



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN LA BIBLIOTECA SAMUEL RAMOS
PRIMERA SECCIÓN DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS”**

**PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL
PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA**

PRESENTA:

“LORENA ARACELI REBOLLAR CAÑETE”

DIRECTORA DE TESINA

DRA. M. AZUCENA ESCOBEDO IZQUIERDO



2015

Agradecimientos

Gracias de todo corazón a mis padres, Sofía Cañete y Juan Rebollar, por su apoyo incondicional, sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí. Son la luz de cada larga y agotadora noche de desvelo. La distancia que nos ha separado durante estos años no ha sido inconveniente para sentir la confianza, paciencia y apoyo que me han dado.

Gracias a mi hermana Verónica porque siempre creyó en mí, por alentarme a seguir cuando sentía que ya no podía más. Gracias por ser mi cómplice y amiga.

A mi hermana Irma por enseñarme el camino.

Gracias a Francisco Villaseñor por ser tan maravillosa persona conmigo, por toda su paciencia, apoyo y cariño. Gracias por estar conmigo incondicionalmente, te amo muchísimo.

Gracias a todos mis amigos de la facultad que hicieron este camino ameno. Gracias por compartir alegrías, tristezas y sus conocimientos.

A Erik Mendoza por su gran apoyo y confianza, muchísimas gracias por darme la oportunidad de iniciar mi carrera.

A los excelentes profesores que tuve, gracias por compartir su tiempo, experiencias y conocimientos.

A la máxima casa de estudios, mi segunda casa, la UNAM, por mi formación profesional.

Gracias a todos y cada uno de ustedes, ¡¡¡Muchísimas gracias!!!

Lorena A. Rebollar Cañete

Índice

Resumen	1
Objetivo	1
1. Marco teórico	2
1.1 Sector Energético en México	2
1.2 Generación de Energía Eléctrica	3
1.3 Consumo de Energía Eléctrica por Sectores	4
1.4 Tarifas Eléctricas	4
1.5 Diagnostico Energético	6
1.6 Ahorro y Uso eficiente de energía eléctrica en la UNAM	8
2. Evaluación Energética (DEN)	9
2.1 Caso de Estudio. Biblioteca Samuel Ramos	9
2.2 Análisis de Mediciones Eléctricas	11
2.3 Análisis de Levantamiento de Cargas	15
2.4 Descripción del Sistema de Misceláneos	17
2.5 Descripción del Sistema de Computo	18
2.6 Descripción del Sistema de Iluminación	20
3. Evaluación de Normatividad Energética Vigente	23
3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	23
3.2 Norma Oficial Mexicana Objetivo de NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo	25
4. Propuestas de Ahorro y Uso eficiente	29
4.1 Medidas de ahorro con inversión. Sustitución de Tecnología	29
4.2 Medidas de ahorro sin inversión	31
5. Conclusiones	32

Apéndices

Apéndice I. Planos de planta.

Apéndice II. Censo de cargas. Misceláneos, Computo e Iluminación.

Apéndice III. Fichas técnicas

Resumen

La Universidad Nacional Autónoma de México ha desarrollado innumerables proyectos dentro de Ciudad Universitaria con el objeto de reducir el impacto ambiental de las actividades universitarias, tal como el proyecto “Estrategia de Universidad Sustentable. Red de medición de parámetros eléctricos proyecto piloto: casco CU” iniciado en el año 2011. Sin embargo, para lograr un ahorro y un uso eficiente de la energía no es suficiente tener la información de *la cantidad de energía que se consume*, necesita un estudio detallado de las actividades cotidianas que requieren energía eléctrica y con ello se logra saber cómo se consume.

Derivado de lo anterior, se realizó un diagnóstico energético en la Biblioteca Samuel Ramos (edificio participante en el proyecto antes mencionado) para aprovechar la información proveniente de la medición de parámetros eléctricos y lograr un estudio integral del uso de la energía eléctrica en el edificio.

La primera etapa para ejecutar el diagnóstico fue el recabo de información mediante el censo de cargas eléctricas, de alumbrado, la medición de los niveles de iluminación en el edificio y la medición del área de construcción. En la segunda etapa, se analizó la información obtenida en la etapa anterior y la información del analizador de redes, relacionando los resultados se conoció en qué lugares, actividades o servicios se consumía la mayor parte de la energía eléctrica. Como tercera etapa, tenemos la evaluación de las normas: NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008, para calificar el estado en el que se encuentra el edificio. Por último, se presentan medidas de ahorro de energía con inversión y sin inversión para llegar a una solución de las problemáticas encontradas en las etapas anteriores.

En la última etapa se propone un cambio de tecnología en iluminación que dará como resultado un ahorro energético de 34%, con una inversión de \$60930.00 M.N. que se recuperará en 12 meses.

Objetivo

Realizar una evaluación energética en el edificio de la biblioteca Samuel Ramos y si es necesario proponer medidas de ahorro de energía (sin perjudicar el confort de los usuarios).

1. Marco teórico

Durante los últimos años se han hecho grandes esfuerzos para reducir el consumo de energía eléctrica en México mediante normas de eficiencia energética, programas de ahorro de energía o estudios de eficiencia energética que realizan dependencias tanto del sector energético como empresas privadas.

El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica se ha vuelto tan importante debido a la crisis ambiental por el que transitamos y además porque la reducción en el consumo conlleva a un ahorro económico para los usuarios.

Simultáneamente se hace presente en instituciones educativas desarrollándose en la parte de la investigación, mediante creaciones de especializaciones en el tema, y en la práctica a través proyectos que se realizan en las mismas universidades para obtener beneficios con la reducción de su consumo energético.

Muchos de los proyectos que se realizan para el ahorro y uso eficiente utilizan una herramienta que se llama Diagnostico energético y es tema central de este trabajo.

A continuación se muestra información general de la situación de la energía eléctrica en México con la finalidad de contextualizar al lector en la conformación del sector energético, la generación, consumo y costo de la energía eléctrica, así como la definición de nuestro tema central.

1.1 Sector Energético en México.

El sector energético en México es dirigido por la **Secretaría de Energía (SENER)** que tienen como función conducir la política energética del país, regular el consumo, la generación y el suministro de energía [1].

Los órganos desconcentrados que apoyan a SENER con las tareas antes mencionadas son: la Comisión Reguladora de Energía (CRE) que se encarga de verificar y regular las actividades de la industria energética en base al marco jurídico del sector energético y las políticas energéticas [2]. La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) fomenta el ahorro y uso eficiente de la energía y su aprovechamiento sustentable [3]. La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) regula y supervisa la exploración y extracción de hidrocarburos en México [4]. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSN) se encarga de la seguridad nuclear, radiológica, física y salvaguardias del uso de la energía nuclear [5].

Así mismos se cuentan con las empresas productivas del estado: Petróleos Mexicanos (PEMEX), es la empresa petrolera que lleva acabo la exploración, distribución y comercialización de productos finales del petróleo [6]. La Comisión Federal de Electricidad (CFE), que se encarga de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en México [7].

Existen institutos de investigaciones que apoyan el desarrollo de tecnologías enfocadas a la industria energética, estas son: el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) que realiza innovación y desarrollo tecnológico para la industria eléctrica [8], el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) realiza investigación científica e innovación tecnológica para el desarrollo de la energía nuclear y sus aplicaciones [9] y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) realiza investigación y desarrollo tecnológico para aplicaciones de la industria petrolera [10].

El sector energético, en su conjunto, hace posible que se tenga una generación, distribución y un consumo de energía en condiciones óptimas.

La Secretaría de Energía anualmente emite el Balance de Energía, en el cual se reporta el análisis de la situación de toda la energía en México.

A continuación se presentan las cifras de generación y consumo de energía eléctrica reportada por SENER en el Balance de Energía 2013.

1.2 Generación de Energía Eléctrica en México.

De acuerdo al Balance de Energía en el año 2013 la producción de energía eléctrica en México (a partir de energía primaria y secundaria), fue de 297 180.55 GWh, de los cuales el 58.1% proviene de las centrales eléctricas públicas, el 28.9% de centrales de Productores Independientes de Energía (PIE) y el 13% de centrales de autogeneración [11].

Las centrales antes mencionadas transformaron 214 518.89GWh de energía primaria a energía eléctrica. El 89.59% se transformó en centrales públicas, el 9.65% en las de autogeneración y el 0.75% en centrales PIE.

En cuanto a energía secundaria, se utilizaron 511 211.11GWh de los cuales 73.65% fue de gas seco, el 22.55% combustóleo, 1.96% de coque, 1.57% de diesel, 0.01% de gas licuado y el 0.25% restantes de otros¹.

La energía eléctrica generada en México logra satisfacer la demanda de la sociedad y de usuarios que realizan actividades productivas a la economía nacional, el consumo se describe a detalle en el siguiente capítulo.

¹ Gas de alto horno, gas de coque y gasóleo utilizados para autogeneración de electricidad

1.3 Consumo de Energía Eléctrica en México.

El consumo final total de energía eléctrica en el año 2013 fue de 235 158.33GWh, es decir el 79.13% del generado, el resto se reduce a pérdidas por transmisión o distribución, exportación y en consumo propio del sector.

Los sectores que integran el consumo final total son: el transporte, el industrial, el agropecuario, el residencial, comercial y el público.

El sector agropecuario consumió 10 286.11GWh de energía eléctrica, el de transporte 1175GWh, el sector industrial 147 491.66GWh, el residencial 53 094.44GWh, el comercial 13 827.77GWh y el público 9 286.11GWh.

Existen tarifas a las cuales se venden la energía eléctrica para el consumo de los usos finales antes mencionados y se describen a continuación.

1.4 Tarifas Eléctricas.

Las tarifas eléctricas son cuotas y condiciones que se establecen para el suministro de energía eléctrica, se identifican por su número y/o letras, según su aplicación.

En México la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía establecen y clasifican las tarifas eléctricas para la venta de la energía eléctrica. Dichas tarifas deben reflejar el costo de producción, transmisión y distribución. Cabe mencionar que el precio por kWh cambia cada mes para algunas tarifas y para la mejor estimación de los costos se han catalogado ocho regiones tarifarias que se presentan en la ilustración 1.

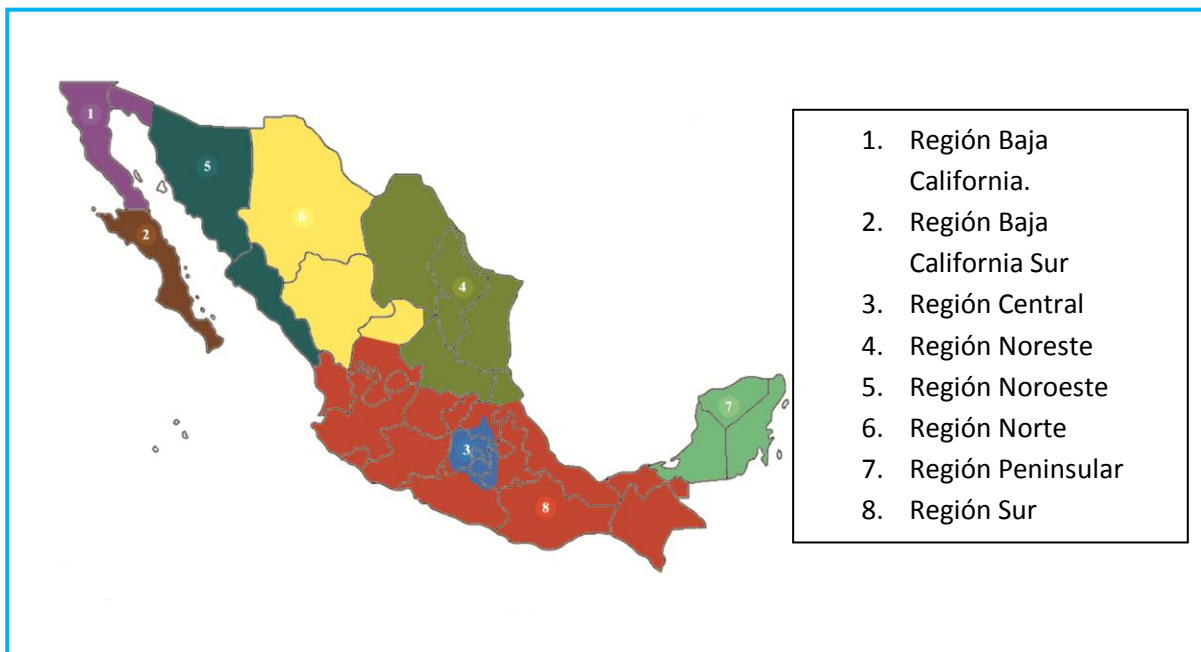


Ilustración 1. Regiones Tarifarias.

La Comisión Federal de Electricidad clasifica las tarifas en dos grandes grupos, las Tarifas Específicas y Tarifas Generales. En las tarifas específicas se encuentran las domésticas (1, 1 A, 1B, 1C, 1D, 1E y 1F), de servicios públicos (5, 5 A y 6), agrícolas (9, 9M, 9-CU, 9N), las temporales (7) y la acuícola (EA). En las tarifas generales encontramos de baja tensión (2, 3), en media tensión (O-M, H-M, H-MC y con cargos fijos OMF, HMF, HMCF), en alta tensión (HS, HS-L, HT, HT-L y con cargo fijo HSF, HS-LF, HTF, HT-LF), de servicios de respaldo (HM-R, HM-RF, HS-R, HM-RM, HT-R, HT-RF Y HT-RM) y de servicios interrumpibles (I-15, I-30), [12].

Con el fin de mantener un uso eficiente de la energía eléctrica, la dependencia suministradora de energía penaliza a los usuarios que durante cualquier periodo de facturación cuenten con un factor de potencia menor a 90% y compensa a aquellos que mantengan un factor de potencia mayor al 90%.

La penalización para los usuarios se calcula de la siguiente forma:

$$Penalización = \frac{3}{5} * \left(\frac{0.9}{F.P} - 1 \right) * 100$$

$$Compensación = \frac{1}{4} * \left(1 - \left(\frac{90}{F.P} \right) \right) * 100$$

Debido a que nuestro edificio en cuestión se encuentra sujeto a una tarifa HM a continuación se describen los cargos que se aplican a esta tarifa.

Tarifa Horaria en Media Tensión (HM)

Los cargos en la factura eléctrica que se realizan a los usuario suscrito a un tarifa HM son por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía base [13].

