibilidad de conectarse a sensores de luz y ajustar en automático la intensidad de luz de la lámpara, y mantener un nivel de luz constante (Energy, 2006).

Equipos de control

Los sistemas de control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido al instalar este tipo de sistemas puede ser de hasta un 70 %.

El sistema de control más sencillo es el interruptor manual. Su uso correcto, apagando la iluminación en periodos de ausencia de personas, permite ahorros significativos, más aún cuando en una misma sala hay varias zonas controladas por interruptores distintos de forma que una pueda estar apagada aunque otras estén encendidas.

Los detectores de presencia o movimiento encienden la iluminación cuando detectan movimiento y lo mantienen durante un tiempo programado. Son muy útiles para zonas de paso o permanencia de personas durante poco tiempo. Por ejemplo, en un edificio de viviendas se obtiene un elevado ahorro al instalar estos detectores en las escaleras, de forma que la iluminación se vaya encendiendo por zonas en lugar de encenderse todas las plantas a la vez (Energy, 2006).

2.5.2. Vida o duración

Las lámparas incandescentes dejan de funcionar de manera brusca, aunque mantienen prácticamente constante el flujo luminoso a lo largo de toda su vida; sin embargo, en el resto de fuentes de luz se produce una depreciación del flujo luminoso emitido a lo largo de su vida, por lo que es importante determinar cuándo deja de ser funcional, pues suele ser mucho tiempo antes de dejar de funcionar. Teniendo en cuenta lo anterior se establecen dos conceptos:

- a) Vida media: indica el número de horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50 % en condiciones estandarizadas.

- b) Vida útil (económica): indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el coste de la lámpara, el precio de la energía consumida y el coste de mantenimiento.

A continuación, se muestran valores orientativos de estos tiempos según (Energy, 2006):

Tabla 4. Duracion de las lámparas.

Lámpara	Vida Media (horas)	Vida Útil (horas)
Incandescencia	1,000	1,000
Incandescencia Halógena	2,000	2,000
Fluorescencia Tubular	12,500	7,500
Fluorescencia Compacta	8,000	6,000
Vapor de Mercurio a Alta Presión	24,000	12,000
Luz Mezcla	9,000	6,000
Vapor de Sodio a Baja Presión	22,000	12,000
Vapor de Sodio a Alta Presión	20,000	15,000
LED	100,000	50,000

2.5.3. Métodos de alumbrado

Los métodos de alumbrado nos indican como se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

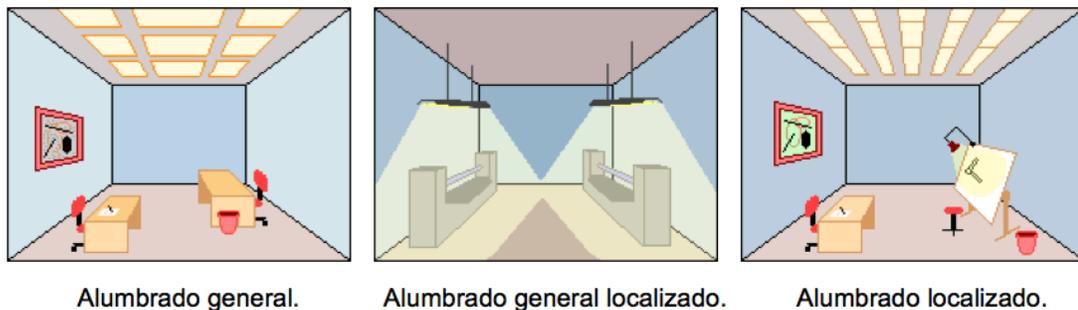


Imagen 13. Métodos de alumbrado.

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en

oficinas, centros de enseñanza, fabricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

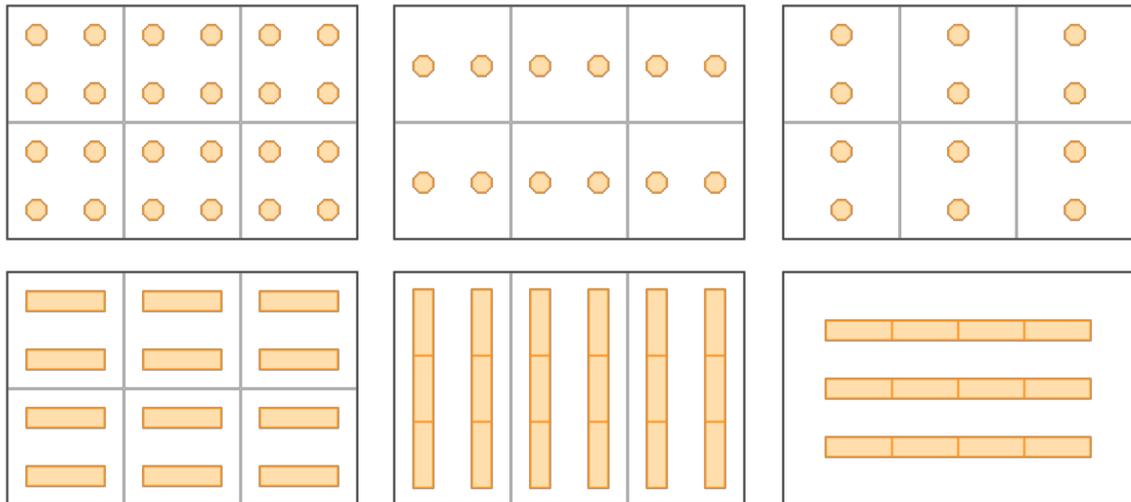


Imagen 14. Ejemplos de distribución de luminarias en alumbrado general.

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Se emplea el alumbrado localizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que

tapan la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.



Imagen 15. Relación entre el alumbrado general y el localizado (Vergas, 2010).

2.6. Evaluación económica de las oportunidades de ahorro de energía.

Una vez realizado el análisis energético se tiene un conocimiento en profundidad de los consumos energéticos, los equipos y sistemas implicados y los costes que se tienen que considerar.

Según (Urbina, 2007) el análisis económico tiene como objetivo conocer en profundidad los costes energéticos asociados, los precios medios obtenidos, el coste por unidad de producto (o variable asociada), el porcentaje que el coste energético representa sobre los costes totales de la organización y los factores que influyen en la formación de estos costes.

Al igual que en la fase de evaluación energética, esta fase es el fundamento para analizar la viabilidad económica de las mejoras propuestas.

Relación beneficio-costo: Costos involucrados en las medidas aplicadas y balance económico de los ahorros logrados. En donde los ingresos y los egresos deben ser calculados de un modo que no genere pérdidas para la institución y por el contrario tenga un criterio de ganancias para poder que uno de los objetivos se cumplan como el de generar beneficios a la empresa y su personal. El análisis de la relación beneficio costo (B/C) toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

$B/C > 1$ implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.

$B/C = 1$ implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente.

$B/C < 1$ implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Esta metodología permite también evaluar dos alternativas de forma simultánea. Al aplicar la relación beneficio / costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados “beneficios” y que cantidades constituyen los egresos llamados “costos”.

Métodos de evaluación económica: Período de recuperación simple Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

2.6.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto es un método de evaluación que consiste en descontar los flujos netos de efectivo mediante una tasa de descuento y restarlos de la inversión inicial que dio origen a dichos flujos, todo esto a su valor equivalente en un solo instante de tiempo que es el presente, y el criterio de aceptación es $VPN \geq 0$

A continuación se presenta la ecuación 1 para calcular el VPN:

$$VPN = FNE_0 + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5}$$

Ecuación 3. Cálculo del VPN

Dónde:

VPN: Valor presente neto

FNE: Flujo neto efectivo

i : Tasa de interés

2.6.2. Tasa Interna de Rendimiento

La TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. Su ecuación:

$$TIR = -FNE_0 + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \dots$$
$$+ \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 4. Cálculo de la TIR.

Para la evaluación económica se realizan los cálculos que demuestren el monto de pérdidas y la capacidad de ahorro de las medidas propuestas en cada oportunidad de ahorro identificada en el sistema energético. En la evaluación de la rentabilidad de las inversiones, los parámetros económicos servirán como base para la toma de decisiones sobre la conveniencia, posibilidad y oportunidad de las inversiones a realizar propuestas en el proyecto de actividades.

2.7. Evaluación ambiental de las medidas de ahorro de energía

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Es también el camino más sencillo y rápido para lograrlo. En Nicaragua, el consumo de electricidad para el 2014 es de 3.49 TWh (Tera vatios-hora) con una generación de 4.44 TWh y una emisión de 4.54 MtCO₂ (toneladas métricas de dióxido de carbono) para Nicaragua (International Energy Agency, 2016).

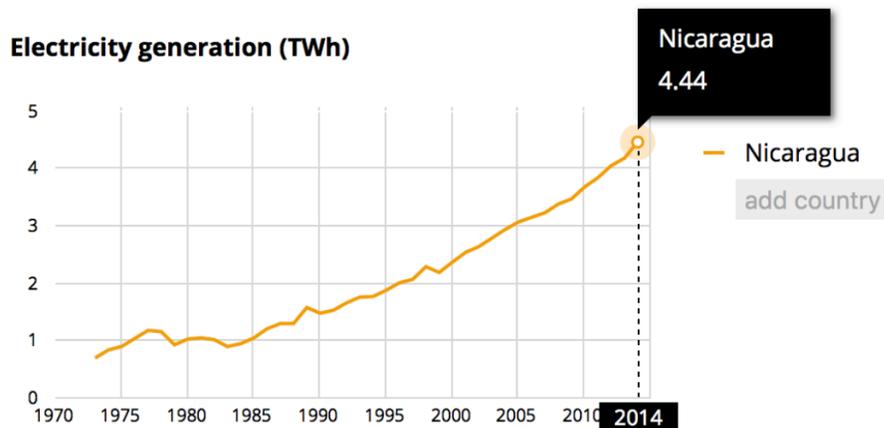


Gráfico 1. Generación de electricidad en Nicaragua.

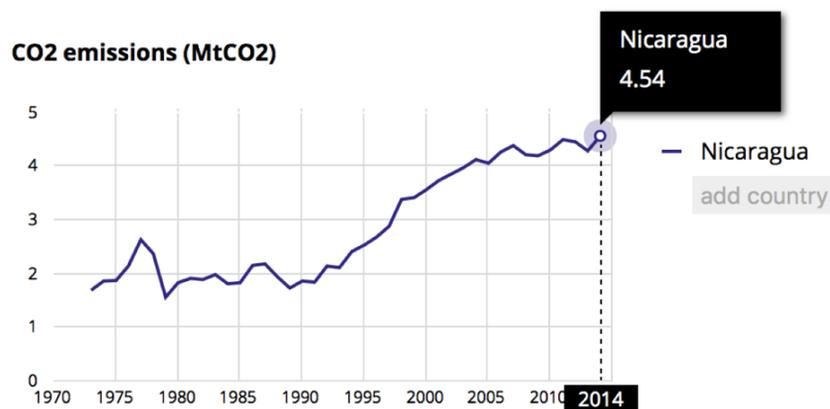


Gráfico 2. Emisión de Dióxido de Carbono en Nicaragua.

Además, ahorrar energía tiene otras ventajas adicionales para el medio ambiente, pues con ello se evita: lluvias ácidas, mareas negras, contaminación del aire, residuos radioactivos, riesgo de accidentes nucleares, proliferación de armas atómicas, destrucción de bosques, devastación de sitios naturales y desertización.

Todas estas ventajas se traducen por si mismas en una mejor calidad de vida, más aún si consumir menos energía va unido a la mejora de los servicios que ésta nos proporciona (luz, calor, movimiento); es decir, se trata de mejorar la eficiencia energética. Así se pondrá freno a la actual situación de despilfarro energético: en muchas ocasiones se consume demasiada energía, que no se necesita, recibiendo poco o ningún servicio y, a veces, un mal servicio e incluso perjuicio. (Greenpeace, 2004).

La Agencia Internacional de la Energía o AIE por sus siglas en inglés, es una organización internacional, que busca coordinar las políticas energéticas de sus estados miembros, con la finalidad de asegurar energía confiable, adquirible y limpia a sus respectivos habitantes (International Energy Agency, 2017). En su documento “CO₂ emissions from fuel combustion highlights” la AIE establece el valor de g/CO₂ por kW/h producido, en la edición del año 2011 este valor es de 474 (CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS, 2013, p. 112). Se consultó en el mismo documento ediciones 2014 y 2015 pero este dato no aparece para nuestro país, por tanto se toma como referencia el de la edición año 2011 para nuestra monografía.

2.8. Análisis tarifario

La electricidad debe tener ciertos atributos que permitan diferenciarla de la electricidad de alta calidad y electricidad de baja calidad. Uno de los principales atributos para esta diferenciación es el Nivel de Voltaje, siendo este:

- **En Baja Tensión (BT)**, es decir igual o inferior a 400 Voltios: excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente⁵, deberá estar dentro del rango de $\pm 8\%$ durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.
- **En Media Tensión (MT)**, es decir igual o inferior a 23,000 Voltios pero superior a 400 Voltios: excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango $\pm 8\%$ durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

Pliego Tarifario:

Actualmente en Nicaragua el pliego tarifario se encuentra segmentado según el tipo de aplicación y el nivel de tensión, existen en total 27 pliegos diferentes para Baja Tensión (ver tabla 5) y 22 pliegos diferentes para Media Tensión (ver Tabla 6). Dependiendo de la tarifa a la cual esté sujeta el cliente y la ubicación geográfica se le asignara el valor para el cobro de algunos rubros como: alumbrado público, comercialización y financiamiento.

Las tablas siguientes muestran los diferentes pliegos tarifarios vigentes en nuestro país, su clasificación y aplicación, y los cargos que se cobran.

⁵ Resolución N° 006-2000, Normativa de Servicio Eléctrico 8.1.2

Tabla 5. Pliegos tarifario para baja tensión

Tipo de tarifa	Código	Aplicación	Cargos que se cobran
BAJA TENSION (120,240 y 480 V)			
Residencial	T-0	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rural	Se cobran los kWh diferenciados por bloques ya estipulados
General Menor	T-1	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (establecimientos comerciales, centros de salud, oficinas públicas o privadas, centros de recreación, etc.)	Tarifa Monomia, se hace cobro de dos bloques comprendidos entre: 0-150 kWh y >150 kWh
	T-1A		Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
General Mayor	T-2	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (establecimientos comerciales, centros de salud, oficinas públicas o privadas, centros de recreación, etc.)	Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Menor	T-3		Tarifa Monomia, se hace cobro de todos los kWh
	T-3A	Carga contratada mayor a 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Mediana	T-4	Carga contratada mayor a 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Binomia S M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Mayor	T-5	Carga contratada mayor a 200 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
<p>Nota: en BT también existen tarifas diferenciadas para irrigación (T-6,T-6A y T-6B), Radio Difusoras (TR), Bombeo (T-7, T-7A,T-7B), Alumbrado Público (T-8), Iglesia (T-9), Apoyo a la Industria Turística Menor (T1-H, T-1 A-H), Apoyo a la Industria Turística (T-2-H), Industria Turística Menor (T3-H, T-3 A-H), Industria Turística Mediana (T-4-H), Industria Turística Mayor (T-5-H) y Bombeo Comunitario (TB-6,TB-6A,TB-6B) cada una cobrando rubros diferentes de acuerdo a su aplicación</p>			

Tabla 6. Pliegos tarifario para media tensión

Tipo de Tarifa	Código	Aplicación	Cargos que se cobran
MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)			
Industrial Menor	T-2D	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-2E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
Industrial Mediana	T-4D	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-4E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
Industrial Mayor	T-5D	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-5E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
<p>Nota: en MT también existen la tarifa de Pequeñas Concesiones (TPC), Irrigación (T-6C,T-6D,T-6E), Bombeo (T-7C,T-7D,T-7E), Apoyo a la Industria Turística Menor (T-2 D-H,T-2 E-H), Apoyo a la Industria Turística Mediana ((T-4 D-H,T-4 E-H), Apoyo a la Industria Turística Mayor ((T-5 D-H,T-5 E-H) y Bombeo Comunitario (TB-6C,TB-6D,TB-6E) cada una cobrando rubros diferentes de acuerdo a su aplicación.</p>			

Tarifa eléctrica

Son los precios que se aplican al consumo de energía eléctrica, se da a través de un contrato de la empresa eléctrica y el consumidor existen diferentes factores que influyen en la tarifa eléctrica, entre los principales se encuentran:

- Demanda eléctrica
- Oferta de generación.
- Los precios de los combustibles.
- Los derechos arancelarios.

2.8.1. Factura de energía eléctrica

Documento utilizado por la empresa de distribución para el cobro de consumo de energía eléctrica y pago del mismo por parte del cliente o consumidor.

Según el capítulo 6.3: Contenido de la Factura, de la Resolución N° 006-2000, Normativa de Servicio Eléctrico (NSE 6.3.2). La factura debe incluir como mínimo la siguiente información:

1. Nombre o razón social de la empresa de distribución.
2. Nombre o razón social del cliente y número de identificación.
3. Número de medidor y su factor multiplicador.
4. Número de la factura.
5. Fecha de emisión de la factura.
6. Fecha de entrega (por medio de sello al dorso).
7. Fecha de vencimiento de la factura.
8. Código y nombre de la tarifa aplicada.
9. Lectura anterior y actual de los medidores de energía y demanda máxima, según corresponda. Si la medición es estimada, deberá ponerse una nota en la factura indicando "ESTIMADO".
10. Mes de consumo.

