



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA UNIDAD
IZTAPALAPA**

**POSGRADO DE ENERGÍA Y
MEDIO AMBIENTE**

GESTIÓN ENERGÉTICA EN CENTROS DE EDUCACIÓN SUPERIOR:

**CASO DE ESTUDIO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
IZTAPALAPA**

IDONEA COMUNICACIÓN DE RESULTADO

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS
(ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE)**

PRESENTA:

ULISES ARTURO MARTÍNEZ VELÁZQUEZ

Codirectores:

DR. HERNANDO ROMERO PAREDES RUBIO

Coasesores:

**DRA. TANYA MORENO CORONADO
DR. JUAN JOSÉ AMBRIZ GARCÍA
DR. FERNANDO GABRIEL ARROYO CABAÑAS**

Ciudad de México.,
15 de Diciembre de 2016



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00014

Matrícula: 2131800598

Gestión energética en centros de educación superior: caso de estudio en la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa

En la Ciudad de México, se presentaron a las 16:00 horas del día 15 del mes de diciembre del año 2016 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DRA. TANYA MORENO CORONADO
DR. FERNANDO GABRIEL ARROYO CABAÑAS
DR. JUAN JOSE AMBRIZ GARCIA




ULISES ARTURO MARTINEZ VELAZQUEZ
ALUMNO

Bajo la Presidencia de la primera y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS (ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE)

DE: ULISES ARTURO MARTINEZ VELAZQUEZ

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

REVISÓ



LIC. JULIO CESAR DE LARA SASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

Acto continuo, la presidenta del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBI



DR. JOSE GILBERTO CORDOBA HERRERA

PRESIDENTA



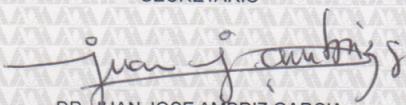
DRA. TANYA MORENO CORONADO

VOCAL



DR. FERNANDO GABRIEL ARROYO CABAÑAS

SECRETARIO



DR. JUAN JOSE AMBRIZ GARCIA

Agradecimientos

La Maestría en Ciencias (Energía y Medio Ambiente) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, pertenece al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT y cuenta con apoyo del mismo Consejo con el convenio 003893; por lo que agradece el desarrollo de esta tesis.

Esta tesis fue desarrollada gracias al apoyo recibido por excelentes profesores.

Agradezco a Dios que me ha dado el gran privilegio y los medios para concluir con la maestría.

Agradezco a toda mi familia por su aliento y en especial a mi Esposa e Hijos.

Agradezco al Dr. Hernando Romero Paredes Rubio, por la dirección revisión, forma y contenido de esta tesis así como a todos los Coasesores.

Con la convicción de que existe la necesidad de un cambio de paradigma en toda la sociedad en el uso, consumo y eficiencia de la energía, para elevar la competitividad y frenar el cambio climático acelerado con todos los problemas que trae en salud, seguridad, social, ambiental. Me sumo al esfuerzo mundial de la sustentabilidad empezando en mi propio hogar y universidad.

CONTENIDO

CONTENIDO	2
Introducción.	4
<i>CAPÍTULO 1. Marco de Referencia</i>	<i>7</i>
1 "La era del clima de la energía", la causa principal del cambio climático.	7
2 El cambio en las opciones de energéticas es posible	8
3 Panorama Mundial	9
4 Dejando la zona de confort	16
5 La demanda de energía en crecimiento	17
6 Perspectivas energéticas; ¿Cómo será el futuro?:	18
7 Caso de México	20
8 Caso de la UAM- Iztapalapa	26
9 Planteamiento del objetivo e hipótesis de la idónea comunicación de resultado	30
<i>CAPÍTULO 2. Antecedentes y Análisis de modelos de sistemas de gestión energética</i>	<i>32</i>
1 La gestión de la energía	32
2 Sistemas de gestión energética	34
3 Principales Normas de Gestión Mundiales	37
4 Los estándares internacionales para la gestión energética	40
5 Benchmarking de Modelos Mundiales	48
<i>CAPÍTULO 3. Planteamiento del Modelo de Sistema de Gestión Energética.</i>	<i>51</i>
1 Etapas de la implantación del Sistema de Gestión Energética	52
2 Descripción de la etapa 1. Compromiso con el SGE	54
3 Descripción de la etapa 2. Evaluar el desempeño energético	58
4 Descripción de la etapa 3. Establecer objetivos y metas	65
5 Descripción de la etapa 4: Crear planes de acción del SGE documentados	67
	2

6	Descripción de la etapa 5: Implementación y operación	69
7	Auditoría a la Gestión Energética	69
<i>CAPÍTULO 4. Análisis Energético de las IES; Caso de estudio.</i>		71
1	Introducción	71
2	Análisis el uso y consumo de energía en la UAMI	71
3	Consumo de energía eléctrica	72
4	Demanda máxima de energía eléctrica	74
5	Factor de potencia (FP) durante 1986-2015-I	75
6	Índices Energéticos	75
7	Análisis específico de consumo de energía eléctrica en la UAMI	78
<i>CAPÍTULO 5. Implementación del Modelo SGE en la UAMI</i>		89
1	Implementación de la etapa 1; Compromiso con el SGE	89
2.	Implementación de la etapa 2; Evaluar el desempeño energético	99
3.	Implementación de la etapa 3; Establecer objetivos y metas	116
4.	Implementación de la etapa 4; Crear planes de acción del SGE documentados	133
5.	Implementación de la etapa 5; Implementación y operación del SGE	133
6.	Implementación de la etapa 6; Evaluar el progreso	143
7.	Implementación de la etapa 7; Reconocer logros	146
8.	Implementación de la etapa 8; Asegurar la mejora Continua del SGE	147
	Discusión	149
<i>CAPÍTULO 6. Conclusiones</i>		151
<i>Referencias Bibliográficas</i>		152
<i>Anexo 1</i>		157

Introducción.

Para la mayoría de población la energía da una “forma de vida y la mantiene”; mientras haya electricidad en las tomas de corriente y gasolina en las bombas de las gasolineras no estará preocupada sobre cómo se genera y administra. Hay dos mil millones de personas en el mundo que no tienen una conexión a una red eléctrica, para quienes todas las noches es un apagón. Pero en las naciones ricas e industrializadas, lo peor que típicamente se sufre es que puede haber pérdidas de potencia ocasionales cuando un árbol cae en una las líneas de energía de tensión o flujos de fusibles. Las personas de estas naciones esperan que estos incidentes sean temporales, para que el suministro de energía se vuelva a reanudar y volver rápidamente a la normalidad. Nada se altera esencialmente hasta hoy (3).

El aumento de los costos de la energía, la volatilidad de los precios y la demanda de energía en crecimiento combinados con el problema de la disponibilidad de los recursos energéticos, su influencia en la estructura de costos de las empresas y las organizaciones es cada vez más relevante (1) y (3). La reducción de este tipo de costos ha adquirido una gran importancia desde varios puntos de vista: calidad de la energía, económico, ambiental y social, por ello se convierte en una clave competitiva para las organizaciones (2). Esto induce la necesidad de implantar un sistema de gestión de energía que mejore desempeño energético que incluye el uso de la energía, la eficiencia energética y el consumo energético para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía (11). Los Sistemas de Gestión de Energía (SGE) de cada nación o región dependen de su política energética, del precio de los energéticos y de la idiosincrasia de la sociedad (5).

Para tener una idea de la problemática energética mundial y nacional de energía, es común que se relacione el consumo de energía mundial o regional con la economía de las naciones en términos de producto interno bruto (PIB) o per cápita; éstas relacionan toda la energía que consumen respecto a la riqueza generada (PIB) o por habitante (6). No obstante, derivado del calentamiento global, hoy en día resulta más importante la relación que tiene ese consumo con las emisiones hacia el entorno: el impacto ambiental. Son indicadores comunes que de implementarse a nivel regional dará una idea de la importancia productiva de la región pero también de su compromiso con el medio ambiente (7).

El inicio del cambio climático ha cambiado radicalmente el panorama de la energía. Tres de los combustibles fósiles cruciales, el carbón, el petróleo y el gas natural son las principales fuentes de producción mundial de energía, proporcionando alrededor del ochenta por ciento de la misma. Pero también son los principales culpables del calentamiento global. Y, como media mundial, nuestro consumo de energía es responsable de dos tercios de todos los gases de efecto invernadero de origen humano. Así que el futuro envuelve tanto al clima del planeta y el futuro del sistema

de la energía. Hay muy pocas propuestas para la mitigación del cambio climático (que implican menos tala de árboles y mejores prácticas agrícolas) que no están relacionadas con la energía. Y es, a su vez, difícil pensar en todas las cuestiones importantes de la energía hoy en día que no esté relacionada con el problema del cambio climático (3).

La única manera de salir de este callejón sin salida es que los gobiernos estén bajo presión de los ciudadanos para actuar, y para ello deben cada vez estar mejor informados acerca de las opciones de energía y su administración y del uso de la misma (3).

Si bien a lo largo de las últimas dos décadas se han propuesto una serie de metodologías encaminadas a la gestión de la energía (1), (2), (35) y, en el año 2011 se publicó la norma ISO 50001 (11), referida a los requisitos necesarios para la gestión de la energía. En este trabajo se desarrolla una metodología para la implementación de un SGE general y su aplicación en los centros de educación superior que permita controlar y minimizar los consumos de energía, sus costos, su impacto ambiental, mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética. Esta propuesta es producto de la discusión de aceptar tal cual una norma como la señalada o existe posibilidades de mejora y ampliar el espectro de su alcance así como promover el uso de el SGE resultante en la UAM Iztapalapa (UAMI). La respuesta fue simple; se analizan las propuestas históricas y aquellas aún válidas en los diferentes países que las aplican, se establece una relación de beneficios para desarrollar una nueva propuesta que sea viable y aplicable a todos los sectores usuarios de la energía. Se presenta como caso de estudio a la UAMI como un ejemplo de aplicación a un centro de educación superior.

En el capítulo 1 se ha desarrollado el marco de referencia que permite tener un panorama global y nacional respecto al uso de la energía relacionado con el cambio climático. Este marco de referencia es útil para centrar la discusión en términos de lo que debe hacerse para regresar a un estado de equilibrio termodinámico ambiental, de suerte de tener al menos entre los 350 a 400 ppm de CO₂, promedio mundial en la atmósfera terrestre y reducir drásticamente otros gases efecto invernadero (GEI). Para explicar el desequilibrio termodinámico ambiental, se encuentra en primer lugar el papel que han jugado los combustibles fósiles en el desarrollo de la humanidad y sobre todo notar que la elevada densidad energética de esos compuestos han matizado su índice contaminante con la facilidad de transporte y uso, así como el manejo económico que se hace de ellos. Razón por la cual, se nota la complicación para su remplazo. Las fuentes renovables, por su lado, están en la partida de ajedrez, en la posición de peones: son sacrificables, pero no todos. De esta suerte su papel en el panorama energético mundial tiende hacerse cada día más importante derivado principalmente del descenso hacia costos más accesibles en el mercado. Pero el papel más importante en esta carrera hacia un mundo más limpio viene del ahorro y uso eficiente de la energía (AUEE). Las tecnologías cada día más eficientes, apoyan y superan por mucho los beneficios actuales de las tecnologías basadas en fuentes limpias. De hecho el AUEE es considerado en sí misma una fuente limpia de energía.