En donde la energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta, la energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio y la energía de base es la energía consumida durante el periodo base.

El periodo de punta, intermedio y base son definidos en cada una de las regiones tarifarias antes mencionadas y para distintas temporadas del año.

Por ejemplo, para la región central los periodos se tienen definidos en la tabla 1 y tabla 2 de la siguiente forma:

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a viernes	0:00 – 6:00	6:00 – 20:00 22:00 – 24:00	20:00 – 22:00
Sábados	0:00 – 7:00	7:00 – 24:00	
Domingos y festivos	0:00 – 19:00	19:00 – 24:00	

Tabla 1. Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre.

Día de la semana	Base	Intermedia	Punta
Lunes a viernes	0:00 – 6:00	6:00 – 18:00 22:00 – 24:00	18:00 – 22:00
Sábado	0:00 – 8:00	8:00 – 19:00 21:00 – 24:00	19:00 – 21:00
Domingos y días festivos	0:00 – 18:00	18:00 – 24:00	

Tabla 2. Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

La demanda facturable se calcula con la siguiente formula:

$$DF = DP + FRI * \max(DI - DP, 0) + FRB * \max(DB - DPI, 0)$$

DP es la demanda máxima medida en el periodo punta.

DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio.

DB es la demanda máxima medida en el periodo base.

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio.

FRI y FRB son factores de reducción dependiendo de la región tarifaria.

Esta tarifa es para uso general de la energía, es suministrado a media tensión y los usuarios deberán tener una demanda igual o mayor a 100 kW.

1.5 Diagnostico Energético.

Un diagnóstico energético es la base para la implementación de un programa de ahorro de energía debido a que implica la identificación de fuentes y tipos de energía utilizada, un análisis histórico del uso de la energía e incluso un estudio de la operación de los equipos y con ello se obtiene la identificación del desperdicio de la misma, posibles potenciales de ahorro energético y propuestas de acciones o medidas para disminuir el consumo de energía. Genera múltiples beneficios, entre los cuales se destacan la reducción de facturación energética, reducir costos de producción, mayor competitividad y productividad.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) define al diagnóstico energético como *un instrumento imprescindible para saber cuánto, cuándo, cómo, dónde y por qué se consume la energía, así como establecer el grado de eficiencia en su utilización* [14].

Las medidas de ahorro y uso eficiente que se puedan obtener con un diagnostico energético se clasifican en tres tipos: las Medidas operativas, Medidas educativas y Medidas de inversión. Las medidas operativas no requieren inversión se basan en medidas administrativas que logren un ahorro de energía. Las medidas educativas son las actividades que promueven la entidad o empresa hacia el personal para la capacitación y promoción de mejores usos de la energía. Las medidas de inversión se realizan cuando

existe cambio de tecnología, alguna reinstalación o rediseño de procesos, entre otros, que requieran el gasto de un monto significativo para alcanzar ahorros de energía.

La Comisión Nacional Para el Uso eficiente de energía clasifica los diagnósticos como Diagnóstico preliminar y Diagnóstico integral.

- Diagnóstico energético preliminar. En este nivel no se lleva a cabo un análisis exhaustivo del consumo de la energía; consiste únicamente en detectar fuentes evidentes de posibles mejoras en el uso de la energía cuyas aplicaciones son inmediatas y son de bajo costo o incluso nulo, se establece el nivel de eficiencia que le dan a la energía, se proponen medidas de ahorro, de uso eficiente y su inversión.
- Diagnostico energético integral. En este nivel se lleva a cabo un análisis exhaustivo del consumo de energía, incluso se utilizan equipos especializados de medición y control, se identifica el consumo por usos finales de todas las formas de energía utilizadas, se establecer el nivel de eficiencia de su utilización por equipo, por sistema o proceso y se determinar los beneficios energéticos, económicos, ambientales y la inversión requerida para las acciones que se llevan a cabo.

Como se observa, la clasificación depende de la profundidad del estudio realizado a la dependencia (empresa, industria, edificio, escuela, etc.), sin embargo, independientemente del tipo que se elija, se deben realizar al menos las siguientes actividades para lograr un diagnóstico con éxito.

En primer lugar, se debe planear los recursos y el tiempo para su realización, es decir, se identifica la dependencia o entidad (se debe conocer condiciones de mantenimiento y el diseño arquitectónico del inmueble), también se selecciona el equipo de medición que se debe utilizar y se elabora un cronograma de trabajo.

En segundo lugar, se recopila y revisa la información de la entidad, como es la facturación eléctrica mensual (demanda máxima, consumo de energía, factor de potencia, etc.), algunos planos (como diagramas unifilares o planos arquitectónicos) y que en caso de no estar disponibles se deberán elaborar esquemas simplificados de ellos. También se recopila información sobre los horarios de operación en las diferentes áreas de trabajo y se identifican los equipos consumidores de energía en los sistemas de iluminación, aire acondicionado, motores y en cualquier otro sistema que consuma energía.

Después se realizan mediciones para conocer la demanda y consumo de energía.

Por último, se analizan los datos recabados para determinan los índices energéticos de la entidad, identificar potenciales de ahorro energético y emitir las medidas o acciones para el ahorro de energía.

1.6 Ahorro y Uso eficiente de energía eléctrica en la UNAM.

Como se ha mencionado antes, el ahorro y uso eficiente de energía se hace presente en escuelas de educación superior y la Universidad Nacional Autónoma de México como líder en educación superior ha desarrollado programas, cursos, investigaciones y proyectos con temas relacionados a la sustentabilidad energética con el fin de instruir, ejemplificar y contribuir al desarrollo sustentable en México.

Uno de los principales pasos de la UNAM hacia una universidad sustentable fue la creación del Programa Universitario de Energía (PUE) en 1982, con la finalidad de desarrollar investigación para los problemas relacionados con la generación, distribución y utilización de la energía.

El 15 de noviembre de 1991, surgió el Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA) que tiene por objetivo el coordinar, promover e impulsar actividades interdisciplinarias con las dependencias de la UNAM orientadas a la sustentabilidad energética.

En 1993, se desarrolló el proyecto “La UNAM, un modelo nacional de eficiencia energética”.

Después, en el año 2005 surgió el Macroproyecto: “La ciudad universitaria y la energía” el cual abordó el tema de la energía solar, biomasa, energía del hidrogeno, diagnóstico y ahorro de energía, utilización y ahorro de energía y cultura energética.

Con el fin de hacer integral el proyecto de sustentabilidad energética, en el año 2011 se desarrolla el proyecto EcoPuma, la estrategia para una universidad sustentable y tienen por objetivo disminuir el impacto ambiental provocado por las actividades cotidianas de los universitarios. Implementa acciones para lograr la sustentabilidad de la universidad en diversas áreas como son: Residuos (Separación), Energía (ahorro, uso eficiente y energías alternas), Consumo responsable, Agua, Construcción sustentable, Movilidad (transporte ecológico), Áreas verdes (conservación) y Administración electrónica (uso de tecnologías de la información).

En la sección de energía se pretende la reducción y medición permanente del consumo de energía mediante la red de medición de parámetros eléctricos, no obstante, no solo se debe tener las mediciones, sino analizarlas y actuar para lograr una eficiencia energética.

El trabajo expuesto en los siguientes capítulo estudia un edificio participante de la red de medición de parámetros eléctricos, con el fin de aprovechar las mediciones ya obtenidas y proponer acciones que promuevan la eficiencia energética.

2. Evaluación Energética (DEN)

En este capítulo se lleva a cabo el análisis del uso de la energía en la biblioteca Samuel Ramos de la Facultad de Filosofía y Letras con el propósito de identificar áreas en las que se desperdicia o se consume demasiada energía y que son posibles potenciales de ahorro para proponer acciones o medidas correctivas que optimicen y adecuen las condiciones actuales, respetando lo estipulado en las NOM-007-ENER-2014 y NOM-025-STPS-2008.

Cabe mencionar que en el edificio en cuestión se emplea **únicamente** energía eléctrica para operar equipos eléctricos y electrónicos.

2.1 Caso de estudio. Biblioteca Samuel Ramos.

La Biblioteca Samuel Ramos forma parte de la facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México ubicada en el norte de la Ciudad Universitaria. Está conformada por obras referidas a cada disciplina humanística impartida en la facultad.

El actual edificio que alberga una sección de la Biblioteca Samuel Ramos fue construido en el estacionamiento que se encontraba a espaldas de la Facultad de Filosofía y Letras, a un costado del circuito interior, e inaugurado en abril de 1995 por el rector José Sarukhan Kermez. Consta de dos plantas con un total de 2579 metros cuadrados de los cuales 1072 metros cuadrados son destinados al Acervo Bibliográfico.

La biblioteca cuenta con un horario de servicio de lunes a viernes de 9:00 a 19:45 horas y sábados de 9:00 a 15:00 horas. Brinda el servicio a los alumnos mediante las siguientes áreas: el Área de Catálogos en línea, que permite realizar las búsquedas bibliográficas de libros, mapas, publicaciones periódicas, videos o tesis a través de equipo de cómputo; la Hemeroteca con un área de 121.5 metros cuadrados, que comprende revistas, boletines, anuarios y otras publicaciones periódicas relacionadas con las disciplinas humanísticas impartidas por la Facultad; la Sala de Información Automatizada (que por el momento se encuentra fuera de servicio), su función es consultar libros, revistas y tesis en formato electrónico; la Sala de Lectura cuenta con 34 metros cuadrados; el Servicio de Fotocopiado que la comunidad requiere; los Módulos de Préstamo y de devolución de material prestado; el Departamento de Adquisiciones (área administrativa); el de Procesos Técnicos (área administrativa) y el área de Colecciones Especiales, que guarda obras del siglo XVI, XVII, XVIII, XIX y mediados del siglo XX en 241 metros cuadrados. Mas información vea el Apéndice I.

Entre los edificios de la Facultad de filosofía y Letras y la biblioteca Samuel Ramos, se encuentra un domo que cubre un patio central de 292 metros cuadrados, mostrado en la ilustración 2.



Ilustración 2. Domo exterior del patio central.

Este espacio permite el acceso a la biblioteca y además es un lugar destinado a la lectura y a la conversación aprovechando la luz natural.

La arquitectura de la biblioteca permite el mayor aprovechamiento posible de luz natural mediante sus grandes ventanales, el uso de domos y tragaluces, las paredes de vidrio e incluso por la doble altura que tiene el techo del acervo bibliográfico como se observa en la ilustración 3.



Ilustración 3. Interior de la Biblioteca Samuel Ramos.

El suministro de la energía eléctrica de la Biblioteca Samuel Ramos se hace mediante un transformador tipo pedestal con una capacidad de 112.5kVA-127/220V ubicado detrás de la biblioteca. Este transformador es alimentado por la red de distribución de 6.3kV proveniente de la Subestación Principal No. 1, ubicada en la parte norte de Ciudad Universitaria a espaldas de la Facultad de Psicología.

Cabe mencionar que la dependencia no cuenta con facturación de energía eléctrica debido a que el contrato de suministro en media tensión (tarifa HM) con CFE es directamente con la Subestación Principal 1.

2.2 Análisis de Mediciones Eléctricas

Como parte del diagnóstico energético se realizaron mediciones en el transformador del edificio en cuestión, tomando datos a intervalos de 15 minutos durante 31 días (del 01 al 31 de Mayo del 2014), por medio de un analizador de redes que mide y registra simultáneamente 25 parámetros eléctricos. El equipo de medición se muestra en la Ilustración 4.

Dentro de los parámetros medidos se encuentran: Demanda Eléctrica, Energía Consumida, Factor de Potencia, Voltaje, Corriente y la Frecuencia.



Ilustración 4. Analizador de redes Schneider Electric.
PowerLogic ION 7330

A continuación se describe el comportamiento de los principales parámetros eléctricos medidos antes mencionados:

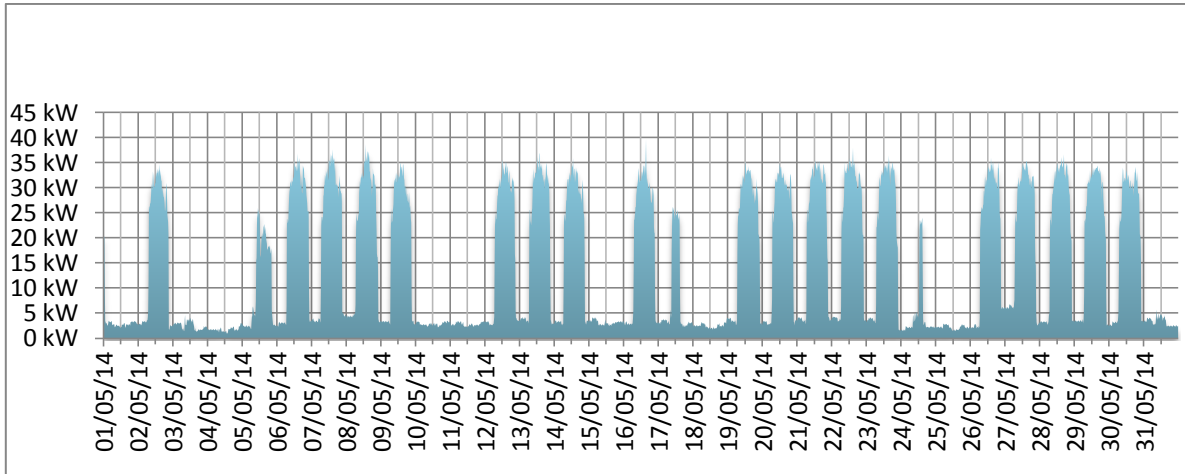
Demanda Eléctrica

La demanda eléctrica hace referencia a la cantidad que se necesita en un momento determinado y se mide en kilo watt (kW).

Con los datos que se obtuvieron mediante el analizador de redes, se observa que la biblioteca tiene un horario de las 6:45 a 21:15 de lunes a viernes, aunque el servicio a los alumnos sea de 9:00 a 19:45, esto se debe a que personal de intendencia y encargados de algunas áreas inician labores antes de la apertura de la biblioteca y salen después de haber cerrado, por lo cual equipos eléctricos o electrónicos se encuentran funcionando durante todo este tiempo. El horario de menor actividad se da a partir de las 21:15 hasta 6:45.

Para los fines de semana, las actividades del día sábado comienzan a partir de las 8:15 y terminan a las 15:00 horas; los domingos no hay labores.

