
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

El objetivo primordial del estudio es analizar la situación energética del plantel para determinar soluciones a las problemáticas detectadas previas a la realización de este estudio y a las que surgieron durante él. Primordialmente se enfocó en el mejoramiento de los niveles de iluminación en los espacios de trabajo y en la reducción del consumo de la energía eléctrica del plantel.

Cabe mencionar que dicho estudio se llevó a cabo entre los meses de marzo y septiembre de 2009.

Para tal efecto, se hizo la siguiente planeación de las actividades a realizar:

- ❖ Revisión de las facturas eléctricas del plantel. Se observó que existen irregularidades en éstas, además de que no se aplicaron los descuentos establecidos por el gobierno federal para 2008.
- ❖ Estimación del consumo mensual de los edificios analizados y comparación con los datos del recibo eléctrico para determinar posibles incongruencias.
- ❖ Realización de un censo de alumbrado y de cargas, recopilando datos de potencia y tiempo de operación de los equipos, para identificar las principales cargas consumidoras de energía. Aunado a esto, se identifican las posibles fuentes de consumo innecesario.
- ❖ Medición de los niveles de iluminación mediante el uso de un luxómetro.
- ❖ Verificación de que los niveles de iluminación medidos no sean inferiores a los mínimos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 referente a “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”.
- ❖ Verificación de que los datos de potencia de alumbrado no rebasen los niveles máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) establecidos en la NOM-007-ENER-2004 referente a “Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales”.
- ❖ Determinación de las posibles fuentes de ahorro de energía referentes a alumbrado y a cargas eléctricas.

- ❖ Realización de los análisis técnico, económico y ambiental de todas las medidas de ahorro energético.
- ❖ Establecimiento de la manera más apropiada para implantar las acciones que se desprenden de los estudios, sin afectar el confort y seguridad de los usuarios.
- ❖ Elaboración de un reporte con recomendaciones y conclusiones.

Cada uno de estos pasos a seguir se complementan entre sí, y no llevan un orden específico necesariamente, ya que se pueden ir realizando conforme se vaya obteniendo y analizando la información. Quizás se pueda ver mejor con el siguiente diagrama.

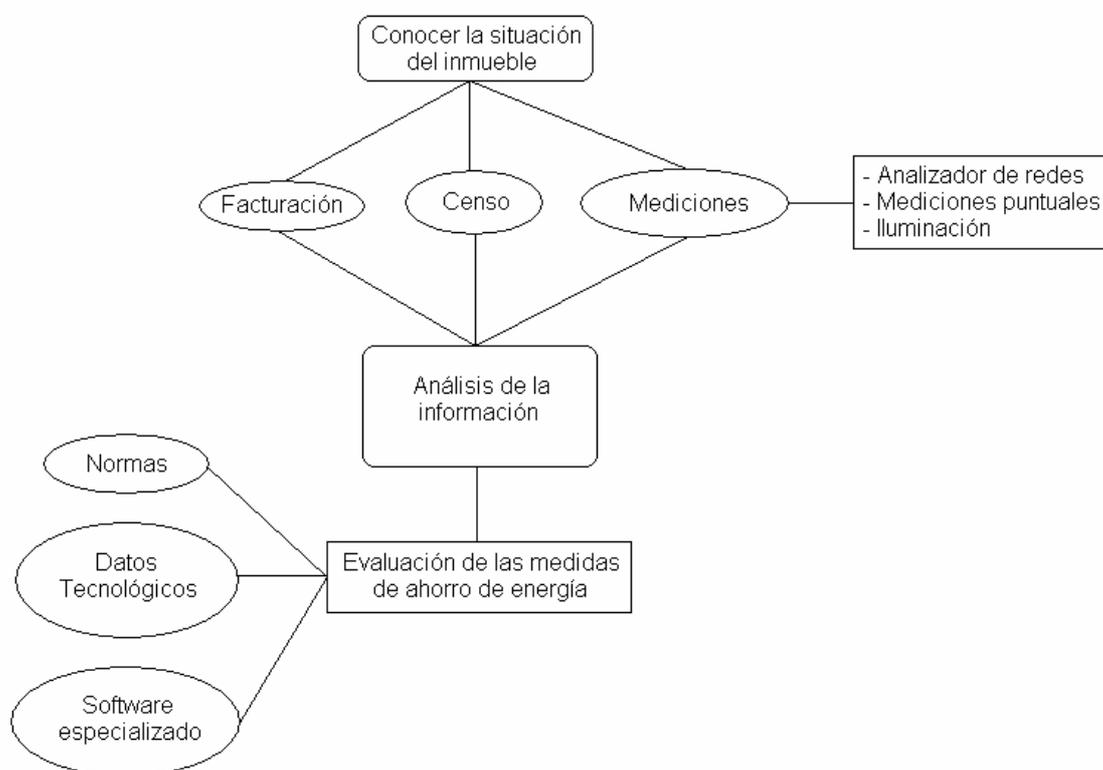


Figura 3. 1. Metodología para el diagnóstico energético

3.1 Diagnóstico energético

Siguiendo con la metodología propuesta, se procedió a implementar los pasos para realizar el diagnóstico energético, como parte de las actividades correspondientes del servicio social, desarrolladas a continuación, a modo de entregar un reporte con los resultados obtenidos de los análisis y cálculos hechos, para dar propuestas encaminadas al ahorro de energía del plantel.

3.1.1 Planteamiento del problema

Un programa de ahorro de energía implica un compromiso y una organización permanente a largo plazo, que se integre a la administración diaria del lugar donde se este implementando, mientras que el diagnóstico energético representa una intervención temporal.

Por tal motivo, el propósito del presente trabajo es el de llevar a cabo un Diagnóstico Energético en el plantel Del Valle de la UACM, con el fin de identificar los ahorros potenciales que existen en cuestión de consumo de energía eléctrica, principalmente en el sistema de iluminación; además, tratar de mejorar el confort de todos los que laboran ahí y proponer algunas recomendaciones a implementar con una nula o baja inversión.