Debido a esta problemática se plantean el objetivo de este trabajo de la inquietud de establecer los sistemas de gestión para mejora del uso y consumo de la energía y su aplicación en los procesos de las instituciones mexicanas.

En el capítulo 2 se tienen los antecedentes de los sistemas de gestión energética, también se hace un análisis de las metodologías planteadas en el mundo. Se aprecia cómo han ido evolucionando para hacer un sistema integrado y que pueda tener un alcance global y a la vez se notan las diferencias, que se aprecian gracias al benchmarking realizado entre ellos.

Una vez teniendo un panorama completo del sistema energético mundial y nacional, se está en la posibilidad de generar una propuesta innovadora de un Sistema de Gestión de la Energía General y las pautas para su aplicación en centros de enseñanza superior nacionales, el cual se describe con detalle en el capítulo 3.

Con objeto de revisar la viabilidad de la aplicación de la metodología descrita en el capítulo anterior a los centros de enseñanza superior, se propone al campus de la UAMI para ejercitar y, en su caso encontrar los cuellos de botella para un buen desempeño. Para ello, primero se hace un análisis de los consumos de energía en el campus, para conocer el qué, el porqué y el cómo de ese uso. Se ha hecho el ejercicio enfocándose en uno de los edificios de mayor consumo en la Unidad. Este análisis se encuentra en el capítulo 4.

Una vez que se conoce la problemática de la institución, se procede, en el capítulo 5, a establecer las bases para la implementación del SGE en el campus. Se hace la observación, de acuerdo con la metodología, de la importancia de la convicción y el compromiso de los directivos, que deberá plasmarse en una política interna de desarrollo sustentable y que se establezca el comité de gestión energética. Esta es la base fundamental para tener éxito en los trabajos que se emprendan en materia de ahorro y uso eficiente de la energía.

El capítulo 6 está dedicado a las conclusiones del estudio, las cuales permiten declarar la viabilidad de la implantación de un SGE y los beneficios que puede atraer para la Universidad. En trabajos posteriores, se pretende ampliar las políticas energéticas de la UAMI a todo el conglomerado UAM, de suerte de ser una universidad pionera en llevar un programa de eficiencia energética con medición continua de resultados.

CAPÍTULO 1. Marco de Referencia

1 “La era del clima de la energía”, la causa principal del cambio climático.

El escritor y columnista Thomas Friedman ha descrito nuestra época como "La era del clima de la energía" (Quiere decir que, la producción y el consumo de energía es la causa principal del cambio climático, para ello actualmente se quema petróleo, carbón y gas natural lo que causa un aumento del CO₂ en la atmósfera, lo que produce un aumento de la temperatura en el ambiente y por lo tanto cambio en el clima global) (12). Está claro para cualquier persona con un interés pasajero en los asuntos mundiales es que el reloj está corriendo ahora para la solución al cambio climático mediante el uso de energía limpia. El planeta parece estar calentándose más rápido de lo que muchos científicos del clima habían pronosticado inicialmente.

Hace unos años, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (9), fue atacado por el alarmismo que habían estimado. Ellos decían que la tierra se dirige hacia un aumento de la temperatura de entre 1,8 y 4 grados centígrados para el año 2100. Ahora se ve conservadora esta estimación, según el meteorólogo que trabaja para la Agencia Central de Inteligencia de Estados Unidos: hoy en día el promedio mundial de prácticamente un grado de incremento en la temperatura, podría resultar desastroso en el corto plazo (3).

"La edad de piedra no se terminó por falta de piedras", dice Zaki Yamani, ministro de petróleo de Arabia Saudita, en un comentario muy citado. El dijo a los países pertenecientes a las organizaciones de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) de que los altos precios del petróleo podrían conducir a un colapso de la demanda de petróleo mucho antes de que el suministro de petróleo se acabe y advierte que por el bien del planeta, probablemente sería un buen escenario. Lo que dijo el señor Yamani se hizo realidad hoy; debemos reducir drásticamente nuestro consumo actual de combustibles fósiles o tomar medidas radicales para sanear el consumo, antes de que de algún modo nos quedemos sin ellos (3).

Pero esto no va a ser fácil. El carbón, el gas y, sobre todo, el petróleo son increíblemente convenientes y prácticos como fuentes de energía. Así también son confiables y si se desea cambiar vamos a tener grandes dificultades todos nosotros para lograr una economía baja en carbono. Los combustibles fósiles han impulsado la prosperidad mundial hacia adelante. Petróleo, gas y carbón han permitido un crecimiento económico que a su vez ha acelerado la extracción y el uso de más petróleo, gas y carbón (3).

Este círculo virtuoso al parecer se ha vuelto vicioso contra nosotros. La constante acumulación de gases de efecto invernadero, causado principalmente por la quema de hidrocarburos para obtener energía, podría, si no se controla, conducir al calentamiento desbocado del clima del mundo que lleva a más inundaciones, sequías,

enfermedades y una posible permanente pérdida de entre el cinco y veinte por ciento del mundo. Este costo económico por la falta acción mundial era una estimación realizada por el equipo del Reino Unido (economistas y climatólogos dirigidos por Nicholas Stern en 2006). Stern, fue acusado por muchos en su momento de declarar malos augurios climáticos. Hoy Stern cree que el informe pecó de optimismo (13).

2 El cambio en las opciones de energéticas es posible

No todo está perdido, sin embargo. Es cierto que la recesión de 2008-09 hizo que la gente piensa más en su cartera, que en el planeta, y el aumento de la deuda pública de los gobiernos occidentales. Pero también crea oportunidades para el avance de la causa de la producción de la energía más limpia (3).

La necesidad de un gran estímulo de gasto público en las economías de todo el mundo ha creado una apertura excepcional para la inversión en energía verde. La inversión para la energía de bajo carbono no es precisamente y totalmente la actuación más rápida como catalizador para el crecimiento, pero en algunos países se han hecho grandes programas gubernamentales (3).

La crisis económica sacudió la fe en los mecanismos de los mercados (incluyéndose por desgracia el sistema de comercio de emisiones en el que participan grandes usuarios de energía toda Europa). El efecto de este cambio en el estado de ánimo era ampliar las herramientas disponibles para los responsables de la política energética. En este nuevo contexto el mayor uso de reglamentos, como los estándares de eficiencia energética para algunos equipos y aparatos o beneficios fiscales por el empleo de energía renovable y eficiencia energética, parecieran ser más factible (3).

No es un viaje imposible, aunque hay mitos poderosos que hacen que parezca que sí. Los acontecimientos recientes han demostrado que no somos tan totalmente adictos al petróleo como se piensa. La larga marcha del precio del petróleo a la alza entre 2000-2008 y su posterior caída entre 2013-2016 demostraron que el petróleo no era la cola que mueve al perro de la economía mundial. El CEO de BP (Director General de British Petroleum), uno de los principales vendedores de gasolina en los EE.UU., dijo en 2009 que su empresa probablemente nunca va a vender tanta la gasolina de nuevo en los EE.UU. como lo había hecho en el inicio de 2008 (3).

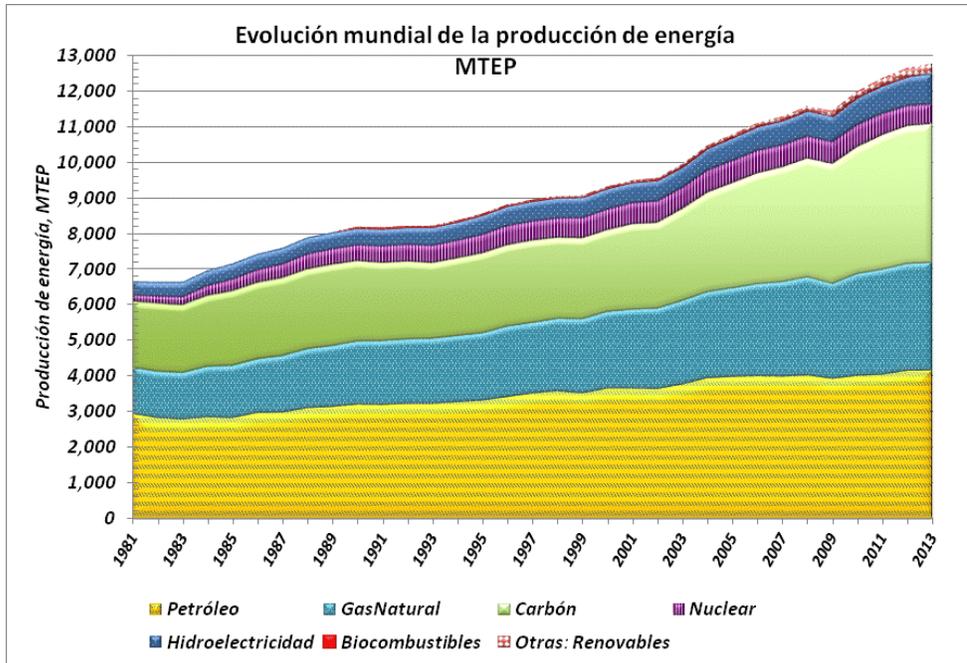
Sin embargo, mientras que la escala de cambio necesaria exige a los gobiernos dar una ventaja con políticas claras y audaces, muchos políticos siguen paralizados por la indecisión. ¿Por qué son tan indecisos? En parte debido a que las decisiones sobre la energía implican con frecuencia proyectos de largo plazo de ejecución que requieren marcos de políticas a largo plazo. Políticas que en los países en vías de desarrollo no son fáciles de crear, aunque estas generen fuentes de infraestructura y empleo. Asimismo, los gobiernos no se atreven porque están nerviosos acerca de cómo los ciudadanos y votantes reaccionarían ante cualquier política audaz y clara. Sin embargo, la mayoría de las personas, por lo menos los mejor informados que están en los países más ricos, están probablemente listos para hacer su parte para una

economía de energía baja en carbono - pagar más por la electricidad verde, conducir menos, siempre son gestos individuales que se suman a una diferencia perceptible (3).