11. Período de consumo.
12. Carga contratada.
13. Carga demandada.
14. Factor de potencia y recargo en córdobas, de corresponder.
15. Cargo fijo y su valor en córdobas.
16. Cargos por capacidad contratada y su valor en córdobas, de corresponder.
17. Cargos variables por consumo, consumo facturado (en Kwh) y su valor en córdobas.
18. Recargos, tasas o impuestos aplicados.
19. Débitos o créditos.
20. Cargo de Alumbrado Público.
21. Valor total de la factura.
22. Histórico de consumo (promedio 6 meses).
23. Cargo por regulación.
24. Cargo por impuesto municipal.
25. Cargo por comercialización.
26. Ajuste por uso de combustibles (sí lo hubiera).

A continuación se detallarán y explicaran los principales componentes de la factura:

- Energía: Importe en córdobas correspondiente al consumo de energía del período.
- Demanda: Importe en córdobas correspondiente a la potencia máxima demandada en el período de facturación (sólo aplicable a tarifas binomias).
- Factor de potencia: Cargo por factor de potencia. Se aplica sólo a servicios con medición de reactiva cuando el factor de potencia registrado es menor de 0.85. Para el cálculo de bajo factor de potencia se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Recargo F.P.} = (\text{Importe Energía Activa (Punta + Valle)} + \text{Importe de Demanda}) * (\text{F.P. permitido} - \text{F.P. registrado})$$

Ecuación 5. Cálculo de cargo por factor de potencia.

- Cargo por comercialización: Costo fijo asociado a los servicios de lectura de medidores, facturación y cobro.
- Alumbrado público: Importe correspondiente al servicio de alumbrado público que esté ubicado a 100 metros a la redonda de la ubicación del suministro.
- Regulación INE: Cargo del 1% sobre los conceptos de: energía activa, demanda (si aplica), bajo factor de potencia (si aplica), alumbrado público, comercialización.
- Impuesto general al valor (IVA)⁶: Retención del 15% aplicable a todas las tarifas, sobre los siguientes conceptos. energía activa, demanda (si aplica), bajo factor de potencia (si aplica), alumbrado público, comercialización, regulación INE.
- Recargo por mora: Son los cargos correspondientes a los intereses generados por el pago retrasado de facturas vencidas.
Se calcula sobre el importe de la factura en mora que se va a pagar, por el interés anual (18%⁷) entre 365 días y por los días que tiene de mora desde la fecha de vencimiento hasta la fecha de cancelación.

$$\text{Cargo por mora} = \frac{(\text{Importe a cancelar}) * (\% \text{interés anual}) * \text{días de mora}}{365}$$

Ecuación 6. Cálculo para efectuar cargo por mora

⁶ **Excepciones:** Clientes con tarifas domiciliar con consumo facturado igual o inferior a 300kWh, no pagan IVA, clientes con tarifas domiciliar con consumo facturado mayor a 300kWh e inferior a 999kWh, se le aplica el 7% y clientes con tarifa de irrigación y bombeo.

⁷ 1% de interés + 0.5% deslizamiento mensual * 12 meses = 18% de interés anual.

- Interés por financiamiento: Interés sobre cuota de acuerdo que se aplica después del segundo pago. El interés de aplicación será del 12 % anual. Adicionalmente se cobra un 5% de cargo por deslizamiento.

$$\text{Interes por financiamiento} = \frac{(\text{Monto de cuota cancelada}) * (* \% \text{ interés} + \text{cargo}) * (\text{DTEFP\&AC})}{365}$$

Ecuación 7. Cálculo para efectuar interes por financiamiento

Donde DTEFP&AC: Días transcurridos entre la fecha de pago y alta del acuerdo.

2.8.2. Factor de Potencia

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

El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1; INE autoriza a Unión Fenosa a imponer cargos a los consumidores que registren un factor de potencia por debajo de 0.85, que es el mínimo recomendable.

Resumiendo, la energía que se transforma en trabajo, se la denomina energía activa, mientras que la usada por el artefacto eléctrico para su propio funcionamiento, se la llama energía reactiva.

Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

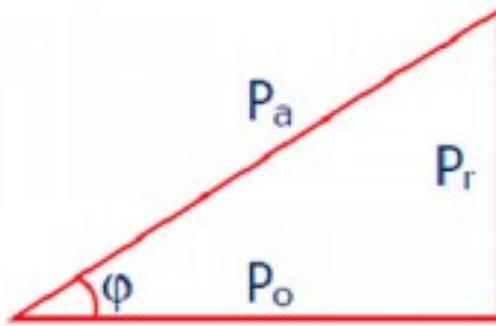


Imagen 16. Triangulo de potencia

$$FP = \cos \varphi = \frac{P_o}{P_a}$$

Ecuación 8. Cálculo de factor de potencia

donde:

P_o = Potencia real (W)

P_a = Potencia aparente (VA)

P_r = Potencia reactiva (VAR)

FP = Factor de potencia

2.8.3. Inconvenientes que ocasiona un bajo factor de potencia

En caso que el Factor de Potencia sea inferior a 0.85, implica que los artefactos tienen elevados consumos de energía reactiva respecto a la energía activa, además:

Los problemas técnicos serian:

- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas en conductores.
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.

Problemas económicos:

- Penalización de hasta un 120 % del costo de la facturación.
- Incremento de la factura eléctrica por mayor consumo de corriente.

2.8.4. ¿Por qué elevar el Factor de Potencia?

Los beneficios son:

- Disminución en las pérdidas de los conductores.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de los costos por facturación eléctrica

2.8.5. Control del factor de potencia

Los excesivos consumos de energía reactiva pueden ser compensados con capacitores. Éstos 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. Estos elementos deben ser conectados por electricistas especializados, ya que este tema presenta cierta complejidad.

Unos mantenimientos de valores controlados del factor de potencia beneficiarán a la empresa, institución o industria lo cual:

- Aumentará la vida útil de la instalación.
- Evitará la penalización en la facturación
- Mejorará la calidad del producto técnico del suministro que recibe el cliente.
- Mejorará la regulación de la tensión del suministro.
- Reducirá las pérdidas por recalentamiento en líneas y elementos de distribución.

CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Descripción de las instalaciones.

La Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC) es una de tres facultades que están ubicadas en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Es un edificio de origen estatal y se trabaja los dos turnos de 8:00 am - 5:00pm en el área administrativa, de 7:00 A.M – 8:45 P.M en el área académica-docente y 24 horas en el servicio de vigilancia de las instalaciones. La auditoría energética se realizó en dicha facultad para el periodo del segundo semestre del año 2017 la cual cuenta con 83 empleados, administrativos y docentes, y alrededor de 1,600 estudiantes.

Esta casa de estudios que radica en Managua ofrece a través de la Facultad de Tecnología de la Construcción las carreras de ingeniería civil e ingeniería agrícola esta facultad cuenta con cinco departamentos y 4 laboratorios, los cuales son:

- Departamento de Estructuras.
- Departamento de Construcción.
- Departamento de Hidráulica y Medio Ambiente.
- Departamento de Vías de Transporte.
- Departamento de Agrícola.

- ✓ Laboratorio de hidráulica.
- ✓ Laboratorio de suelos.
- ✓ Laboratorio de edafología.
- ✓ Laboratorio de computación.

El edificio de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC) utiliza energía eléctrica para operar los equipos. Los consumidores de energía eléctrica en la facultad son los siguientes:

Iluminación: Se caracteriza por el uso de lámparas fluorescentes de 40 watts.

Aires acondicionados: Todas unidades split a excepción de uno que es de tipo ventana y una unidad central.

Equipos Ofimáticos: CPUs, monitores ahorrativos (LCD), baterías, estabilizadores, scanners, impresoras y fotocopiadoras.

Otros equipos: Televisores, teatros en casa, proyectores, microondas, grabadoras, routers, refrigeradoras, abanicos, extractores y equipos de laboratorios.

El abastecimiento de energía eléctrica para la FTC se realiza por medio de transformadores, uno de 500 kVA trifásico y un banco conformado por 3 transformadores de 75 kVA trifásicos. El de 500 kVA está ubicado en la planta baja lado oeste en el edificio número 5, se encuentra identificado con el código 54517.

El área de la FTC parte norte planta baja que es alimentada por este banco es:

- Aula de maestría.
- Centro de computo.

En cada área hay un centro de carga.

El área de la FTC parte sur del edificio planta baja que es alimentada por este banco es:

- Departamento de estructuras.
- Soporte técnico, aquí hay un centro de carga.
- Departamento de agrícola, aquí hay un centro de carga.
- Vías de transporte, aquí hay un centro de carga.
- Centro de documentación, aquí hay dos centros de carga.

El área de la FTC planta alta que es alimentada por este banco es:

- Aula especializada número uno.
- Aula especializada número dos, aquí hay un centro de carga.
- Decanatura.
- Vice Decanatura.
- Sala de conferencia.
- Sala de espera.
- Delegación administrativa.
- Secretaria.

En el pasadizo hay dos centros de carga.

Este banco también abarca el área donde están ubicados los laboratorios:

- Laboratorio de edafología, aquí hay un centro de carga.
- Laboratorio de hidráulica.
- Laboratorio de suelo, aquí hay un centro de carga.
- Aulas número uno y dos del laboratorio de suelos.
- Departamento de construcción, aquí hay un centro de carga.

El banco de 3 transformadores de 75 KVA trifásico está ubicado a la par de la caseta del guarda de seguridad de biomasa lado sur oeste, este banco de transformadores se encuentran identificados con los códigos 54530, 54531, 54532.

El área de la FTC que es alimentada por este banco es:

- Oficina de hidráulica.
- Laboratorio de computación de la FTC.

En cada área hay un centro de carga.

3.2. Tipo de suministro eléctrico

La FTC cuenta con un suministro de energía de la red local de distribución Unión Fenosa. Se encuentra sujeto a la tarifa T-2D MT General Mayor Binomio (no se tuvo acceso a la facturación, pero según entrevistas se conoce que todo el recinto tiene este pliego tarifario, por lo tanto se asume estos datos como la facturación de la FTC). Los datos de la tarifa eléctrica se muestran en la tabla:

Tabla 7. Datos de la tarifa eléctrica de la FTC

Tipo de Tarifa	Aplicación	Tarifa		Cargo por	
		Código	Descripción	Energía (USD ⁸ /kWh)	Potencia (USD/kW-mes)
General Mayor	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos comerciales, oficinas públicas y privadas centro de salud, hospitales, etc.	T-2D	Tarifa binomia sin medición horaria estacional		
			Todos los kWh	0.1788	
			kW de demanda máxima		26.2719

⁸ Tasa de Cambio tomada del Banco Central de Nicaragua a la fecha de elaboración de la auditoria
1 US\$ = 30.4146 (Ver anexo 2)

La tarifa T-2D General Mayor Binomia cobra por la energía eléctrica consumida (kWh) mas la demanda máxima de potencia (kW) registrada en el periodo de facturación. Esta demanda máxima de potencia es la suma de potencia de los equipos operando en un mismo instante de tiempo; el medidor de energía está programado para tomar una lectura de potencia cada 15 minutos y al final del periodo de facturación se toma el valor de potencia más alto registrado en el mes para realizar el cobro por este rubro. Otro parámetro que se cobra es el factor de potencia, este es el valor mediante el cual se mide el aprovechamiento de la energía por el usuario, y si éste es menor que 0.85 se emite una multa, la cual no es un cargo fijo, sino que se calcula en base a los costos por energía y potencia en cada mes de facturación.

3.3. Análisis de Mediciones

Durante el recorrido se procedió a la instalación de un analizador de calidad de energía en el punto que abarca la mayor parte de los consumos de energía de la FTC. Este equipo se instaló el 17 de agosto y se desinstaló el 18 de agosto del año 2017. Se configuró para registrar los principales parámetros eléctricos entre los que se pueden destacar: tensión por fase, tensión entre fases, corriente de línea, potencia activa, reactiva, aparente y factor de potencia. A continuación, se procede presentar los principales hallazgos encontrados.

La siguiente curva de carga se obtuvo durante el período de medición.

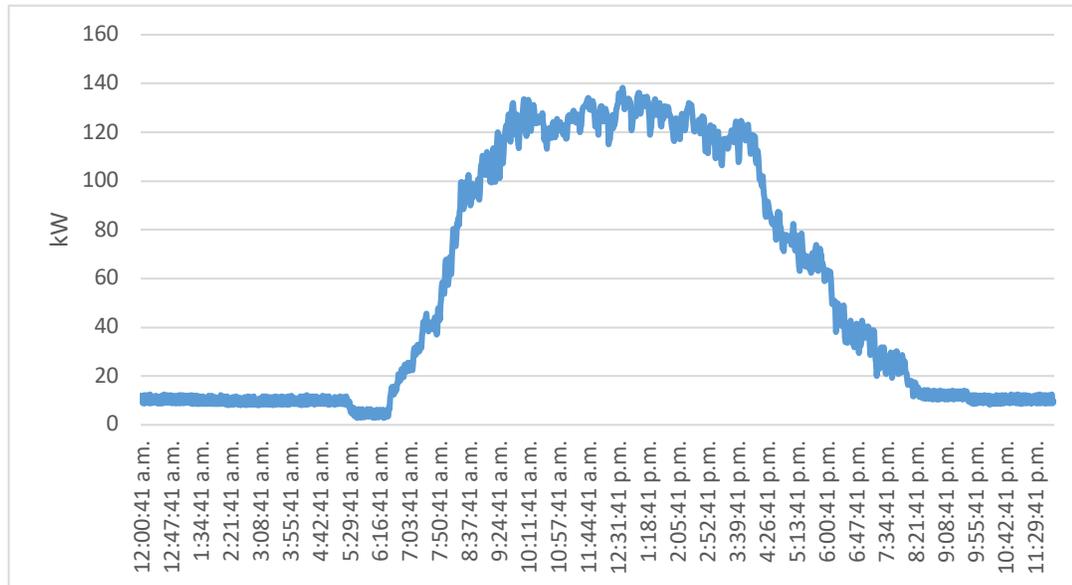


Gráfico 3. Curva de carga de la FTC.

De la ilustración previa se concluye que el comportamiento de energía de la FTC en un día típico de trabajo es el siguiente:

- Durante el inicio de operaciones, alrededor de las 7 a.m. se registra el primer consumo de energía con una capacidad de operación de equipos que suman una demanda inferior a 20 kW. Se evidencia que prácticamente todos los equipos son encendidos a este período.
- Conforme avanza la mañana, paulatinamente se van adicionando consumidores hasta obtener una demanda de energía de aproximadamente 120 kW a las 10:00 am.
- A partir de las 10:00 am, hasta aproximadamente las 3:30 pm se puede observar un comportamiento uniforme con picos máximos de aproximadamente 138 kW.
- Luego se obtiene un comportamiento de la demanda similar al tiempo matutino, es decir, con una demanda entre a los 100 kW y 40 kW, esto es así hasta aproximadamente las 7:00 pm.

- A partir de las 7:00 pm, se observan picos de demanda con valores registrados entre los 40 kW y los 13 kW, esto se mantiene hasta la hora de finalización de las labores académicas (aproximadamente a las 8:45 pm).
- Una vez finalizada la jornada académica y administrativa, se registra durante las horas nocturnas una demanda de energía que es inferior a los 10 kW esta demanda se mantiene hasta el inicio de labores del día siguiente, en donde el ciclo se repite nuevamente.

Una vez identificado el comportamiento de la demanda de energía se determina el comportamiento del consumo de energía, para ello se hace uso de la curva monótona de potencias, la cual se representa en la siguiente ilustración:

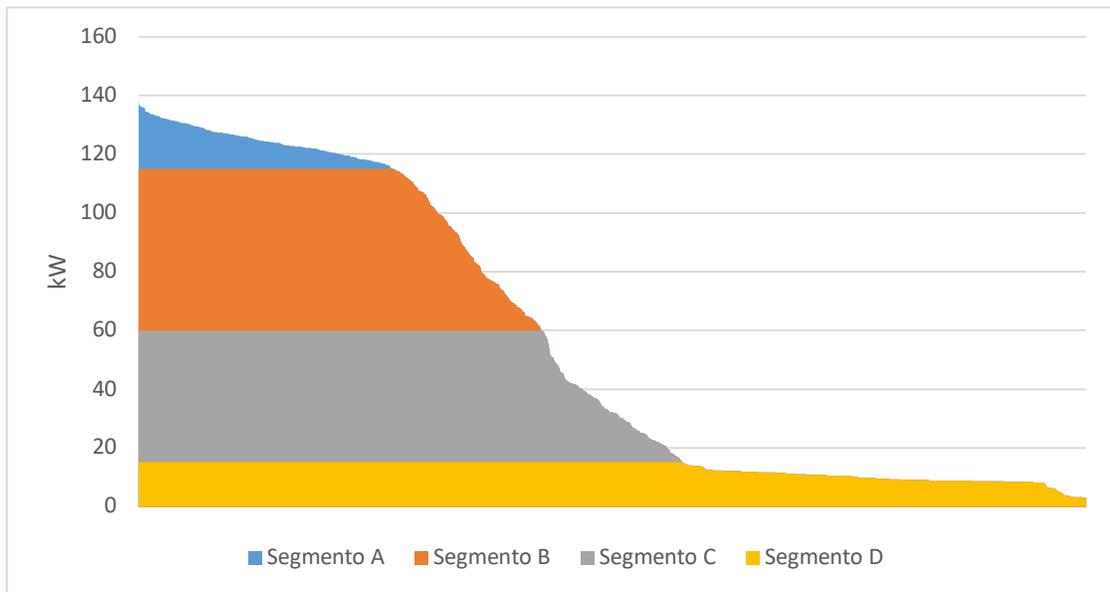


Gráfico 4. Curva monótona de la FTC.