3.1.2 Actividades preliminares

3.1.2.1 Preparación de formatos

En el desarrollo del levantamiento de datos se establece como tarea fundamental el llenado de dos formatos tipo, incluidos en el anexo 5, los cuales contienen las siguientes secciones:

1. Datos básicos del inmueble
2. Zonificación de áreas
3. Censo de cargas
4. Equipos de alumbrado

5. Observaciones

Estos formatos se utilizan como borradores, y una vez que se completa el levantamiento de información, se captura en un formato de hoja de Excel hecho para tal propósito.

Una vez que están listos los formatos para el recabado de información, se manda un oficio dirigido a la dirección del plantel, para que ésta a su vez, informe a las diferentes áreas acerca de las actividades que conllevan el levantamiento de datos, para tener libre acceso a ellas.

3.1.3 Obtención de la información

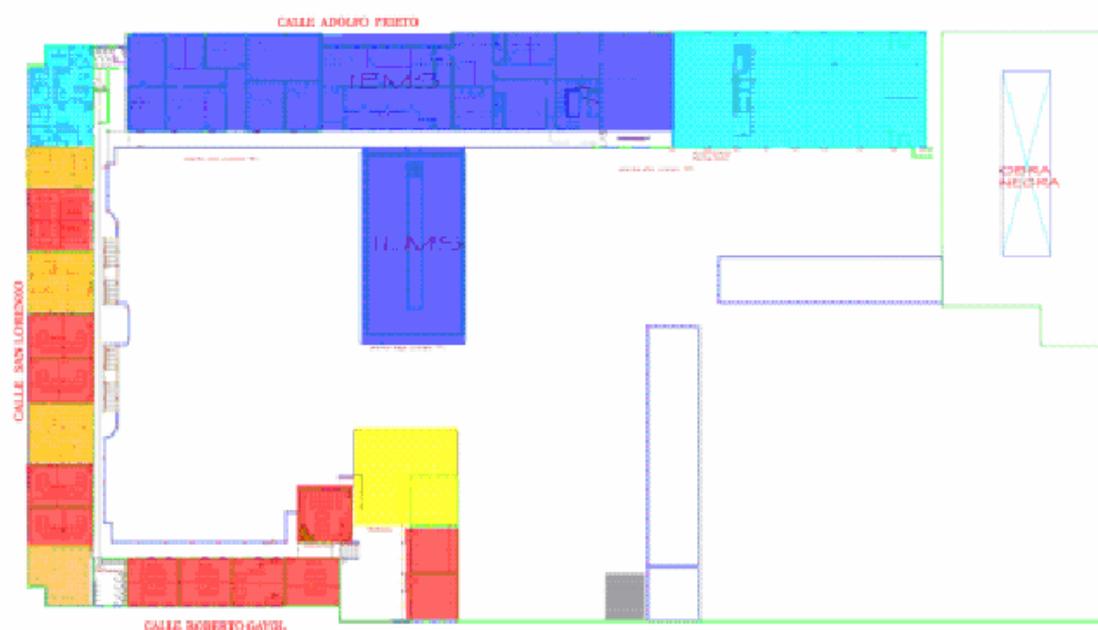
Antes de llevar a cabo el levantamiento de datos, y en la espera de tener una respuesta favorable al oficio enviado, se analiza la situación existente del inmueble.

3.1.3.1 Situación actual del inmueble

El Plantel Del Valle de la UACM, comparte espacio con las oficinas de administración del Instituto de Educación Media Superior (IEMS), componiéndose de un total de ocho edificios, dos estacionamientos y un patio cívico, además de varias áreas verdes. Para fines de este estudio, solamente se analizaron dos edificios de la UACM correspondientes a las alas San Lorenzo y Roberto Gayol que cuentan con 2 niveles, así como el edificio de la imprenta que cuenta con sólo uno; es decir, no se consideraron los edificios del IEMS, de Ciencias Genómicas, del Anexo de Ciencias Genómicas ni del Auditorio. Cabe señalar que el estudio en la imprenta se realizó mediante la obtención de mediciones utilizando el analizador de redes.



Planta Baja



Planta Primer Nivel

■ AULAS	■ AREAS EXTERIORES
■ CUBICULOS DE PROFESORES	■ IEMS
■ PROPUESTA CAFETERÍA	■ GENOMICAS
■ DIFUSIÓN CULTURAL	■ ESTACIONAMIENTO
■ LABORATORIOS DE COMPUTO	■ ENLACE ADMINISTRATIVO

Figura 3. 2. Zonificación de espacios Del Valle
(Fuente: Coordinación de obras y conservación, UACM)

Los edificios analizados de la UACM cuentan con una superficie construida de 2,327 m². La utilización en su mayoría es para cubículos, y el resto se divide en salones de clase, biblioteca, salas de cómputo, sanitarios y otros servicios. El horario de labores depende de la zona, y este puede ir desde las 7 hasta las 23 horas entre semana y de 7 a 19 horas en sábados.

3.1.3.2 Condición general del uso de la energía

En lo que respecta a la situación energética, el plantel se alimenta mediante dos acometidas en baja tensión, ambas, correspondientes a la Tarifa 3¹⁴ (esta tarifa se aplica a todos los servicios que destinen la energía eléctrica en baja tensión a cualquier uso, con una demanda de más de 25 kilowatts, además, tiene cargo por demanda y por energía). La acometida analizada con número de cuenta 321130040103 es la que alimenta a los edificios de la UACM de las alas San Lorenzo y Roberto Gayol y al de la imprenta. La otra acometida corresponde al IEMS, no se analiza porque no corresponde a la UACM.

Los datos promedio de la facturación eléctrica entre enero de 2008 y enero de 2009, se resumen en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1. Datos promedio de la facturación eléctrica Enero 2008 – Enero 2009

Tarifa	Demanda máxima facturable (kW)	Consumo mensual (kWh)	Factor de potencia (%)	Facturación mensual (\$)
3	78	24,816	99.97	59,128

En la Figura 3.3 se observa el comportamiento normal comparativo de la demanda diaria total y de la imprenta:

¹⁴ Actualmente en México existen 37 tarifas eléctricas, más información, ver anexo 7.