Los países desarrollados tienen los medios técnicos y financieros para hacer el cambio energético. Hay una gran cantidad de inercia comercial y político en el cambio de sus sistemas energéticos, que han sido adaptados a la conveniencia de un amplio uso de los combustibles fósiles. La alteración de los hábitos de uso de la energía a menudo implica un cierto sacrificio personal. El sacrificio no es algo por lo que mucha gente está dispuesta a votar en las democracias que existen en la mayoría de los países desarrollados (3).

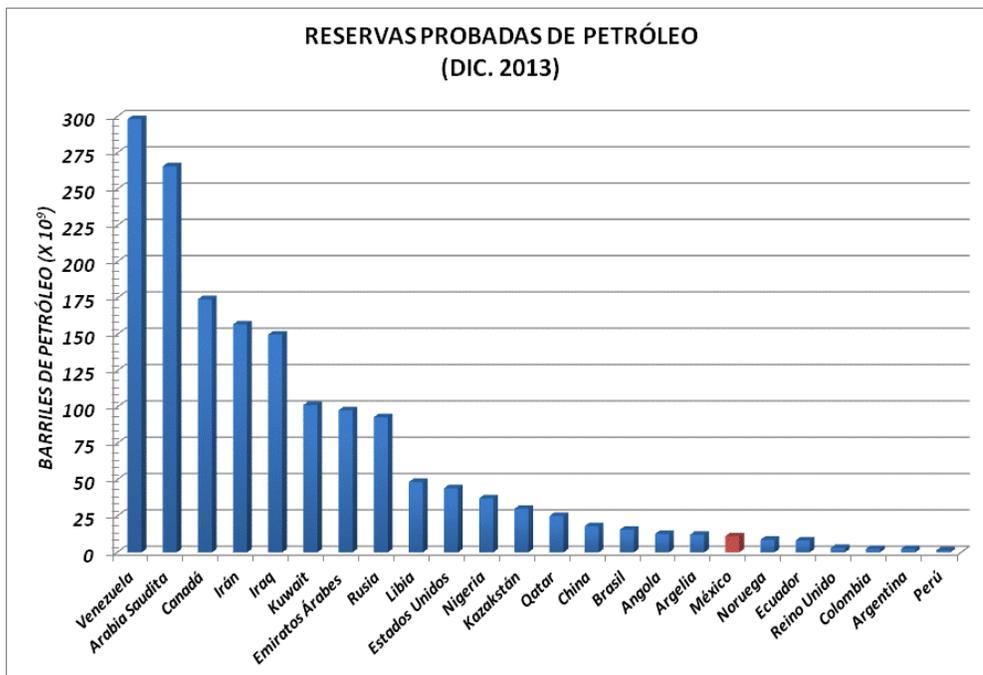
3 Panorama Mundial

La evolución de la producción de energía sigue creciendo a tasas variables pero con tendencias continuas como se puede observar en la figura 1 en que existe un incremento continuo en la producción de los diferentes energéticos. En el año 2010, el consumo mundial de energía totalizo 12,000 miles de toneladas de petróleo equivalente (MTPE) (15). En el marco mundial, los biocombustibles aún no juegan un papel preponderante pues su participación es inferior al 0.005%. Ahora bien, la producción está sujeta a las existencias de cada fuente de energía. Naturalmente las renovables, cuyo potencial ha sido evaluado y reportado en muchas publicaciones, son una fuente continua que depende fuertemente de la tecnología desarrollada para su aplicación y de parámetros de mercado y económicos. Sin embargo las fuentes no renovables dependen de las reservas que se tengan de cada una de ellas. Cabe la pregunta: ¿y hasta cuánto van a durar? La respuesta depende de la magnitud de las reservas y de la tasa de producción. La figura 2 presenta las reservas probadas de petróleo de países seleccionados entre los que tienen mayores reservas y se ha incluido México que ocupa el lugar 18. El total de reservas mundiales de petróleo a finales del año 2013 ascienden a 1,687.9 miles de millones de barriles (15).



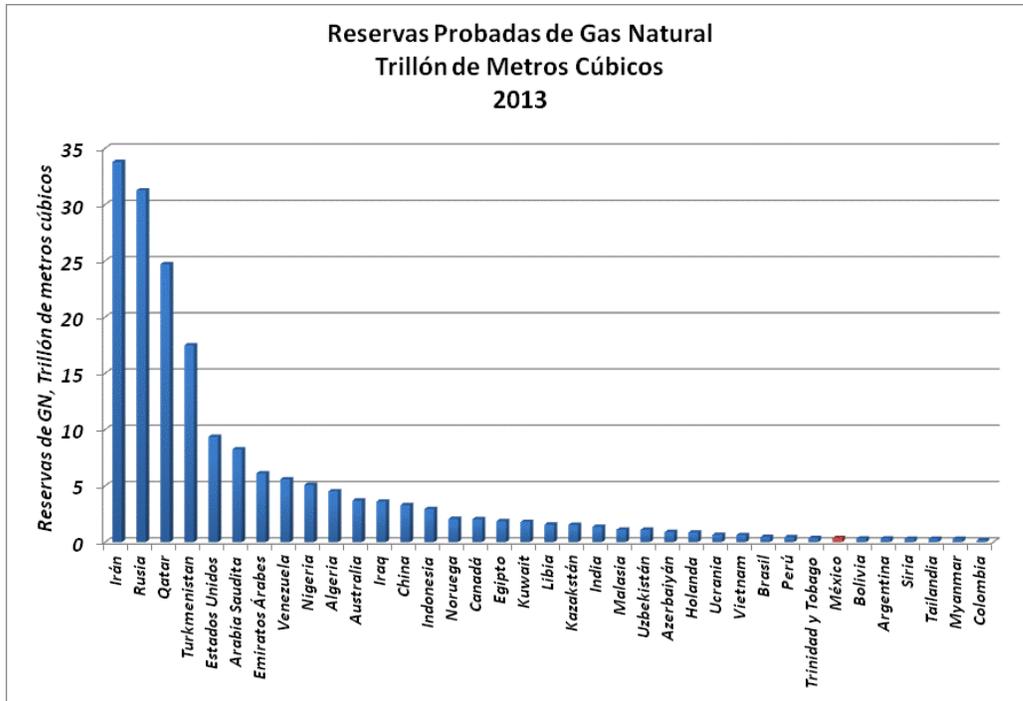
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 1. Evolución de la producción mundial de energéticos en miles de toneladas de petróleo equivalente (MTEP)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 2. Reservas probadas de petróleo al 2013; países seleccionados.

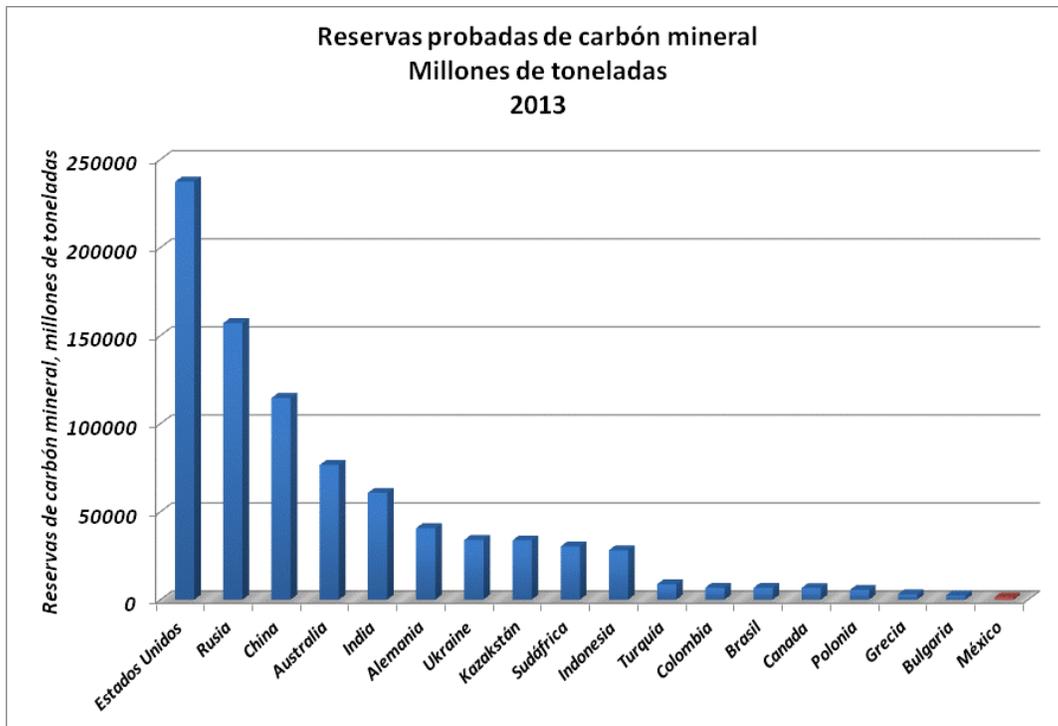


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014
 Figura 3. Reservas probadas de gas natural al año 2013; países seleccionados.

México, de acuerdo con los reportes de la Balance Nacional de Energía 2013. Secretaría de Energía, tiene reservas petroleras al 2013 por 11.1 miles de millones de barriles de crudo que representa escasamente el 0.7% de las reservas mundiales, que escasamente podrían durar unos 6 años, a partir del 2014 (15) (23).

En gas natural, las reservas son muy superiores, pues es, después del carbón, el energético no renovable más abundante en la superficie terrestre. La figura 3 muestra estas reservas por país seleccionado. Las reservas mundiales de gas natural ascienden a 185.7 trillones de metros cúbicos, equivalente a 167.3×10^9 TEP. México, de acuerdo con el Balance Nacional de Energía 2013, tiene 0.3 trillones de metros cúbicos, que representan el 0.2% de las reservas mundiales (24).