Esto se puede ver reflejado en el trazo de la gráfica de la demanda eléctrica del mes de Mayo mostrado en la Grafica1.



Grafica 1. Perfil de Carga Mensual.

En el mes de Mayo se alcanza una Demanda Máxima de 39.57kW y se presenta el día viernes 16 de Mayo a las 15:30 horas, esta demanda máxima del periodo no difiere mucho de la demanda máxima de un día hábil cualquiera, lo cual indica actividades normales en la biblioteca. El registro mínimo del mes fue de 0.90kW y se presentó en un día no hábil lo cual es justificable pues debe haber equipo eléctrico que se desconecte en esos días. Como registro promedio se obtuvo 14kW.

Como ya se había mencionado antes, en fines de semana solo se trabaja el sábado de 8:15 a 15:00, por lo que la demanda es mínima y es prácticamente la Demanda Base, que de acuerdo a los datos obtenidos por el analizador oscila entre 1 y 5kW. Es aproximadamente la misma a lo largo de toda la semana y es debida básicamente a iluminación y cargas que no son desconectadas, excepto los sábados 17 y 24 de Mayo. Estos días se realizaron actividades extras a las cotidianas, exposiciones y obras de teatro presentados en el domo exterior de la biblioteca, por lo que la demanda máxima registrada fue de 26.14kW y 24.05kW respectivamente.

En el mes de mayo se tuvieron dos días de asueto, el jueves 01 de Mayo y jueves 15 de Mayo en donde sólo se observa la demanda base. El día lunes 05 de Mayo no fue día de asueto para los académicos, sin embargo, el personal administrativo laboró media jornada por esta razón se observa que la demanda máxima fue de solo 26.04kW (25% menos que en un día típico) y además las actividades se registraron de 9:30 a 20:15.

Como un complemento a lo observado en la Grafica 1, en la Tabla 3 se presenta una descripción detallada del comportamiento de la demanda eléctrica en un día típico.

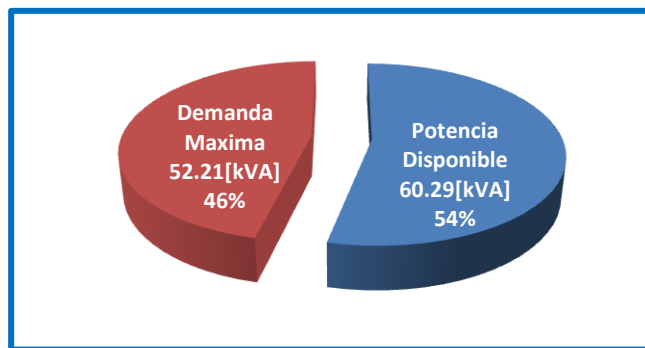
Horarios	Comportamiento de la demanda eléctrica
6:45	Las actividades de la dependencia inician en promedio a las 6:45. La demanda se incrementa desde la demanda base hasta alrededor de 18kW.
7:00-9:30	La demanda se incrementa hasta alrededor de 30kW.

9:45 – 16:30	Durante este periodo la demanda oscila entre 30kW y 35kW y se presentan las mayores demandas de cada día.
16:45 –18:15	Se presenta un pequeño decremento en la demanda de aproximadamente 2kW, dado que en algunas áreas de la biblioteca las actividades se terminan, por lo que se apagan equipos eléctricos o electrónicos.
18:30 -19:00	Cerca de las 18:30 se observa un incremento de la demanda de alrededor de 2kW debido a que a esta hora se enciende las lámparas del domo del patio central.
19:15 -19:45	En este periodo nuevamente se observa un ligero decremento y es debido a que se termina el servicio para los alumnos.
20:00 – 21:15	Durante este periodo la demanda disminuye notablemente hasta aproximadamente 13 o 17kW.
21:30 –06:30	Alrededor de las 21:30, el personal de la biblioteca termina la jornada laboral. Este es el periodo en el que la demanda que se presenta corresponde a equipos no desconectados.

Tabla 3. Factor de Potencia.

Como vemos, el comportamiento de la demanda eléctrica es oscilante debido a la carga que es conectada y desconectada durante el día.

La demanda máxima del edificio representa solo el 46% de la capacidad del transformador, es decir, se ocupa menos de la mitad de la potencia ofrecida, como se observa en la gráfica 2.-



Gráfica 2. Potencia disponible del transformador.

Debido a que la capacidad del transformador es de 112.5kVA, se tiene una potencia disponible del 54%. La potencia disponible la definimos como la potencia que no se está utilizando y que se le puede demandar al Transformador.

Consumo de energía

El consumo es la cantidad de energía que se necesita en un intervalo de tiempo determinado y se mide en kilo watt por hora (kWh).

El consumo de energía registrado por el equipo de medición durante el mes de mayo es de 10 228 kWh.

Factor de Potencia.

En la Tabla 4 se muestran los valores de Factor de Potencia máximo, mínimo y promedio obtenidos durante el periodo de medición.

	Factor de potencia
Máximo	0.9967
Mínimo	0.2699
Promedio	0.7579

Tabla 4. Factor de Potencia.

Se observa que existe un factor de potencia promedio menor al 90% por lo que la compañía suministradora de energía eléctrica, en este caso Comisión Federal de Electricidad (CFE), penalizaría a la dependencia.

El cálculo de dicha penalización se hace de la siguiente forma:

$$\text{Penalización (\%)} = \frac{3}{5} * \left(\frac{0.9}{F.P} - 1 \right) * 100$$

Para el valor promedio registrado del factor de potencia, el porcentaje de la penalización sería el siguiente:

$$\text{Penalización (\%)} = \frac{3}{5} * \left(\frac{0.9}{0.7579} - 1 \right) * 100$$

$$\text{Penalización (\%)} = 11.25\%$$

Recordemos que el edificio no cuenta con factura y que por lo tanto no se le cobra el factor de potencia, sin embargo, es importante considerar su corrección en un futuro, ya que la penalización económica, sería del 11.25% de lo que sumaría el cargo de consumo y demanda.

Voltaje

En la Tabla 5 se muestran los valores de Voltaje máximos, mínimos y promedios que se registraron durante el periodo de medición.

	Fase A	Fase B	Fase C
Máximo	128.603	128.630	129.042
Mínimo	125.893	125.767	125.835
Promedio	127.332	127.279	127.636

Tabla 5. Voltaje Máximo, Mínimo y Promedio.

Se permite una tolerancia a la variación del voltaje de un $\pm 10\%$ del valor nominal.

Las especificaciones técnicas del transformador nos dicen que la tensión nominal en el secundario debe ser de 127 V y los valores obtenidos y mostrados en la tabla 3, muestran variaciones entre -0.97% y $+1.61\%$, por lo que se los valores se encuentran dentro del rango de variaciones permitido.

Intensidad de corriente eléctrica

La corriente eléctrica se define como el flujo de cargas eléctricas que atraviesan un área transversal por unidad de tiempo.

Nuestro equipo de medición toma un valor promedio de las corrientes entre las tres fases. En la Tabla 6, se muestra el valor máximo, mínimo y promedio registrado.

	I Promedio
Máximo	107.64
Promedio	40.88
Mínimo	8.11

Tabla 6. Intensidad.

Debido a que nuestro equipo de medición no muestra valores de corriente por fase, no podemos saber si existe algún desbalance de corriente.

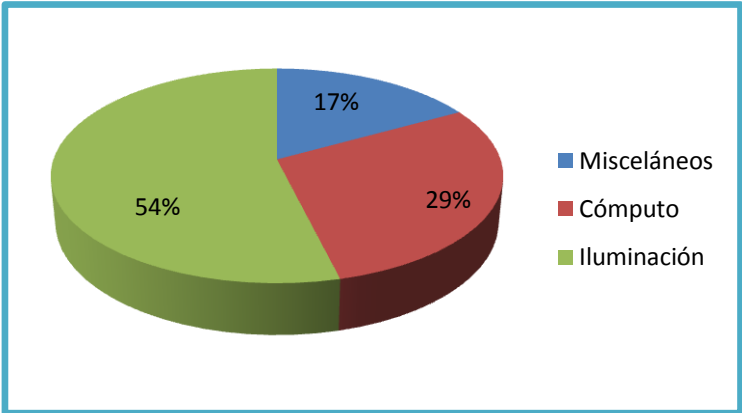
2.3 Análisis de Levantamiento de Cargas

Los parámetros eléctricos antes analizados nos brindaron un panorama general del uso de la energía eléctrica; sin embargo, para fines del diagnóstico energético se necesita conocer con mayor exactitud en qué y cómo es utilizada. Por tal motivo se realizó un

levantamiento de cargas eléctricas en la dependencia en cuestión. Para más información consulte el Apéndice II.

Como resultados del levantamiento de cargas eléctricas en la biblioteca, se encontraron tres sistemas, o bien, usos finales de la energía eléctrica utilizada: Misceláneos, Cómputo e Iluminación.

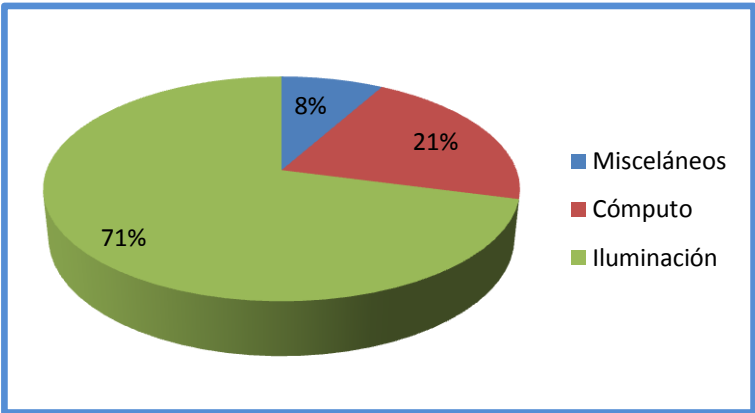
Se conoció que la potencia instalada en el edificio es de 75.42kW y está conformada por los tres usos finales antes mencionados. La gráfica 3, muestra en porcentajes la de la potencia instalada en la biblioteca.



Gráfica 3. Distribución de Potencia Instalada de Cargas Eléctricas.

Como podemos ver, la iluminación es el sistema de mayor importancia, puesto que más de la mitad de la potencia instalada corresponde a éste, seguido por el sistema de cómputo y al final el de misceláneos.

Simultáneamente, el consumo de energía eléctrica estimado por mes, se ve afectado en gran medida por el sistema de iluminación (71%), como se ve en la gráfica 4.



Gráfica 4. Consumo de Energía Eléctrica por los Tres Sistemas.

El sistema de cómputo es el segundo consumidor de energía eléctrica con 21% y el de misceláneos queda en tercer lugar con 8%.

2.4 Descripción del Sistema de Misceláneos.

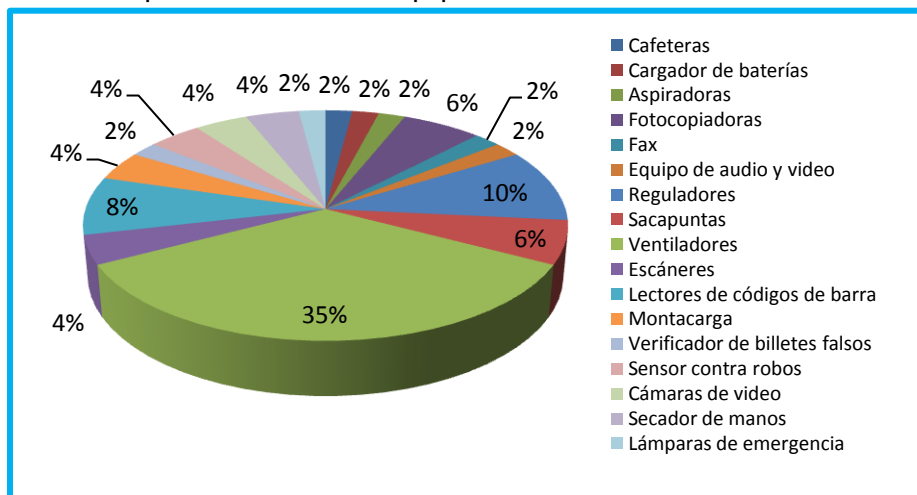
En el Sistema de Misceláneos se clasificaron las cafeteras, aspiradoras, cargadores de baterías, fotocopiadoras, fax, equipo de audio y video, reguladores (No break), sacapuntas, ventiladores, escáneres, lectores de códigos de barra, montacargas, sensores contra robos, lámparas de emergencia, secadores de manos eléctricos y cámaras de vigilancia. Es el sistema de menor potencia instalada con 12.8kW (para más información ver Anexo II)

El uso de la mayoría de los misceláneos, es destinado a mejorar el servicio brindado a los alumnos, tal es el caso de los ventiladores, que debido a que no funciona el sistema de aire acondicionado, se utilizan ventiladores de piso y techo como se ve en la Ilustración 5.



Ilustración 5. Ventiladores. Principal Equipo en el Sistema de Misceláneos.

La constitución del sistema de misceláneos se muestra en la gráfica 5; los porcentajes están determinados por la cantidad de equipos.

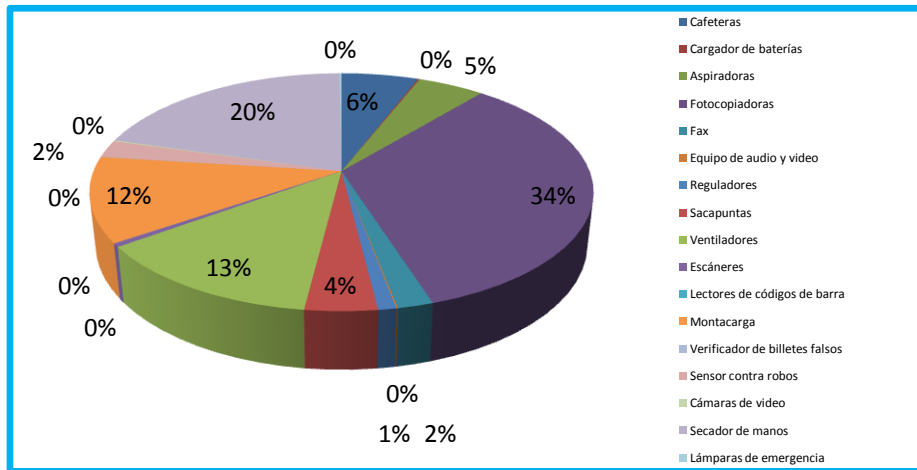


Gráfica 5. Participación de Cargas del sistema de Misceláneos.