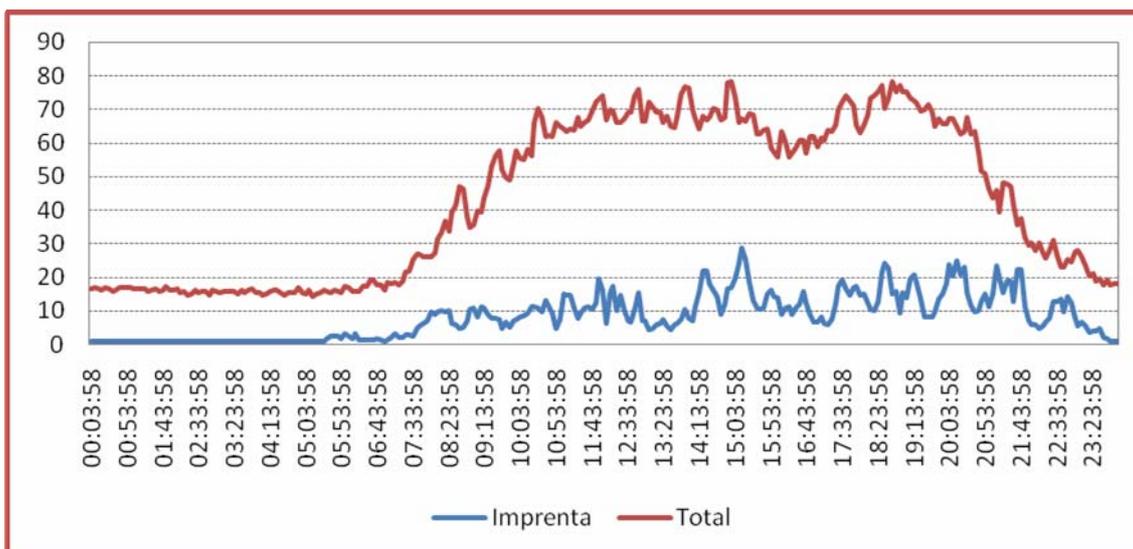


Figura 3. 3. Comportamiento diario de la imprenta [kW]

Cabe señalar que al mantenerse el factor de potencia por encima del 90%, se han registrado bonificaciones por dicho concepto. Es importante señalar que dentro del análisis de la facturación, se encontraron incongruencias importantes entre el cálculo y los datos de los recibos de 2008, debido a la falta de aplicación de un descuento establecido en los acuerdos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publicados el 7 de enero de 2008 y el 31 de marzo de 2008 (Véase Anexo 3); esto hace que se paguen en promedio \$ 4,000 de más en cada recibo de 2008.

Para fines de este estudio consideramos tres tipos de cargas:

- Iluminación. En este se encuentran todos los equipos de alumbrado, ya sean interiores o exteriores.
- Contactos. Aquí se encuentran registrados todos los equipos electrónicos presentes en el plantel.
- Fuerza. Este último comprende los equipos de aire acondicionado, motores y bombas.

3.1.4 Levantamiento de datos

En el proceso del diagnóstico energético, el levantamiento de datos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo del estudio, debido a que las subsecuentes etapas están fundamentadas en ella. En esta parte se llevó a cabo el censo de cargas del plantel, para su posterior análisis.

Según los datos recabados después de los censos se tiene la siguiente distribución de demanda y consumo de los edificios analizados, sin considerar la imprenta, ilustrada en las figuras 3.4 y 3.5, respectivamente:

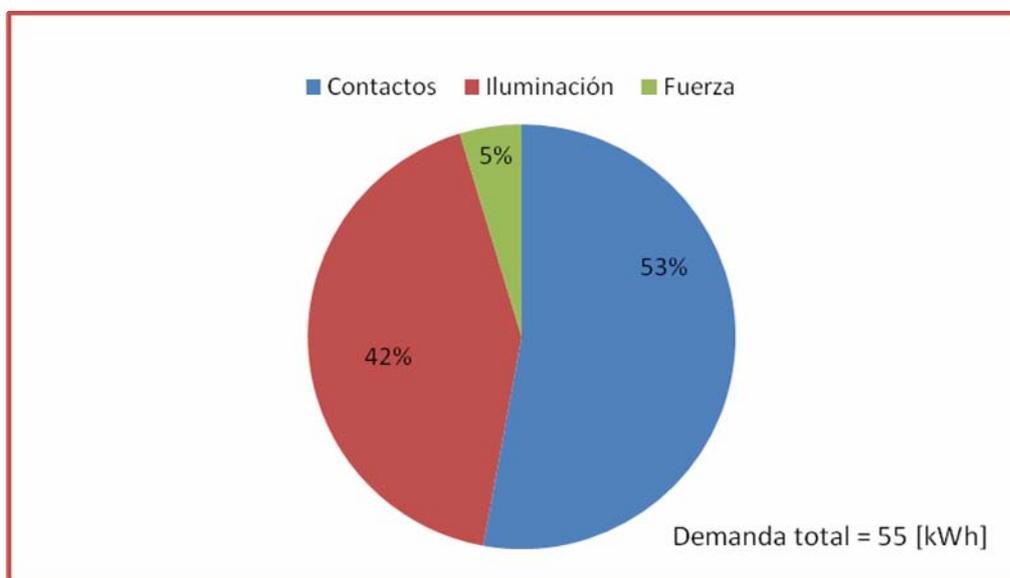


Figura 3. 4. Demanda de energía eléctrica [kW]