De la ilustración anterior se obtienen los siguientes comentarios:

- El segmento A representa el tiempo pico de las operaciones, es de aproximadamente 6.5 h y representa el 27% de las mediciones, con una demanda de energía promedio de 125 kW, según la curva de carga este segmento se da entre las 10:00 am y 3:30 pm de cada día.

- El segmento B, es el tiempo normal de operación de los equipos, representa el 16% de las mediciones que equivale a 4 h al día con una demanda de energía promedio de 88 kW, según la curva de carga este segmento corresponde entre las 7:30 am y las 9:30 am y se repite entre las 4:30 pm y las 6:30 pm de cada día.
- El segmento C, representa el consumo de energía registrado durante el inicio y fin de labores, representa el 15% de las mediciones y equivale a 3.5 h al día con una demanda de energía de 33 kW.
- El segmento D, representa el consumo de energía fuera de labores, es decir, durante horas nocturnas (de 9:00 pm a 7:00 am) representa el 43% de las mediciones equivalentes a 10 h al día con una demanda de energía de 10 kW.

La suma del consumo de energía de estos segmentos da como resultado el consumo de energía diario equivalente a 1,376 kWh al día. Tomando en cuenta que la facultad opera 26 días al mes y que tomaremos una tolerancia del 15% debido a las posibles variaciones en el consumo diario, el consumo mensual de este edificio es de 41,142 kWh/mensuales. Se utilizó esta tolerancia del 15% dado que las mediciones fueron en un lapso de 24 horas. En caso de haberse medido el mes completo no se usaría esta tolerancia debido a que obtendríamos el valor real.

Para estimar el costo de operación del edificio, se procedió a realizar una simulación tarifaria. Para esto se tomó en cuenta los valores de consumo y demanda de energía resultantes del análisis anterior y los costos fueron tomados de la tabla 8. Los resultados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 8. Simulación del importe facturado.

Parámetro	Valor	Unidad
Demanda	26.2719	USD/kW/mes
Consumo	0.1788	USD/kWh/mes
Demanda máxima	138.27	kW
Consumo mensual	41,142.40	kWh
Importe total	10,988.95	USD/mes

De la tabla anterior se obtiene que el consumo de energía equivale aproximadamente USD 10,989 mensuales y tomando en cuenta que el consumo de energía es de 41,142 kWh/mes se obtiene la línea base del edificio, el cual se presenta en la tabla 9, dicha tabla muestra que por cada kWh consumido por el edificio se pagan USD 0.2671, este valor va a ser utilizado para realizar los cálculos de costo de operación de las tecnologías.

Tabla 9. Línea base y su consumo de energía.

Rubro energético	Consumo de energía	Importe facturado	Emisiones	Lineamiento
	kWh/mes	USD	tCO ₂ eq/mes	USD/kWh
Electricidad	41,142	10,989	195.014976	0.2671

3.4. Censo de carga

Se realizó un censo de carga en la FTC y se procedió a realizar los análisis de demanda de potencia de equipos eléctricos, esto con el fin de contabilizar los equipos consumidores, y verificar las condiciones de operación de los equipos y de esta manera establecer medidas de ahorro energético. Posteriormente se realizaron tablas para presentar la contabilidad y gráficos para los balances de potencia y consumo de energía de cada uno de los sistemas en estudio.

Tabla 10. Censo de equipos consumidores

Tipo	Equipos	Cantidad
Climatización	aires acondicionados	40
Equipos ofimáticos	CPU	130
	monitores	128
	baterías	67
	estabilizador	28
	impresoras	28
	cafeteras	12
	abanico	2
	scanner	2
	oasis	1
	laptop	7
	proyector	2
	tv	2
	teatro en casa	2
	router	2
switch	2	
refrigeradora	1	
Iluminación		293
Equipos de laboratorio		13

3.5. Consumidores de energía

3.5.1. Sistema de climatización

Los sistemas de aire acondicionado conforman el 59 % del consumo eléctrico en la FTC (ver acápite 3.5.5), siendo uno de los aspectos valorados más importantes para ahorrar energía. La capacidad de los equipos de climatización en la FTC varía según el espacio a climatizar como se muestra en el gráfico 5, aquí se muestran las cantidades de equipos de aire acondicionados instalados según su capacidad en BTU/h, correspondientes a 5 unidades de 12,000 BTU/h, 9 unidades de 18,000 BTU/h, 11 unidades de 24,000 BTU/h, 10 unidades de 36,000 BTU/h, 6 unidades de 48,000 BTU/h y 9 unidades de 60,000 BTU/h para un total de 50

unidades instaladas, pero de las cuales solo 40 están en operación, quedando 10 completamente fuera de servicio.

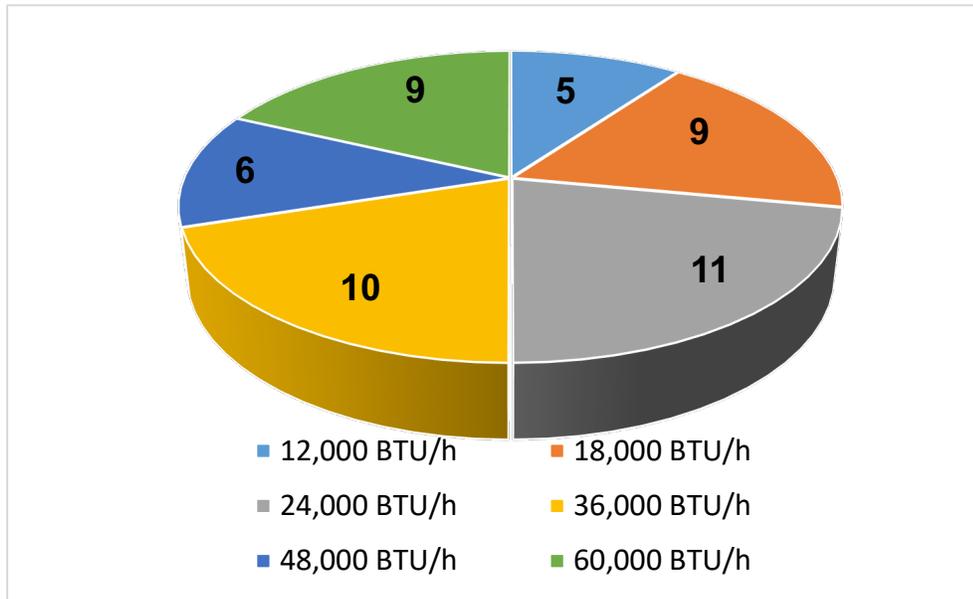


Gráfico 5. Capacidad de los equipos de climatización.

En el recorrido de campo que se hizo se observó que existen unidades de aire acondicionado que ya no poseen aislantes en sus tuberías, también óxido en una o varias partes, influyendo esto en su desempeño y afectando así su eficiencia (Ver anexo 14).

Para obtener la potencia de cada equipo de climatización se midió el voltaje y la intensidad de corriente con el multímetro, y se prosiguió a utilizar la siguiente ecuación:

$$P_d = \frac{V \times I \times FP}{1000}$$

Ecuación 9. Cálculo de la demanda de potencia

Donde:

P_d : Potencia demandada (kilowatts, kW)

V: Voltaje registrado por el multímetro (voltios, V)

I: Corriente consumida, mostrada por el multímetro (amperios, A)

F.P: Factor de Potencia tomado de cada unidad individualmente utilizando un poder clamp.

Consumo en equipos de climatización

Para obtener el consumo de los equipos de climatización se realizaron mediciones de voltaje y corriente con el multímetro, de igual manera se consultó con las horas de operación de cada equipo a través de entrevistas obteniendo como resultado que la mayoría de estos equipos trabajan sin parar aproximadamente desde las 7:00 am hasta aproximadamente las 5:00 pm posteriormente se procedió a realizar el cálculo a como se muestra en la ecuación:

$$C_e = P_a * t * FU$$

Ecuación 10. Cálculo del consumo eléctrico

Donde:

C_e = Consumo Eléctrico (kW/h)

P_a = Demanda de Potencia (KW)

t = Horas de operación del equipo (h)

FU: Factor de uso.

Tabla 11. Consumo por sistema de climatización y su clasificación según la NTON 10 017 – 09.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Horas de Uso (mes)	FU	Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	EER/SEER	Clasificación NTON 10 017 – 09.
Laboratorio de Computación	60,000	216	0.9	6.33	1231	14,773	9.47/10.52	C
Departamento de Estructuras	24,000	216	0.8	2.16	373	4,479	11.11/12.34	B
	36,000	216	0.8	2.97	513	6,162	12.11/13.45	B
	18,000	216	0.8	2.44	422	5,062	7.37/8.18	fuera de rango
	36,000	216	0.8	3.95	682	8,186	9.12/10.13	C
	36,000	216	0.8	1.51	261	3,137	23.80/26.44	A
	18,000	216	0.8	1.49	258	3,094	12.06/13.4	B
Sala de Computo	60,000	216	0.8	7.23	1248	14,982	8.30/9.22	fuera de rango
	60,000	216	0.8	6.16	1064	12,766	9.75/10.83	C
Centro de Documentación	60,000	216	0.9	7.61	1480	17,758	7.88/8.75	fuera de rango
Laboratorio de Edafología	60,000	216	0.9	6.33	1231	14,773	9.47/10.52	C
Departamento de Agrícola	36,000	216	0.8	3.58	619	7,429	10.05/11.16	C
	24,000	216	0.8	2.09	361	4,329	11.50/12.77	C
	36,000	216	0.8	3.07	530	6,361	11.74/13.04	B
Sala de Maestrías	48,000	216	0.7	3.82	577	6,930	12.57/13.96	A
	60,000	216	0.7	4.2	635	7,620	14.29/15.87	A
Sala de Dibujo	48,000	216	0.8	4.43	766	9,188	10.83/12.03	C
Coordinación	36,000	216	0.9	3.24	630	7,559	11.11/12.34	B
Departamento de Vías de Transporte	24,000	216	0.7	2.19	332	3,978	10.95/12.16	B
	18,000	216	0.7	6.33	958	11,490	2.84/3.15	fuera de rango
	24,000	216	0.7	2.07	313	3,756	11.59/12.87	B
Aula de Clases no. 1	60,000	216	0.9	7.62	1480	17,765	7.88/8.75	fuera de rango

Aula de Clases no. 2	48,000	216	0.9	4.68	910	10,923	10.25/11.38	C
Facultad de Tecnología de la Construcción - Decanatura	36,000	216	0.7	3.5	530	6,357	10.28/11.42	C
	12,000	216	0.7	1.11	167	2,010	10.83/12.03	B
	12,000	216	0.7	1.15	173	2,079	10.47/11.63	B
	12,000	216	0.7	1.05	158	1,902	11.45/12.72	B
	24,000	216	0.7	2.49	376	4,513	9.65/10.72	B
	36,000	216	0.7	2.54	383	4,602	14.19/15.76	A
Departamento de Construcción	18,000	216	0.7	1.22	185	2,217	14.73/16.36	A
	18,000	216	0.7	1.95	295	3,543	9.22/10.24	C
	18,000	216	0.7	2.42	366	4,387	7.44/8.26	fuera de rango
	18,000	216	0.7	2.31	350	4,194	7.79/8.65	fuera de rango
	18,000	216	0.7	2.39	361	4,336	7.53/8.36	fuera de rango
	18,000	216	0.7	1.58	239	2,867	11.39/12.65	B
Laboratorio de Hidráulica	36,000	216	0.9	2.67	520	6,236	13.47/14.96	A
	36,000	216	0.9	2.7	526	6,308	13.31/14.78	A
Departamento de Hidráulica (Oficinas)	18,000	216	0.7	1.7	257	3,081	10.60/11.77	B
	18,000	216	0.7	1.48	223	2,679	12.19/13.54	B
	18,000	216	0.7	1.76	267	3,199	10.21/11.34	B
Aulas del Laboratorio de suelos	60,000	216	0.6	4.93	639	7,667	12.17/13.52	B
Total				134.45	22,889	274,677		

En la tabla anterior se tiene valores detallados de cada aire acondicionado, obtenidos a través del censo, con el propósito de conocer la eficiencia de los equipos de climatización. La nueva norma NTON 10 017 - 09 aprobada el 20 de Noviembre del 2009 (unidades de ventana, dividido y paquete) clasifica cada uno haciendo una relación entre su eficiencia energética (EER) y su capacidad (BTU/h). Y sugiere rangos de eficiencia energética para los equipos como se detallan en el anexo 10. Se señalizó en color rojo los equipo que no son eficientes

respecto a la norma de lo cual se obtuvieron 10 unidades en el rango C y 8 que ni siquiera alcanzaron el rango C por lo cual quedan fuera de rango⁹. Siendo la sustitución de estas unidades una excelente opción de mejora. Se propone sustituirlos por aires acondicionados más eficientes preferiblemente con un SEER 16 o 18.

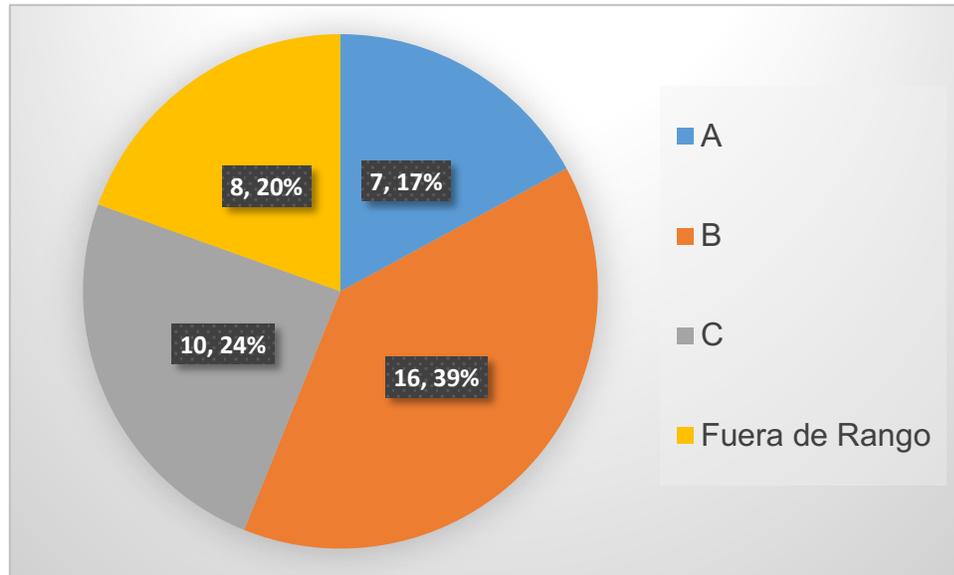


Gráfico 6. Clasificación de eficiencia de los aires acondicionados.

El gráfico muestra que 44% de las unidades de aire acondicionado que corresponde a 18 unidades se encuentra con baja eficiencia, por lo que se deberá sustituir de inmediato por unidades de menor consumo y de mayor eficiencia, lo que permitiría una reducción en el consumo de energía. El restante 56% de las unidades se encuentra en las clasificaciones A y B lo cual indica que presentan una eficiencia aceptable.

Para el cálculo de la eficiencia de las unidades de aire acondicionado se determinó tal y como lo muestra la ecuación.

⁹ La norma nicaragüense NTON 10 017 – 09 clasifica los aires acondicionados en A, B y C. Siendo A el más eficiente y C el menos eficiente, pero existen unidades aún por debajo de C quedando fuera de rango por ende son aún menos eficientes.

$$SEER = \frac{EER}{0.9}$$

Ecuación 11. Cálculo del SEER

$$EER = \frac{Q_{CE}}{P_E}$$

Ecuación 12. Cálculo del EER

Donde:

SEER = Seasonal energy efficiency ratio

EER = Energy Efficiency Ratio

Q_{CE} = Potencia de enfriamiento estacional en BTU/h

P_E = Potencia eléctrica consumida por el equipo (W)

3.5.2. Sistema de Iluminación.

Tipos de lámparas instaladas en el recinto

El tipo de lámparas que componen en su totalidad la FTC es la fluorescentes T12 40 watt y utilizan actualmente balastos electrónico, lo cual puede significar una oportunidad de ahorro al proponer la sustitución de estas por lámparas LED de igual balastro.

La Demanda eléctrica del sistema de iluminación fue determinada por la siguiente ecuación:

$$D_e = (L_T - L_{NF}) P_L F_B$$

Ecuación 13. Cálculo de demanda eléctrica en iluminación

Dónde:

De: Demanda eléctrica kW

LT: Número de lámparas totales

LNF: Número de lámparas que no funcionan

PL: Potencia por lámpara en kW

FBI: Factor de balastro. Cabe señalar que el factor de balastro para lámparas incandescentes, fluorescentes compactas y de encendido rápido es 1, para las lámparas fluorescentes tubulares es de 1.25.

Consumo eléctrico por sistemas de iluminación

El consumo eléctrico del sistema de iluminación fue determinado por la siguiente ecuación:

$$C_e = (L_T - L_{NF})P_L F_B t$$

Ecuación 14. Cálculo de consumo eléctrico en iluminación.

Dónde:

Ce: Consumo eléctrico kW/h

LT: Numero de Lámparas totales

LNF: Numero de lámparas que no funcionan

PL: Potencia por lámpara en KW

Fb: Factor de balastro.

t: tiempo promedio de uso de las lámparas diario.