Los ventiladores son los equipos de mayor número con 17 equipos distribuidos en el edificio. Las fotocopiadoras, los lectores de códigos de barra y los reguladores (No break)

son los siguientes equipos de mayor número con, 6%, 8% y 10% respectivamente. El 41% restante, se distribuye entre los demás equipos; como son montacargas, secador de manos, sensores contra robos, cámaras de seguridad, entre otros.

La potencia instalada del sistema de misceláneos, se ve afectada principalmente por los secadores de manos (20%), que se encuentran en los baños, y aún más por las fotocopiadoras (34%), como se muestra en la gráfica 6.



Gráfica 6. Distribución de Potencia Instalada del Sistema de Misceláneos.

Los ventiladores tienen el 13% de la potencia instalada, debido a la cantidad que se tienen, y los dos montacargas el 12% por el motor que utilizan. Los demás equipos tienen una potencia instalada menor a 1kW, en especial los de audio y video, cargadores de baterías, lámparas de emergencia, cámaras de video, verificador de billetes falsos, lectores de códigos de barra y escáneres, que en la gráfica 6 se presentan en 0% aunque se encuentre equipo conectado.

Aunque los equipos predominantes sean los ventiladores, las tres fotocopiadoras utilizadas en el área de servicio de fotocopiado prácticamente son las únicas que aportan a la demanda máxima.

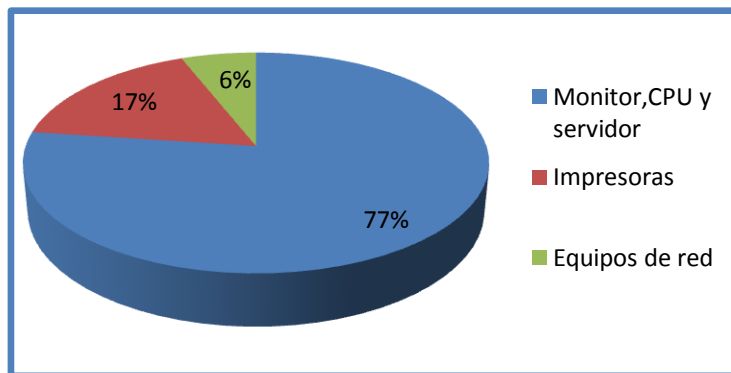
Los principales equipos que influyen en el Consumo de Energía de este sistema son las fotocopiadoras con el 57%, ventiladores con 20%, los sensores contra robos con un 5% y los secadores de manos eléctricos con el 2%.

2.5 Descripción del Sistema de Cómputo.

En el Sistema de Cómputo consideramos a las computadoras (CPU y monitores o pantallas), servidores, impresoras de láser, de matriz de puntos, de inyección de tinta y multifuncionales, también consideramos equipos de red, como son los routers de WiFi y switch de red o conmutadores de red. Todos estos equipos constituyen, el 29% de la

potencia total instalada en la biblioteca, lo que viene siendo 21.99 kW (para mayor información ver Anexo II).

La constitución del sistema por cantidad se muestra en la gráfica 7.



Gráfica 7. Participación de Cargas del Sistema de Cómputo.

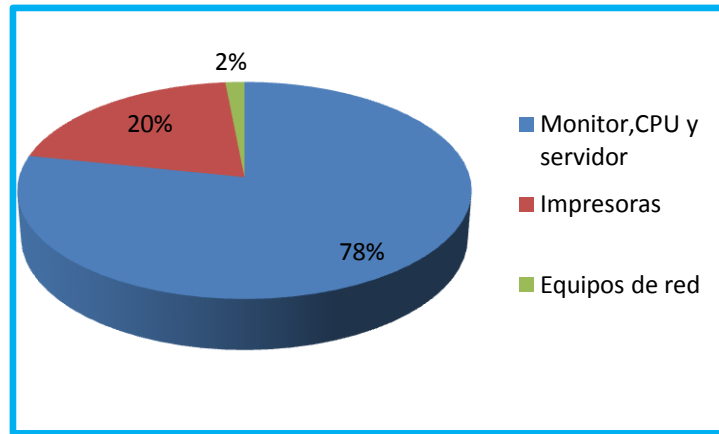
Como se observa, las computadoras son el equipo de mayor número en este sistema con una participación de 77% (31 computadoras y un servidor), existen 14 impresoras que representan el 17% y 5 equipos de red con el 6%.

La mayoría de las computadoras son para uso administrativo de la biblioteca, solo ocho de ellas son destinados a los alumnos y estas se encuentran en el área de Catálogos en Línea mostrado en la ilustración 6.



Ilustración 6. Catálogos en Línea.

Así mismo, constituyen en gran parte a la potencia instalada del sistema de cómputo con el 78%, las impresoras el 20% y los equipos de red solo el 2%, como se muestra en la gráfica 8.



Gráfica 8. Distribución de Potencia Instalada del Sistema de Cómputo*

En la demanda máxima, sólo influyen las computadoras y los equipos de red que permanecen conectados todo el tiempo, por parte de las impresoras es prácticamente cero debido a las pocas horas de uso.

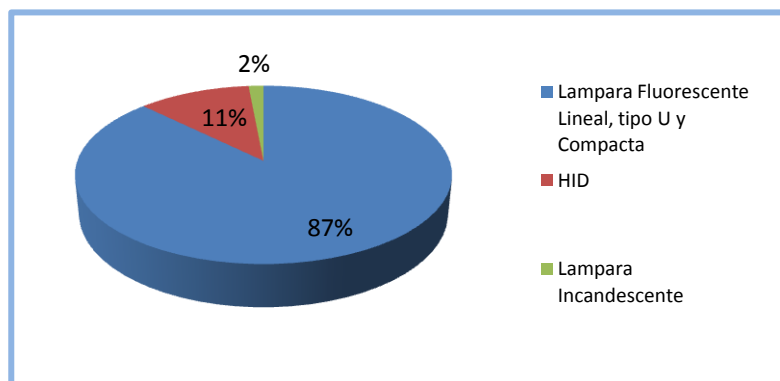
Las computadoras consumen el 90% de la energía consumida por el sistema de cómputo, los equipos de red el 6% y el 4% las impresoras.

2.6 Descripción del Sistema de Iluminación.

En el sistema de Iluminación se consideraron todas las fuentes luminosas que se encontraron, que son: lámparas fluorescentes lineales (LF), lámparas fluorescentes compactas (FLC), lámparas fluorescentes tipo U, de Alta Intensidad de Descarga (HID) y lámparas incandescentes (Spot).

Es el sistema de mayor importancia, debido a que representa el 54% (40.62kW) de la potencia instalada en la biblioteca y consume el 71% de la energía eléctrica.

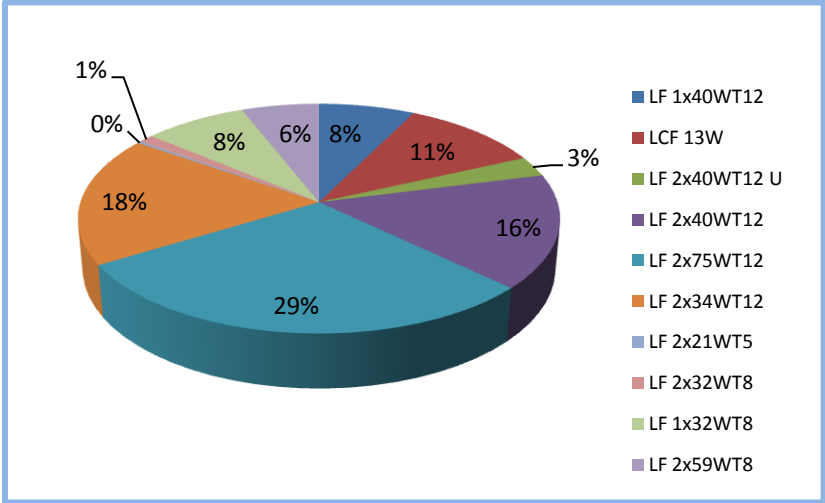
El sistema se constituye como se muestra en la gráfica 9.



Gráfica 9. Distribución de Potencia Instalada del Sistema de Iluminación.

Se compone principalmente de sistemas fluorescentes, de los cuales 304 luminarios son lineales, 10 luminarios son fluorescentes tipo U y 38 son lámparas fluorescentes compactas, que representan el 87% de la potencia instalada del sistema de iluminación, 11% es constituido por las 16 lámparas de alta intensidad de descarga (HID) del tipo aditivos metálicos que se encuentran en el domo exterior y el 2% restante es debido a los spots incandescentes (8 lámparas) utilizados principalmente para alumbrar escaleras y espacios que casi no se frecuentan (para mayor información ver Anexo II).

Los tipos de sistemas fluorescentes que se encontraron son del tipo 2x40WT12, 2x40WT12U, 2x34WT12, 2x75WT12, 2x21WT5, 2x32WT8, 1x32WT8, 2x59WT8, 1x40WT12 y fluorescentes compactas de 13W. La distribución por cantidad de estas cargas se muestra en la gráfica 10.



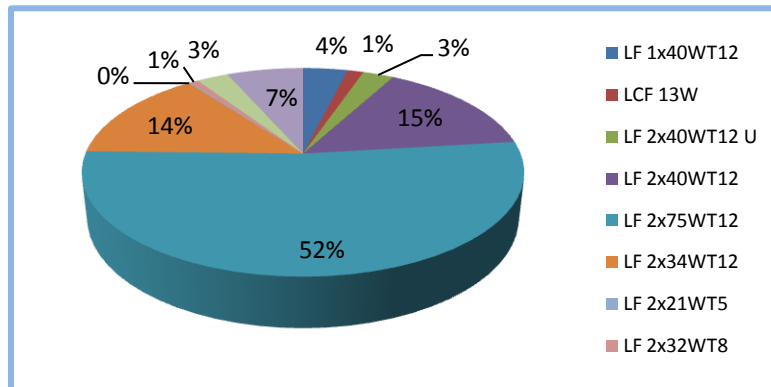
Gráfica 10. Participación de Cargas de los Sistemas Fluorescentes Lineales y Compactas.

De éstas, las que más predominan son los sistemas de 2x75WT12 con 103 luminarias (29%) y se encuentran, en su mayoría, en el Acervo Bibliográfico de la planta baja y del primer piso. Los siguientes sistemas predominantes son de 2x40WT12 y 2x34WT12W con 18% y 16% respectivamente de la carga de iluminación, se encuentran en el acervo bibliográfico de la planta baja (mostrado en la Ilustración 7) y oficinas.



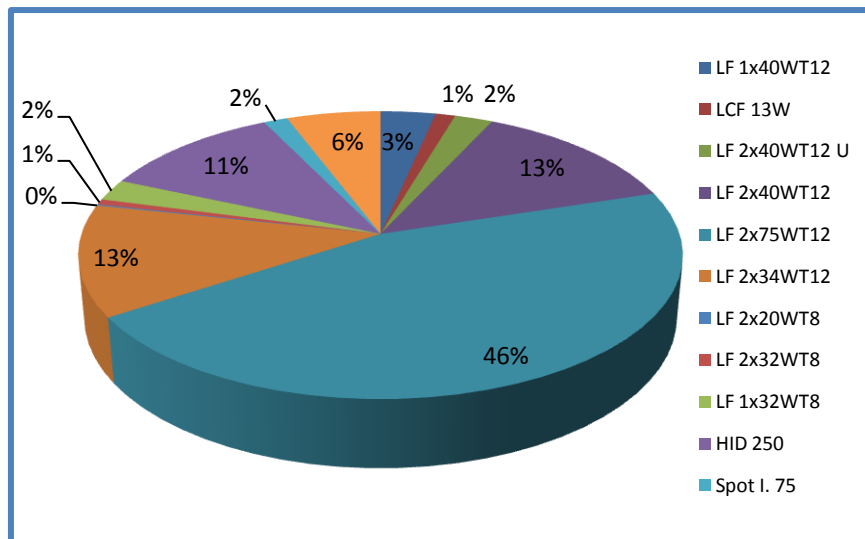
Ilustración 7. Acervo Bibliográfico Planta Baja.

En relación con la potencia instalada de las lámparas fluorescentes el 52% es constituido por las luminarias de 2x75WT12 y el resto se distribuye entre los demás tipos de lámparas, como 2x40WT12 (18%) y 2x34WT12 (14%), como se muestra en la gráfica 11.



Gráfica 11. Distribución de Potencia Instalada de Sistemas Fluorescentes.

La gráfica 11 muestra solo la potencia instalada de las lámparas fluorescentes, si ahora consideramos las lámparas HID y la Spot incandescentes la distribución queda como se muestra en la gráfica 12.



Gráfica 12. Distribución de Potencia Instalada del sistema de Iluminación.

En definitiva nuestra carga principal en el sistema de iluminación son las lámparas fluorescentes lineales 2x75WT12 dado que son las de mayor número, las de mayor potencia instalada (46%) y además representan el 51% del consumo de energía por iluminación.

Se observa que se tiene 74% de tecnología ineficiente (Tecnología T12), por lo tanto las medidas de ahorro que se presentan en este trabajo se concentrarán en este sistema, no sin antes evaluar el estado del edificio con ayuda de las normas de eficiencia energética presentadas en el siguiente capítulo.

3. Evaluación de Normatividad Energética Vigente

La Secretaría de Energía tiene la facultad de emitir Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética y en la actualidad existen 28 normas vigentes [15].

En este trabajo se evalúan dos normas y una de ellas no es de eficiencia energética, sin embargo es necesaria evaluarla para conocer el estado del edificio.

A continuación se nombran las dos normas más importantes para la evaluación de la biblioteca.

3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014. Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales.

La norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014 tiene por objetivo:

a) Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica por Área (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

b) Establecer el método de cálculo para la determinación de la Densidad de Potencia Eléctrica por Área (DPEA) de los sistemas de alumbrado de edificios nuevos no residenciales, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes con el fin de verificar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana [16],.