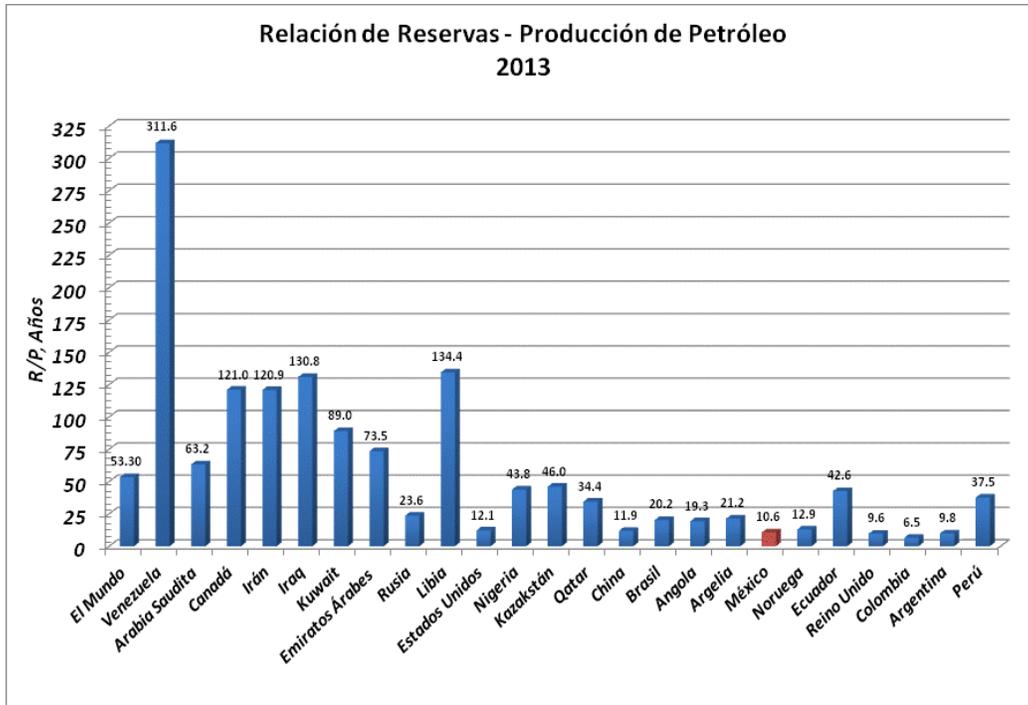
El combustible no renovable más abundante es sin duda el carbón mineral, cuyas reservas mundiales ascienden a 891,531 millones de toneladas, lo que equivale a 594.35×10^9 TEP. La figura 4 presenta las reservas probadas de carbón mineral para países seleccionados. México ocupa el lugar No. 23, con un total de reservas de 679×10^6 TEP, poco más del 0.1 % mundial (15).



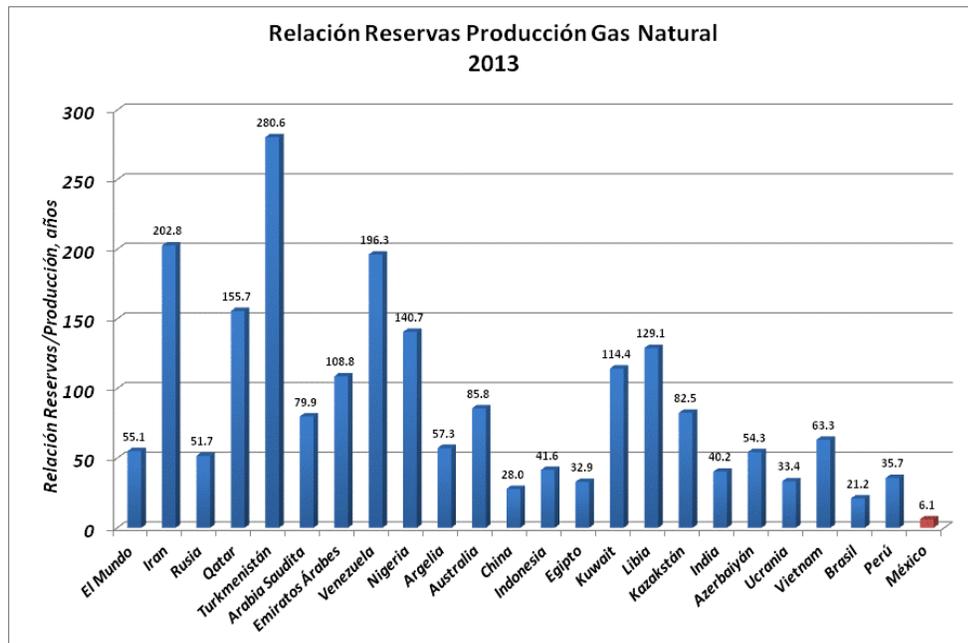
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 4. Reservas de carbón mineral al año 2013; países seleccionados.

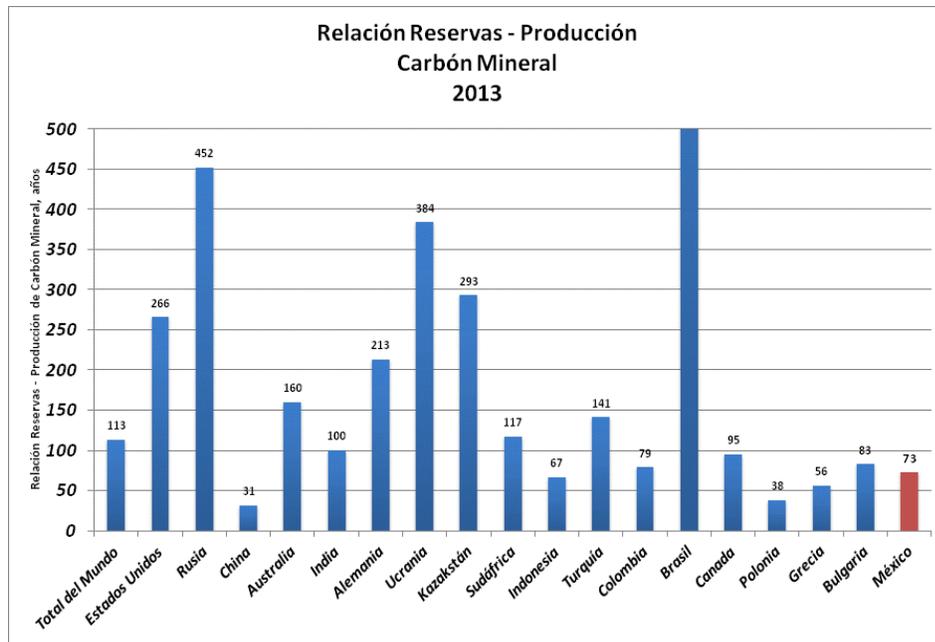
Las reservas son un buen indicador de la magnitud de lo que existe de energía no renovable en el mundo, las cuales son las principales fuentes que se emplean a nivel mundial y lo seguirán siendo durante algún tiempo aún. Con esas reservas tenemos energía para mucho tiempo. Pero ¿hasta cuándo? Es pues necesario tener una idea de hasta cuando se les va a tener disponibles. El tiempo se estima a través de la tasa de explotación (producción) y de la magnitud de consumo, con la construcción de la relación reservas – producción. La tasa de producción es el único indicador que se tiene hoy por hoy para conocer el número de años probables que durará el recurso. Si esa tasa de producción varía, entonces el tiempo que dura el recurso también variará. En la figura 5, 6 y 7 se muestran las relaciones de reservas – producción, para los tres energéticos evaluados: petróleo, gas natural y carbón mineral. Es interesante observar que las reservas de petróleo a nivel mundial pueden tener una vida media de 53 años, pese a las grandes reservas venezolanas e Iraquíes, pero debido a la tasa de producción esas reservas pueden terminarse pronto. Con el gas natural sucede algo similar, pese al gas de Turkmenistán, que a su tasa de producción puede llegar a 280 años. Con el consumo mundial, las actuales reservas de gas natural pueden durar solamente 55 años.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014
 Figura 5. Relación de Reservas/Producción de Petróleo para el año 2013 en países seleccionados.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014
 Figura 6. Relación de Reservas/Producción de Gas Natural para el año 2013 en países seleccionados.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 7. Relación de Reservas/Producción de Carbón Mineral para el año 2013 en países seleccionados.

Con las actuales reservas de carbón mineral su vida media mundial se sitúa en 113 años. Sin embargo existe la convicción que no es necesario que estas fuentes se agoten para emigrar a otras fuentes de energía. Se puede adicionalmente seguir creciendo en las aplicaciones eficientes para alargar el período crítico, en donde estos energéticos siguen siendo “pagables” (donde el beneficio obtenido supera al costo). Cuando lleguen al punto de ruptura, se podrá tener otras fuentes potenciales y que compitan en capacidad de transportación y uso con los energéticos no renovables actuales. En este análisis no se ha contemplado las fuentes de gas de lutita, también conocido como gas de esquisto (18) o gas pizarra (en inglés: *shale gas* y en francés: *gaz de schiste*), el cual es un hidrocarburo en estado gaseoso que se encuentra en las formaciones rocosas sedimentarias de grano muy fino. Este tipo de gas natural se extrae de las zonas profundas donde abunda el esquisto, las lutitas o las argilitas ricas en materia orgánica. El interior rocoso del esquisto presenta baja permeabilidad, lo que impide su ascenso a la superficie. Para su extracción comercial es necesario fracturar la roca hidráulicamente¹ (19). La figura 8 muestra el esquema de la técnica de fracking.

¹ La fracturación hidráulica, fractura hidráulica o estimulación hidráulica (también conocida por el término en inglés *fracking*) es una técnica para posibilitar o aumentar la extracción de gas y petróleo del subsuelo. El procedimiento consiste en la perforación de un pozo vertical en el cual, una vez alcanzada la profundidad deseada, a más de 2500 metros de profundidad, se gira el taladro 90° en sentido horizontal y se continúa perforando entre 1000 y 3000 m de longitud; a continuación se inyecta en el terreno agua a presión mezclada con algún material apuntalante y químicos, con el objetivo de ampliar las fracturas existentes en el sustrato rocoso que encierra el gas o el petróleo, y que son típicamente menores a 1 mm, y favorecer así su salida hacia la superficie. Habitualmente el material inyectado es agua con arena y productos químicos, lo cual favorece la creación de canales para que fluyan los hidrocarburos.

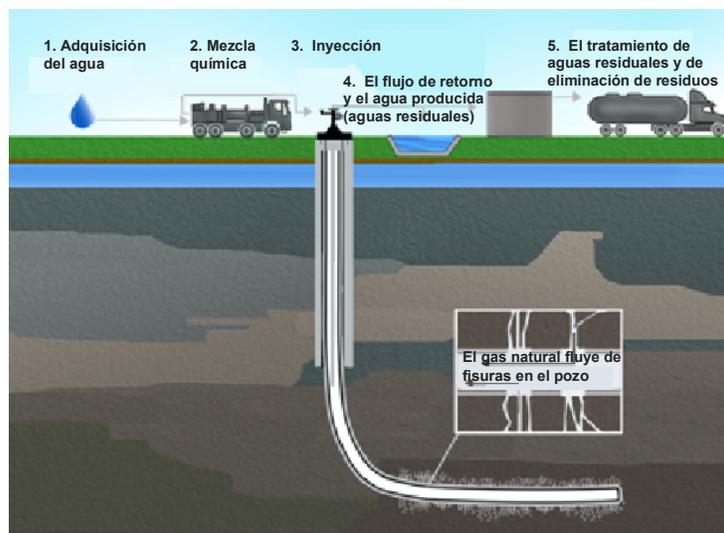


Figura 8. Esquema de la técnica de fracking para la explotación de gas de lutita.