Niveles de iluminación

Para conocer el nivel de iluminación promedio que se tiene en las áreas de interés del recinto, se procedió a realizar mediciones de iluminancia con el luxómetro en cada uno de los puestos de trabajo, así como también lugares de paso como pasillos y gradas en la tabla 11 se muestra la iluminación promedio medida con el

luxómetro en oficinas, laboratorios, aulas de clase y zonas de paso y se compara con la iluminación mínima recomendada en Nicaragua¹⁰:

Tabla 12. Resultados generales de iluminación por zonas

Lugar	Iluminación promedio	Iluminación recomendada
Oficinas	140.91	300
Laboratorios	225.14	750
Aulas de clases	260.43	300
Zonas de paso	126.08	50

Como podrá observarse en la tabla los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas presentadas se encuentran por debajo del nivel recomendado en el compendio de resoluciones y normativas de higiene y seguridad del trabajo, (Ver anexo 8) a excepción de las zonas de paso, por lo que se deberá realizar un análisis en cuanto a la sustitución eficiente de equipos de iluminación para mejorar el confort visual de las personas que laboran y estudian en la FTC y de igual manera procurando el ahorro energético.

La demanda de potencia y el consumo eléctrico del sistema de iluminación se obtuvo del censo de carga y las mediciones necesarias que se realizaron en las instalaciones de la facultad.

En el siguiente gráfico se refleja el consumo de energía mensual en kW/h en sistema de iluminación:

¹⁰ Ver anexo 8. Regulaciones del ministerio del trabajo de la republica de Nicaragua correspondiente a iluminación artificial.

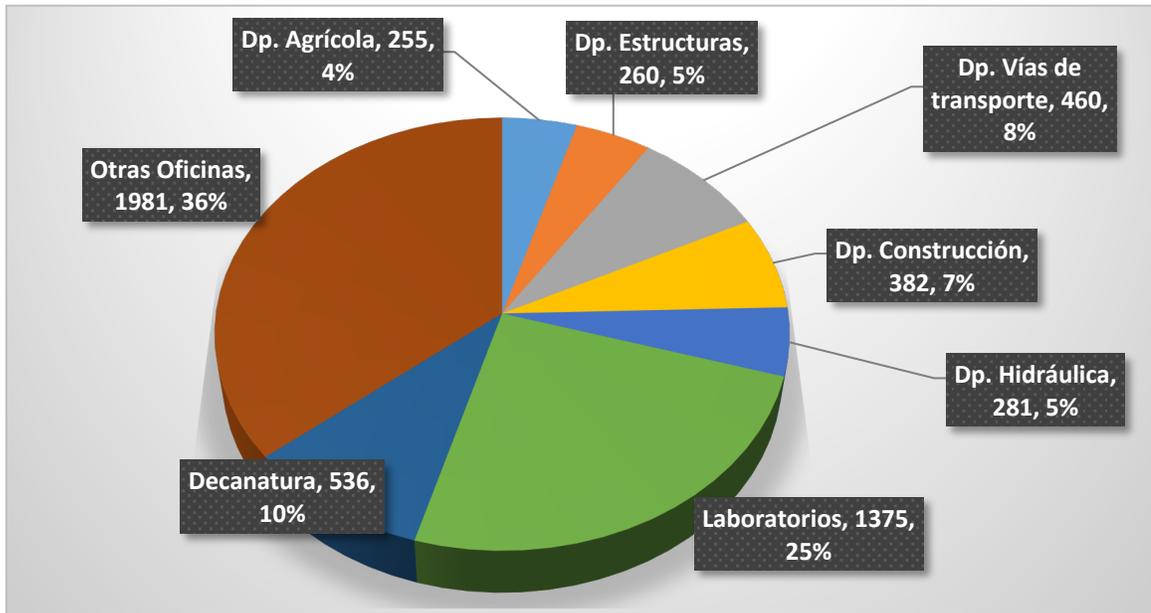


Gráfico 7: Consumo por sistema de iluminación en kW/h.

El gráfico 7 muestra el consumo de energía eléctrica en kW/h de cada área de la FTC. Donde el 36% consumido lo abarca “Otras oficinas” comprendido por: Centro de documentación, sala de cómputo, sala de dibujo, sala de maestría etc. Los Laboratorios consumen un 25% del total, por su parte las otras áreas consumen menos del 10%. El total de energía consumida en iluminación es de 5,530 kW/h al mes. Para mayor detalle, ver anexo 7.

3.5.3. Equipos ofimáticos

Clasificación de los equipos ofimáticos.

Se clasificaron los equipos ofimáticos y se obtuvo lo siguiente: Computadoras, impresoras, fotocopidora, cafeteras, baterías estabilizadoras de corriente, escáner, entre otros.

La facultad contienen 130 computadoras, 28 impresoras de diversos tipos y capacidades, de igual manera contiene 67 baterías, 28 estabilizadores, 12 cafeteras entre otras cosas.

Para el cálculo de la demanda para equipos ofimáticos se plantea lo siguiente:

$$D_e = \frac{V * I}{1000}$$

Ecuación 15. Cálculo de la demanda de equipos ofimáticos.

Donde:

De = Demanda Eléctrica (kW)

V = Voltaje medido con el Multímetro (voltios, V)

I = Amperaje medido con el Amperímetro (amperios, A).

Consumo por Equipos Ofimáticos

Para el cálculo del consumo para equipos Ofimáticos se plantea lo siguiente.

$$D_e = \frac{V * I * t}{1000}$$

Ecuación 16. Cálculo consumo equipos ofimáticos.

Donde:

De = Consumo eléctrico (kW/h)

V = Voltaje medido con el multímetro (Voltios, V)

I = Amperaje medido con el amperímetro (Amperios, A).

t = Horas de operación del equipo (horas).

El consumo por cada clasificación de los equipos ofimáticos se muestra en el gráfico 8.

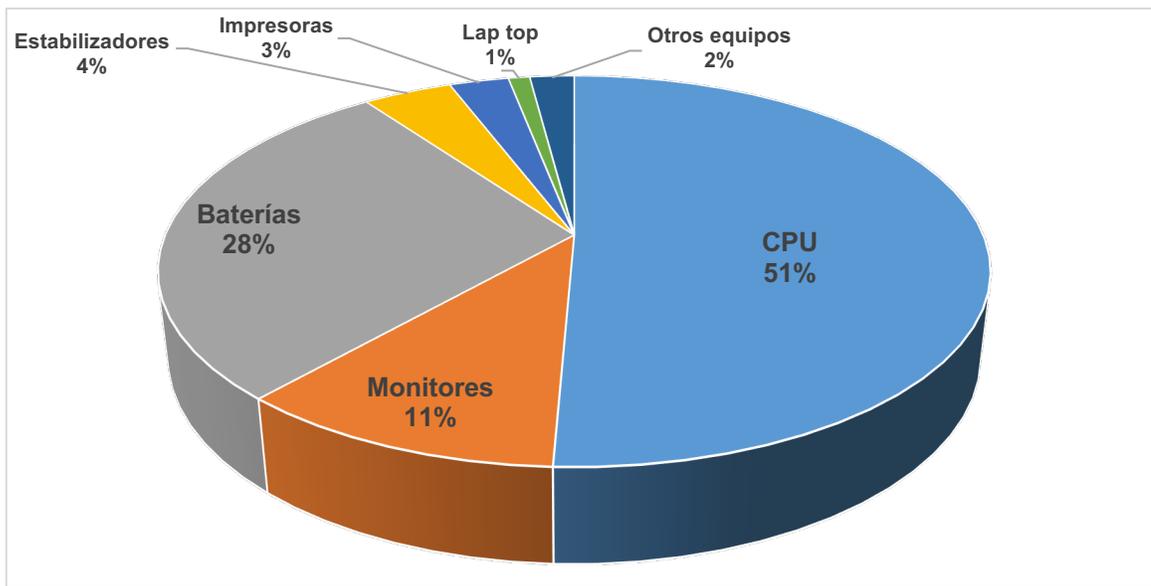


Gráfico 8. Consumo de energía por cada tipo de equipo Ofimático.

En el gráfico se observa claramente que las computadoras son las que más consumen con el 62 % donde podemos detectar oportunidades de ahorro, por ejemplo muchas de las computadoras no tienen activado el modo de ahorro de energía. Éste consiste en la protección de la pantalla una vez pasado cierta cantidad de tiempo sin utilizar la computadora, por lo cual el CPU entra en un modo de inactividad. En este estado la computadora tiende a reducir su consumo eléctrico en un 50%.

También podemos observar que el 3% del consumo corresponde a impresoras, el 28% a las baterías, 4% a estabilizadores, 1% a laptops, 2% a otros equipos en los cuales se incluyen cafeteras, televisores, grabadoras etc.

En el siguiente gráfico se refleja el consumo de energía mensual en kW/h en equipos ofimáticos:

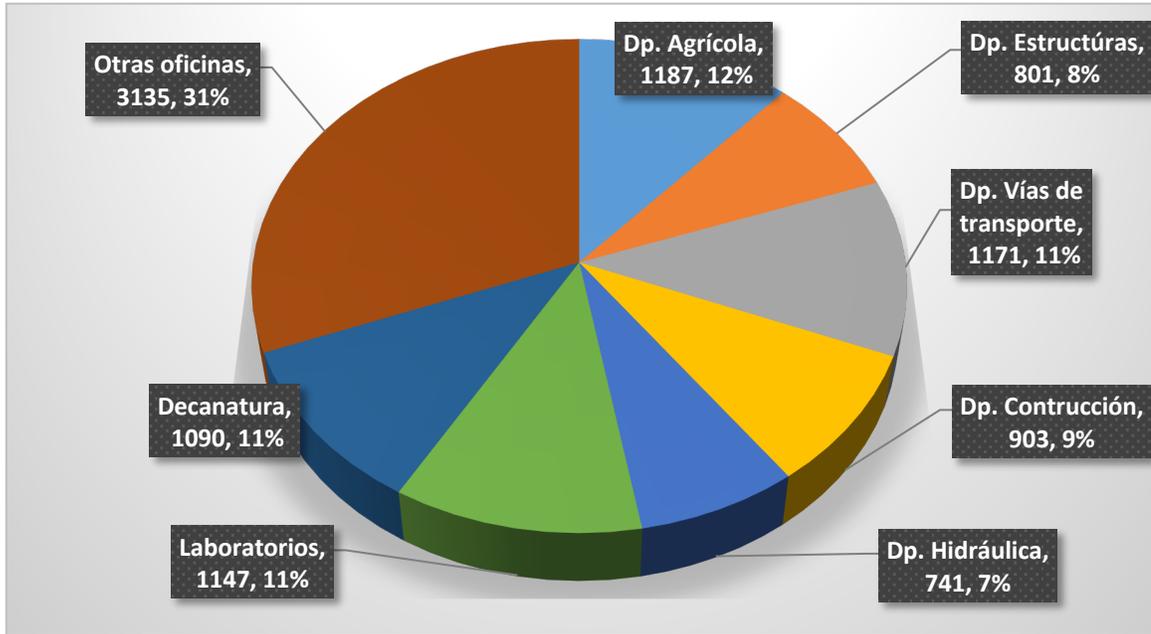


Gráfico 9: Consumo de energía por equipos ofimáticos en kW/h.

El gráfico 9 muestra que el mayor consumidor de energía por equipos ofimáticos es “otras oficinas” porque en él se encuentran: la sala de cómputo, centro de documentación, sala de maestrías entre otras oficinas. Luego sigue el departamento de agrícola con un 12%. Con el 11% está la decanatura, los laboratorios y el departamento de vías de transporte, el departamento de la construcción consume un 9%, el departamento de estructuras un 8% y finalmente el departamento de hidráulica consume el 7% del total que son 10,174 kW/h en el mes.

3.5.4. Equipos de Laboratorio

Para el cálculo del consumo de equipos de laboratorio tenemos lo siguiente:

$$C_e = \frac{V * I * t}{1000}$$

Ecuación 17. Cálculo de consumo eléctrico

Donde:

C_e = Consumo Eléctrico (Kwh)

V = Voltaje medido con el Multímetro (Voltios, V)

I = Amperaje medido con el Amperímetro (Amperios, A).

t = Horas de Operación del Equipo.

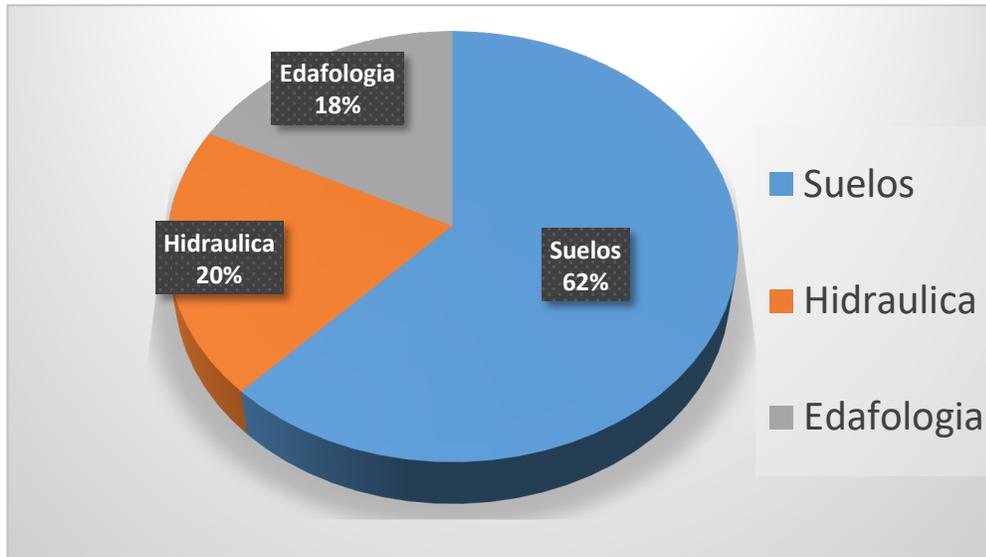


Gráfico 10. Porcentaje del consumo de equipos de laboratorio

En el gráfico se muestra que el laboratorio de suelos se presenta un 62% en cuanto a consumo de energía, por presentar mayor cantidad de equipos, así como de mayor potencia. Los laboratorios de hidráulica y edafología presentan 20% y 18% respectivamente por presentar menor cantidad de equipos con menores potencias.

3.5.5. Balance de energía

El balance de energía eléctrica es la identificación y cuantificación de los consumos de cada área a la que se someterá a una auditoría. A partir del balance se analiza cómo se está utilizando la energía y se elaboran medidas de ahorro con el objetivo de incrementar la eficiencia del uso de la energía, a partir de estos datos podrán tomarse las decisiones de inversión que se consideren rentables.

En el siguiente grafico se presenta la distribución del consumo de energía anual correspondiente a 493,704 kWh/año¹¹:

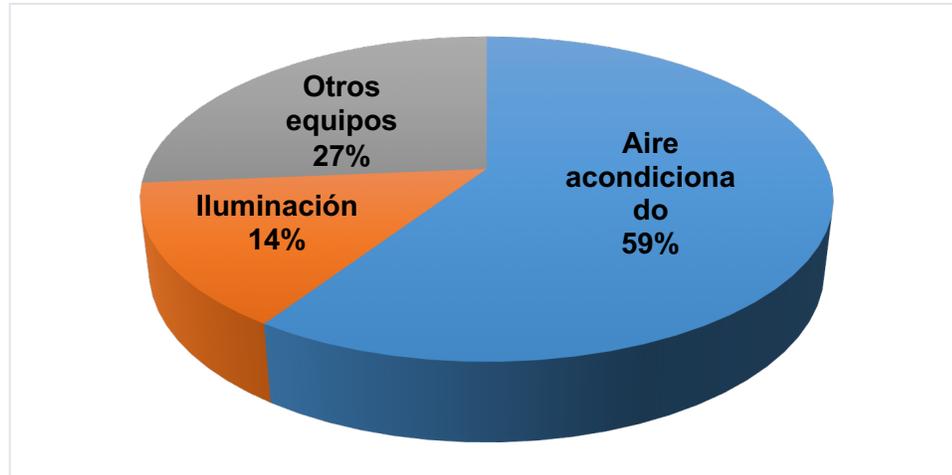


Gráfico 11. Porcentaje del consumo de energía en la FTC

El gráfico 11 muestra que el mayor consumo de energía se presenta en los equipos de aire acondicionado con un 59 %, en la clasificación de otros equipos observamos un 27%, y en iluminación observamos un 14%. Siendo estas clasificaciones las atacadas para solventar el problema de alto consumo de energía.

¹¹ Correspondiente a 41,142 kWh/mes tomado de los resultados del analizador de redes (ver acapite 3.3) multiplicado por 12 meses

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA.

Luego de presentar y analizar la situación actual de los edificios del recinto en estudio, se identificaron ciertas acciones que se consideran oportunidades de ahorro, las cuales están dirigidas a la reducción de la demanda de potencia eléctrica, energía eléctrica y los gases de efecto invernadero. A continuación se presentan cada una de las oportunidades de ahorro encontradas:

4.1. MEE 01. Sustitución de los equipos de climatización que no cumplen con la NTON 10 017 – 09 por equipos que si la cumplen.

Caso actual: El sistema de climatización de la FTC representa el 59% del total del consumo de energía de la facultad, por ende es uno de los aspectos mas importantes a mejorar. Todas las unidades ubicadas en esta facultad son unidades split y 18 de ellas no cumplen con la NTON 10 017 – 09 y equivalen al 44% de las unidades en operación, es por ello que se propone la sustitución de dichas unidades. La siguiente tabla muestra las unidades propuestas a ser sustituidas.