La norma antes mencionada se aplica a alumbrado interior y exterior de edificios no residenciales con carga eléctrica para alumbrado mayor o igual a 3kW, ya sean edificios nuevos, expansiones o modificaciones de antiguos edificios. Los edificios pueden ser de oficinas, escuelas y demás centros docentes, establecimientos comerciales, hospitales, hoteles, restaurantes, bodegas, recreación y cultura, talleres de servicio y centrales de pasajeros.

Para la evaluación de esta norma es necesario conocer la densidad de potencia eléctrica por Área o mejor conocido como DPEA, el cual es definido como el Índice de la carga conectada para alumbrado por superficie de construcción; se expresa en $\frac{W}{m^2}$ y se calcula de la siguiente forma:

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para el alumbrado}}{\text{Área total iluminada}} = \frac{W}{m^2}$$

Los valores de densidad de potencia eléctrica por área interno que deben de cumplir los edificios comprendidos por la norma no deben de exceder los valores mostrados en la tabla 7:

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²) Nom 2014
Oficinas	
Oficinas	12
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	15
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
Hoteles	
Hoteles	12
Moteles	14
Restaurantes	
Bares	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15
Restaurantes	14
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	10
Recreación y Cultura	
Salas de cine	12
Teatros	15
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	14
Museos	14
Templos	14
Talleres de servicio	
Talleres de servicio para automóviles	11
Talleres	15
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	10
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	13

Tabla 7. Densidades de Potencia Eléctrica por Área (DPEA).

La biblioteca tiene un área total de construcción de 2579.59 metros cuadrados y un total de 40.6251kW de potencia instalada de equipo de iluminación; de acuerdo con la norma antes mencionada, el DPEA se calculó de la siguiente forma:

$$DPEA = \frac{40625.10W}{2579.59m^2} = 15.74 \frac{W}{m^2}$$

Tenemos un DPEA general mayor al máximo permitido, por lo tanto la biblioteca Samuel Ramos **no cumple con la norma** NOM-007-ENER-2014. Al calcular el DPEA por cada

área de trabajo existente en la biblioteca, como se muestra en la tabla 8, se tiene que la mayoría de las áreas no cumplen con la norma oficial NOM-007-ENER-20014 debido a que el DPEA calculado es mayor al DPEA máximo permitido por la norma.

Recinto	DPEA Medido	DPEA NOM	Cumplimiento de NOM 007 ENER 2014
Oficina cerrada	17.44	11.95	No
Área de Lectura	44.14	10.01	No
Estantes de biblioteca	18.37	18.41	Si
Bodegas	20.16	6.78	No
Sanitarios	10.8	10.55	No
Pasillos	12.28	7.10	No
Escaleras	5.42	7.43	Si

Tabla 8. Comparación de DPEA Medido y DPEA de NOM-007-ENER-2014.

La tabla 8 nos revela las áreas en las que se tiene mucha carga instalada para el alumbrado artificial y que podrían ser puntos de ahorro de energía eléctrica.

El incumplimiento de la norma es debido a que el 74% de tecnología utilizada es ineficiente (como ya se había mencionado anteriormente en el capítulo 2.6), es decir, no se está utilizando de forma eficiente la energía eléctrica y por lo cual en el capítulo 4, se proporcionaran propuestas para cambios de tecnología y ahorros sin inversión.

3.2 Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Esta norma no es de eficiencia energética, sin embargo, es importante determinar los niveles de iluminación en el edificio para conocer las condiciones de trabajo que se tienen.

La norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008 tiene por objetivo:

Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuenten con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores [17].

Se aplica en territorio Nacional y en todos los centros de trabajo.

Para la presente norma los centros de trabajo están definidos como: todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas, en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.

Los niveles de iluminación que la norma considera aptos para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, se presentan en la tabla 9.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (Luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: pintura y acabado de superficie y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> de bajo contraste y tamaño muy 	2,000

- pequeños por periodos prolongados;
- exactas y muy prolongadas, y
 - muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.

Tabla 9. Niveles de Iluminación NOM -025-STPS-2008.

Para mayor información consulte el Apéndice III.

Para la evaluación de esta norma se realizaron varias mediciones con un luxómetro en puntos importantes (escritorios o lugares de trabajo) de todas las áreas de trabajo existentes en la biblioteca. Las condiciones ambientales en las cuales se tomaron las mediciones fueron con luz natural, luz artificial y luz artificial con natural. Se realizó un promedio, por área, de estas mediciones y de acuerdo a la tarea realizada en esas áreas (oficina, almacén, áreas de circulación) se volvió a hacer otro promedio con el cual se verifico el cumplimiento de la norma.

Los niveles de iluminación medidos con luz artificial se muestran en la tabla 10 y se evaluó la norma de la siguiente forma.

Área de Trabajo.	Niveles de Luxes NOM.	Niveles de Luxes Medidos.	Cumplimiento de NOM.
Almacén de pocos movimientos, pasillos, escaleras	50	121.52	Si
Áreas de circulación	100	166.47	Si
Oficinas	300	220.33	No

Tabla 10. Comparación de los Niveles de Iluminación Medidos y Niveles de Iluminación NOM-025-STPS-2008.

Cabe mencionar que en el rubro de áreas de circulación se incluyeron los acervos bibliográficos y en oficinas los módulos de presta y devolución de libros. Los baños se evaluaron en el primer rubro.

Como podemos ver, la mayoría de las áreas de trabajo cumplen con los niveles de iluminación estipulados en la NOM-025-STPS-2008. Solo en oficinas es donde no se cumple la norma.

Sin embargo, para las áreas del acervo bibliográfico se tienen varias observaciones. En primer lugar, varias hileras de los estantes del acervo bibliográfico de la planta baja están justamente colocadas debajo de las luminarias lo que hace que en esos pasillos falte iluminación. En segundo lugar, existe un área dentro de colecciones especiales (que se clasificó como acervo bibliográfico) que debe estar en casi total oscuridad debido a que guarda libros arcaicos y esto hace que el acervo de la planta baja se vea un poco oscuro. También, una parte de la hemeroteca cuenta con muy poco espacio y guarda muchos estantes que fueron colocados muy cerca unos de otros y esto hace que oscurezca el

lugar. Aun con todo lo anterior, este rubro si cumple con la norma pero se recomendaran acciones a implementar para mejorar la iluminación.

4. Propuestas de Ahorro y Uso eficiente

Con los resultados obtenidos del análisis de los datos recabados en el levantamiento de cargas, las mediciones eléctricas y tras haber evaluado las normas vigentes de eficiencia energética, en este capítulo se exponen propuestas, con inversión y sin inversión, para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

4.1 Medidas de ahorro con inversión. Sustitución de Tecnología

Las propuestas de sustitución de equipos de iluminación (Anexo IV), presentadas a continuación, tienen por objeto la aplicación de tecnologías que disminuyan el consumo de energía eléctrica y si es necesario mejoren la iluminación.

Podemos decir que existen tres propuestas generales para nuestros casos base (tecnologías instaladas actualmente), la primera propuesta consiste en el cambio de tecnología actual a tecnología T8, la segunda a T5 y por último el cambio de tecnología a Led. A continuación se describirán la tecnología actual instalada y sus respectivas propuestas.

Para lámparas de 75WT12, la primera propuesta es el cambio a Philips Slim line plus 59WT8, la segunda propuesta a Philips He Eco 49WT5 y la tercera propuesta es a Tubo Led Havells 36W. De igual manera, para lámparas de 40WT12 y 34WT12 se propone la sustitución por Philips plus 32WT8 como primera opción, como segunda Philips HE 28WT5 y como tercera Phillips Tubo Led 23W. Para lámparas de 40WT12 UBent se propone el cambio a 25WT8 U16", como segunda propuesta a tres lámparas Phillips HE 14WT5 y por último a tubo Led Philips de 10W.

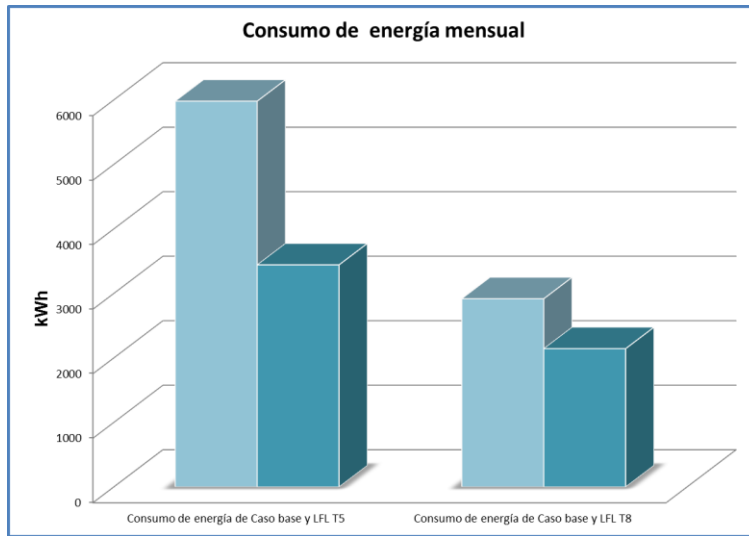
Para lámparas de 32WT8 se propone el cambio a Phillips HE 28WT5 y a Tubo Led 23W. A sí mismo para las lámparas de 59WT8 se propone el cambio a Philips He Eco 49WT5 y a Tubo Led Havells de 36W.

Se propuso un cambio tecnología para las lámparas fluorescentes compactas no integradas de 13W a tecnología Led de 10W, sin embargo, la evaluación mostró que no tiene una recuperación viable.

De acuerdo a la evaluación técnica económica realizada se recomienda el cambio de 188 lámparas de 75WT12 a 49WT5, 40 de 59WT8 a 49WT5, 129 de 40WT12 a 32WT8, 129 de 34WT12 a 32WT8 y 10 de 40WT12 UBent a 30 lámparas de 14WT5. La inversión sería de \$60930.00 M.N., se obtendría un ahorro energético del 34%, un ahorro económico de \$5093.20 M.N. mensuales y la inversión se recuperaría en 12 meses, para mayor información consulte el Apendice IV.

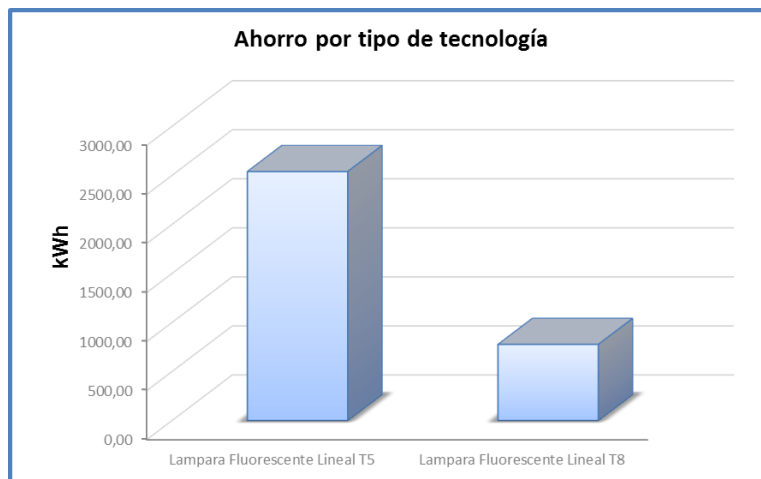
Cabe mencionar que para los casos de cambio de tecnología a T5 y de fluorescente compacta a Led se utilizarían adaptadores de bases, con el fin de conservar las luminarias, las cuales también se consideraron en el cálculo de la inversión.

En la gráfica 13 se muestra el consumo que se tiene y el consumo que se tendría con los cambios antes mencionados.



Gráfica 13. Consumo de energía por mes.

En la gráfica 14 se muestra el ahorro de energía que resultaría por tipo de tecnología.



Gráfica 14. Ahorro de energía por tecnología

Se observa que aproximadamente el 77% de ahorro se debe al cambio de tecnología lámpara fluorescente T12 a T5 y sólo el 23% es por el cambio a LFT8.

4.2 Medidas de ahorro sin inversión.

Como medidas sin inversión se proporcionan las siguientes recomendaciones [18]:

- Reubicación de los estantes de libros de los acervos bibliográficos de tal forma que no queden justo debajo de las luminarias para no obstruir la iluminación.
- Mantener apagadas las luces de los baños de los alumnos durante el día, ya que cuentan con grandes tragaluces y ventanales que hacen innecesario el uso de luz artificial, con el fin de aprovechar al máximo la luz de día.
- Separar los circuitos de iluminación de los espacios próximos a las ventanas, ya que estos pueden iluminarse naturalmente durante más horas que los que se encuentran alejados (Como se muestra en la ilustración 8).



Ilustración 8. Ventanas.

- Mantener libre de polvo las lámparas y los accesorios, ya que esto puede reducir considerablemente la intensidad de la luminaria.
- Capacitar al personal para hacer uso de la iluminación de manera eficiente.
- Promover que el personal apague las luces cuando la luz natural sea suficiente.

5. Conclusiones

En la biblioteca Samuel Ramos se identificaron tres usos finales de la energía eléctrica que son: el sistema de misceláneos, el sistema de cómputo y el sistema de iluminación. Este último se consideró como el sistema de mayor importancia debido a que representa el 54% de la potencia instalada y el 71% de la energía eléctrica consumida.

El 74% del sistema de iluminación se consideró como tecnología ineficiente por ser lámparas fluorescentes T12 y sólo el 26% se consideró eficiente (fluorescentes compactas y lineales T8, HID y Spot incandescente). Las lámparas fluorescentes lineales T8 que se encontraron fueron instaladas como consecuencia de la sustitución de lámparas T12 que dejaban de funcionar.