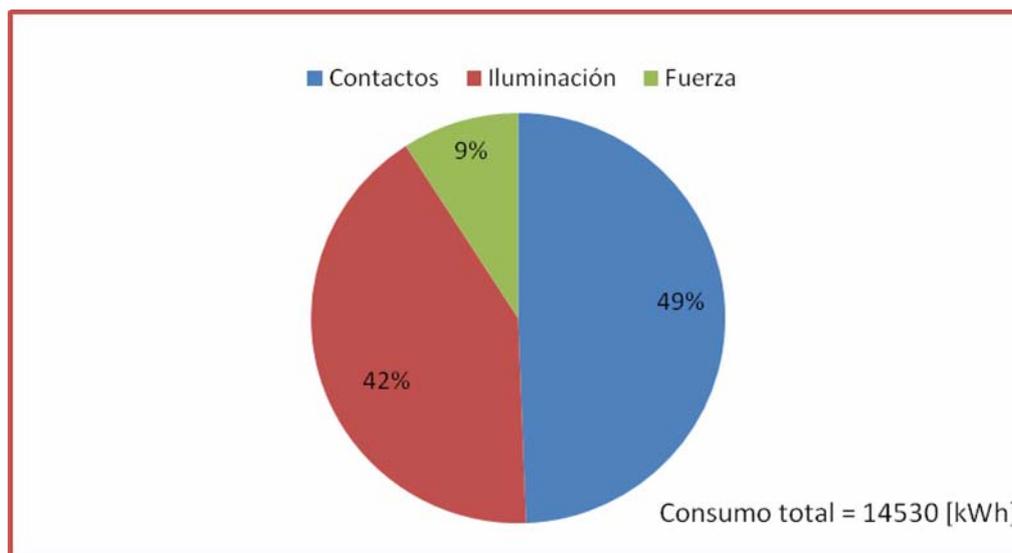


Figura 3. 5. Consumo de energía eléctrica mensual [kWh]

Con esta información, se observa que los dos grupos que más influyen tanto en el consumo como en la demanda son el de contactos y el de iluminación, por lo cual serán prioritarios en el establecimiento de medidas de ahorro.

Por otro lado, dentro del grupo de contactos, se tiene la siguiente distribución respecto a los equipos existentes; en las figuras 3.6 y 3.7, se observa el porcentaje de contribución de dichos equipos en la demanda y en el consumo respectivamente.