A partir del 2010 el gas de esquisto tuvo un auge comercial importante, sobre todo en los Estados Unidos (20), pero también es un recurso natural sensible en países como Francia y Canadá. A partir del éxito que Estados Unidos obtuvo en la exploración y explotación del shale gas, diversos países comenzaron a mirar con interés la técnica de explotación por fractura hidráulica, también conocida como fracking, a fin de fortalecer el abastecimiento energético local. En la tabla 1 se presenta las reservas que han sido reportadas de este energético (22) de países seleccionados. Puede apreciarse que éstas, sin embargo, son enormes y puede cambiar la cara energética del mundo.

Tabla 1. Reservas reportadas del gas de esquisto (22)

	País	Estimado de esquisto técnicamente recuperable (miles de millones de m ³) 2013	Reservas probadas de gas natural de todo tipo (miles de millones de m ³) 2013
1	China	31,57	3,51
2	Argentina	22,71	0,34
3	Argelia	20,02	4,50
4	Estados Unidos	18,83	9,00
5	Canadá	16,22	1,92
6	Indonesia	16,42	4,24
7	México	15,43	0,48
8	Sudáfrica	13,73	-
9	Australia	12,37	1,22
10	Rusia	8,07	47,80
11	Brasil	7,19	0,39

Fuente: Construcción a partir del Report: Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States, 2013.

La energía se consagra en el siglo XXI como una de las principales herramientas de poder geopolítico. Quedó demostrado nuevamente en el conflicto por Crimea, donde Rusia utilizó el suministro de gas a Europa como herramienta de negociación. Ante esta situación, países como Reino Unido y Alemania, que mantenían moratorias a la explotación, comenzaron a flexibilizar sus normas para aceptar la técnica².

La extracción del gas de esquisto suscita un intenso debate por sus posibles repercusiones medioambientales. Quienes se oponen a este tipo de extracción insisten sobre el peligro de contaminar las fuentes de agua dulce tanto exteriores como subterráneas (21). Sin embargo, los defensores de la técnica sostienen que la distancia entre los acuíferos y las reservas de gas de esquisto hace imposible que exista contaminación. En fin este es un tema aún en discusión en diferentes foros políticos, medioambientales, y energéticos.

4 Dejando la zona de confort

“El gran escape” de los combustibles fósiles: ¿Dónde estamos y hacia dónde vamos ahora?

Oímos mucho en estos días sobre nuevas fuentes de energía -por las olas y de las mareas, así como por el viento, sobre las diferentes formas de aprovechamiento de la energía solar, sobre la fabricación de gas por basura o el aceite de las algas y los biodiesel y biogasolinas y hasta bioturbosinas – y es fácil tener la impresión de que los combustibles fósiles o hidrocarburos se encuentran en el camino de salida.

Pero esto está lejos de ser el caso, como muestra la tabla 2. Intentar “el gran escape” de los combustibles fósiles y la conversión del mundo a una dieta de energía baja en carbono es una enorme tarea y el reto de esta generación humana.

Tabla 2. La demanda de energía proyectada sobre las políticas actuales (3)

Los tipos de energía en millones de toneladas equivalentes de petróleo (MMTEP)	2007	2015	2030	Media de crecimiento anual compuesto 2007 a 2030
Carbón	3184	3828	4887	1.9 %
Petróleo	4093	4234	5009	0.9 %
Gas	2512	2801	3561	1.5 %
Nuclear	709	810	956	1.3 %
Hidroeléctrica	265	317	402	1.8 %
Biomasa/residuos*	1176	1334	1604	1.4 %
Otras E. Renovables	74	160	370	7.3 %
Combustibles fósiles (Carbón, petróleo y gas) como un % del total de energía	81.5%	80.5	80.1	

*Incluye biomasa tradicional (leña) ampliamente utilizada en los países en desarrollo;
Fuente: International Energy Agency, World Economic Outlook 2009

² Que ha sido difundido ampliamente en los medios de difusión durante todo el 2014.

Los países desarrollados tienen los medios técnicos y financieros para hacer el salto, aunque sea con apoyo de la cooperación internacional. Pero hay una gran cantidad de inercia comercial y política en el cambio de sus sistemas energéticos que han sido adaptados a la conveniencia de un amplio uso de los combustibles fósiles. La alteración de los hábitos de uso de la energía a menudo implica un cierto sacrificio personal. Y el sacrificio no es algo por lo que mucha gente está dispuesta a votar en las democracias que existen en la mayoría de los países desarrollados.

Para los países en desarrollo, el reto es aún mayor. La respuesta de las naciones en desarrollo a los desarrollados puede ser vagamente resumida así: "Después de ti".

Es imposible comprender la resistencia de la gente a ir más allá de los combustibles fósiles sin entender su extraordinaria comodidad. La raza humana ha crecido literalmente con las formas sucesivas de la energía que ha desempeñado un papel en el crecimiento demográfico. Por otra parte, dos tercios de la electricidad es generado por los hidrocarburos: proporciona energía instantánea en el simple accionamiento de un interruptor

Es porque los combustibles fósiles son tan versátiles y una buena reserva de energía de tal manera que parece que estamos determinados a aferrarse a nuestro status quo de hidrocarburos durante el mayor tiempo posible. Así que es muy verosímil lo que la Agencia Internacional de la Energía ha predicho: sin un cambio radical en las políticas actuales, la proporción de combustibles fósiles de energía total seguirá rondando la marca de un ochenta por ciento en 2030.

5 La demanda de energía en crecimiento

En ausencia de cualquier cambio en las tendencias actuales en el comportamiento de las personas o en las políticas gubernamentales, la Agencia Internacional de la Energía prevé un aumento del 40% en la demanda mundial de energía durante el período 2007-2030. Al alrededor del 90% del futuro crecimiento de la demanda de energía provendrá de los países en desarrollo. Esto se debe a que son sometidos a un aumento en los tres grandes *factores que determinan la demanda de energía*: la población, la riqueza y la movilidad (3).

En términos de combustible, el mayor incremento será en el carbón, por ejemplo en China y la India, que en conjunto representarán el 54% del incremento total de la demanda de energía durante 2007-2030. Estas dos tendencias están ligadas. Es probable que China duplique su uso en energía durante los próximos 22 años, y la mayor parte de este incremento será con base en el carbón. En general, la gran mayor parte - alrededor del 90% - del futuro crecimiento de la demanda de energía provendrá de los países en desarrollo, esto se debe a que son sometidos a un aumento en los tres grandes factores que determinan la demanda de energía: la población, la riqueza y la movilidad.

La Población

Uno de los más importantes factores que demandan energía es la población. Conforme a la División de Población de las Naciones Unidas, la población mundial se incrementará de 7 mil millones en 2011 a 9.2 mil millones en 2050. De los cuales 1.5 mil millones aún no se han conectado a la red eléctrica.

La Riqueza

Durante los últimos 200 años, la población mundial ha crecido seis veces, pero el consumo de energía por persona se ha incrementado por un factor de ocho. Esta discrepancia se debe al aumento de los ingresos: cuanto más dinero tengamos, más energía que tienden a utilizar (3).

La Movilidad

La movilidad es quizás la característica que determina de nuestra economía globalizada y la vida cotidiana. Las materias primas y los bienes están siendo constantemente enviados a todo el mundo. Todo este transporte y transformación de materiales y mercancías, aumenta el consumo de energía. Luego está la revolución de la movilidad personal proporcionada por el coche y aerolíneas de bajo costo. El incremento anual de las ventas de autos nuevos en China entre 2000 y 2006 fue del 37%, con las tendencias actuales, podría haber 250 millones de vehículos (lo mismo que toda la flota de automóviles de EE.UU. de 2010) en las carreteras de China en 2030 (3).

6 Perspectivas energéticas; ¿Cómo será el futuro?:

Se debe hacer un hincapié en nuestra necesidad absoluta de movernos a una economía baja en carbono con el fin de tratar de preservar un planeta habitable, pero para esto hay varios obstáculos.

Los obstáculos para el ahorro de energía.

En términos de tiempo, es la generación actual la que tendrá que pagar el costo de una reducción de las emisiones, donde se beneficiará en gran medida únicamente a las generaciones futuras. El ciclo electoral de cuatro a seis años en los países democráticos es demasiado corto para tomar en cuenta una economía baja en carbono, los políticos solo favorecen las políticas que atraigan a los votantes que toman decisiones del momento actual.

La longevidad de los equipos básicos y de los edificios que requieren mucha energía ofrece pocas oportunidades para su sustitución por más eficientes. De acuerdo con algunos promedios elaborados por la AIE, la antigüedad de las viviendas se encuentran entre 40 y 400 años, los edificios industriales entre 10 y 150 años, las grandes centrales hidroeléctricas entre 60 y 120 años, las centrales de carbón de 40 a 60 años y los reactores nucleares más de 40 años, las redes eléctricas y gasoductos alrededor de 40 años.

La resistencia a cambiar la conducta personal es otro factor. Algunas de las medidas de ahorro de energía no requieren ningún cambio de comportamiento. La instalación de una caldera más eficiente o la compra de un coche híbrido no implica vivir en una casa sin calefacción o viajar menos pero si hacer una inversión que llevara tiempo recuperar. Al girar el termostato de la calefacción en el invierno o el termostato del aire acondicionado en verano exige un mayor sacrificio que la adición o sustracción de una capa de ropa. Esto es por qué las personas reaccionan con pánico ante cualquier forma de racionamiento o escasez de la gasolina o electricidad.

Cuando la eficiencia no es igual a ahorro

La eficiencia energética puede tener un efecto desleal en cuanto a la demanda de energía; cuanta más energía se ahorra, más una persona puede permitirse el lujo de usarla para otra cosa ya que puede ser producida de manera más eficiente y más barata, pero mayor será el incentivo para utilizarla de otras maneras.

En general, las economías desarrolladas están mejorando en usar menos para ganar más. En los hogares, la energía total está en aumento – éste fue de 14% entre 1990 y 2004 entre países miembros de la AIE. Esto se debe a que la población también está creciendo y debido a que más de nosotros ahora viven en unidades familiares más pequeñas. Pero los nuevos factores de crecimiento son la gran cantidad de aparatos electrodomésticos que ahora se tienen en nuestras casas.

El transporte es prácticamente dependiente del petróleo (un 95%). Esta dependencia en un solo tipo de combustible fósil lo que significa que hay un argumento inherente para hacer avances en el ahorro que pueda garantizar la seguridad energética, y la otra es el cambio climático. Pero hasta el momento ferrocarril o el Metro, cuya carga de pasajeros es mínima a escala global, es la única alternativa de transporte por consumir menos electricidad por pasajero o tonelada transportada.