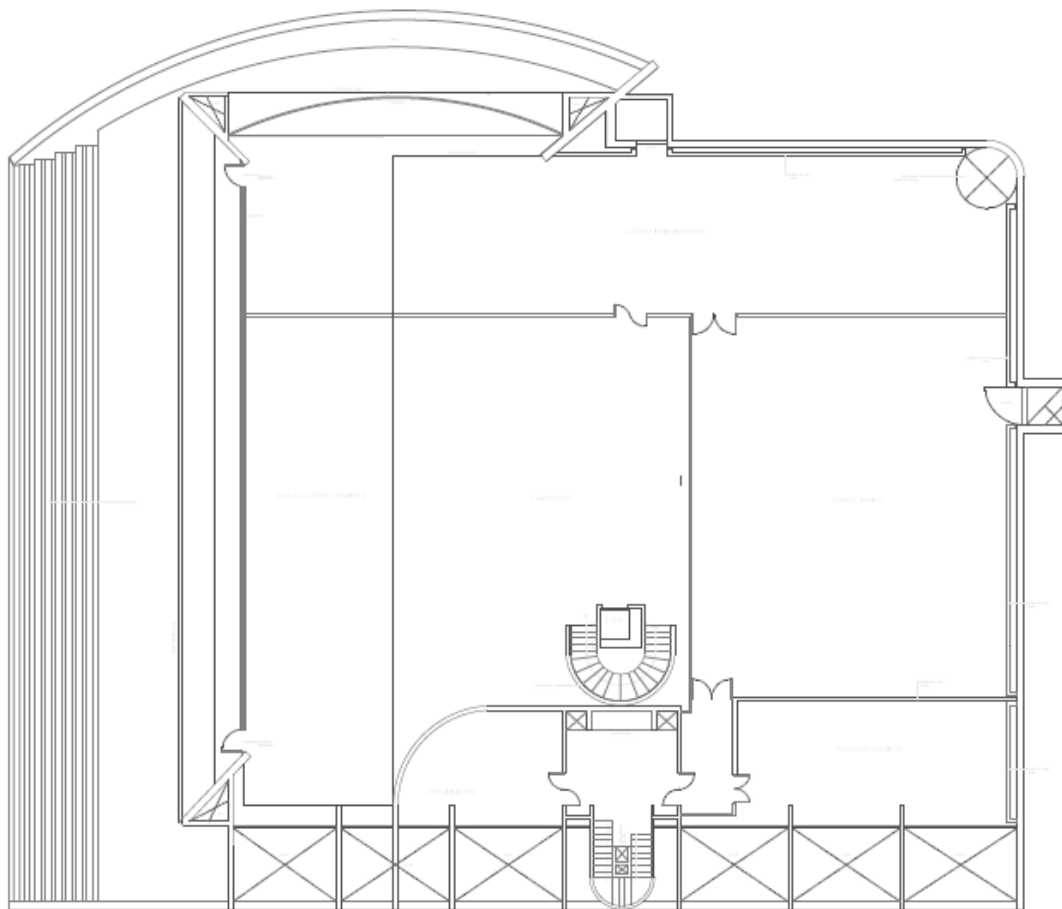
En cuanto a la evaluación del edificio se encontró que utiliza una gran cantidad de sistemas de iluminación por área (por ejemplo los acervos bibliográficos y oficinas) y que además son tecnologías ineficientes (consume mayor energía para su funcionamiento) esto hace que la biblioteca no cumpla con la norma NOM-007-ENER-2014. Sin embargo, los niveles de iluminación de los lugares de trabajo, en su mayoría, cumplen con la NOM-025-STPS-2008, con excepción de las oficinas.

Por lo tanto, se propone el cambio de tecnología expuesto en el capítulo 4.1, el cual dará como resultado un ahorro energético del 34% de la energía consumida por iluminación. La inversión sería de \$60930.00 y se recuperaría en 12 meses, lo que hace rentable al proyecto.

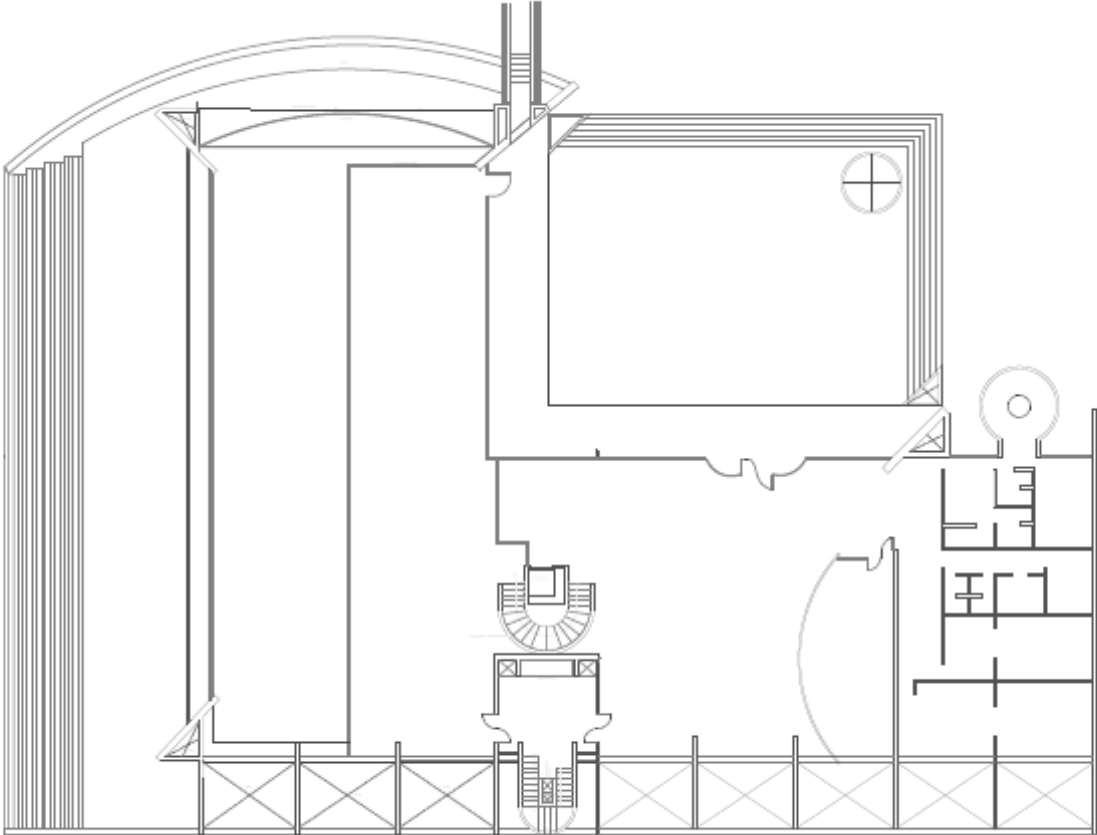
Apéndices

Apéndice I. Planos de Planta.

Planta Sótano



Planta de Acceso



Apéndice II. Censo de cargas. Misceláneos, Computo e Iluminación.

Censo de cargas de misceláneos.

	Cantidad	Potencia instalada[kW]	Horas de uso al mes [h]	Consumo/mes [kWh]
Cafeteras	1	0,75	5,4	4,03125
Cargador de baterías	1	0,015	86,0	1,29
Aspiradoras	1	0,65	0,1	0,069875
Fotocopiadoras	3	4,35	145,7	633,7125
Fax	1	0,25	0,0	0
Equipo de audio y video	1	0,01	64,5	0,645
Reguladores	5	0,125	154,8	19,35
Sacapuntas	3	0,504	0,3	0,168732
Ventiladores	17	1,66	131,2	217,76275
Escáneres	2	0,06	204,3	12,255
Lectores de códigos de barra	4	0,002	86,0	0,172
Montacargas	2	1,48	0,2	0,2368
Verificador de billetes falsos	1	0,006	64,5	0,387
Sensor contra robos	2	0,3	516,0	154,8
Cámaras de video	2	0,0168	516,0	8,6688
Secador de manos	2	2,6	21,5	55,9
Lámparas de emergencia	1	0,02	0,1	0,00215
Total	49	12,7988	1996,5	1109,45186

Censo de cargas de cómputo.

	Cantidad	Potencia instalada[kW]	Horas de uso al mes [h]	Consumo/mes [kWh]
Monitor, CPU y servidor	64	17,2115	149,7	2576,5
Impresoras	14	4,4445	26,1	116,073718
Equipos de red	5	0,3354	516,0	173,0664
Total	83,0	22,0	130,3	2865,7

Censo de cargas de iluminación.

	Cantidad	Potencia instalada [kW]	Horas de uso al mes [h]	Consumo/mes [kWh]
LF 1x40WT12	26	1,378	9,2	12,614
LCF 13W	38	0,494	10,9	5,395078
LF 2x40WT12U	10	0,95	12,0	11,4
LF 2x40WT12	56,5	5,3675	13,7	73,59365
LF 2x75WT12	103	18,54	12,8	236,90052
LF 2x34WT12	64,5	5,0955	12,7	64,8985
LF 2x20WT8	1	0,058	2,0	0,116
LF 2x32WT8	4	0,248	11,8	2,914
LF 1x32WT8	28	0,98	14,0	13,72
HID 250	16	4,56	2,0	9,12
Spot I. 75	8	0,6	3,6	2,175
LF 2x59WT8	21	2,3541	12,7	29,8186
Total	376	40,6251	244,9	9947,30498

Apéndice III. Fichas técnicas.

Medida de Ahorro 1.

	Caso Base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria 2x75W T12 , arranque instantáneo, balastro electromagnético.	Luminaria 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, arranque rápido.	Led 2x36W
Ubicación	Ubicadas en el acervo bibliográfico 4 en PB, Acervo bibliográfico 1er piso, Acervo bibliográfico 2 en 1er Piso, Acervo bibliográfico 3 en 1er piso, Sala de consulta 1er Piso, Sala de lectura 1er piso y montacargas 1er piso.			
Cantidad	94	94	94	94
Horas de uso al día	14	14	14	14
Especificaciones técnicas				
Lámpara				
Potencia (W)	75	59	49	36
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	2438.41	2438.41	1163.2	2400
Bulbo (mm)	38	26	16	26
Base	Fa8	Fa8	G5	Fa8
CRI	84	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	12000	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	4500	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	3950	5375	4418	
Cantidad de lámparas	188	188	188	188
Costo por lámpara (\$)	0	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)		13231,44	13987,2	208680
Balastro				
Balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12- 75	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	127	120- 127	
Factor de balastro		0.87	0.85	
Frecuencia (Hz)	60	60	50/60	
Factor de potencia		0,97	0,98	
Cantidad	94	94	94	
Costo (\$)	150.4	148,97	173,9	
Inversión (\$)		14003,18	16346,6	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)			16,51	
Cantidad			188	
Inversión (\$)			3103,88	
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	180,00	118,00	98,00	72,00
Cantidad de conjuntos	94,00	94,00	94,00	94,00
Potencia instalada (kW)	16,92	11,09	9,21	6,77
Consumo por día (kWh)	236,88	155,29	128,97	94,75
Consumo por mes (kWh)	5092,92	3338,69	2772,81	2037,17
Ahorro energético		1754,23	2320,11	3055,75
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	27234,62	33437,68	208680,00
Precio de energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	7832,40	5134,57	4264,31	3132,96
Ahorro económico (\$)		2697,83	3568,09	4699,44
Tiempo simple de recuperación (meses)		10	9	44

Medida de ahorro 2.

	Caso Base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria 2x75W T12 , arranque instantáneo.	Luminaria 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, Arranque instantáneo	Led 2x36W
Ubicación	Sala de información automatizada			
Cantidad	3	3	3	3
Horas de uso al día	0,038	0,038	0,038	0,038
Datos Técnicos				
Potencia (W)	75	59	49	36
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	2438.41	2438.41	1163.2	2400
Bulbo (mm)	38	26	16	26
Base	Fa8	Fa8	G5	Fa8
CRI	84	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	12000	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	4500	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	3950	5375	4418	
Cantidad	6	6	6	6
Costo (\$)	0	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)	0	422,28	446,4	6660
Balastro				
Balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Instantáneo	Rápido programado	
Numero de lámparas	2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12- 75	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	127	120- 127	
Factor de balastro		0.87	0.85	
Frecuencia (Hz)	60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,97	0,98	
Cantidad	3	3	3	
Costo (\$)	150.4	148,97	173,9	
Inversión (\$)		446,91	521,7	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)			16,51	
Cantidad			6	
Inversión (\$)			99,06	
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	180,00	118,00	98,00	72,00
Cantidad de conjuntos	3,00	3,00	3,00	3,00
Potencia instalada (kW)	0,54	0,35	0,29	0,22
Consumo por día(kWh)	0,02	0,01	0,01	0,01
Consumo por mes (kWh)	0,44	0,29	0,24	0,18
Ahorro energético		0,15	0,20	0,26
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	869,19	1067,16	6660,00
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	0,68	0,44	0,37	0,27
Ahorro económico (\$)		0,23	0,31	0,41
Tiempo simple de recuperación (meses)		3719	3453	16360

Medida de Ahorro 3

	Caso Base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria 2x75W T12, arranque instantáneo, balastro electromagnético.	Luminaria 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, arranque rápido.	Led 2x36W
Ubicación	Domos de Procesos técnicos y en el domos de Adquisiciones			
Cantidad	6	6	6	6
Horas de uso al día	0	0	0	0
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	75	59	49	36
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	2438.41	2438.41	1163.2	2400
Bulbo (mm)	38	26	16	26
Base	Fa8	Fa8	G5	Fa8
CRI	84	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	12000	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	4500	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	3950	5375	4418	
Cantidad	12	12	12	12
Costo (\$)	0	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)		844,56	892,8	13320
Balastro				
Balastro	Electromagnético	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12- 75	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	127	120- 127	
Factor de balastro		0.87	0.85	
Factor de Potencia		0,97	0,98	
Frecuencia (Hz)	60	60	50/60	
Cantidad	6	6	6	
Costo (\$)	150.4	148,97	173,9	
Inversión (\$)		893,82	1043,4	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)			16,51	
Cantidad			6	
Inversión (\$)			99,06	
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	180,00	118,00	98,00	72,00
Cantidad de conjuntos	6,00	6,00	6,00	6,00
Potencia instalada (kW)	1,08	0,71	0,59	0,43
Consumo por día (kWh)	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo por mes (kWh)	0,00	0,00	0,00	0,00
Ahorro energético		0,00	0,00	0,00
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	1738,38	2035,26	13320,00
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	0,00	0,00	0,00	0,00
Ahorro económico (\$)		0,00	0,00	0,00
Tiempo simple de recuperación (meses)		-----	-----	-----

Medida de ahorro 4.