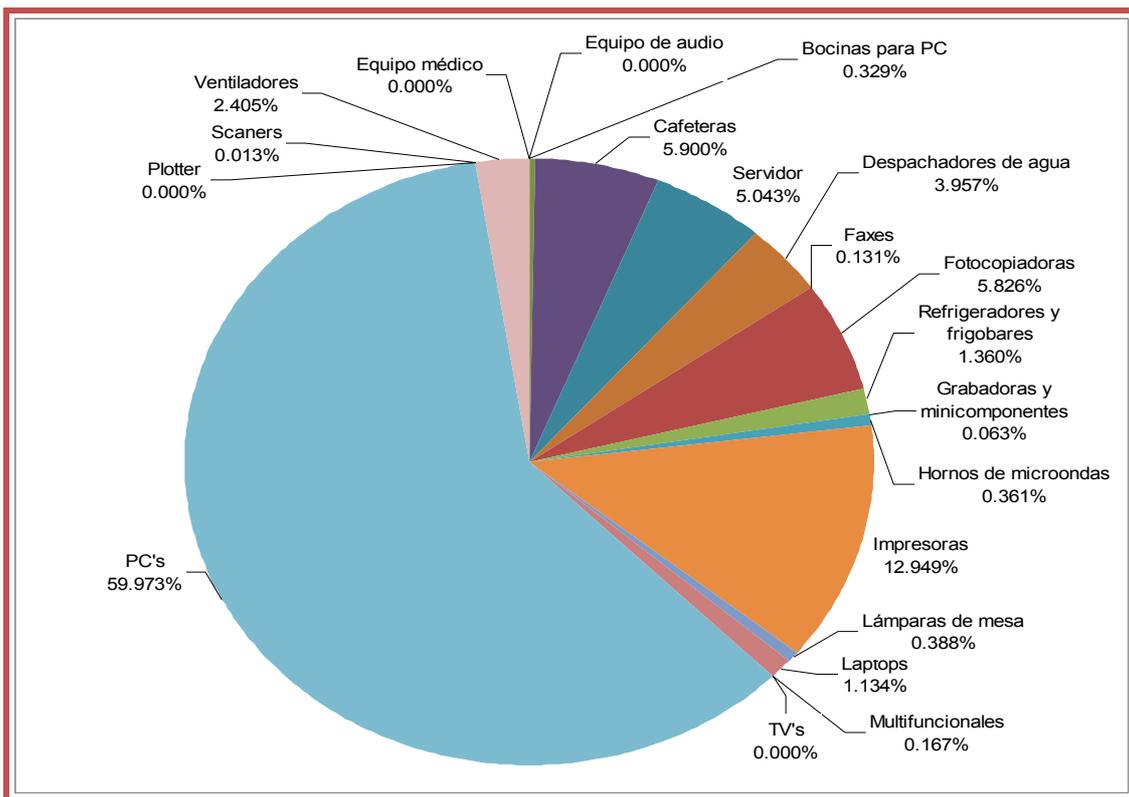


Figura 3. 6. Distribución de demanda eléctrica por tipo de carga

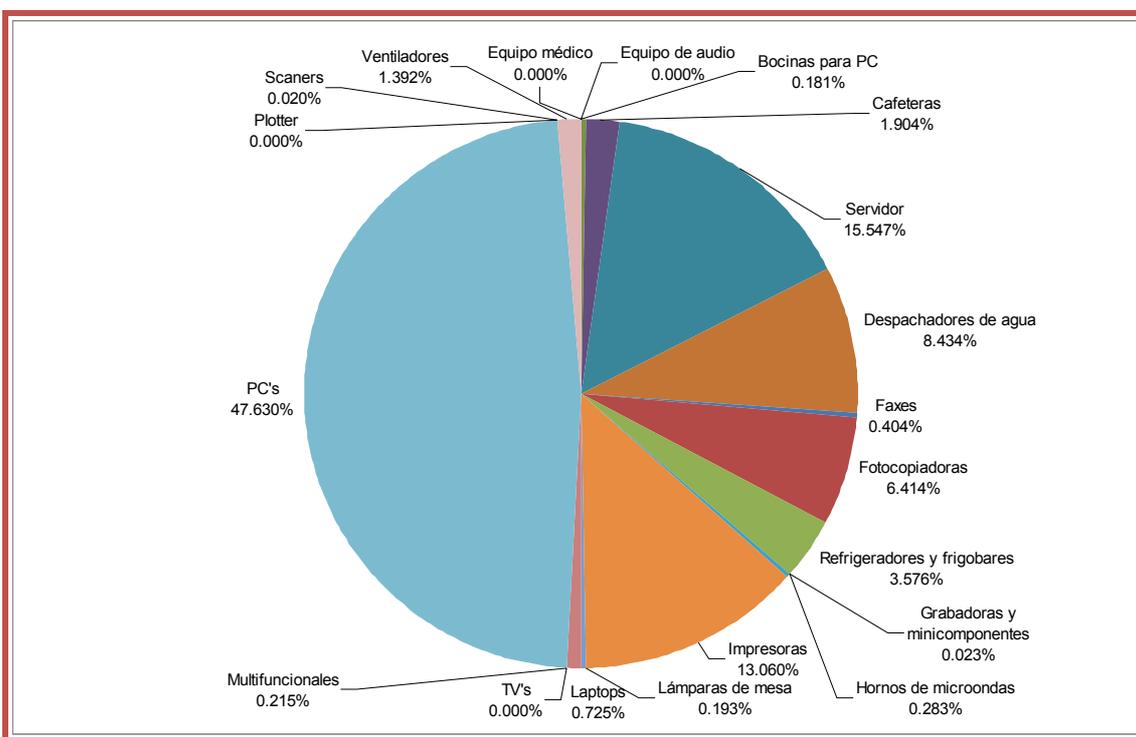


Figura 3. 7. Distribución de consumo de energía eléctrica por tipo de carga

Como se puede apreciar, las PC's representan la principal carga en el plantel, sin embargo hay poco que hacer respecto a medidas de ahorro, ya que todas las PC's utilizan el modo de ahorro de energía. Es importante mencionar que en el gráfico de consumo, algunos elementos con poca demanda crecen debido al tiempo de operación de tales, principalmente ocasionado por todos aquellos que se encuentran en el modo de espera.

3.1.5 Mediciones

3.1.5.1 Niveles de iluminación

Durante el censo de alumbrado, se realizó una evaluación de los niveles de iluminación, para determinar si las condiciones eran óptimas para la realización de las labores propias de la zona de medición, tomando como referencia la NOM-025-STPS-2008 (Véase Anexo 1).

Las mediciones de los niveles de iluminaciones se realizaron con un luxómetro¹⁵ (figura 3.8) el cual consiste en una célula fotoeléctrica asociada a un galvanómetro, cuya lectura se hace directamente en lux.



Figura 3. 8. Luxómetro
(Fuente: Martín Sánchez; *Instalaciones de iluminación*)

¹⁵ Martín Sánchez, Franco; *Instalaciones de iluminación*.

Es importante señalar que las mediciones se realizaron entre las 10 y las 14 horas, por lo que resulta obvia la presencia de luz natural en los espacios cercanos a las ventanas. Sin embargo, en dichos espacios se registraron los niveles en dos eventos diferentes, con las persianas cerradas y con las persianas abiertas, con el fin de determinar la aportación de la luz natural en la iluminación. Asimismo, se tomaron en cuenta ambas mediciones para futuras recomendaciones. Los niveles de iluminación promedio según las zonas con las que cuenta el plantel se muestran en la Tabla 3.2:

Tabla 3. 2. Niveles de iluminación

Zona	Nivel de iluminación promedio (lx)	Nivel mínimo establecido por la norma (lx)	¿Cumple con la norma?
Cubículos	173	300	No
Aulas	378	300	Si
Bodegas	231	100	Si
Vigilancia	345	200	Si
Salas de cómputo	162	300	No
Consultorio médico	136	300	No
Biblioteca	891	300	Si
Sanitarios	407	50	Si

3.1.5.2 Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA)

El sistema de alumbrado del plantel consta en mayor proporción de luminarias con lámparas fluorescentes tipo 2x75W T12 y 2x39W T12 con balastro electromagnético. Estos equipos son de una tecnología limitada cuya demanda eléctrica es alta y su eficacia es baja.

Otra parte del estudio consistió en determinar la eficiencia del sistema de alumbrado, lo cual se llevó a cabo mediante el cálculo de la DPEA, teniendo como referencia la NOM-007-ENER-2004 (ver anexo 2).

Los datos de DPEA encontrados para las zonas en las que se realizan trabajos de distinción moderada en el plantel están contenidos en la Tabla 3.3.

Tabla 3. 3. Densidad de potencia eléctrica para alumbrado

Zona	DPEA (W/m ²)	Nivel máximo establecido por la norma (W/m ²)	¿Cumple con la norma?
Cubículos	11	14	Si
Aulas	9	16	Si
Bodegas	16	13	No
Salas de cómputo	8	16	Si
Consultorio médico	10	17	Si
Biblioteca	8	16	Si

En conclusión, al haber al menos una zona que no cumple con las normas, el inmueble en general no cumple con lo establecido en ellas.

3.2 Medidas de ahorro de energía (M. A. E.'s)

Con base en lo anterior, y haciendo un análisis en conjunto (asesor-alumno) se han planteado las siguientes Medidas de Ahorro de Energía, encauzadas a hacer más eficiente el sistema de iluminación del plantel. Del mismo modo, se plantearon otras encaminadas al uso racional y eficiente de la energía eléctrica en el plantel.

3.2.1 M. A. E.'s tipo A

A continuación se presentan las Medidas de Ahorro de Energía que no requieren inversión y que, por otro lado, están diseñadas para crear una conciencia energética en la comunidad del Plantel Del Valle. Tales medidas se referirán como MAE's Tipo A, y se encuentran descritas en la Tabla 3.4.