Se está empezando a considerar que la única respuesta real, sobre la seguridad energética y el cambio climático, para el sector del transporte es el coche con batería eléctrica. Expertos han sugerido a los fabricantes de baterías de automóviles centrarse en la producción en masa de las baterías auxiliares pequeñas, de baja capacidad en lugar de aumentar la capacidad de almacenamiento, lo que beneficiara una amplia gama de vehículos eléctricos.

Los desarrolladores de tecnología con energía renovable están raramente trabajando sólo por el dinero: por lo general la recompensa de saber que están moviendo el planeta en la dirección correcta es el factor más importante. Esto es tan así que para la innovación de energía baja en carbono aún no es para los inversionistas temerosos. Las tres razones relacionadas son: la competencia, la recompensa y la investigación.

La competencia es intensa para los energía renovable o baja en emisiones carbono que entra a un sector dominado por los combustibles fósiles donde la infraestructura de más de un siglo está hecha para ellos. La inversión en la infraestructura y las máquinas, constituyen una inversión enorme que es difícil de desplazar o que se integren.

Las recompensas son a menudo escasas y bajas. Pocas personas, por su propia voluntad, pagan los altos costos iniciales extra para cubrir una tecnología de bajo carbono. Por ejemplo el auto Prius Hybrid es lo suficientemente elegante para pagar un precio más alto pero no es nada comparado con la buena disposición que tuvo la gente de pagar cientos de dólares para la distinción de ser dueño de un teléfono móvil a principios del 1980 en los Estados Unidos Americanos.

Debido a que el status quo en las naciones ricas es satisfactorio la búsqueda de nuevas formas de producción de energía, dejando a un lado el clima, y las recompensas para alterarlo son muy pequeñas, poco dinero público y privado se ha ido a la investigación y desarrollo de energía. En los países industrializados gastan menos del 0.03 % del PIB en la investigación científica y tecnológica en energía (3).

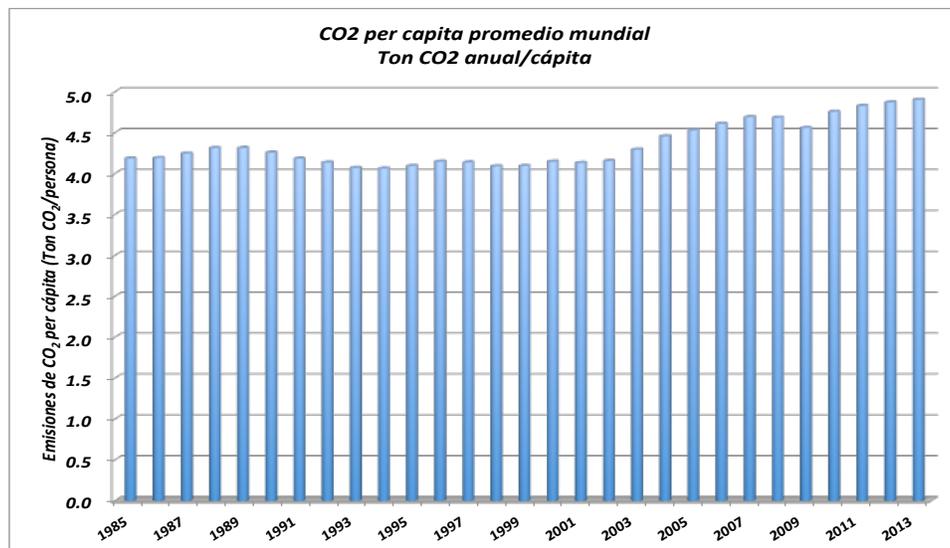
Los sistemas de gestión energética nacen cuando los países industrializados se enfrentaron a la realidad del uso y abuso de los energéticos. Principalmente a partir de la primera crisis energética de los años 1973 – 1974. Ahí en esa crisis se percataron, curiosamente, de la elevada dependencia que se tiene con respecto a los combustibles fósiles y cuyos precios que se habían mantenido relativamente bajos crecieron, así como su disponibilidad se redujo. ¿Qué pasaría en el futuro si espontáneamente dejara de haber combustibles fósiles? Simplemente el planeta, la tierra, caería en una crisis económica indescriptible. Por ello esos países se lanzaron a realizar una serie de cambios estructurales que les permitió hacer frente a esa posibilidad

7 Caso de México

Una vez conocidas las reservas de los combustibles fósiles y su periodo de vida, de acuerdo con la relación reservas – producción del 2013, es importante conocer las emisiones de gases efecto invernadero. México ha fijado metas ambiciosas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) hacia 2020 y 2050. México se compromete a reducir de manera no condicionada el 25% de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de Contaminantes Climáticos de Vida Corta al año 2030 (14). Este compromiso implica una reducción del 22% de GEI y una

reducción del 51% de Carbono Negro, e implica también un pico de emisiones al 2026, desacoplando las emisiones de GEI del crecimiento económico: la intensidad de emisiones por unidad de PIB reduce alrededor de 40% en el periodo del 2013 al 2030. El compromiso de reducción de 25% expresado anteriormente, se podrá incrementar hasta en un 40% de manera condicionada, sujeta a la adopción de un acuerdo global que incluya temas importantes tales como un precio al carbono internacional, ajustes a aranceles por contenido de carbono, cooperación técnica, acceso recursos financieros de bajo costo y a transferencia de tecnología, todo ello a una escala equivalente con el reto del cambio climático global (14). Bajo las mismas condiciones, las reducciones de GEI podrán incrementarse hasta en un 36% y las reducciones de Carbono Negro a un 70% al 2030. México es un país en desarrollo altamente vulnerable a los impactos negativos del cambio climático. Las emisiones de GEI del país representan solo el 1.4% de las emisiones globales y sus emisiones per cápita, que incluyen todos los sectores, es de 4.08 tCO₂e (14, 15).

¿Cuál es la huella de carbono promedio mundial de cada persona en el planeta? La figura 9 muestra la evolución de las toneladas de CO₂ equivalente per cápita desde el año 1985 al 2013. Se aprecia que a finales del siglo XX hubo una pequeña disminución de estas emisiones. Sin embargo, debido al crecimiento demográfico, pero también quizá a una tasa mayor del crecimiento tecnológico y de desarrollo de muchas regiones (v.g. China, India) las emisiones siguen incrementándose a una tasa general del período del 2.5% anual. Al siglo XXI la tasa de crecimiento se ha incrementado para alcanzar en los 13 años de éstas estadísticas a 6.2% anual.

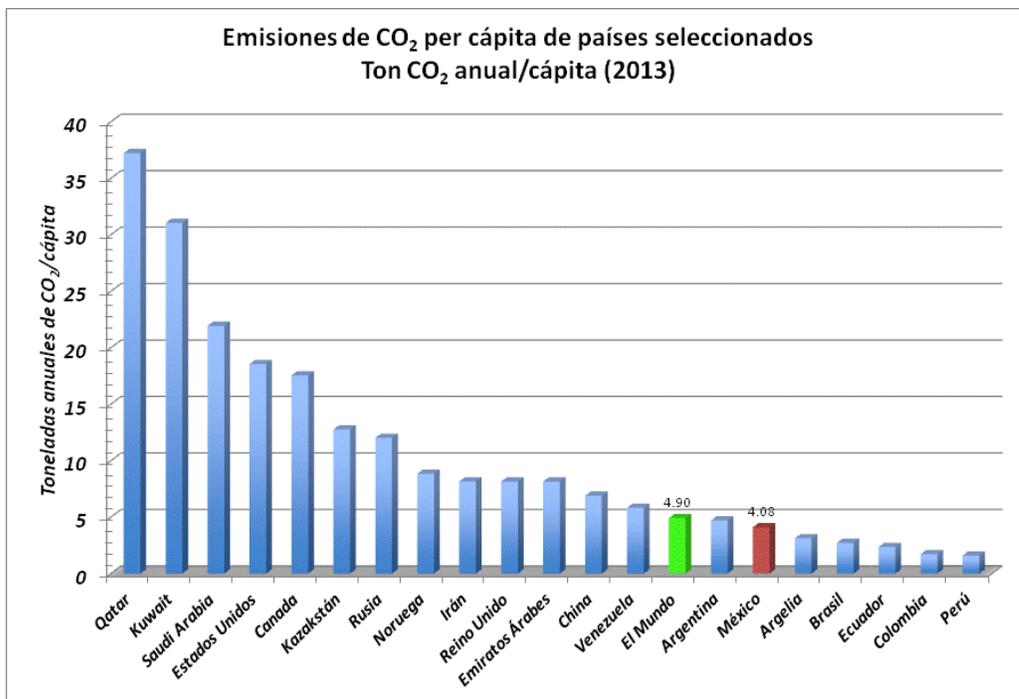


Fuente: Elaboración propia a partir de Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 9. Evolución de las emisiones de CO₂ per cápita en el mundo

La huella de carbono per cápita en diferentes países varía fuertemente en función de su población y del desarrollo tecno-económico. Entre mayor confort y tecnificación de la sociedad, mayor es el consumo de energía, la que en muchos casos proviene de energéticos fósiles, y por consiguiente mayores las emisiones de CO₂. En la grafica de

la figura 10 se aprecian las emisiones de países seleccionados con diferente tecnificación y desarrollo económico. Se aprecia que entre mayor “petrolización” mayores son las emisiones per cápita. China por ejemplo, que ha sido multicitada por sus tasas de crecimiento muy elevadas en los últimos años, tiene emisiones per cápita bajas: 6.87 Toneladas de CO₂ per cápita (con una población al 2013 de 1,367,820,000 habitantes y una densidad poblacional de 143 habitantes por km²) mientras en contraste Qatar con una población de 2,235,000 habitantes y una densidad poblacional de 193 habitantes por km², tiene emisiones que ascienden a 37.22 Toneladas de CO₂ per cápita; un contraste muy elevado y esto es debido a que Qatar es un país pequeño con un elevado nivel de industrialización y baja población. México tiene bajas emisiones per cápita que ascienden a 4.08 Toneladas de CO₂ per cápita para una población de 119,715,000 y una densidad poblacional de 61 habitantes por km². Para México es un valor medio de emisiones, de magnitud cercana al promedio mundial.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 10. Emisiones de CO₂ por habitante en países seleccionados