	Caso Base	Propuesta 1, T8	Propuesta 2, T5	Propuesta 3, Led
Descripción	Luminarias 2x40W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8 arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	LED 23W
Ubicación	Coordinación, Acervo 2 de planta baja y Acervo 3 de planta baja.			
Cantidad	23	23	23	23
Horas de uso al día	9,5	9,5	9,5	9,5
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	40	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219.6	1213.6	1163.2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	46	46	46	46
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)	0	1457,28	2802,78	34098,88
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0.90	0.100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0.9	0.98	
Cantidad	23	23	23	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		1957,99	3997,4	
Complementos				
Costo por adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	95,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	23,00	23,00	23,00	23,00
Potencia instalada (kW)	2,19	1,47	1,29	1,06
Consumo por día (kWh)	20,76	13,98	12,24	10,05
Consumo por mes (kWh)	446,29	300,66	263,07	216,10
Ahorro energético		145,63	183,21	230,19
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	3415,27	6800,18	34098,88
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	686,34	462,38	404,58	332,33
Ahorro económico (\$)		223,96	281,76	354,01
Tiempo simple de recuperación (meses)		15	24	96

Medida de ahorro 5

	Caso Base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria 2x40W T12 en U , arranque rápido.	Luminaria 2x25W T8 Ubent, arranque rápido.	Luminaria 3x14W T5 , arranque rápido.	Led
Ubicación	Baños de alumnos de hombres y mujeres			
Cantidad	10	10	10	10
Horas de uso al día	12	12	12	12
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	40	25	14	10
Temperatura (K)	6500	5000	6500	4000
Largo(mm)	569,9	574	563,2	609,6
Bulbo (mm)	38	26	16	26
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	18000	24000	25000	30000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	30000	35000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	1950	2350	1250	700
Flojo Luminoso promedio (Lm)		2280	1191	
Cantidad	20	20	30	30
Costo (\$)	0	70,35	44,95	374,73
Inversión (\$)		1407	1348,5	11241,9
Balastro				
Balastro	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	PS	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	3	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	14W	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,89	
Frecuencia (Hz)	50/60	60		
Factor de Potencia		0,9	0,89	
Cantidad	10	10	10	
Costo (\$)	0	85,13	44,95	
Inversión (\$)		851,3	449,5	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	95,00	50,00	42,00	30,00
Cantidad de conjuntos	10,00	10,00	10,00	10,00
Potencia instalada (kW)	0,95	0,50	0,42	0,30
Consumo por día (kWh)	11,40	6,00	5,04	3,60
Consumo por mes (kWh)	245,10	129,00	108,36	77,40
Ahorro energético		116,10	136,74	167,70
Datos Económicos				
Inversión Total (\$)	0,00	2258,30	1798,00	11241,90
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	376,94	198,39	166,65	119,03
Ahorro económico (\$)		178,55	210,29	257,91
Tiempo simple de recuperación (meses)		13	9	44

Medida de ahorro 6

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x40W T12, arranque rápido, balastro electrónico.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 2x23W Led
Ubicación	Acervo bibliográfico 1 de la planta baja.			
Cantidad	30,5	30,5	30,5	30,5
Horas de uso al día	14	14	14	14
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	40	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219,6	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	61	61	61	61
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		1932,48	3716,73	45218,08
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	31	31	31	31
Costo (\$)	0	85,13	173,8	741,28
Inversión (\$)		2639,03	5387,8	22979,68
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	95,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	30,50	30,50	30,50	30,50
Potencia instalada de (kW)	2,90	1,95	1,71	1,40
Consumo por día(kWh)	40,57	27,33	23,91	19,64
Consumo por mes (kWh)	872,15	587,55	514,11	422,30
Ahorro energético		284,60	358,04	449,84
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	4571,51	9104,53	68197,76
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	1341,28	903,60	790,65	649,46
Ahorro económico (\$)		437,68	550,63	691,82
Tiempo simple de recuperación (meses)		10	17	99

Medida de ahorro 7

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x40W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 2x23W LED
Ubicación	Coordinación B			
Cantidad	2	2	2	2
Horas de uso al día	4,5	4,5	4,5	4,5
Datos Técnicos				
Lámparas				
Potencia (W)	40	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219.6	1213.6	1163.2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	4	4	4	4
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		126,72	243,72	2965,12
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0.90	0.100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	2	2	2	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		170,26	347,6	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	95,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00	2,00	2,00
Potencia instalada (kW)	0,19	0,13	0,11	0,09
Consumo por día (kWh)	0,86	0,58	0,50	0,41
Consumo por mes (kWh)	18,38	12,38	10,84	8,90
Ahorro energético		6,00	7,55	9,48
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	296,98	591,32	2965,12
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	28,27	19,05	16,66	13,69
Ahorro económico (\$)		9,23	11,61	14,58
Tiempo simple de recuperación (meses)		32	51	203

Medida de ahorro 8

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x40W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminarias 2x 23W Led
Ubicación	Bodega de la coordinación			
Cantidad	1	1	1	1
Horas de uso al día	0,17	0,17	0,17	0,17
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	40	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219.6	1213.6	1163.2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	2	2	2	2
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		63,36	121,86	1482,56
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0.90	0.100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	1	1	1	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		85,13	173,8	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	95,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	1,00	1,00	1,00	1,00
Potencia instalada (kW)	0,10	0,06	0,06	0,05
Consumo por día (kWh)	0,02	0,01	0,01	0,01
Consumo por mes (kWh)	0,35	0,23	0,20	0,17
Ahorro energético		0,11	0,14	0,18
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	148,49	295,66	1482,56
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	0,53	0,36	0,31	0,26
Ahorro económico (\$)		0,17	0,22	0,28
Tiempo simple de recuperación (meses)		852	1349	5383

Medida de ahorro 9

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x34W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 2x23W Led
Ubicación	Acervo bibliográfico 1 en planta baja y en el pasillo de la cocineta.			
Cantidad	47,5	47,5	47,5	47,5
Horas de uso al día	14	14	14	14
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	34	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219,6	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	95	95	95	95
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		3009,6	5788,35	70421,6
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	48	48	48	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		4086,24	8342,4	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	79,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	47,50	47,50	47,50	47,50
Potencia instalada (kW)	3,75	3,04	2,66	2,19
Consumo por día (kWh)	52,54	42,56	37,24	30,59
Consumo por mes (kWh)	1129,50	915,04	800,66	657,69
Ahorro energético		214,46	328,84	471,82
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	7095,84	14130,75	70421,60
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	1737,06	1407,24	1231,34	1011,45
Ahorro económico (\$)		329,82	505,73	725,61
Tiempo simple de recuperación (meses)		22	28	97

Medida de ahorro 10

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x34W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 2x23W Led
Ubicación	Acervo bibliográfico 2 en planta baja y en colecciones especiales			
Cantidad	16	16	16	16
Horas de uso al día	9,5	9,5	9,5	9,5
Datos Técnicos				
Lám para				
Potencia (W)	34	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219,6	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	32	32	32	32
Costo (\$)		31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		1013,76	1949,76	23720,96
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	16	16	16	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		1362,08	2780,8	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	79,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	16,00	16,00	16,00	16,00
Potencia instalada (kW)	1,26	1,02	0,90	0,74
Consumo por día (kW h)	12,01	9,73	8,51	6,99
Consumo por mes (kW h)	258,17	209,15	183,01	150,33
Ahorro energético		49,02	75,16	107,84
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	2375,84	4730,56	23720,96
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kW h) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	397,04	321,65	281,45	231,19
Ahorro económico (\$)		75,39	115,59	165,85
Tiempo simple de recuperación (meses)		32	41	143

Medida de ahorro 11

	Caso base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 2x34W T12, arranque rápido.	Luminaria 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 2x23W Led
Ubicación	Acervo bibliográfico 1 en planta baja y en el pasillo de la cocineta.			
Cantidad	1	1	1	1
Horas de uso al día	4,5	4,5	4,5	4,5
Datos Técnicos				
Lám para				
Potencia (W)	34	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219,6	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	2	2	2	2
Costo (\$)		31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		63,36	121,86	1482,56
Balastro				
Tipo	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	1	1	1	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		85,13	173,8	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)				
Cantidad				
Inversión (\$)				
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	79,00	64,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	1,00	1,00	1,00	1,00
Potencia instalada (kW)	0,08	0,06	0,06	0,05
Consumo por día (kWh)	0,36	0,29	0,25	0,21
Consumo por mes (kWh)	7,64	6,19	5,42	4,45
Ahorro energético		1,45	2,23	3,19
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	148,49	295,66	1482,56
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	11,75	9,52	8,33	6,84
Ahorro económico (\$)		2,23	3,42	4,91
Tiempo simple de recuperación (meses)		67	86	302

Medida de ahorro 12

	Caso base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminario 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, arranque rápido.	Led 2x36W
Ubicación	Acervo bibliográfico 4 en planta baja, el acervo 2, 3 y la sala de consulta en planta alta.		
Cantidad	16	16	16
Horas de uso al día	14	14	14
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	59	49	36
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo(mm)	2438,41	1163,2	2400
Bulbo (mm)	26	16	26
Base	Fa8	G5	Fa8
CRI	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	5375	4418	
Cantidad	32	32	32
Costo (\$)	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)	2252,16	2380,8	35520
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	120- 127	
Factor de balastro		0,85	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia	0,97	0,98	
Cantidad	16	16	
Costo (\$)	148,97	173,9	
Inversión (\$)	2383,52	2782,4	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión (\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	112,10	98,00	72,00
Cantidad de conjuntos	16,00	16,00	16,00
Potencia instalada (kW)	1,79	1,57	1,15
Consumo por día (kWh)	25,11	21,95	16,13
Consumo por mes (kWh)	539,87	471,97	346,75
Ahorro energético		67,91	125,22
Datos Económicos			
Inversión total (\$)	0,00	5163,20	35520,00
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	830,27	725,84	533,27
Ahorro económico (\$)	0,00	104,43	192,57
tiempo simple de recuperación (meses)		49	184

Medida de ahorro 13

	Caso base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminario 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, arranque rápido.	Led 2x36W
Ubicación	Acervo bibliográfico 4 en planta baja, el acervo 2, 3 y la sala de consulta de la planta alta.		
Cantidad	4	4	4
Horas de uso al día	10,5	10,5	10,5
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	59	49	36
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo (mm)	2438,41	1163,2	2400
Bulbo (mm)	26	16	26
Base	Fa8	G5	Fa8
CRI	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	5375	4418	
Cantidad	8	8	8
Costo (\$)	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)		595,2	8880
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	120- 127	
Factor de balastro		0,85	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia	0,97	0,98	
Cantidad	4	4	
Costo (\$)	148,97	173,9	
Inversión (\$)	595,88	695,6	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión (\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	112,10	98,00	72,00
Cantidad de conjuntos	4,00	4,00	4,00
Potencia instalada (kW)	0,45	0,39	0,29
Consumo por día (kWh)	4,71	4,12	3,02
Consumo por mes (kWh)	101,23	88,49	65,02
Ahorro energético		12,73	23,48
Datos Económicos			
Inversión total (\$)	595,88	1290,80	8880,00
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	155,68	136,09	99,99
Ahorro económico (\$)		19,58	36,11
tiempo simple de recuperación (meses)		66	246

Medida de ahorro 14

	Caso base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminario 2x59W T8, arranque instantáneo.	Luminaria 2x49W T5, arranque rápido.	Led 2x36W
Ubicación	Acervo bibliográfico 4 en la planta baja, el acervo 2, 3 y la sala de consulta de la planta alta.		
Cantidad	1	1	1
Horas de uso al día	0	0	0
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	59	49	36
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo (mm)	2438,41	1163,2	2400
Bulbo (mm)	26	16	26
Base	Fa8	G5	Fa8
CRI	86	85	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	24000	35000	35000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	30000	40000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	5780	4750	3200
Flojo Luminoso promedio (Lm)	5375	4418	
Cantidad	2	2	2
Costo (\$)	70,38	74,4	1110
Inversión (\$)		148,8	2220
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 59,60,54,51,49 W	T5 54, 50,49,47 W	
Voltaje de entrada (V)	127	120- 127	
Factor de balastro		0,85	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia			
Factor de Potencia	0,97	0,98	
Cantidad	1	1	
Costo (\$)	148,97	173,9	
Inversión (\$)		173,9	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión (\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	112,100	98	72
Cantidad de conjuntos	1,000	1	1
Potencia instalada (kW)	0,112	0,098	0,072
Consumo por día (kWh)	0,000	0	0
Consumo por mes (kWh)	0,000	0	0
Ahorro energético		0	0
Datos Económicos			
Inversión total (\$)	0,00	322,70	2220,00
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	0,00	0,00	0,00
Ahorro económico (\$)		0,00	0,00
Tiempo simple de recuperación (meses)		#DIV/0!	#DIV/0!