Tabla 3. 4. Medidas de ahorro de energía tipo A

- Mantener encendidas las luminarias sólo cuando sea necesario.
- Dar mantenimiento periódico a los equipos de iluminación
- Utilizar al máximo la entrada de luz natural en aquellos espacios que cuenten con ella.
- Evitar dejar conectados aparatos de poco uso, tales como hornos de microondas, cafeteras, ventiladores, etc.
- Verificar que se encuentre activo el modo de ahorro en PC's,

impresoras, scanners y multifuncionales.

- Apagar monitores o pantallas LCD cuando no se esté trabajando con la PC y necesite dejarse encendida.
- En caso de compras de nuevos equipos electrónicos, verificar que posean el sello "Energy Star" o el sello de FIDE.
- Revisar que en la instalación no existan puntos calientes o "fugas a tierra"; para comprobarlo, apagar todas las luces, desconectar todos los aparatos eléctricos y verificar que el disco del medidor no siga girando. Si lo hace, es necesario revisar la instalación.
- No conectar varios aparatos en un mismo contacto, ya que esto produce sobrecarga en la instalación y peligro de sobrecalentamiento; también provoca una operación deficiente, posibles interrupciones, cortos circuitos y daños a largo plazo.

3.2.2 M. A. E. 's tipo B

Las MAE's propuestas que requieren algún tipo de inversión o cambio físico, las referiremos como MAE's Tipo B, las cuales se resumen en la Tabla 3.5.

Tabla 3. 5. Medidas de ahorro de energía tipo B

Núm. MAE	Descripción	Ahorros			Inversión (\$)	Tiempo de recuperación (años)
		Ahorro por consumo [kWh/mes]	(\$/mes)	% de la facturación mensual		
1	Luminarias con mayor eficiencia	2881	6865	11.6	300 000	4.2
2	Seccionamiento de circuitos	876	953	1.6	*	*
3	Reubicación de muebles	**	**	**	-	-
Total		3757	7817	13.2		

* La inversión no puede ser estimada al no contar con datos de la situación actual

** Los ahorros no pueden estimarse cuantitativamente debido a la volatilidad del uso dado a las luminarias.

3.2.2.1 MAE Núm. 1. Luminarias con mayor eficiencia

Descripción

El sistema de alumbrado actual del Plantel Del Valle, consta en su mayoría de luminarias con lámparas fluorescentes de 2x75W T12 y de 2x39W T12, como se mencionó anteriormente. Sus características se muestran a continuación en la Tabla 3.6.

Tabla 3. 6. Características de luminarias actuales

Núm. de lámparas	Tipo	Balastro	Potencia [W]	Flujo luminoso [lm]	Factor de balastro %	Eficiencia %
2	39W T12	Electromagnético	102	5000	75	60
2	75W T12	Electromagnético	130	10400	75	60

Con esto se observa que estos equipos no son eficientes y por ende, son una fuente de alto consumo y no proporcionan el nivel de iluminación adecuado.

Otro de los problemas hallados en el sistema de alumbrado es la excesiva altura de las luminarias, lo que hace que la luz se atenúe demasiado al llegar a la superficie de trabajo¹⁶. Si se reduce la distancia que existe entre la luminaria y el plano de trabajo es posible, por un lado, incrementar el nivel de iluminación actual, y por otro reducir el número de luminarias para obtener un cierto nivel de iluminación dado.

Propuesta

Atendiendo a lo anterior, se hace una propuesta para un cambio de luminarias por otras más eficientes con lámparas ahorradoras de energía. Se consideró una luminaria genérica como alguna de las que se muestran en la figura 3.9.

¹⁶ Se puede citar en esta parte a la Ley de la inversa del cuadrado de la distancia. (Fuente: Taboada J. A.; *Manual de luminotecnia.*)



Figura 3. 9. Luminarias genéricas propuestas (Fuente: Philips)

Así pues, los datos técnicos investigados de la luminaria genérica son las óptimas para fines de este estudio, y se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3. 7. Características de luminarias propuestas

Núm. de lámparas	Tipo	Balastro	Potencia [W]	Flujo luminoso [lm]	Factor de balastro %	Eficiencia %
2	32W T8	Electrónico	59	5900	90	80
	28W T5		63	5500	103	

Además de ser más eficientes, estas luminarias tienen la ventaja de ser más pequeñas que las actuales, lo cual permite una mejor distribución de las mismas y por consiguiente de la iluminación. De igual forma, es imprescindible considerar reducir su altura mediante el uso de luminarias de tipo suspensión.

Es importante mencionar que se optó por las lámparas de 28W T5 pensando a largo plazo, debido a que dicha tecnología al ser relativamente nueva, cuenta con una presencia en el mercado que permanecerá vigente durante mucho tiempo, lo cual facilitará la adquisición de repuestos y accesorios. En cambio las lámparas de 32W T8 tienen ya algún tiempo de

circular por el mercado, lo que las convierte en blanco fácil a ser sustituidas rápidamente por una tecnología superior, tal como la T5.

Otro factor a considerarse es que la temperatura de color de las lámparas propuestas debe permanecer por encima de los 3500 K, ya que estos colores son los ideales para espacios como oficinas y universidades, tal y como se muestra en la Tabla 3.8¹⁷.

Tabla 3. 8. Temperatura de color

Temperatura de Color	Kelvin	Aplicaciones recomendables
Blanco incandescente	2700	Restaurantes, hoteles, cafés
Blanco cálido	3000	Recepciones, salones, boutiques
Blanco neutro	3500-4000	Oficinas, salas de conferencia, escuelas, negocios varios
Blanco frío	5000	Universidades, hospitales, consultorios, negocios abiertos las 24 horas
Luz de día	6500	

Beneficios

El cambio en los equipos de luminarias se traduce en una reducción considerable en demanda y consumo de energía eléctrica mensual, lo cual se traduce en ahorros económicos mensuales.

Por otro lado, al reducirse la altura, los niveles de iluminación aumentan debido a que la intensidad de la luz incidente en el plano de trabajo es mayor, ya que las pérdidas en paredes, muebles, etcétera, son mínimas al encauzar la luz proveniente de la luminaria más directamente a la superficie deseada.