Tabla 13. Unidades de aire acondicionado que no cumplen con la norma NTON 10 017- 09.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Potencia (kW)	EER/SEER	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Laboratorio de Computación	60,000	6.33	9.47/10.52	1231	14,773
Departamento de Estructuras	18,000	2.44	7.37/8.18	422	5,062
	36,000	3.95	9.12/10.13	682	8,186
Sala de Cómputo	60,000	7.23	8.30/9.22	1248	14,982
	60,000	6.16	9.75/10.83	1064	12,766
Centro de Documentación	60,000	7.61	7.88/8.75	1480	17,758
Laboratorio de Edafología	60,000	6.33	9.47/10.52	1231	14,773

Departamento de Agrícola	36,000	3.58	10.05/11.16	619	7,429
	24,000	2.09	11.50/12.77	361	4,329
Sala de Dibujo	48,000	4.43	10.83/12.03	766	9,188
Departamento de Vías de Transporte	18,000	6.33	2.84/3.15	958	11,490
Aula de Clases no. 1	60,000	7.62	7.88/8.75	1480	17,765
Aula de Clases no. 2	48,000	4.68	10.25/11.38	910	10,923
Decanatura	36,000	3.5	10.28/11.42	530	6,357
Departamento de Construcción	18,000	0.7	9.22/10.24	295	3,543
	18,000	2.42	7.44/8.26	366	4,387
	18,000	2.31	7.79/8.65	350	4,194
	18,000	2.39	7.53/8.36	361	4,336
Total				14,354	172,241

Caso propuesto: Se propone sustituir las unidades de climatización descritas en la tabla anterior por unidades de la misma capacidad, pero con un SEER 18 (equivalente a un EER de 16.2). En la siguiente tabla se muestra el comportamiento energético propuesto por la sustitución de estas unidades.

Tabla 14. Reemplazo de unidades que no cumplieron con la norma NTON 10 017- 09 por unidades que si cumplen.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Potencia (kW)	EER/SEER	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Laboratorio de Computación	60,000	3.7	16.2/18	719.28	8,631
Departamento de Estructuras	18,000	1.11	16.2/18	191.808	2,302
	36,000	2.22	16.2/18	383.616	4,603
Sala de Computo	60,000	3.7	16.2/18	639.36	7,672
	60,000	3.7	16.2/18	639.36	7,672
Centro de Documentación	60,000	3.7	16.2/18	720	8,640
Laboratorio de Edafología	60,000	3.7	16.2/18	719.28	8,631
Departamento de Agrícola	36,000	2.22	16.2/18	383.616	4,603
	24,000	1.48	16.2/18	255.744	3,069

Sala de Dibujo	48,000	4.43	16.2/18	765.504	9,186
Departamento de Vías de Transporte	18,000	1.11	16.2/18	167.832	2,014
Aula de Clases no. 1	60,000	3.7	16.2/18	719.28	8,631
Aula de Clases no. 2	48,000	2.96	16.2/18	575.424	6,905
Decanatura	36,000	2.22	16.2/18	335.664	4,028
Departamento de Construcción	18,000	1.11	16.2/18	167.832	2,014
	18,000	1.11	16.2/18	167.832	2,014
	18,000	1.11	16.2/18	167.832	2,014
	18,000	1.11	16.2/18	167.832	2,014
Total				8,646	94,643

Ahorro energético: La sustitución de las unidades con baja eficiencia por unidades más eficientes generará una disminución en el consumo de energía equivalente a 77,598 kWh/año lo que representa el 16% del consumo energético total actual.

Ambiental¹²: Debido a la disminución del consumo de energía se reducirá las emisiones de CO₂ al ambiente y corresponden aproximadamente a 36.7 t CO₂eq anuales.

Económicos: Esta sustitución generará ahorros económicos equivalentes a USD 20,726 anuales, para ello se requiere una inversión de USD 26,943¹³ por lo que se recuperará en 1 año y 3 meses aproximadamente.

¹² El factor de emisión utilizado es de 0.474 según la Agencia Internacional de la Energía EIA por sus siglas en ingles.

¹³ Ver anexo 10, cotizaciones.

4.2. MEE 02. Instalar sensores de corte programables en todos los aires acondicionados.

Caso actual: A través de entrevistas realizadas en el recorrido que se hizo por todas las áreas de la FTC se obtuvo que las unidades de aire acondicionado operaban sin parar de 8:00 am a 5:00 pm en la mayoría de los casos. Obteniendo un total de 2,592 horas aproximadamente.

Caso propuesto: Se propone instalar sensores de corte programado a cada una de las unidades, obteniendo en el periodo del almuerzo 1 hora de apagado total de las unidades, reduciendo el tiempo de uso a 2,280 horas al año. Y garantizando así que todas las unidades queden apagadas en el periodo nocturno (de 9:00 P.M. a 7:00 A.M).

Tabla 15. Comportamiento de los aires con sensores de corte programables instalados.

Lugar	Capacidad	Horas de Uso (mes)	FU	Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Laboratorio de Computación	60,000	190	0.90	6.3	1,083	12,995
Departamento de Estructuras	24,000	190	0.80	2.2	328	3,940
	36,000	190	0.80	3.0	452	5,420
	18,000	190	0.80	2.4	371	4,453
	36,000	190	0.80	3.9	600	7,201
	36,000	190	0.80	1.5	230	2,759
	18,000	190	0.80	1.5	227	2,722
Sala de Computo	60,000	190	0.80	7.2	1,098	13,178
	60,000	190	0.80	6.2	936	11,229
Centro de Documentación	60,000	190	0.90	7.6	1,302	15,620
Laboratorio de Edafología	60,000	190	0.90	6.3	1,083	12,995

Departamento de Agrícola	36,000	190	0.80	3.6	545	6,535
	24,000	190	0.80	2.1	317	3,808
	36,000	190	0.80	3.1	466	5,595
Sala de Maestrías	48,000	190	0.70	3.8	508	6,096
	60,000	190	0.70	4.2	559	6,702
Sala de Dibujo	48,000	190	0.80	4.4	673	8,082
Coordinación	36,000	190	0.90	3.2	554	6,649
Departamento de Vías de Transporte	24,000	190	0.70	2.2	292	3,500
	18,000	190	0.70	6.3	842	10,107
	24,000	190	0.70	2.1	275	3,304
Aula de Clases no. 1	60,000	190	0.90	7.6	1,302	15,626
Aula de Clases no. 2	48,000	190	0.90	4.7	801	9,608
Decanatura	36,000	190	0.70	3.5	466	5,592
	12,000	190	0.70	1.1	147	1,768
	12,000	190	0.70	1.1	152	1,829
	12,000	190	0.70	1.0	139	1,673
	24,000	190	0.70	2.5	331	3,970
	36,000	190	0.70	2.5	337	4,048
Departamento de Construcción	18,000	190	0.70	1.2	162	1,950
	18,000	190	0.70	2.0	260	3,117
	18,000	190	0.70	2.4	322	3,859
	18,000	190	0.70	2.3	307	3,689
	18,000	190	0.70	2.4	318	3,814
	18,000	190	0.70	1.6	210	2,522
Laboratorio de Hidráulica	36,000	190	0.90	2.7	457	5,486
	36,000	190	0.90	2.7	462	5,549
Departamento de Hidráulica (Oficinas)	18,000	190	0.70	1.7	226	2,710
	18,000	190	0.70	1.5	196	2,357
	18,000	190	0.70	1.8	234	2,814
Aulas del Laboratorio De suelos	60,000	190	0.60	4.9	562	6,744
Total					20,135	241,615

Ahorro energético: No usar los aires acondicionados en la hora del almuerzo trae como consecuencia un ahorro de 33,063 kW/h de energía eléctrica que corresponden al 7% del consumo de energía total.

Ahorro ambiental: Debido a la disminución del consumo de energía se reducirá las emisiones de CO₂ al ambiente y corresponden aproximadamente a 15.6 t CO₂eq anuales.

Ahorro económico: Esta acción requiere una inversión de USD 1,600¹⁴ que se recuperarán en 2 meses aproximadamente, y así generará ahorros económicos equivalentes a USD 8,831 anuales.

4.3. MEE 03. Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt.

Caso actual: El sistema de iluminación de la FTC es del tipo T12 2x40 W y balastro electrónico (2,500 lum). El consumo de energía por iluminación es de 66,362 kWh/año.

Tabla 16: Resumen de la situación actual en la FTC con luminarias tipo T12 2x40 W.

Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	FB	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Departamento de Agrícola	15	40	2x1	1.25	260	0.7	1.5	273	3,276
Departamento Estructuras	16	40	2x1	1.25	260	0.7	1.6	291.2	3,494.4
Departamento de Vías de transporte	25	40	2x1	1.25	260	0.6	2.5	390	4,680
Departamento de Construcción	21	40	2x1	1.25	260	0.6	2.1	327.6	3,931.2

¹⁴ Ver anexo 10. Cotizaciones.

Departamento de Hidráulica y medio ambiente	17	40	2x1	1.25	260	0.6	1.7	265.2	3,182.4
Laboratorios	68	40	2x1	1.25	260	0.6	6.8	1060.8	12,729.6
Decanatura	30	40	2x1	1.25	260	0.7	3	546	6,552
Otras oficinas	101	40	2x1	1.25	260	0.7	10.1	1838.2	22,058.4

Caso propuesto: Se propone sustituir las luminarias tipo T12 de 40 W por luminarias Led tipo T8 (2,700 lum) con una potencia de 17 W por tubo, conservando el arreglo de 2x17 W, para una potencia de 34 W por luminaria.

Tabla 17. Sustitución de iluminación por luminarias led tipo T8 de 17 Watt¹⁵.

Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	FB	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Departamento de Agrícola	15	17	2x1	1	260	0.7	0.5	86.2	1,034.3
Departamento Estructuras	16	17	2x1	1	260	0.7	0.5	96.2	1,154.2
Departamento de Vías de transporte	25	17	2x1	1	260	0.6	0.9	139.5	1,674.1
Departamento de Construcción	21	17	2x1	1	260	0.6	0.7	117.9	1,414.6
Departamento de Hidráulica y medio ambiente	17	17	2x1	1	260	0.6	0.6	90.2	1,082.0
Laboratorios	68	17	2x1	1	260	0.6	2.3	387.4	4,648.7
Decanatura	30	17	2x1	1	260	0.7	1.0	173.4	2,080.8
Otras oficinas	101	17	2x1	1	260	0.7	3.4	633.1	7,597.3

Ahorro energético: Por la implementación de esta opción se generara una disminución en el consumo de energía equivalente a 43,675 kWh/año este ahorro representa aproximadamente el 9% del consumo energético total actual.

¹⁵ Ver anexo 13. Tabla completa del MEE 03.

Ambiental: La disminución del consumo de energía genera una reducción de las emisiones de CO₂eq al ambiente de 20.7 tCO₂eq/anuales.

Económicos: Esta opción requiere una inversión de USD 1,755 recuperando la inversión en aproximadamente 2 meses y que generaría ahorros de USD 11,666 anuales.

4.4. MEE 04. Instalar sensores de presencia para las luminarias.

Descripción: Esta alternativa pretende que el personal que labora en oficinas, laboratorios y estudiantes salgan de estas durante la hora de almuerzo de esta manera las luces quedaran apagadas cuando estos vayan a almorzar. Se debe de hacer conciencia en todos los trabajadores de la universidad para que estos no sigan almorzando en sus oficinas y utilicen el comedor de la universidad o cualquier otro local de su preferencia.

Ahorro Energético: Por la implementación de esta opción se generara una disminución en el consumo de energía equivalente a 6,636 kW/h anuales.

Ahorro económico: Para realizar esta alternativa se necesita una inversión de USD 2,030¹⁶ recuperandose en aproximadamente en 1 años y dos meses, pero también se requiere de la voluntad del personal para salir de sus oficinas y acostumbrarse a utilizar el comedor para almorzar. El ahorro por esta alternativa se estima en 6,636 kW/h anuales que equivalen al 1% del consumo total por iluminación que corresponden a USD 1,772 anuales.

Ahorro ambiental: Se evitará emitir a la atmosfera 3.14 tCO₂eq/anuales.

¹⁶ Ver anexo 10. Cotizaciones.

Analisis económico

Los indicadores financieros (VPN y TIR) utilizados para evaluar las inversiones propuestas en este estudio se realizaron sobre la base de una tasa de descuento del 10%. Esta última representa el costo de oportunidad del capital como una tasa de desafío para el proyecto o estudio. La base para esta tasa es el rendimiento promedio esperado de las fuentes de financiamiento en el país.

La fórmula para calcular el período de recuperación de la inversión se muestra a continuación:

$$P_{\text{recuperación}} = \frac{I}{A}$$

Ecuación 18: Cálculo de período de la inversión

Donde:

$R_{\text{recuperación}}$: Período de recuperación (años)

I: Inversión (US \$)

A: Ahorro (anual, US \$)

La tabla 18 muestra la factibilidad económica de las opciones recomendadas con los datos financieros necesarios para evaluar la factibilidad económica de las opciones propuestas.

Tabla 18: Factibilidad económica de las oportunidades de ahorro.

Oportunidad de ahorro	Inversion (U\$)	Ahorro (U\$/año)	VPN (U\$)	TIR %	Periodo de recuperacion
MEE 01	-26,943.00	20,726	46,932.00	72%	1 año y 3 meses.
MEE 02	-1,600	8,831	28,979.00	552%	2 meses.
MEE 03	-1,755	11,666	38,608.00	665%	2 meses.
MEE 04	-2,030	1,772	4,261.00	83%%	1 año y 2 meses.
Total	-32,328.00	42,995	118,780.00	131%	1 año y 3 meses.

Como podrá observarse la inversión total del proyecto es menor a los ahorros totales generados por las oportunidades, por ende el proyecto es aconsejable ya que el VPN es positivo y la TIR es superior a la TMAR impuesta, la relación beneficio-costos también nos dice que hay que realizar el proyecto ya que esta es superior a uno, lo que indica que los ingresos durante el horizonte de planeación son mayores que los egresos.

Resultados

Los beneficios tanto económicos como ambientales que traen consigo las medidas de ahorro propuestas en el diagnóstico realizado en las instalaciones de la Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC) dependerán de manera directa de la administración, aplicando y dándole el seguimiento a cada una de las alternativas. En resumen las oportunidades de ahorro antes mencionadas traen consigo los beneficios económicos y ambientales presentados en la tabla siguiente.

Tabla 19. Resumen de las oportunidades de ahorro de energía eléctrica.

Oportunidad de ahorro	Caso base			Ahorros					Análisis financiero			
	kW/h	US \$	tCO2	kW/h	US \$	tCO2	% de ahorro	% de ahorro total	Inversion US \$	Plazo simple de recuperación	TIR	VPN
MEE 01	274678	73366	130.2	77,598	20,726	36.7	28%	16%	26,943	1 año y 3 meses.	72%	46,932
MEE 02	274678	73366	130.2	33,063	8,832	15.6	12%	7%	1,600	2 meses.	552%	28,979
MEE 03	66362	17725	31.4	43,675	11,666	20.7	66%	9%	1,755	2 meses.	665%	38,608
MEE 04	66362	17725	31.4	6,636	1,772	3.14	10%	1%	2,030	1 año y 2 meses.	83%	4,261

Plan de implementación

Las oportunidades de ahorro recomendadas se consideran técnicamente factibles por diversas razones:

- Todos los elementos a utilizar para el desarrollo de las opciones se encuentran disponibles por proveedores locales.
- Se cuenta con el personal capacitado para la aplicación de las opciones.
- Su implementación no afecta el funcionamiento de la institución.

Haciendo una relación de costo-beneficio se recomienda ejecutar las oportunidades de ahorro de la siguiente manera:

- 1) MEE 03 (Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt): Se recomienda ejecutar esta medida de primero ya que es la que posee una relación de costo-beneficio más amplia, como podemos ver en la tabla 16 se invierten USD 1,755 y se obtiene un beneficio económico de USD 11,666 recuperándose en 2 meses. Al ser un trabajo un poco exhaustivo reemplazar 293 luminarias de una sola vez, podría ser ejecutada por partes, un departamento o una área a la vez, para evitar un paro total de operaciones en la facultad.

- 2) MEE 01 (Sustituir equipos de climatización) y MEE 02 (Instalar sensores de corte programables en todos los equipos de climatización): Pasados los dos meses de haber ejecutado la primera recomendación se contará con USD 11,666 listos para realizar la inversión de las nuevas unidades de aires acondicionado con sus respectivos sensores de corte programables, que suman una inversión de USD 28,973. La inversión para reemplazar las unidades de aire acondicionado se recuperará en 1 año y 3 meses, y la inversión de los sensores programables en 2 meses. De igual forma, una alternativa puede ser realizar el reemplazo de las unidades por departamento para evitar el paro total de operaciones en la facultad.

- 3) MEE 04 (Instalar sensores de presencia para las luminarias): Por último se propone ejecutar esta opción ya que su costo-beneficio es menor al de las anteriores, y su plazo de recuperación es mayor. Para ejecutar esta recomendación se necesita una inversión de USD 2,030 recuperándose en un año y dos meses.