Medida de ahorro 15

	Caso Base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria de 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	2x23W Led
Ubicación	Coordinación.		
Cantidad	2	2	2
Horas de uso al día	9,5	9,5	9,5
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	32	28	23
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo (mm)	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	26	16	0
Base	G13	G5	G13
CRI	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2803	2552	0
Cantidad	4	4	4
Costo (\$)	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		243,72	2965,12
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127	120-127	
Factor de balastro	0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia	0,9	0,98	
Cantidad	2	2	
Costo (\$)	85,13	173,8	
Inversión (\$)		347,6	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión(\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	62,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00	2,00
Potencia instalada (kW)	0,12	0,11	0,09
Consumo por día (kWh)	1,18	1,06	0,87
Consumo por mes (kWh)	25,33	22,88	18,79
Ahorro en consumo energético		2,45	6,54
Datos Económicos			
Inversión total (\$)	0,00	591,32	2965,12
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	38,95	35,18	28,90
Ahorro económico (\$)		3,77	10,05
Tiempo simple de recuperación (meses)		15,7	29,5

Medida de ahorro 16

	Caso Base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria de 2x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 2x28W T5 arranque rápido.	2x23W Led
Ubicación	Cocineta.		
Cantidad	2	2	2
Horas de uso al día	14	14	14
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	32	28	23
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo (mm)	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	26	16	0
Base	G13	G5	G13
CRI	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2803	2552	0
Cantidad	4	4	4
Costo (\$)	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		243,72	2965,12
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127	120-127	
Factor de balastro	0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia	0,9	0,98	
Cantidad	2	2	
Costo (\$)	85,13	173,8	
Inversión (\$)		347,6	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión (\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	62,00	56,00	46,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00	2,00
Potencia instalada (kW)	0,12	0,11	0,09
Consumo por día(kWh)	1,74	1,57	1,29
Consumo por mes (kWh)	37,32	33,71	27,69
Ahorro energético		3,61	9,63
Datos Económicos			
Inversión total (\$)	0,00	591,32	2965,12
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	57,40	51,85	42,59
Ahorro económico (\$)		5,55	14,81
Tiempo simple de recuperación (meses)		106	200

Medida de ahorro 17

	Caso base	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminaria de 1x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 1x28W T5 arranque rápido.	Luminaria 1x23W Led
Ubicación	Acervo bibliográfico 1 en Planta baja.		
Cantidad	28	28	28
Horas de uso al día	14	14	14
Datos Técnicos			
Lámpara			
Potencia (W)	32	28	23
Temperatura (K)	5000	6500	6500
Largo (mm)	1213.6	1163.2	1500
Bulbo (mm)	26	16	0
Base	G13	G5	G13
CRI	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2803	2552	0
Cantidad	28	28	28
Costo (\$)	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		1706,04	20755,84
Balastro			
Tipo	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127	120-127	
Factor de balastro	0.90	0.100	
Frecuencia (Hz)	60	50/60	
Factor de Potencia	0,9	0,98	
Cantidad	14	14	
Costo (\$)	85,13	173,8	
Inversión (\$)		2433,2	
Complementos			
Costo de adaptador (\$)			
Cantidad			
Inversión (\$)			
Datos Energéticos			
Potencia del conjunto (W)	35,00	28,00	23,00
Cantidad de conjuntos	28,00	28,00	28,00
Potencia instalada de (kW)	0,98	0,78	0,64
Consumo por día (kW h)	13,72	10,98	9,02
Consumo por mes (kW h)	294,98	235,98	193,84
Ahorro energético		59,00	101,14
Datos Económicos			
Inversión total	0,00	4139,24	20755,84
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kW h) en HM	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	453,65	362,92	298,11
Ahorro económico (\$)		90,73	155,54
Tiempo simple de recuperación (meses)		46	133

Medida de ahorro 18

	Caso Base	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Descripción	Luminarias 1x40W T12, arranque rápido.	Luminaria 1x32W T8, arranque rápido.	Luminaria 1x28W T5 arranque rápido.	LED 23W
Ubicación	Procesos técnicos.			
Cantidad	18	18	18	18
Horas de uso al día	9	9	9	9
Datos Técnicos				
Lámpara				
Potencia (W)	40	32	28	23
Temperatura (K)	6500	5000	6500	6500
Largo (mm)	1219,6	1213,6	1163,2	1500
Bulbo (mm)	38	26	16	0
Base	G13	G13	G5	G13
CRI	84	85	85	83
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	20000	30000	25000	50000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	0	36000	35000	0
Flojo Luminoso inicial (Lm)	2650	2950	2700	3100
Flojo Luminoso promedio (Lm)	2025	2803	2552	0
Cantidad	18	18	18	18
Costo (\$)	0	31,68	60,93	741,28
Inversión (\$)		570,24	1096,74	13343,04
Balastro				
Balastro	Electrónico	Electrónico	Electrónico	
Método de encendido	Rápido	Instantáneo	Rápido programado	
Número de lámparas	1 o 2	1 o 2	1 o 2	
Watts de lámparas	T12 40, 34W	T8 17,25,28,30,32	T5 28, 21, 14, o 1 de 35	
Voltaje de entrada (V)	127V	127	120-127	
Factor de balastro		0,90	0,100	
Frecuencia (Hz)	50/60	60	50/60	
Factor de Potencia		0,9	0,98	
Cantidad	9	9	9	
Costo (\$)	0	85,13	173,8	
Inversión (\$)		766,17	1564,2	
Complementos				
Costo de adaptador (\$)			16,51	
Cantidad			9	
Inversión (\$)			148,59	
Datos Energéticos				
Potencia del conjunto (W)	53,00	32,00	28,00	23,00
Cantidad de conjuntos	18,00	18,00	18,00	18,00
Potencia instalada (kW)	0,95	0,58	0,50	0,41
Consumo por día (kWh)	8,59	5,18	4,54	3,73
Consumo por mes (kWh)	184,60	111,46	97,52	80,11
Ahorro energético		73,14	87,08	104,49
Datos Económicos				
Inversión total (\$)	0,00	1336,41	2809,53	13343,04
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	283,89	171,41	149,98	123,20
Ahorro económico (\$)		112,49	133,91	160,70
Tiempo simple de recuperación (meses)		12	21	83

Medida de ahorro 19

	Caso Base	Propuesta
Descripción	Lámpara Fluorescente compacta 13W no integrada.	LED 9W
Ubicación	Pasillo de adquisiciones, Montacargas, pasillo de baños, pasillo de cocineta y acervo 1 de planta baja.	
Cantidad	27	27
Horas de uso al día	14	14
Datos Técnicos		
Lámpara		
Potencia (W)	13	10
Temperatura (K)	4000	6500
Largo (mm)	131,9	106,6
Bulbo (mm)	27,1	A19
Base	G24q-1	E27/26
CRI	82	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	8000	15000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	12000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	925	800
Flojo Luminoso promedio (Lm)	740	
Cantidad	27	27
Costo (\$)	0	95,01
Inversión (\$)	0	2565,27
Balastro		
Tipo		
Método de encendido		
Número de lámparas		
Watts de lámparas		
Voltaje de entrada (V)		
Factor de balastro		
Frecuencia (Hz)		
Factor de Potencia		
Cantidad		
Costo (\$)		
Inversión (\$)		
Complementos		
Adaptador		G24- E27
Costo (\$)		16,5
Cantidad		27
Inversión (\$)		445,5
Datos Energéticos		
Potencia del conjunto (W)	13,00	10,00
Cantidad de conjuntos	27,00	27,00
Potencia instalada (kW)	0,35	0,27
Consumo por día (kWh)	4,91	3,78
Consumo por mes (kWh)	105,65	81,27
Ahorro energético		24,38
Datos Económicos		
Inversión total (\$)	0,00	3010,77
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	162,48	124,99
Ahorro económico (\$)		37,50
Tiempo simple de recuperación (meses)		80

Medida de ahorro 20

	Caso Base	Propuesta
Descripción	Lámpara Fluorescente compacta 13W no integrada.	LED 9W
Ubicación	Adquisiciones	
Cantidad	2	2
Horas de uso al día	9,5	9,5
Datos Técnicos		
Lámpara		
Potencia (W)	13	10
Temperatura (K)	4000	6500
Largo (mm)	131,9	106,6
Bulbo (mm)	27,1	A19
Base	G24q-1	E27/26
CRI	82	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	8000	15000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	12000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	925	800
Flojo Luminoso promedio (Lm)	740	
Cantidad	2	2
Costo (\$)	0	95,01
Inversión (\$)		190,02
Balastro		
Tipo		
Método de encendido		
Número de lámparas		
Watts de lámparas		
Voltaje de entrada (V)		
Factor de balastro		
Frecuencia (Hz)		
Factor de Potencia		
Cantidad		
Costo (\$)		
Inversión (\$)		
Complementos		
Adaptador		G24- E27
Costo (\$)		16,5
Cantidad		2
Inversión (\$)		33
Datos Energéticos		
Potencia del conjunto (W)	13,00	10,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00
Potencia instalada (kW)	0,03	0,02
Consumo por día(kWh)	0,25	0,19
Consumo por mes (kWh)	61,60	47,39
Ahorro energético		14,22
Datos Económicos		
Inversión total (\$)	0,00	223,02
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	94,74	72,87
Ahorro económico (\$)		21,86
Tiempo simple de recuperación (meses)		10

Medida de ahorro 21

	Caso Base	Propuesta
Descripción	Lámpara Fluorescente compacta 13W no integrada.	LED 9W
Ubicación	Coordinación A.	
Cantidad	5	5
Horas de uso al día	3,5	3,5
Datos Técnicos		
Lámpara		
Potencia (W)	13	10
Temperatura (K)	4000	6500
Largo (mm)	131,9	106,6
Bulbo (mm)	27,1	A19
Base	G24q-1	E27/26
CRI	82	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	8000	15000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	12000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	925	800
Flojo Luminoso promedio (Lm)	740	
Cantidad	5	5
Costo (\$)	0	95,01
Inversión (\$)		475,05
Balastro		
Tipo		
Método de encendido		
Número de lámparas		
Watts de lámparas		
Voltaje de entrada (V)		
Factor de balastro		
Frecuencia (Hz)		
Factor de Potencia		
Cantidad		
Costo (\$)		
Inversión (\$)		
Complementos		
Adaptador		G24- E27
Costo (\$)		16,5
Cantidad		5
Inversión (\$)		82,5
Datos Energéticos		
Potencia del conjunto (W)	13,00	10,00
Cantidad de conjuntos	5,00	5,00
Potencia instalada (kW)	0,07	0,05
Consumo por día (kWh)	0,23	0,18
Consumo por mes (kWh)	56,74	43,65
Ahorro energético		13,09
Datos Económicos		
Inversión total (\$)	0,00	557,55
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	87,26	67,12
Ahorro económico (\$)		20,14
Tiempo simple de recuperación (meses)		28

Medida de ahorro 22

	Caso Base	Propuesta
Descripción	Lámpara Fluorescente compacta 13W no integrada.	LED 9W
Ubicación	Coordinación (baño de mujeres)	
Cantidad	2	2
Horas de uso al día	0,17	0,17
Datos Técnicos		
Lámpara		
Potencia (W)	13	10
Temperatura (K)	4000	6500
Largo (mm)	131,9	106,6
Bulbo (mm)	27,1	A19
Base	G24q-1	E27/26
CRI	82	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	8000	15000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	12000	
Flojo Luminoso inicial (Lm)	925	800
Flojo Luminoso promedio (Lm)	740	
Cantidad	2	2
Costo (\$)	0	95,01
Inversión (\$)		190,02
Balastro		
Tipo		
Método de encendido		
Número de lámparas		
Watts de lámparas		
Voltaje de entrada (V)		
Factor de balastro		
Frecuencia (Hz)		
Factor de Potencia		
Cantidad		
Costo (\$)		
Inversión (\$)		
Complementos		
Adaptador		G24- E27
Costo (\$)		16,5
Cantidad		2
Inversión (\$)		33
Datos Energéticos		
Potencia del conjunto (W)	13,00	10,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00
Potencia instalada de (kW)	0,03	0,02
Consumo por día (kWh)	0,00	0,00
Consumo por mes (kWh)	1,10	0,85
Ahorro energético		0,25
Datos Económicos		
Inversión total	0,00	223,02
Precio de la energía promedio anual 2014 (\$/kWh) en HM	1,54	1,54
Costo a pagar (\$)	1,70	1,30
Ahorro económico (\$)		0,39
Tiempo simple de recuperación (meses)		570

Medida de ahorro 23

	Caso Base	Propuesta
Descripción	Lámpara Fluorescente compacta 13W no integrada.	LED 9W
Ubicación	Coordinación en baño de hombres.	
Cantidad	2	2
Horas de uso al día	0,083	0,083
Datos Técnicos		
Lámpara		
Potencia (W)	13	10
Temperatura (K)	4000	6500
Largo (mm)	131,9	106,6
Bulbo (mm)	27,1	A19
Base	G24q-1	E27/26
CRI	82	80
Vida útil promedio (H) ciclo 3h.	8000	15000
Vida útil promedio (H) ciclo 12h.	12000	
Flujo Luminoso inicial (Lm)	925	800
Flujo Luminoso promedio (Lm)	740	
Cantidad	2	2
Costo (\$)	0	95,01
Inversión (\$)		190,02
Balastro		
Tipo		
Método de encendido		
Número de lámparas		
Watts de lámparas		
Voltaje de entrada (V)		
Factor de balastro		
Frecuencia (Hz)		
Factor de Potencia		
Costo (\$)		
Cantidad		
Inversión (\$)		
Complementos		
Adaptador		G24- E27
Costo (\$)		16,5
Cantidad		2
Inversión(\$)		33
Datos Energéticos		
Potencia del conjunto (W)	13,00	10,00
Cantidad de conjuntos	2,00	2,00
Potencia instalada (kW)	0,03	0,02
Consumo por día(kWh)	0,00	0,00
Consumo por mes (kWh)	0,05	0,04
Ahorro energético		0,01
Datos Económicos		
Inversión total (\$)	0,00	223,02
Precio de la energía promedio anual 2014(\$/kWh) en HM	1,54	1,54
Costo a pagar	0,07	0,05
Ahorro económico(\$)		0,02
Tiempo simple de recuperación (meses)		13544

Referencias

- [1] Secretaría de energía. *Misión y visión*. [En línea] www.energia.gob.mx/
- [2] Comisión reguladora de energía. *Misión y visión*. [En línea] www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=11
- [3] Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. *Misión y visión*. [En línea]. http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/que_es_conuee#mision
- [4] Comisión Nacional de Hidrocarburos. *Misión*. [En línea]. <http://www.cnh.gob.mx/1200.aspx>
- [5] Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. *Misión, Visión y Política de calidad*. [En línea]. http://www.cnsns.gob.mx/acerca_cnsns/mision_vision.php
- [6] Pemex. *Acerca de Pemex*. [En línea]. www.pemex.com/acerca/Paginas/default.aspx
- [7] Comisión Federal de Electricidad. *Misión y Visión*. [En línea]. www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Paginas/Misionyvision.aspx
- [8] Instituto de Investigaciones Eléctricas. *Acerca de IIE*. [En línea]. http://www.iie.org.mx/IIE_site/acerca-de-iie.html
- [9] Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. *Misión y Visión*. [En línea]. <http://www.inin.gob.mx/plantillas/acercadeinin.cfm?clave=1>
- [10] Instituto Mexicano del Petróleo. *Misión, Visión y propósito*. [En línea] <http://www.imp.mx/acerca/?imp=mv>
- [11] México. Secretaría de Energía. (2014). *Balance Nacional de Energía 2013*.
- [12] *Conoce tu tarifa*. N.d. Comisión Federal de Electricidad. http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp
- [13] Tarifa Horaria en Media Tensión (HM). Comisión Federal de Electricidad. [En línea]. http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=HM&Anio=2016&mes=1
- [14] México. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2011). *Guía para elaborar un Diagnostico Energético*.
- [15] *Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética Vigentes*. Febrero 05 de 2014. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1002_nom_publicadas_vigen
- [16] *Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*. Febrero 04 de 2014. Secretaría de Energía. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014

[17] *Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Diciembre 30 de 2008. Secretaría del trabajo y prevención social. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404572&fecha=20/08/2015

[18] *Iluminación interior*. Diciembre 04 de 2014. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/iluminacion_interior