Tomando como base los niveles de iluminación actuales, una primera propuesta consiste en sustituir las luminarias con lámparas T12 por las luminarias con lámparas T5 necesarias para mantener dichos niveles. Los ahorros mensuales generados se resumen en la Tabla 3.9:

¹⁷ Grupo Coel, *Iluminación*.

Tabla 3. 9. Ahorros mensuales por cambio de tecnología

Situación Actual T12		Situación Propuesta T5		Ahorros		
Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Demanda [kW]	Consumo [kWh]	Por demanda [kW]	Por consumo [kWh]	Económico [\$/mes]
25.61	6501.13	14.61	3619.68	11	2881.15	6865

Con lo anterior generamos un ahorro equivalente al 11.6% de la facturación eléctrica mensual. Sin embargo, atendiendo lo establecido por la NOM-025-STPS-2008, es de suma importancia para beneficio de los trabajadores del plantel, el elevar los niveles de iluminación a los establecidos por dicha norma. Para esto, se establece una segunda propuesta que consiste en sustituir las luminarias actuales con lámparas T12 por las luminarias con lámparas T5 necesarias para contar con los niveles de iluminación adecuados y de ese modo, garantizar la seguridad y confort del personal del plantel.

El incremento en los niveles de iluminación debido a este cambio, por zona, se observa en la Tabla 3.10:

Tabla 3. 10. Incremento en los niveles de iluminación

Zona	Nivel actual [lx]	Nivel mínimo establecido por la norma [lx]	Nivel obtenido [lx]
Oficinas	173	300	319
Aulas	378	300	361
Biblioteca	890	300	328
Consultorio médico	136	300	305
Vigilancia	345	200	278
Bodegas	231	100	231
Sanitarios	407	50	123

Cabe señalar que el método de cálculo empleado para diseño de iluminación fue el de los lúmenes, el cual se complementó con el uso del

software DIALux 4.7 para generar una buena distribución geométrica de las luminarias (Véase Apéndice B).

A consecuencia de esto último, los valores de la DPEA para las zonas de trabajo consideradas se modificaron, obteniendo nuevos valores, registrados en la Tabla 3.11:

Tabla 3. 11. Valores de la DPEA debido al cambio de tecnología

Zona	DPEA (W/m ²)	Nivel máximo establecido por la norma (W/m ²)	¿Cumple con la norma?
Cubiculos	8	14	Si
Aulas	9	16	Si
Bodegas	6	13	Si
Salas de cómputo	9	16	Si
Consultorio médico	7	17	Si
Biblioteca	8	16	Si

Con base en la tabla anterior, se observa que esta vez se mantienen los valores de la DPEA dentro de lo establecido por la norma, por lo que el sistema de iluminación propuesto es eficiente.

Análisis económico

Ahora, considerando una luminaria con las especificaciones necesarias, se tomaron en cuenta los datos de inversión resumidos en la Tabla 3.12, con ellos y con base en el método del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), se calculó el tiempo de recuperación de la inversión.

Tabla 3. 12. Características de la inversión

Número de luminarias a comprarse	300
Precio unitario	\$ 1000
Monto total de la inversión	\$ 300 000
Rendimiento anual	\$ 82 368
Tasa de descuento anual	4 %

Nota. Dentro de la inversión no se considera el costo generado por la instalación de las luminarias nuevas y la remoción de las luminarias actuales,

debido a que en la Universidad existe un departamento encargado de dicha labor.

En la figura 3.10 se muestra gráficamente el tiempo de recuperación estimado para la inversión.

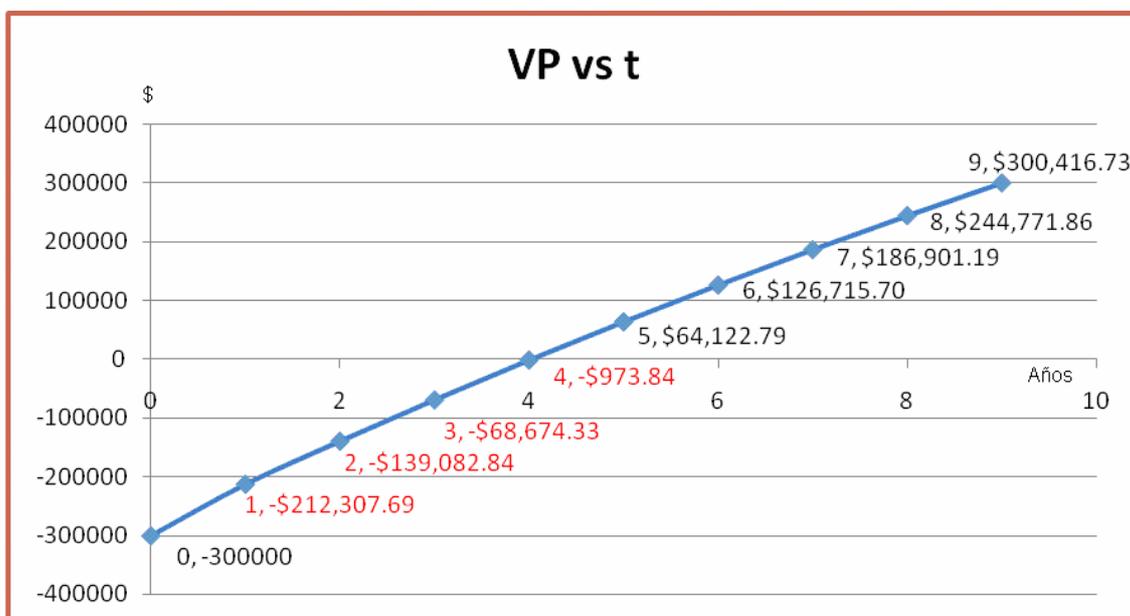


Figura 3. 10. Valor Presente [\$] vs Tiempo [años]

Ahora bien, con base en los valores obtenidos en la figura anterior, es posible determinar analíticamente el tiempo de recuperación de la inversión:

El modelo lineal se representa mediante la siguiente ecuación:

$$y = 65966.62x - 276660.94$$

donde:

y = Valor presente en pesos

x = tiempo de recuperación en años

Entonces, haciendo que el valor de 'y' sea cero, es decir, donde la cantidad en pesos sea igual a la inversión, obtenemos 'x':

$$y = 0$$

$$0 = 65966.62 x - 276660.94$$

$$x = \frac{276660.94}{65966.62}$$

$$x = 4.2 \text{ años}$$

Tomando en cuenta el tiempo de vida de las lámparas, se tiene lo siguiente:

Vida promedio: 35 000 horas

Tiempo de operación promedio: 2953.32 horas/año

Por tanto, el tiempo de vida de las lámparas será:

$$\text{Tiempo de vida} = \frac{\text{Vida promedio [h]}}{\text{Tiempo de operación } \left[\frac{h}{\text{año}} \right]} = \frac{35000}{2953.32} = 11.85 \text{ [años]}$$

Con esto se puede observar que no habrá inversión adicional dentro del tiempo de recuperación de la inversión.