Conclusiones

Con el presente trabajo se concluye que, aplicando los conceptos de eficiencia energética, se puede lograr el ahorro de recursos energéticos y económicos para la FTC, facultad perteneciente a la Universidad Nacional de Ingeniería en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, estará dando un aporte sustancial a la economía; asimismo se modernizará la facultad y también incrementará la vida útil de algunos equipos de consumo de energía en las instalaciones de la institución. Al realizar este estudio en las instalaciones de la FTC se puede concluir que:

- Con el balance de energía se determinaron los mayores consumidores de energía eléctrica, de los que tenemos: Unidades de aire acondicionado con 22,890 kWh/mes representando el 59%, Equipos de iluminación con 5,530 kWh/mes representando el 14%, Otros equipos eléctricos con 10,174 kWh/mes representando el 27%.
- Con la evaluación de las condiciones de operación de los consumidores eléctricos, se pudo determinar las eficiencias de las unidades de aire acondicionado (22 unidades consideradas eficientes según la norma NTON 10 017-09, 18 unidades consideradas no eficientes según la norma ya mencionada y 10 unidades fuera de operación). Además de esto se pudo determinar los niveles de iluminación en los puestos de trabajo, laboratorios y lugares de paso de la facultad, encontrando deficiencia en estos niveles debido a que los equipos de iluminación utilizados son obsoletos y se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento. En los equipos ofimáticos se determinó que la mayoría de CPU, monitores e impresoras no están configurados con los modos de ahorro de energía.
- Se determinaron cuatro oportunidades de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica que con su aplicación se puede reducir los costos por facturación en un **34%** resultando en beneficios económicos de **US \$**

42,995 al año, los beneficios ambientales son: la reducción de **160,972 KWh/año**, y la reducción de emisión de **76.14 t CO₂eq/anales**.

- Mediante la evaluación técnica de las oportunidades de ahorro se pudo determinar que estas son factibles ya que la UNI cuenta con el personal para llevar a cabo cada una de estas así como también que la mayoría de los equipos que se necesitan para el cambio de tecnología están disponibles en el país o son de fácil importación. En cuanto a la evaluación económica de las oportunidades de ahorro de energía se pudo determinar que la inversión total para la implementación de las oportunidades de ahorro es de **US\$ 32,328**, se presentan ahorros calculados anuales que son de **US\$ 42,995**, para una TMAR del 10% el valor presente neto es de **US\$ 118,779** y una **TIR de 131%** con un **plazo de recuperación de la inversión de 1 año y 3 meses** por lo que se puede decir que es factible la puesta en marcha de las alternativas.

Recomendaciones

➤ **Generales:**

- Realizar campañas periódicas de concientización del personal y estudiantes para ahorrar energía eléctrica.
- Realizar el balance de carga en cada uno de los paneles, con el objetivo de evitar sobrecargas en las fases y aumento en el consumo de energía y los costos de operación de la institución.
- Ordenar y redistribuir los paneles agrupándolos por equipos consumidores (un solo panel para aires acondicionados, otro para iluminación, etc.) con el fin de tener un mayor control de estos equipos y para facilitar posteriores trabajos que se realicen en estos.
- Tener un breaker principal para cada oficina o pabellón, para que cuando se den los cortes de energía se pueda evitar daños a los equipos al desconectar todos los circuitos de una sola vez, previniendo la entrada de altos voltajes al regresar el fluido eléctrico, tanto en horas laborables como no laborables.

➤ **Específicas:**

- Aires acondicionado:
- Apagar el aire acondicionado después de la jornada laboral.
- Programar los sensores de corte de los aires acondicionado para que se apaguen media hora antes de la salida de la oficina.
- Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
- Verificar si existe un estado hermético en los lugares de instalación.
- Evaluar si los lugares que poseen aires acondicionado contienen cortinas para evitar las pérdidas de calor por radiación solar del exterior.

- El trabajo del compresor se disminuirá si se baja la temperatura del condensador. Muchas veces estos quedan expuestos a la intemperie, encima de techos directamente expuestos a la radiación solar, provocando una alta temperatura con efectos negativos en el desempeño del ciclo. Se recomienda instalar estas unidades bajo sombra en donde se encuentren a una temperatura cercana a la del ambiente en donde su desempeño sea optimo.
- Aplicar el uso de fichas técnicas en el control de mantenimiento de las unidades de acondicionamiento de aire. El control del manteniendo preventivo de un equipo es necesario ya que de éste depende del funcionamiento eficiente de los mismos y el no incurrir en costos adicionales por reparaciones que pudieron evitarse.
- Realizar la limpieza de los filtros de aire de las unidades mensualmente y una limpieza general del equipo cada cuatro meses. Estas actividades evitan el incremento de las incrustaciones del evaporador del equipo de climatización, la disminución de la eficiencia y el aumento del consumo eléctrico.
- En las ventanas, instalar vidrio reflejante o láminas plásticas reflejantes para disminuir la ganancia de calor por radiación solar en los espacios refrigerados.
- Mejorar la hermeticidad de las juntas en puertas y ventanas.
- Reparar los vidrios rotos en las ventanas.
- Iluminación:
- Revisar el alumbrado y eliminar el innecesario, y cuando no se labore, mantener encendido solamente las luces necesarias por seguridad del edificio y de vigilancia.
- Evaluar la posibilidad de colocar laminas traslucidas o domos solares a fin de que se pueda aprovechar la luz natural.

- Efectuarles mantenimiento a los difusores de las lámparas realizando cambios o eliminando los ya dañados; limpiar los tubos fluorescentes y lámparas en general. La limpieza se debe realizar cada 4 meses en luminarias y difusores.
- Instalar equipos de control como: sensores de presencia, nivel de iluminación equipos central programable.
- Utilizar iluminación localizada en los puestos de trabajo.
- Desconectar las lámparas fundidas o quemadas.
- Apagar las luces de los pasillos, baños, archivos o lugares pocos accedidos.
- Utilizar la iluminación natural lo máximo posible.

- Equipos ofimáticos:

- Apagar las computadoras durante la hora de almuerzo.
- Activar el modo ahorrador en los monitores de las computadoras ya que el personal no utiliza toda la jornada laboral la computadora, así se activara el modo ahorrador durante los lapsos en los cuales no se utilice la computadora (sin incluir la hora de almuerzo ya que se apagara). Se aconseja un tiempo de 10 minutos para que entre en funcionamiento el modo de ahorrador.
- Activar los modos “ahorro de energía” en impresoras y fotocopiadoras.
- Desconectar las computadoras y otros equipos eléctricos al final del día y durante los fines de semana.

ANEXOS

Anexo 1. Valor de g/CO₂ por kWh de electricidad producida para Nicaragua según la Agencia Internacional de la Energía IEA.

CO₂ emissions per kWh from electricity generation

grammes CO₂ / kilowatt hour

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	average 09-11
Bangladesh	554	601	556	546	553	578	593	585	597	604	564	588
Brunei Darussalam	924	880	795	820	800	839	739	791	789	730	717	745
Cambodia	..	805	834	806	793	797	805	820	816	804	793	804
Chinese Taipei	463	533	625	644	649	657	653	648	635	624	601	620
India	812	901	920	931	920	906	916	934	942	913	856	904
Indonesia	679	592	654	708	719	736	768	747	752	716	755	741
DPR of Korea	566	481	584	528	522	533	469	481	498	465	475	480
Malaysia	677	543	495	561	618	598	611	653	597	724	688	669
Mongolia	693	1 273	1 097	872	887	841	953	851	857	947	837	880
Myanmar	510	508	457	436	395	374	357	308	199	262	255	239
Nepal	-	26	12	6	7	5	4	4	4	1	1	2
Pakistan	408	405	479	397	380	413	433	451	458	425	409	431
Philippines	341	463	493	448	491	429	443	483	475	481	492	483
Singapore	908	933	762	561	534	524	521	507	487	498	500	495
Sri Lanka	2	51	448	513	476	335	394	420	429	379	469	426
Thailand	626	605	567	543	535	511	546	529	513	513	522	516
Vietnam	552	301	427	438	447	435	426	406	384	432	429	415
Other Asia	348	264	253	406	411	357	327	311	316	315	315	315
Asia	664	704	729	725	723	717	730	740	740	730	707	725
People's Rep. of China	897	904	889	882	869	863	823	797	790	758	764	771
Hong Kong, China	828	855	712	749	755	754	775	757	763	723	768	751
China	894	903	885	879	867	862	822	797	790	758	764	771
Argentina	394	273	338	308	313	370	395	369	366	366	390	374
Bolivia	307	400	314	295	329	326	334	375	393	430	433	419
Brazil	55	55	88	85	84	81	73	90	64	86	68	73
Colombia	208	205	160	117	131	127	127	107	176	176	108	153
Costa Rica	20	155	8	8	28	55	72	63	40	56	64	53
Cuba	765	858	690	820	832	767	750	733	1 063	1 014	955	1 011
Dominican Republic	868	895	782	777	810	832	820	816	757	754	743	751
Ecuador	187	314	215	283	378	430	366	279	329	376	345	350
El Salvador	67	391	324	312	302	310	316	270	273	220	243	246
Guatemala	74	296	392	323	299	345	369	343	349	286	286	307
Haiti	408	327	346	301	307	305	372	351	399	393	382	391
Honduras	10	327	281	451	411	267	420	409	346	332	371	350
Jamaica	757	888	824	618	572	484	611	626	568	746	620	645
Netherlands Antilles	717	714	714	713	711	710	708	707	707	707	708	707
Nicaragua	345	473	591	536	481	522	533	480	506	460	471	479
Panama	170	317	231	266	275	310	317	273	302	301	357	320
Paraguay	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peru	184	186	154	212	209	183	199	240	253	290	297	280
Trinidad and Tobago	708	711	685	751	759	753	753	704	719	699	506	641
Uruguay	43	53	57	151	103	296	104	307	253	80	197	177
Venezuela	323	219	191	222	208	222	208	203	207	258	234	233
Other Non-OECD Americas	223	216	213	233	227	225	236	253	253	252	284	263
Non-OECD Americas	184	167	174	179	179	183	181	187	185	196	184	188
Bahrain	1 061	815	868	881	873	824	837	651	665	640	601	635
Islamic Republic of Iran	603	606	574	542	541	549	546	582	578	565	578	573
Iraq	569	1 678	641	579	573	387	423	672	932	1 003	903	946
Jordan	815	834	708	682	660	626	588	594	584	575	637	589
Kuwait	887	578	780	727	799	786	782	778	870	758	787	805
Lebanon	1 835	678	737	599	591	706	662	715	717	709	707	711
Oman	762	830	795	885	861	885	874	826	791	755	741	763
Qatar	1 077	1 131	771	649	618	617	565	534	507	493	490	497
Saudi Arabia	831	813	805	754	739	749	726	736	757	737	754	749
Syrian Arab Republic	553	586	567	571	607	612	623	627	629	594	602	608
United Arab Emirates	743	737	728	913	844	820	720	729	632	600	600	611
Yemen	746	946	930	874	841	781	679	636	630	655	633	640
Middle East	737	809	701	679	676	668	650	673	687	668	674	677

Anexo 2. Pliego tarifario.

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE AGOSTO DE 2017
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)	
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	5.4385		
				kW de Demanda Máxima		799.0516
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	8.8527		
			Invierno Punta	8.5706		
			Verano Fuera de Punta	6.1175		
			Invierno Fuera de Punta	5.9122		
			Verano Punta		889.7205	
			Invierno Punta		555.6446	
Verano Fuera de Punta			0.0000			
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.4984		
				kW de Demanda Máxima		512.1503
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	6.5956		
			Invierno Punta	6.3803		
			Verano Fuera de Punta	4.3844		
			Invierno Fuera de Punta	4.2387		
			Verano Punta		662.6620	
			Invierno Punta		413.8477	
Verano Fuera de Punta			0.0000			
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	4.6148		
				kW de Demanda Máxima		533.2627
		T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	6.8216		
			Invierno Punta	6.5992		
			Verano Fuera de Punta	4.5073		
			Invierno Fuera de Punta	4.3595		
			Verano Punta		690.6218	
			Invierno Punta		431.3030	
Verano Fuera de Punta			0.0000			
Invierno Fuera de Punta		0.0000				
PEQUEÑAS CONCESIONARIAS	Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA			
			Todos los kWh	3.6351		

Anexo 3. Cambio oficial del córdoba con respecto al dólares de los Estados Unidos a la fecha de 30 de septiembre del 2017



Banco Central de Nicaragua

Emitiendo confianza y estabilidad

AVISO

El Banco Central de Nicaragua informa al público en general los tipos de cambio oficial del córdoba con respecto al dólar de los Estados Unidos de América (USD) que regirán en el período abajo señalado:

TIPO DE CAMBIO OFICIAL DE 09 - 2017

Fecha	Córdoba por USD
01-Septiembre-2017	30.2969
02-Septiembre-2017	30.3010
03-Septiembre-2017	30.3050
04-Septiembre-2017	30.3091
05-Septiembre-2017	30.3131
06-Septiembre-2017	30.3172
07-Septiembre-2017	30.3212
08-Septiembre-2017	30.3253
09-Septiembre-2017	30.3293
10-Septiembre-2017	30.3334
11-Septiembre-2017	30.3374
12-Septiembre-2017	30.3415
13-Septiembre-2017	30.3455
14-Septiembre-2017	30.3496
15-Septiembre-2017	30.3537
16-Septiembre-2017	30.3577
17-Septiembre-2017	30.3618
18-Septiembre-2017	30.3658
19-Septiembre-2017	30.3699
20-Septiembre-2017	30.3740
21-Septiembre-2017	30.3780
22-Septiembre-2017	30.3821
23-Septiembre-2017	30.3861
24-Septiembre-2017	30.3902
25-Septiembre-2017	30.3943
26-Septiembre-2017	30.3983
27-Septiembre-2017	30.4024
28-Septiembre-2017	30.4065
29-Septiembre-2017	30.4105
30-Septiembre-2017	30.4146

Fecha: 01/09/2017

Anexo 4. Censo de carga en aires acondicionado.

Lugar	Capacidad	Horas de Uso (mes)	FU	Voltaje		Corriente		Factor de Potencia		Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	EER	SEER	Emisiones (Kg/CO2)/mes	Emisiones (Kg/CO2)/año	Costo (USD/kWh)/mes	Costo (USD/kWh)/año
				Línea 1	Línea 2	Línea 1	Línea 2	Línea 1	Línea 2									
Laboratorio de Computación	60,000	216	0.9	124	124	29.9	29.5	0.83	0.89	6.3	1231	14773	9.47	10.53	584	7003	328.8001	3945.6012
Departamento de Estructuras	24,000	216	0.8	126	124	10.2	10.1	0.95	0.75	2.2	373	4479	11.11	12.34	177	2123	99.6283	1195.5396
	36,000	216	0.8	123	123	13.9	14.4	0.93	0.78	3	513	6162	12.11	13.46	243	2921	137.0223	1644.2676
	18,000	216	0.8	125	124	11.4	11.4	0.87	0.85	2.4	422	5062	7.37	8.19	200	2400	112.7162	1352.5944
	36,000	216	0.8	122	122	18.8	18.4	0.86	0.88	3.9	682	8186	9.12	10.13	323	3880	182.1622	2185.9464
	36,000	216	0.8	124	123	7.5	7.3	0.97	0.68	1.5	261	3137	23.8	26.44	124	1487	69.7131	836.5572
	18,000	216	0.8	125	124	7.2	7.7	0.65	0.95	1.5	258	3094	12.06	13.4	122	1467	68.9118	826.9416
Sala de Computo	60,000	216	0.8	110	114	32	32.5	1	1	7.2	1248	14982	8.3	9.23	592	7101	333.3408	4000.0896
	60,000	216	0.8	110	110	29	28.4	0.98	0.97	6.2	1064	12766	9.75	10.83	504	6051	284.1944	3410.3328
Centro de Documentación	60,000	216	0.9	123	123	36.7	35.7	0.84	0.87	7.6	1480	17758	7.88	8.76	701	8417	395.308	4743.696
Laboratorio de Edafología	60,000	216	0.9	124	124	29.9	29.5	0.83	0.89	6.3	1231	14773	9.47	10.53	584	7003	328.8001	3945.6012
Departamento de Agrícola	36,000	216	0.8	125	126	16.9	16.9	0.95	0.74	3.6	619	7429	10.05	11.16	293	3521	165.3349	1984.0188
	24,000	216	0.8	124	125	9.6	9.8	0.91	0.82	2.1	361	4329	11.5	12.77	171	2052	96.4231	1157.0772
	36,000	216	0.8	125	124	14.3	14	0.91	0.83	3.1	530	6361	11.74	13.04	251	3015	141.563	1698.756
Sala de Maestrías	48,000	216	0.7	127	128	16.7	16.4	0.91	0.9	3.8	577	6930	12.57	13.96	274	3285	154.1167	1849.4004
	60,000	216	0.7	126	128	19.3	18.5	0.87	0.88	4.2	635	7620	14.29	15.87	301	3612	169.6085	2035.302
Sala de Dibujo	48,000	216	0.8	124	125	21	20.4	0.83	0.89	4.4	766	9188	10.83	12.04	363	4355	204.5986	2455.1832
Coordinación	36,000	216	0.9	120	123	16	16	0.96	0.71	3.2	630	7559	11.11	12.34	299	3583	168.273	2019.276
	24,000	216	0.7	127	128	10	10	0.89	0.83	2.2	332	3978	10.95	12.16	157	1886	88.6772	1064.1264