Cabe señalar, que el tiempo de recuperación de la inversión puede reducirse mediante la implementación de medidas de ahorro de energía adicionales encauzadas a la creación de una conciencia energética en toda la comunidad del plantel (MAE's tipo A).

3.2.2.2 MAE Núm. 2. Seccionamiento de circuitos

Descripción

Un problema común en la mayoría de las zonas del plantel, es la mala distribución de luminarias y apagadores¹⁸. Esto ocasiona en algunos casos, que exista un solo apagador para un grupo de hasta 5 cubículos, lo que a su vez provoca que el total de las luminarias permanezcan encendidas cuando sólo sea(n) necesaria(s) alguna(s) de ellas.

Por otro lado, la división de los espacios con paredes de tabla roca ha hecho que los apagadores queden fuera de la zona donde está la luminaria, o bien que más de un cubículo comparta una sola luminaria, lo que hace que permanezca encendida el tiempo en que al menos uno de los trabajadores de dichos cubículos esté trabajando.

Propuesta

Con base en el estudio realizado mediante el Diagnóstico Energético, se determinó la posibilidad de seccionar los circuitos de modo que:

- Cada cubículo posea las luminarias que necesita para tener el nivel de iluminación adecuado.
- Cada cubículo cuente con su propio apagador.

Beneficios

Al contar con las luminarias necesarias para cada cubículo con su respectivo apagador, la persona que labore en dicho espacio será responsable de su manejo. Esto, en conjunto con una concientización energética en el plantel, hará que la luz esté encendida solamente cuando se le requiera, evitando consumos innecesarios.

¹⁸ En una nueva construcción los conductores se instalan a veces antes de que el proyecto de alumbrado haya sido establecido definitivamente. Es, por supuesto, preferible tener información específica respecto a la carga total del alumbrado antes de proyectar los conductores, pero cuando los planos del alumbrado no están completos ha de hacerse una estimación de la carga probable. (Westinghouse, *Manual del alumbrado*)

De manera cualitativa se pueden estimar los ahorros correspondientes exclusivamente a las zonas donde existe el problema, presentados en la Tabla 3.13:

Tabla 3. 13. Ahorros económicos por seccionamiento de circuitos

Situación actual			Propuesta			Ahorros [\$/mes]
Demanda [kW]	Tiempo de operación [h/mes]	Consumo mensual [kWh]	Demanda* [kW]	Tiempo de operación [h/mes]	Consumo mensual [kWh]	
9.9	231	2350	9.9	196	1949.5	953.4

* Se consideran los ahorros exclusivamente por la reducción del tiempo de operación, sin considerar el cambio de luminarias propuesto en la MAE 1

Nota. Al no contar con datos de la situación actual de las canalizaciones y el cableado del plantel, no es posible determinar la inversión. Se sugiere el uso de canaletas como canalizaciones para evitar hacer ranuras en los muros que no cuenten con canalización interna.

3.2.2.3 MAE Núm. 3. Reubicación de muebles

Descripción

La ubicación de los muebles en aquellos cubículos próximos a las ventanas es un detalle que pasa desapercibido para la mayoría, sin embargo es de suma importancia la correcta orientación de los mismos respecto a la entrada de luz natural para el máximo aprovechamiento de la misma.

Actualmente en el plantel existen varios cubículos que, estando en esta situación, deben permanecer con las persianas cerradas y la luz artificial encendida debido al deslumbramiento que provoca la luz natural.

Propuesta

A petición de varios trabajadores que laboran en estos espacios, se ha planteado la posibilidad de reubicar los muebles de modo que queden orientados para aprovechar la entrada de luz natural al máximo, permitiendo que las persianas permanezcan abiertas y la luz artificial apagada. Del mismo modo, a conveniencia de los mismos, se propone una remoción de los muebles innecesarios o cambio en la mueblería de oficina existente por otra más adecuada al espacio.

Por otro lado, se sugiere un cambio de las persianas verticales corredizas actuales, a unas de tipo horizontal para evitar completamente el deslumbramiento de la luz natural.

Beneficios

En este caso, el beneficio radica en la reducción del tiempo de operación de las luminarias en horas en que la luz natural provea del nivel de iluminación adecuado para la realización de la labor de los espacios en la situación planteada, lo que a su vez se refleja en una reducción del consumo de energía eléctrica y que se traduce en un ahorro económico mensual. Por ende, dicho ahorro es cualitativo.

3.3 Reducción de impactos ambientales

Uno de los beneficios complementarios de mayor relevancia en la implementación de este estudio, consiste en la disminución de impactos ambientales (ver anexo 4), lo cual radica en la reducción de la demanda eléctrica, y por tanto, en un decremento en la quema de combustible necesario para la generación de energía eléctrica. Con esto último, se prevé una reducción en emisiones de contaminantes.

En la Tabla 3.14 se presenta la posible contribución de la reducción de los impactos ambientales:

Tabla 3. 14. Estimación de los impactos ambientales evitados

Combustible no utilizado [litros/año]	
Combustóleo	6660.64
Reducción de emisiones [kg/año]	
CO₂	15903.95
SO₂	289.66
NO_x	32.5
Suma de contaminantes	16226.11