Departamento de Vías de Trasporte	18,000	216	0.7	124	124	29.9	29.5	0.83	0.89	6.3	958	11490	2.84	3.16	454	5446	255.8818	3070.5816
	24,000	216	0.7	128	127	9.3	9.6	0.93	0.79	2.1	313	3756	11.59	12.88	148	1780	83.6023	1003.2276
Aula de Clases no. 1	60,000	216	0.9	126	126	35.4	34.9	0.82	0.9	7.6	1480	17765	7.88	8.75	702	8420	395.308	4743.696
Aula de Clases no. 2	48,000	216	0.9	125	124	20.6	21.2	0.92	0.88	4.7	910	10923	10.25	11.39	431	5177	243.061	2916.732
Decanatura	36,000	216	0.7	127	126	15.5	15.8	0.9	0.87	3.5	530	6357	10.28	11.42	251	3013	141.563	1698.756
	12,000	216	0.7	125	126	5.3	5.2	0.96	0.72	1.1	167	2010	10.83	12.04	79	953	44.6057	535.2684
	12,000	216	0.7	125	124	5.3	5.4	0.84	0.88	1.1	173	2079	10.47	11.64	82	985	46.2083	554.4996
	12,000	216	0.7	124	123	5.4	5.4	0.99	0.58	1	158	1902	11.45	12.72	75	901	42.2018	506.4216
	24,000	216	0.7	123	125	10.4	10.6	0.95	0.96	2.5	376	4513	9.65	10.72	178	2139	100.4296	1205.1552
	36,000	216	0.7	124	125	11.8	12	0.78	0.93	2.5	383	4602	14.19	15.77	182	2181	102.2993	1227.5916
Departamento de Construcción	18,000	216	0.7	125	125	5.7	5.6	0.86	0.87	1.2	185	2217	14.73	16.37	88	1051	49.4135	592.962
	18,000	216	0.7	125	125	10.7	10.7	0.99	0.47	2	295	3543	9.22	10.24	140	1679	78.7945	945.534
	18,000	216	0.7	125	125	11.3	11.2	0.8	0.92	2.4	366	4387	7.44	8.27	173	2080	97.7586	1173.1032
	18,000	216	0.7	125	125	10.7	10.8	0.84	0.88	2.3	349	4194	7.79	8.65	166	1988	93.2179	1118.6148
	18,000	216	0.7	125	125	11.1	11	0.88	0.85	2.4	361	4336	7.53	8.37	171	2055	96.4231	1157.0772
	18,000	216	0.7	124	125	7.8	7.9	0.97	0.65	1.6	239	2867	11.39	12.66	113	1359	63.8369	766.0428
Laboratorio de Hidráulica	36,000	216	0.9	126	125	12.8	12.2	0.92	0.78	2.7	520	6236	13.47	14.96	246	2956	138.892	1666.704
	36,000	216	0.9	126	126	12.6	13.2	0.97	0.7	2.7	526	6308	13.31	14.79	249	2990	140.4946	1685.9352
Departamento de Oficinas	18,000	216	0.7	112	113	7.7	7.7	0.98	0.98	1.7	257	3081	10.6	11.78	122	1460	68.6447	823.7364
	18,000	216	0.7	112	114	6.6	6.6	0.99	0.99	1.5	223	2679	12.19	13.54	106	1270	59.5633	714.7596
	18,000	216	0.7	113	116	7.8	7.6	1	1	1.8	267	3199	10.21	11.34	126	1516	71.3157	855.7884
Aulas del lab. de suelos	60,000	216	0.6	124	126	22.8	23.3	0.83	0.88	4.9	639	7667	12.17	13.52	303	3634	170.6769	2048.1228
TOTAL											22,890	274,678			10,850	130,197	6113.919	73367.028

Anexo 5. Censo de carga en equipos de laboratorio.

Laboratorio	Maquina	Potencia (W)	Horas de Uso	FU	Consumo (kWh/semestre)	Consumo (kWh/año)	Emisiones (Kg/CO2)/mes	Emisiones (Kg/CO2)/año	Costo (USD/kWh)/mes	Costo (USD/kWh)/año
Suelos	Molino de Bolas	1980	5	0.7	6.93	14	0.55	6.57	0.31	4.94
	Mezcladora para Mortero	3700	5	0.7	12.95	26	1.02	12.28	0.58	9.22
	Hornos de Secado	1760	5	0.7	6.16	12	0.49	5.84	0.27	4.39
		500	5	0.7	1.75	4	0.14	1.66	0.08	1.25
		3500	5	0.7	12.25	25	0.97	11.61	0.55	8.73
	Maquina Universal	787	5	0.7	2.75	6	0.22	2.61	0.12	1.96
	Vibradora	93	5	0.7	0.33	1	0.03	0.31	0.01	0.23
	Mescladora	750	5	0.7	2.63	5	0.21	2.49	0.12	1.87
Cierra	2200	5	0.7	7.70	15	0.61	7.30	0.34	5.48	
Hidráulica	Bombas Centrifugas	1200	5	0.7	4.20	8	0.33	3.98	0.19	2.99
		650	5	0.7	2.28	5	0.18	2.16	0.10	1.62
		300	5	0.7	1.05	2	0.08	1.00	0.05	0.75
	Canalete	1633	5	0.7	5.72	11	0.45	5.42	0.25	4.07
	Banco hidráulico	1200	5	0.7	4.20	8	0.33	3.98	0.19	2.99
Edafología	Hornos de secado de cristalería	1196	5	0.7	4.19	8	0.33	3.97	0.19	2.98
	Horno de secado a alta temperatura	2400	5	0.7	8.40	17	0.66	7.96	0.37	5.98
	Horno de secado de suelos	715	5	0.7	2.50	5	0.20	2.37	0.11	1.78
TOTAL		24,564			85.97	172	6.79	81.50	3.83	61.24

Anexo 6. Censo de carga en equipos ofimáticos.

Lugar	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	FU	h/mes	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	Emisiones (Kg/CO2)/mes	Emisiones (Kg/CO2)/año	Costo (USD/kWh)/mes	Costo (USD/kWh)/año
Departamento de Agrícola	CPU	12	1320	0.20	150	475	5702	225	2703	126.9	1523.1
	Monitores	12	288	0.20	150	104	1244	49	590	27.7	332.3
	Baterías	10	1440	0.20	150	432	5184	205	2457	115.4	1384.6
	Estabilizador	6	500	0.20	150	90	1080	43	512	24.0	288.5
	Impresoras	6	762	0.05	150	34	411	16	195	9.2	109.9
	Cafeteras	2	600	0.05	150	9	108	4	51	2.4	28.8
	Laptop	3	480	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
Departamento de Estructuras	CPU	10	1320	0.20	150	396	4752	188	2252	105.8	1269.3
	Monitores	10	288	0.20	150	86	1037	41	491	23.1	276.9
	Baterías	6	1440	0.20	150	259	3110	123	1474	69.2	830.8
	Estabilizador	2	500	0.20	150	30	360	14	171	8.0	96.2
	Impresoras	2	762	0.05	150	11	137	5	65	3.1	36.6
	Cafeteras	2	600	0.10	150	18	216	9	102	4.8	57.7
Oficina de Equipos Audiovisuales	CPU	1	1320	0.20	150	40	475	19	225	10.6	126.9
	Monitores	1	288	0.20	150	9	104	4	49	2.3	27.7
	Baterías	1	1440	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
	Impresoras	1	762	0.05	150	6	69	3	33	1.5	18.3
	Cafeteras	1	600	0.05	150	5	54	2	26	1.2	14.4
	Tv	1	130	0.50	150	10	117	5	55	2.6	31.3
	Teatro en Casa	1	500	0.05	150	4	45	2	21	1.0	12.0

	Router	1	4	0.80	150	0	5	0	2	0.1	1.4
Oficina de Maestrías en Vías terrestres	CPU	2	1320	0.20	150	79	950	38	450	21.2	253.9
	Monitores	2	288	0.20	150	17	207	8	98	4.6	55.4
	Baterías	1	1440	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
	Impresoras	1	762	0.05	150	6	69	3	33	1.5	18.3
	Cafeteras	1	600	0.05	150	5	54	2	26	1.2	14.4
	Refrigeradora 12 Ft	1	375	0.50	150	28	338	13	160	7.5	90.1
	Router	1	4	0.80	150	0	5	0	2	0.1	1.4
Coordinación Modalidad Especial	CPU	2	1320	0.20	150	79	950	38	450	21.2	253.9
	Monitores	2	288	0.20	150	17	207	8	98	4.6	55.4
	Baterías	1	1440	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
	Impresoras	1	762	0.05	150	6	69	3	33	1.5	18.3
Departamento de Vías de Trasporte	CPU	13	1320	0.20	150	515	6178	244	2928	137.5	1650.0
	Monitores	13	288	0.20	150	112	1348	53	639	30.0	360.0
	Baterías	11	1440	0.20	150	475	5702	225	2703	126.9	1523.1
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
	Impresoras	3	762	0.05	150	17	206	8	98	4.6	55.0
	Cafeteras	2	600	0.05	150	9	108	4	51	2.4	28.8
	Abanico	2	60	0.20	150	4	43	2	20	1.0	11.5
	Scanner	1	700	0.05	150	5	63	2	30	1.4	16.8
	Oasis	1	112	0.20	150	3	40	2	19	0.9	10.8
	Laptop	1	480	0.20	150	14	173	7	82	3.8	46.2
Sala de Maestrías	Proyector	1	520	0.20	150	16	187	7	89	4.2	50.0

	Laptop	1	480	0.20	150	14	173	7	82	3.8	46.2
Laboratorio de Computación	CPU	23	1320	0.20	150	911	10930	432	5181	243.3	2919.3
	Monitores	22	288	0.20	150	190	2281	90	1081	50.8	609.2
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
	Proyector	1	520	0.20	150	16	187	7	89	4.2	50.0
	Switch	1	8	1.00	150	1	14	1	6	0.3	3.6
Decanatura	CPU	10	1320	0.20	150	396	4752	188	2252	105.8	1269.3
	Monitores	10	288	0.20	150	86	1037	41	491	23.1	276.9
	Baterías	9	1440	0.20	150	389	4666	184	2211	103.8	1246.2
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
	Impresoras	7	762	0.20	150	160	1920	76	910	42.7	512.9
	Cafeteras	2	600	0.05	150	9	108	4	51	2.4	28.8
	Lámpara de emergencia	2	3	0.01	150	0	0	0	0	0.0	0.0
	Abanico	2	60	0.20	150	4	43	2	20	1.0	11.5
	Tv	1	130	0.50	150	10	117	5	55	2.6	31.3
	Microondas	1	900	0.05	150	7	81	3	38	1.8	21.6
Departamento de Construcción	Laptop	1	480	0.20	150	14	173	7	82	3.8	46.2
	CPU	10	1320	0.20	150	396	4752	188	2252	105.8	1269.3
	Monitores	10	288	0.20	150	86	1037	41	491	23.1	276.9
	Baterías	9	1440	0.20	150	389	4666	184	2211	103.8	1246.2
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
	Impresoras	2	762	0.05	150	11	137	5	65	3.1	36.6
Laboratorio de edafología	Scanner	1	700	0.05	150	5	63	2	30	1.4	16.8
	Laptop	1	480	0.20	150	14	173	7	82	3.8	46.2
Departamento de Hidráulica y Medio Ambiente	CPU	8	1320	0.20	150	317	3802	150	1802	84.6	1015.4
	Monitores	8	288	0.20	150	69	829	33	393	18.5	221.5

	Baterías	5	1440	0.20	150	216	2592	102	1229	57.7	692.3
	Estabilizador	5	500	0.20	150	75	900	36	427	20.0	240.4
	Impresoras	2	762	0.05	150	11	137	5	65	3.1	36.6
	Cafeteras	1	600	0.05	150	5	54	2	26	1.2	14.4
	Grabadora	1	40	0.10	150	1	7	0	3	0.2	1.9
	Teatro en Casa	1	500	0.10	150	8	90	4	43	2.0	24.0
	Horno	2	1300	0.10	150	39	468	18	222	10.4	125.0
	Switch	1	8	1.00	150	1	14	1	6	0.3	3.6
Centro de Documentación	CPU	1	1320	0.20	150	40	475	19	225	10.6	126.9
	Monitores	1	288	0.20	150	9	104	4	49	2.3	27.7
	Estabilizador	1	500	0.20	150	15	180	7	85	4.0	48.1
Sala de Cómputo	CPU	36	1320	0.20	150	1426	17107	676	8109	380.8	4569.3
	Monitores	35	288	0.20	150	302	3629	143	1720	80.8	969.3
	Baterías	12	1440	0.20	150	518	6221	246	2949	138.5	1661.6
	Estabilizador	7	500	0.20	150	105	1260	50	597	28.0	336.5
	Impresoras	1	762	0.05	150	6	69	3	33	1.5	18.3
	Microondas	1	900	0.01	150	1	16	1	8	0.4	4.3
Coordinación	CPU	2	1320	0.20	150	79	950	38	450	21.2	253.9
	Monitores	2	288	0.20	150	17	207	8	98	4.6	55.4
	Baterías	2	1440	0.20	150	86	1037	41	491	23.1	276.9
	Estabilizador	2	500	0.20	150	30	360	14	171	8.0	96.2
	Impresoras	2	762	0.05	150	11	137	5	65	3.1	36.6
	Cafeteras	1	600	0.05	150	5	54	2	26	1.2	14.4
Total						10174	122089	4823	57870	2717.5	32610.1

Anexo 7. Censo en sistema de iluminación.

Lugar	Ubicación	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	FB	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	Emisiones (Kg/CO2)/mes	Emisiones (Kg/CO2)/año	Costo (USD/kWh)/mes	Costo (USD/kWh)/año
Departamento de agrícola	Secretaría	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
	Pasillo	T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267
		T-12 F40	1	40	1x1	1.25	260	0.8	0.05	10	125	5	59	2.8	33
	Ing. Fonseca	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Horacio González	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Guillermo Acevedo	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. José Rivas	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Luis López	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Rosario Sotelo	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Manuel González	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Sandino	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Ing. Ricardo Rivera	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50	
Departamento de estructuras	Secretaría	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
	Sala de Espera	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
	Pasillo	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
		T-12 F40	1	40	1x1	1.25	260	0.8	0.05	10	125	5	59	2.8	33
	Ing. Marco Palma	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Manuel Hernández	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Luis Padilla	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Juergens Lacayo	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100

	Ing. Matilde Avilés	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Soledad	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
Equipos audiovisuales	Ing. Pablo Gonzales	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Maestrías en vías terrestres		T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Modalidad especial	Ing. Claudia Reyes	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
Departamento de vías de transporte	Secretaria	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
	Pasillo	T-12 F40	5	40	2x1	1.25	260	0.8	0.50	104	1248	49	592	27.8	333
	Pasillo de Planta Baja	T-12 F40	8	40	2x1	1.25	260	0.8	0.80	166	1997	79	946	44.4	533
	Bodega de topografía	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.5	0.10	13	156	6	74	3.5	42
	Ing. José Bustamante	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Edgar Somarriba	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Oscar Zamora	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Beatriz Torrez	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Richard Zamora	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Julio Moncada	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Sergio García	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Blass Rivas	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Aldo Zamora	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Sala de maestrías		T-12 F40	12	40	2x1	1.25	260	0.6	1.20	187	2246	89	1065	50.0	600
Laboratorio de computación		T-12 F40	12	40	2x1	1.25	260	0.8	1.20	250	2995	118	1420	66.7	800
Aulas de clases	Aula no. 1	T-12 F40	6	40	2x1	1.25	260	0.8	0.60	125	1498	59	710	33.3	400
	Aula no. 2	T-12 F40	6	40	2x1	1.25	260	0.8	0.60	125	1498	59	710	33.3	400
Pasillo de la segunda planta		T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267
Decanatura	Pasillo	T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267

	Baños	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.2	0.10	5	62	2	30	1.4	17
	Sala de Espera	T-12 F40	9	40	2x1	1.25	260	0.8	0.90	187	2246	89	1065	50.0	600
	Decano Oscar Gutiérrez	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.5	0.20	26	312	12	148	6.9	83
	Dra. Maira Noguera	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Vice-Decanatura	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Delegación Administrativa	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Secretaría Académica	T-12 F40	10	40	2x1	1.25	260	0.6	1.00	156	1872	74	887	41.7	500
Laboratorio de suelos	Aula no. 1	T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267
	Aula no. 2	T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267
	Sala de Maquinas	T-12 F40	25	40	2x1	1.25	260	0.8	2.50	520	6240	246	2958	138.9	1667
	Baño	T-12 F40	1	40	1x1	1.25	260	0.2	0.05	3	31	1	15	0.7	8
	Bodega	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.2	0.10	5	62	2	30	1.4	17
	Oficina de Docentes	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Departamento de construcción	Pasillo 1	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.8	0.20	42	499	20	237	11.1	133
	Pasillo 2	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.8	0.10	21	250	10	118	5.6	67
	Pasillo 3	T-12 F40	4	40	2x1	1.25	260	0.8	0.40	83	998	39	473	22.2	267
	Sala de Espera	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.8	0.20	42	499	20	237	11.1	133
	Centro de Carga	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.5	0.10	13	156	6	74	3.5	42
	Secretaria	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.8	0.20	42	499	20	237	11.1	133
	Ing. Marvin Blanco	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Luis Espinoza	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Mayra Toruño	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Iban Matus	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Ing. José Alfonso Jerez	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50	

	Ing. Silvia Lindo	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. José Hernández	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Ing. Israel morales	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
Laboratorio de edafología		T-12 F40	8	40	2x1	1.25	260	0.8	0.80	166	1997	79	946	44.4	533
Departamento de hidráulica y medio ambiente	Secretaría y Pasillo	T-12 F40	5	40	2x1	1.25	260	0.8	0.50	104	1248	49	592	27.8	333
	Ing. Lino Aranda	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Mario Castellón	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. María Castro	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Néstor Lanzas	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Baltodano	T-12 F40	2	40	2x1	1.25	260	0.6	0.20	31	374	15	177	8.3	100
	Ing. Noé Hernández	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.10	16	187	7	89	4.2	50
	Laboratorio	T-12 F40	12	40	2x1	1.25	260	0.8	1.20	250	2995	118	1420	66.7	800
	Baños	T-12 F40	1	40	2x1	1.25	260	0.2	0.10	5	62	2	30	1.4	17
Centro de documentación		T-12 F40	24	40	2x1	1.25	260	0.8	2.40	499	5990	237	2839	133.3	1600
Sala de cómputo		T-12 F40	11	40	2x1	1.25	260	0.8	1.10	229	2746	108	1301	61.1	733
Coordinación		T-12 F40	7	40	2x1	1.25	260	0.6	0.70	109	1310	52	621	29.2	350
Sala de dibujo		T-12 F40	27	40	2x1	1.25	260	0.8	2.70	562	6739	266	3194	150.0	1800
TOTAL										5530	66362	2621	31456	1477.1	17725

Anexo 8. Niveles de iluminación medidos con el luxómetro.

Mediciones de Iluminación Con Luxómetro			
Lugar	Ubicación	Lux	Tipo de luminaria
Departamento de Agrícola	Secretaria del departamento	44	T-12 F40
	Pasillo	60.2	T-12 F40
			T-12 F40
	Ing. Fonseca	100.7	T-12 F40
	Ing. Horacio González	156	T-12 F40
	Ing. Guillermo Acevedo	118	T-12 F40
	Ing. José Rivas	86	T-12 F40
	Ing. Luis López	94.7	T-12 F40
	Ing. Rosario Sotelo	105	T-12 F40
	Ing. Manuel González	64.9	T-12 F40
	Ing. Sandino	77.2	T-12 F40
Ing. Ricardo Rivera	110	T-12 F40	
Departamento de Estructuras	Secretaria del departamento	61.4	T-12 F40
	Sala de Espera	105	T-12 F40
	Pasillo	157	T-12 F40
			T-12 F40
	Ing. Marco Palma	97	T-12 F40
	Ing. Manuel Hernández	105	T-12 F40
	Ing. Luis Padilla	147	T-12 F40
	Ing. Juergens Lacayo	194	T-12 F40
	Ing. Matilde Avilés	278	T-12 F40
Ing. Soledad	160	T-12 F40	
Oficina de Equipos Audiovisuales	Ing. Pablo Gonzales	175	T-12 F40
Maestrías en vías terrestres		177	T-12 F40
Coordinación Modalidad Especial	Ing. Claudia Reyes	243	T-12 F40
Departamento de Vías de Transporte	Secretaria	50	T-12 F40
	Pasillo	99	T-12 F40
	Pasillo de Planta Baja		T-12 F40
	Bodega de topografía	100	T-12 F40
	Ing. José Bustamante	99	T-12 F40
	Ing. Edgar Somarriba	93	T-12 F40
	Ing. Oscar Zamora	101	T-12 F40
	Ing. Beatriz Torrez	76	T-12 F40

	Ing. Richard Zamora	18	T-12 F40
	Ing. Julio Moncada	165	T-12 F40
	Ing. Sergio García	103	T-12 F40
	Ing. Blass Rivas	98	T-12 F40
	Ing. Aldo Zamora	56	T-12 F40
Sala de Maestrías		204	T-12 F40
Laboratorio de Computación		203	T-12 F40
Aulas de Clases	Aula no. 1	183	T-12 F40
	Aula no. 2	160	T-12 F40
Pasillo de la Segunda Planta			T-12 F40
Facultad de Tecnología de la Construcción - Decanatura	Pasillo	232	T-12 F40
	Baños	...	T-12 F40
	Sala de Espera	231	T-12 F40
	Decano Oscar Gutiérrez	222	T-12 F40
	Dra. Maira Noguera	202	T-12 F40
	Vice-Decanatura	105	T-12 F40
	Delegación Administrativa	115	T-12 F40
	Secretaria Académica	94	T-12 F40
Laboratorio de Suelos	Aula no. 1	272	T-12 F40
	Aula no. 2		T-12 F40
	Sala de Maquinas	284	T-12 F40
	Baño	...	T-12 F40
	Bodega	...	T-12 F40
	Oficina de Docentes	194	T-12 F40
Departamento de Construcción	Pasillo 1	68	T-12 F40
	Pasillo 2	190	T-12 F40
	Pasillo 3	53	T-12 F40
	Sala de Espera	98	T-12 F40
	Centro de Carga	...	T-12 F40
	Secretaria	222	T-12 F40
	Ing. Marvin Blanco	168	T-12 F40
	Ing. Luis Espinoza	167	T-12 F40
	Ing. Mayra Toruño	168	T-12 F40
	Ing. Iván Matus	112	T-12 F40
	Ing. José Alfonso Jerez	120	T-12 F40
	Ing. Silvia Lindo	167	T-12 F40
	Ing. José Hernández	141	T-12 F40
	Ing. Israel Morales	114	T-12 F40

Laboratorio de Edafología		188	T-12 F40
Departamento de Hidráulica y Medio Ambiente	Secretaria y Pasillo	258.20	T-12 F40
	Ing. Lino Aranda	305	T-12 F40
	Ing. Mario Castellón	169	T-12 F40
	Ing. María Castro	210	T-12 F40
	Ing. Néstor Lanzas	135	T-12 F40
	Ing. Baltodano	268	T-12 F40
	Ing. Noé Hernández	165	T-12 F40
	Laboratorio	203	T-12 F40
	Baños	...	T-12 F40
Centro de Documentación		358	T-12 F40
Sala de Computo		293	T-12 F40
Coordinación = Cursos de Educación, Cursos de Educación Continua		200	T-12 F40
Sala de dibujo		507	T-12 F40

Anexo 9. Regulaciones del ministerio del trabajo de la república de Nicaragua correspondiente a iluminación artificial.

(Tomado del compendio de Resoluciones y normativas de Higiene y Seguridad del Trabajo en Nicaragua (1993- 2008))

Intensidad de la iluminación artificial

Las intensidades mínimas de iluminación artificial según los distintos trabajos e industrias serán las siguientes:

- a) Patios, galerías y demás lugares de paso 50 - 100 lux.
- b) Operaciones con las que la distinción de detalles no sea esencial como: manipulación de mercancías a granel, materiales gruesos y pulverización de productos: 100 - 200 lux
- c) Cuando sea necesaria una pequeña distinción de detalles, como fabricación de productos semiacabados de hierro y acero, montajes simples, molienda de granos, candado de algodón, salas de máquinas, calderas, lavandería, empaque, departamento de embalaje, almacenes y depósito, vestuarios y cuartos de aseo: 200 - 300 lux.
- d) Si es esencial una distinción moderada de detalles como en los montajes medios, en trabajo sencillos en bancos de taller, trabajo en máquinas, costura de tejidos claros o de productos de cuero, industrias de conservas y carpintería mecánica y automotriz: 300 lux.
- e) Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, como trabajo en bancos de taller o en máquinas, acabado de cuero, tejidos en colores claros y trabajos y equipos de oficinas en general, inspección de botellas y control de productos: 300 - 500 lux.
- f) En trabajo en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de constante contraste durante largos períodos de tiempo, tales como: montajes delicados, trabajos en banco de taller o máquina, pulimento, ebanistería, tejido en colores oscuros, inspección en colores oscuros y dibujo: 700 - 1000 lux.

Actividades que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste extremadamente difícil, tales como:

" Costuras en tejidos de colores oscuros: 1000 lux.

" Montajes extra finos con instrumentos de precisión: 1000 – 2000 lux.

" Grabado: 1000 – 2000 lux.

" Trabajos finos de imprenta y litografía: 1000 – 2000 lux.

" Talleres de joyería, relojerías y microelectrónica: 1500 lux.

" Cirugía: 10,000 – 20,000 lux.

h) Dichos niveles de iluminación deberán duplicarse en los siguientes casos:

* En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

* Cuando un error de apreciación visual pueda suponer un peligro para el trabajador o, cuando el contraste de luminarias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

i) En todo centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencias adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de 50 lux, y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

Anexo 10. Eficiencia de los Aires Acondicionados. NTON 10 017 – 09.

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 2. 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 minimos)				
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 3. 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 minimos)				
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

Anexo 11. Cotizaciones.

Cotización de aires acondicionados.



CLIMATIZAMOS CON ORGULLO

Oferta Económica N°.177 TCDG 01-29092017-2

Cliente: Fecha: 29/09/2017
 Atención: Teléfono:
 E-mail: Validez: 10 días
 Dirección: Entrega:

DETALLE DE LA PROPUESTA DE SERVICIO						
Cant	Descripción	Cto/Unitario	Cto/Total			
5	UNIDAD DE A/A R-410A 18 SEER DE 12K MARCA DAIKIN MODELO RKS12SL216	\$ 480.00	\$ 2,400.00			
9	UNIDAD DE A/A R-410A 18K SEER DAIKIN	\$ 681.00	\$ 6,129.00			
11	UNIDADES DE 24K SEER 23 R-410 MCQUAY	\$ 1,125.25	\$ 12,377.75			
9	UNIDAD DE 60K SEER 18 220V R-410 MCAUAY	\$ 2,200.00	\$ 19,800.00			
		SUBTOTAL	\$ 40,706.75			
		IVA (15%)	\$ 6,106.01			
		TOTAL	\$ 46,812.76			
Garantía mantenimientos	cinco días una vez finalizado el trabajo (ruidos, goteos, mal ajuste en carcasa)					
Forma de pago	Contado	100%	Adelanto	100%	puesta de equipos en la obra	0%
			Por avance	0%	Al finalizar los trabajos	0%
Credito de	XX	días a partir de la fecha de recibido los trabajos (pago final)				
Cargos x mora	X%	Sobre saldo por día de retraso después de la fecha de vencimiento del crédito.				
Observación	Emitir cheque a nombre de AIRTEC, S.A - RUC# J0310000040664 - T/C paralelo a Bancentro.					

Tania Dávila
AIRTEC, S.A

Tel. 2250-8989 Ext.5000
atencionalcliente@airtec.com.ni

Autorizado por:

Nombre y firma del cliente

Cotización de sistema de iluminación.

Tecno Lite

TECNO LITE NICARAGUA, S.A.

COTIZACIÓN NO. SUX-18360

Los Robles R15 detrás del Restaurante la Marsellaise

PBX 22789620-23

RUC NO. J0310000124329

Vendedor: Martin Chang

F. Impresión: 18/09/2017

Fecha: 18/09/2017

Cliente: IBW

Dirección:

Teléfono:

RUC:

Entrega:

T/C: 30.75

Foto	Código	Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Subtotal
	T8C- LED120/002/65H	(Exento IVA) TUBO LED 120MM 17W 100-240V 6500K	293.00	5.99	1,755.07

OBSERVACIONES:

Subtotal US\$: 1,755.07

Impuesto US\$: 0.00

Total Neto US\$: 1,755.07



ANEXO 13. Tabla completa del análisis MEE 03.

Lugar	Ubicación	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	F B	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kW h/mes)	Consumo (kWh/año)
Departamento de agrícola	Secretaria del departamento	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
	Pasillo	T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
		T-8C LED 120	1	17	1x1	1	260	0.8	0.02	4	42
	Ing. Fonseca	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Horacio González	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Guillermo Acevedo	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. José Rivas	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Luis López	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Rosario Sotelo	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Manuel González	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Sandino	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Ricardo Rivera	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
Departamento de estructuras	Secretaria del departamento	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
	Sala de Espera	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
	Pasillo	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
		T-8C LED 120	1	17	1x1	1	260	0.8	0.02	4	42
	Ing. Marco Palma	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127

	Ing. Manuel Hernández	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Luis Padilla	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Juergens Lacayo	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Matilde Avilés	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Soledad	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
Oficina de equipos audiovisuales	Ing. Pablo Gonzales	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
Maestrías en vías terrestres		T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.10	16	187
Coordinación modalidad especial	Ing. Claudia Reyes	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
Departamento de vías de transporte	Secretaria	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
	Pasillo	T-8C LED 120	5	17	2x1	1	260	0.8	0.17	35	424
	Pasillo de Planta Baja	T-8C LED 120	8	17	2x1	1	260	0.8	0.27	57	679
	Bodega de topografía	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.5	0.03	4	53
	Ing. José Bustamante	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Edgar Somarriba	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Oscar Zamora	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Beatriz Torrez	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Richard Zamora	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Julio Moncada	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Sergio García	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Blass Rivas	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Aldo Zamora	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
Sala de maestrías		T-8C LED 120	12	17	2x1	1	260	0.6	0.41	64	764

Laboratorio de computación		T-8C LED 120	12	17	2x1	1	260	0.8	0.41	85	1018
Aulas de clases	Aula no. 1	T-8C LED 120	6	17	2x1	1	260	0.8	0.20	42	509
	Aula no. 2	T-8C LED 120	6	17	2x1	1	260	0.8	0.20	42	509
Pasillo de la segunda planta		T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
Decanatura	Pasillo	T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
	Baños	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.2	0.03	2	21
	Sala de Espera	T-8C LED 120	9	17	2x1	1	260	0.8	0.31	64	764
	Decano Oscar Gutiérrez	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.5	0.07	9	106
	Dra. Maira Noguera	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Vice-Decanatura	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Delegación Administrativa	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Secretaría Académica	T-8C LED 120	10	17	2x1	1	260	0.6	0.34	53	636
Laboratorio de suelos	Aula no. 1	T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
	Aula no. 2	T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
	Sala de Maquinas	T-8C LED 120	25	17	2x1	1	260	0.8	0.85	177	2122
	Baño	T-8C LED 120	1	17	1x1	1	260	0.2	0.02	1	11
	Bodega	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.2	0.03	2	21
	Oficina de Docentes	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
Departamento de construcción	Pasillo 1	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.8	0.07	14	170
	Pasillo 2	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.8	0.03	7	85
	Pasillo 3	T-8C LED 120	4	17	2x1	1	260	0.8	0.14	28	339
	Sala de Espera	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.8	0.07	14	170

	Centro de Carga	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.5	0.03	4	53
	Secretaria	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.8	0.07	14	170
	Ing. Marvin Blanco	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Luis Espinoza	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Mayra Toruño	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Iván Matus	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. José Alfonso Jerez	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Silvia Lindo	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. José Hernández	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Ing. Israel Morales	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
Laboratorio de edafología		T-8C LED 120	8	17	2x1	1	260	0.8	0.27	57	679
Departamento de hidráulica y medio ambiente	Secretaria y Pasillo	T-8C LED 120	5	17	2x1	1	260	0.0	0.17	35	424
	Ing. Lino Aranda	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Mario Castellón	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. María Castro	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Néstor Lanzas	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Baltodano	T-8C LED 120	2	17	2x1	1	260	0.6	0.07	11	127
	Ing. Noé Hernández	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.6	0.03	5	64
	Laboratorio	T-8C LED 120	12	17	2x1	1	260	0.8	0.41	85	1018
	Baños	T-8C LED 120	1	17	2x1	1	260	0.2	0.03	2	21
Centro de documentación		T-8C LED 120	24	17	2x1	1	260	0.8	0.82	170	2037
Sala de cómputo		T-8C LED 120	11	17	2x1	1	260	0.8	0.37	78	934

Coordinación	T-8C LED 120	7	17	2x1	1	260	0.6	0.24	37	446
Sala de dibujo	T-8C LED 120	27	17	2x1	1	260	0.8	0.92	191	2291
TOTAL									1,8 91	22,687

ANEXO 14 . Fotografías varias.



Foto 1: Refrigeradora



Foto 2: Aire acondicionado tipo ventana.



Foto 3: Dispensador de agua u oasis.



Foto 4: Centro de carga estilo inglés.



Foto 5: Unidad condensadora de un aire acondicionado tipo Split.



Foto 6: Proyector de pared.

Horno de secado de suelos



Foto 7: Hornos de secado de suelos del laboratorio de edafología.



Foto 8: Infiltración de aire caliente por zonas descubiertas en ventanas.



Foto 9: Mal estado del aislante de la tubería que conecta la unidad condensadora con la unidad evaporadora de un aire acondicionado tipo Split.



Foto 10: Carcasa de luminaria con Corrosión.



Foto 11: Banco de 3 transformadores de 75 kVA trifásicos.



Foto 12: Transformador de 500 kVA trifásico.

BIBLIOGRAFIA

- FERTILAB. (08 de 03 de 2017). *FERTILAB*. Recuperado el 14 de 06 de 2017, de FERTILAB:
http://www.fertilab.net/ginecopedia/anticoncepcion/aspectos_generales/cu_al_ha_sido_el_crecimiento_de_la_poblacion_mundial_1
- Escan S.A. (2014). Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid. Madrid, Madrid, España.
- WWF España. (Noviembre de 2008). GUÍA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN OFICINAS. Madrid, Madrid, España.
- Urbina, G. B. (2007). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. Mexico, D.F, Mexico, D.F, Mexico: Mc Graw Hill.
- Ayuntamiento de Jerez de la Frontera. (2011). *Auditoria Energetica De Oficinas*. ESPAÑA. Recuperado el 16 de 06 de 2017
- Greenpeace. (2004). *www.greenpeace.org*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/3/gu-a-verde-del-ahorro-de-energ.pdf>
- International Energy Agency. (2016). *IEA Energy Atlas*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de International Energy Agency:
<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487>
- Centro de Produccion Mas Limpia Nicaragua CPML. (2013). *Guia de Eficiencia energetica*. Managua.
- Energy, I. (2006). *Guia Tecnica de la Iluminacion Eficiente* . Obtenido de Guia Tecnica de la Iluminacion Eficiente :
<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf>
- Vargas, M. L. (7 de Abril de 2010). *Estudio de Métodos de Iluminación para Edificios de Oficinas*. Obtenido de Estudio de Métodos de Iluminación para Edificios de Oficinas:
<http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>
- International Energy Agency. (2017). *International Energy Agency*. Obtenido de International Energy Agency: <https://www.iea.org/>
- CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS. (22 de 11 de 2013). Varsovia, Varsovia, Polonia.