Estas relaciones de emisiones, se pueden comparar en función del consumo de energía. En el mundo, de acuerdo al consumo de energía global, las emisiones son función de la magnitud de energéticos fósiles que se emplean. La evolución en el tiempo de esas emisiones ha ido variando con los años. En el período entre 1985 y 2002, la tasa de emisiones se redujo en 0.17 Ton CO₂/ TJ por año, lo cual no era mucho, pero era alentador. Sin embargo a partir de 2002, se inicia una período de incremento a tasas superiores (0.23 Ton CO₂/ TJ por año) para estabilizarse en los últimos años con montos de emisiones cercanas a 66 Ton CO₂/ TJ por año (figura 11). Estas emisiones pueden ser comparadas para cada país. Es una forma de apreciar la

tecnificación de unos países con fuentes fósiles respecto a otros países que utilizan fuentes más nobles. En la figura 12 se muestra el índice de emisiones en función de su consumo de energía. Se aprecia que países como China e India que tienen emisiones muy elevadas por cada TJ de energía consumida (79.75 y 77.52 Ton CO₂/ TJ por año) que comparada, por ejemplo, con Noruega, se evidencia el uso de hidrocarburos y carbón mineral como fuentes principales de energía. Noruega por su parte, tiene una tasa de emisiones de 23.63 Ton CO₂/ TJ por año, con una población de 5,156,000 habitantes y una densidad poblacional de 13 habitantes por km². Sus emisiones, en conclusión, son derivadas de un elevado índice de tecnificación de sus procesos y su status de vida.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

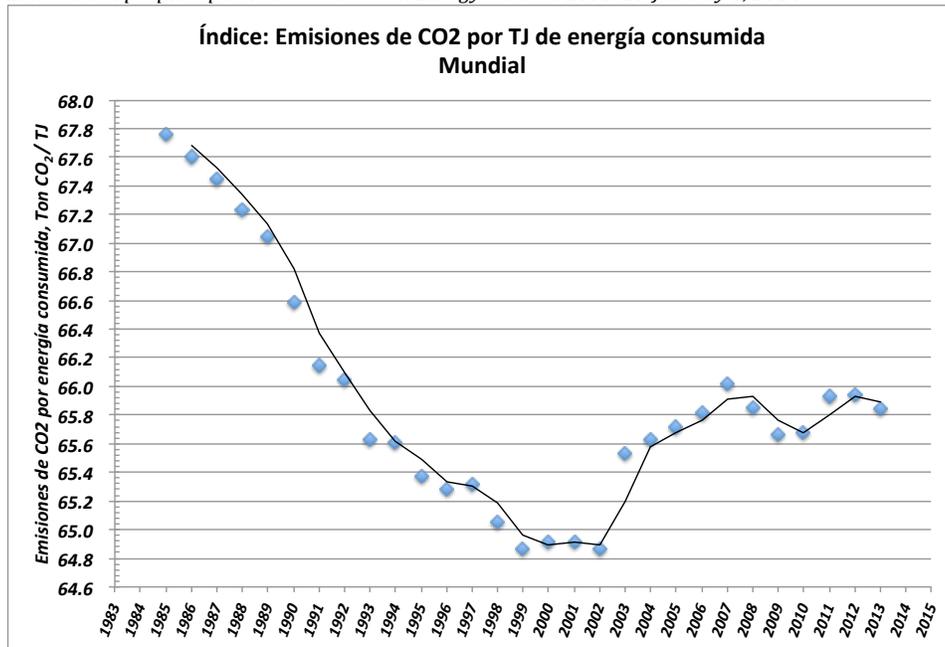
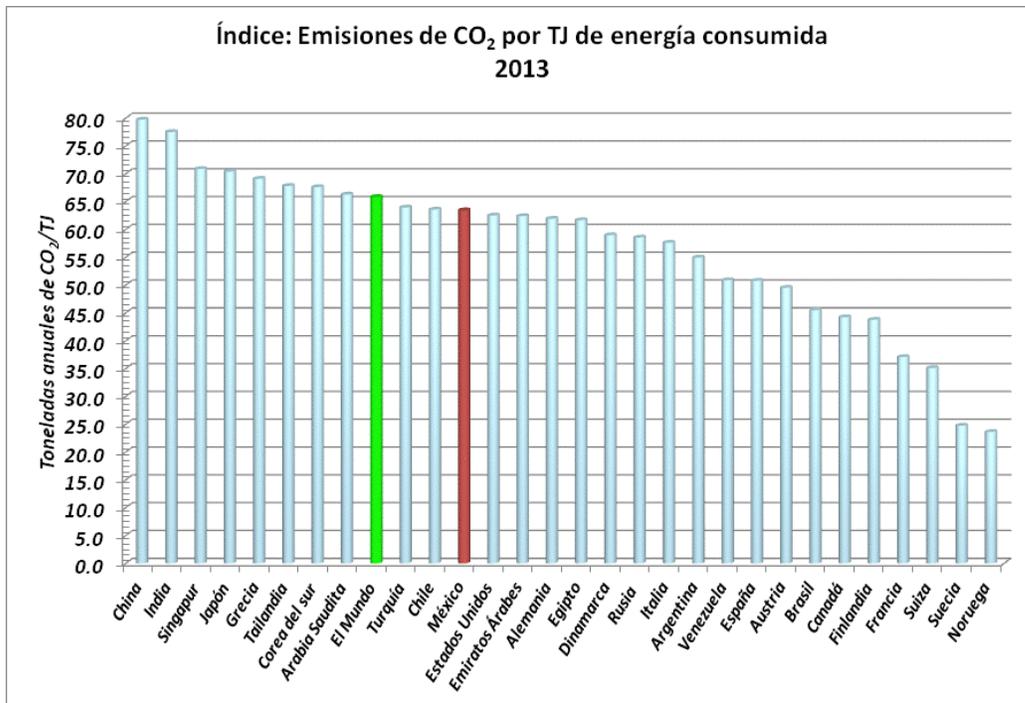


Figura 11. Evolución de las emisiones de CO2 por TJ de energía consumida en el mundo



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos en Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014

Figura 12. Emisión de CO₂ por TJ de energía consumida de países seleccionados

México tiene una tasa de emisiones media, como se dijo anteriormente, que se refleja en las emisiones por TJ de energía consumida (62 toneladas de CO₂/TJ anual). Para México es un reto pasar de ser un país altamente “petrolizado” a un país sustentable. Ese reto depende de tres factores: los precios de venta de los petrolíferos, de la proliferación de fuentes limpias y de la voluntad política y social para hacer un cambio radical en la forma de uso de la energía convencional (forma indiscriminada propiciada por los usos y costumbres) y en el empleo de fuentes de energía limpias.

En México, después del sector transporte, el uso final de la energía en el sector industrial y de servicios es uno de los que presenta las mayores áreas de oportunidad para reducir dichas emisiones. Prácticas como el ahorro y uso eficiente de la energía pueden contribuir enormemente a responder al reto, especialmente en el caso de usuarios con un alto consumo de energía. En ese contexto, México ha emprendido varias acciones encaminadas a reducir el consumo nacional de energía por unidad de PIB. El 28 de septiembre de 1989 crea a la Comisión Nacional de Energía (CONAE), la cual nació como un órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, los gobiernos de los estados y municipios; así como de particulares, cuando lo soliciten, en materia de ahorro y uso eficiente de energía. En el año de 1999, se inicia la reestructuración de la CONAE al dejar de ser una Comisión Intersecretarial; el 20 de septiembre de 1999, se publica en el Diario Oficial de la Federación (16), el Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) parte de la estructura institucional de la CONAE, a partir de la entrada en vigor de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. Esta Comisión, como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía, tiene por objeto promover la eficiencia energética en el país. Así, la CONUEE haciendo uso de sus facultades establecidas en la Fracción XIX del Artículo 11 de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), elabora el Plan Anual de Trabajo, que es considerado como el instrumento fundamental para direccionar y dar seguimiento a sus actividades sustantivas. El Plan Anual de Trabajo 2015 (PAT 2015) (25) establece los programas y acciones que permitirán a la institución propiciar el aprovechamiento sustentable de la energía durante el año. Asimismo, los programas y acciones del PAT 2015 están dirigidos a distintos usuarios de la energía, que incluyen a los usuarios finales y a las empresas productivas del Estado. Paralelamente, los programas de Normalización, Administración Pública Federal (APF), y Estados y municipios incluidos en el PAT 2015, contribuyen al cumplimiento de los objetivos y metas del *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018* (PECC), coadyuvando así a las políticas de mitigación de gases de efecto invernadero (9).

Así también, en 1990 se crea el Fideicomiso para el uso eficiente de la energía eléctrica (FIDE), el cual es un fideicomiso privado, sin fines de lucro, constituido el 14 de agosto de 1990, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica; para coadyuvar en las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en todos los sectores de la sociedad. La Ahora CONUEE y el FIDE han contribuido en estos años a reducir significativamente el consumo de energía de las empresas que se han acogido a sus recomendaciones. Con el fin de apoyar estas acciones, en el país también se ha elaborado y publicado la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, equivalente a la Norma Internacional ISO 50001: 2011, que es una norma voluntaria, y cuyos lineamientos apoyan a las empresas a implementar un SGE. Esta es una norma que establece los lineamientos generales para una gestión energética, sin establecer metas de cumplimiento ni elementos para establecer una métrica para el ahorro de energía, es una norma de requisitos (11).

Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (48)

La Secretaría de Energía, por conducto de la Conuee, elaboró el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (Pronase), que fue aprobado por el Ejecutivo Federal y publicado en el Diario Oficial de la Federación, el pasado 28 de abril del 2014.

De acuerdo con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el Pronase es un Programa Especial en términos de la Ley de Planeación, vinculado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y congruente con el Programa Sectorial de Energía

2013-2018, la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 y el Plan Anual de Trabajo de la Conuee.

El Pronase es el documento rector del aprovechamiento sustentable de la energía en México y será de observancia obligatoria para la Secretaría de Energía y las entidades paraestatales coordinadas por la misma; las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal se sujetarán a sus disposiciones cuando dicho programa incida en el ámbito de sus respectivas competencias.

El Programa consta de seis objetivos, 18 estrategias y 66 líneas de acción, para alcanzar el uso óptimo de la energía en los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo. Asimismo, considera seis rubros que impulsarán y promoverán la eficiencia energética en el país, tales como (48):

1. Programas de eficiencia energética
2. Regulación de la eficiencia energética
3. Mecanismos de cooperación
4. Capacidades institucionales
5. Cultura del ahorro de la energía
6. Investigación y desarrollo tecnológico

8 Caso de la UAM- Iztapalapa

Es muy raro encontrar una institución de educación superior (IES) que cuente con un SGE. En el mundo son escasos los ejemplos y se dan principalmente en los países industrializados. La información respecto a esos pocos SGE implementados es muy pobre y de difícil análisis, pues no se cuenta con mucha información. Se han detectado algunos indicadores de consumo pero asociados al área ocupada (kWh/m²). Es un indicador válido pero de bajo alcance. La cantidad y calidad de la infraestructura no es transparente y las condiciones climáticas, aunque se pueden estimar, no es posible reflejar las causas de uno u otro consumo de energía. Si la IES se encuentra en un lugar muy cálido, su consumo de energía por aire acondicionado es elevado. Si por el contrario está en una región fría, su consumo será fundamentalmente por calefacción. Y se ubica en una región extrema, con calor en verano y frío en invierno, pues su consumo será por ambas razones. Solo las que se encuentran en un clima templado (como el caso de la ciudad de México, por ejemplo) su consumo preponderante será por su nivel de tecnificación en sus talleres, aulas y laboratorios. Es así que resulta difícil establecer una línea base de consumo de energía para cualquier IES. De esta suerte se deberá proseguir con la insistencia que se implementen los SGE en estas instituciones hacer una base de datos importantes y establecer un marco de referencia.

La Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, UAMI, no cuenta con un Sistema de Gestión Energética (SGE), ni una administración que pueda detectar errores de medición eléctrica de forma expedita, ni que detone un plan de acción para

detectar y dar seguimiento a los posibles incrementos en la demanda de energía eléctrica, de acuerdo con los contratos con CFE. Pero sí debe implementar su SGE como una institución que ha sido ejemplo, en muchos casos, de acciones orientadas a la sustentabilidad.

Históricamente, la UAMI, como casi cualquier institución de educación superior, el consumo de energía se centra en la energía eléctrica, teniendo un consumo de combustibles comparativamente muy pequeño el cual se enfoca sustancialmente a la cocina del comedor comunitario, laboratorios y a los baños de actividades deportivas. En materia de uso de electricidad ha tenido distintos contratos de tarifa eléctrica. Primero tuvo un contrato en la Tarifa 8 con LyFC. La energía eléctrica se recibía en una sola acometida en media tensión (23 kV), en una subestación principal. La carga o demanda contratada era de 880 kW y su distribución interna se realizaba a 6 kV.

En el año de 1992, el Gobierno Federal derogó el esquema de tarifas vigente e implantó uno nuevo, por lo que la Tarifa 8 se transformó en la Tarifa OM, que significa Ordinaria en Media Tensión. La forma de cobro en T-OM era similar a la T-8.

A partir del año de 1996, con motivo de los requerimientos establecidos en el esquema tarifario, en el que los contratos en tarifa OM serían únicamente para las empresas o instituciones con una demanda máxima inferior a 100 kW, fue necesario realizar otro cambio de tarifa y migrar de la Tarifa OM a la Tarifa HM (tarifa Horaria en Media Tensión). Esta tarifa se aplica a los servicios generales en media tensión, con demanda mayor a 100 kW.

En los primeros meses del año de 2006, la antigüedad y obsolescencia de la red eléctrica, así como del sistema de protección y tierras tuvo como consecuencia que se dañaran los transformadores del medidor de LyFC, con quien en ese año la Universidad tenía el contrato, por lo que ésta se quedó sin medición. Posteriormente, la empresa eléctrica los substituyó pero volvieron a dañarse. Esto llevó a los directivos de la UAMI a autorizar la realización de un gran proyecto de inversión para reemplazar todo el sistema de distribución de energía eléctrica al interior de la Unidad, recurriendo a las tecnologías más modernas disponibles, lo cual se realizó en el segundo semestre de 2007. Este consistió en el cambio y nuevo arreglo de subestaciones con un solo anillo de distribución a media tensión (23 kV), quedando como se explica en la tabla 3. Cabe destacar que durante todo el período reseñado, LyFC siguió cobrando puntualmente la energía eléctrica, pero con valores estimados ante la falta de medición. Para esto se hace un promedio de la información que consta en sus archivos y con base en eso se elabora la facturación.

Posteriormente, hubo otra situación de carácter externo que complicó aún más el cobro. En el mes de octubre del 2009, el Gobierno Federal determinó la extinción de Luz y Fuerza del Centro, con lo cual hubo un cierto período superior a los 12 meses en la que se suspendió la medición, emitiendo los recibos con consumo constante. Fue hasta que la Comisión Federal de Electricidad, CFE, tomó el relevo, que se volvieron a emitir los recibos con medición. No obstante, al no haber un medidor instalado, los

cobros se basaron en los datos estimados promedio históricos, que para entonces databan de antes del año 2006.

El 18 de mayo de 2010, la UAMI hizo el pago de la ampliación de la demanda contratada, que de acuerdo con el presupuesto de la CFE presentado a la Universidad el 13 de Abril del 2010, respaldaba una demanda de 2,600 kW y 2,889 kVA, en vez de los 880 kW contratados originalmente y 920 kW reportados en recibos más recientes. Cabe señalar que el monto de esta ampliación de capacidad superó los 3.7 millones de pesos. En algún momento posterior al pago, CFE instaló el medidor de consumo de energía eléctrica A043989, que es el que actualmente se utiliza. Es importante destacar que el cobro no se interrumpió y que se siguió pagando conforme los recibos presentados por CFE. Además, dado que los consumos de energía eléctrica, la demanda máxima en KW y el factor de potencia ahora medidos por la empresa, presentaban valores similares a los estimados, todo estaba aparentemente en orden, si bien, no se debe perder de vista que los promedios correspondían a períodos promedio de varios años atrás.

Tabla 3. Nuevo arreglo de subestaciones en la UAMI

Resumen de transformadores tipo pedestal			
Subestación de transformación	Capacidad del transformador (kVA)	Ubicación de la subestación en edificio	Edificios conectados
SET-1	500	I	I
SET-2	500	ANEXO-I	ANEXO-I
SET-3	750	T-NORTE	T-NORTE y
SET-4	500	ANEXO-T	T-SUR
SET-5	300	U	ANEXO-T
SET-6	500	W	U
SET-7	300	Q	W
SET-8	500	Q	Q-R
SET-9	500	Q	S
SET-10	500	A	ANEXO-S
SET-11	300	A	A OFICINAS
SET-12	500	H	A
SET-13	500	B	COMPUTO
SET-14	300	M	H, C y D
SET-15	500	E	B, L y G
			M y N
			E y F

En una visita de verificación realizada por técnicos de CFE el 31 de Enero del 2011, realizaron mediciones de comprobación y concluyeron que su base de datos tenía un error en la constante o factor de multiplicación (x3) del medidor instalado, por lo que los valores de las variables de consumo de electricidad eran erróneos, así como los

montos calculados para el cobro, es decir, habían cobrado cantidades inferiores a las reales. De acuerdo con el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica vigente ese año, CFE puede exigir el pago retroactivo de los 2 años anteriores, sin importar quién es el responsable de dicho error. Por ello, esta empresa estimó –sin mostrar sus resultados- y exigió el pago de las diferencias por un período retroactivo de 2 años. La cantidad superó los 15 millones de pesos y debe destacarse que es un error completamente atribuible a la empresa suministradora y no a la Universidad quien siempre pagó lo facturado. Esta lamentable situación ha tenido un elevado impacto en el presupuesto universitario, dado que no estaba contemplado. Los consumos actuales de energía eléctrica en la Unidad Iztapalapa es el más altos de la comunidad UAM, pues se encuentra por encima de las unidades Azcapotzalco y Xochimilco.

Es entonces en este entorno, un tanto complejo entre la economía, la política, el cambio climático y la presión social, que se lanza el requerimiento indiscutible de realizar cambios contundentes en el uso de la energía para contribuir de forma sistemática y organizada a la reducción de GEI. Pues aunado a ello se presenta la denominada reforma energética que abre una puerta más a las novedades en el entorno de los consumidores de energía, adicional a las que se presentan en los otros frentes. Períodos como lo que se presenta en el año 2015, en que las facturaciones de energía eléctrica bajan artificialmente, más no así los costos de producción que, como es bien sabido, dependen de los precios de mercado de los combustibles fósiles. Es fundamental que para que ese cambio se dé de forma estructurada y de largo alcance y repercuta en los conceptos citados anteriormente, se necesita un sistema completo, pero no complejo, de gestión energética; una visión holística para abordar ese sistema. Ese sistema que tiene un largo historial, se retoma en este trabajo para organizarlo de forma estructurada y hacer un análisis sistémico que pueda cumplir con las expectativas de ahorro y uso eficiente de los recursos energéticos y económicos de las empresas e instituciones y que, por supuesto, contribuya en la disminución de las emisiones contaminantes, en síntesis ser una IES sustentable.

9 Planteamiento del objetivo e hipótesis de la idónea comunicación de resultado

De acuerdo con el marco de referencia mostrado en este capítulo 1, que marca la problemática energética internacional y nacional, nacen un sin fin de preguntas, cuyas respuestas no son fáciles de obtener, pues para ello sería necesario emprender una serie de trabajos encaminados a encontrar respuestas lógicas, coherentes y contundentes.

En este trabajo, en aras de iniciar con el proceso de respuestas, se planteó, para buscar y encontrar su solución, la siguiente pregunta:

¿Será posible generar un sistema de gestión energética que pueda ser aplicado a instituciones de educación superior de suerte tal que se establezca como una norma y a través de su instauración lograr reducciones apreciables en el consumo de energía y la sustentabilidad?

Por ello, en este trabajo se plantea la siguiente hipótesis:

El Sistema de gestión energética (SGE) permitirá avanzar hacia la operación sustentable de las empresas e instituciones de educación superior a través de una estructura innovadora de SGE que incluya la forma de seguimiento de resultados y con la consecuente mejora en el desempeño energético, reducción de costos por concepto del consumo de energía y gases de efecto invernadero.

Objetivo General

Desarrollar la metodología de un sistema de gestión energética (SGE) general que incluye métricas de desempeño y su aplicación en los centros de educación superior, de tal suerte que permita controlar y minimizar los consumos de energía, sus costos, sus emisiones de gases de efecto invernadero y promover una cultura energética. Establecer una estructura innovativa y sostenible para su instauración en la UAMI y sirva como caso de estudio a las instituciones de educación superior

Para lograr alcanzar este objetivo, se ha planteado una ruta crítica (figura 13). En ésta se destacan las etapas principales que deben recorrerse para plantear un SGE general y aplicable a las instituciones de educación superior.

Para el cumplimiento del objetivo, en este trabajo propone un benchmarking de los estándares internacionales y sus precursores, que de forma estructural alcance objetivos medibles y de seguimiento en función del tipo de organización de que se trate. Se pretende desarrollar la metodología de un SGE general que implique la generación de métricas de desempeño y su aplicación en los centros de educación superior. La aplicación del SGE propuesto, a una institución de educación superior es básica, pues es justo en este tipo de organización que se da la formación del recurso humano requerido en cualquier empresa, y que debe ser, por supuesto, ejemplo de

aplicación. Razón de más para aplicarlo a la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

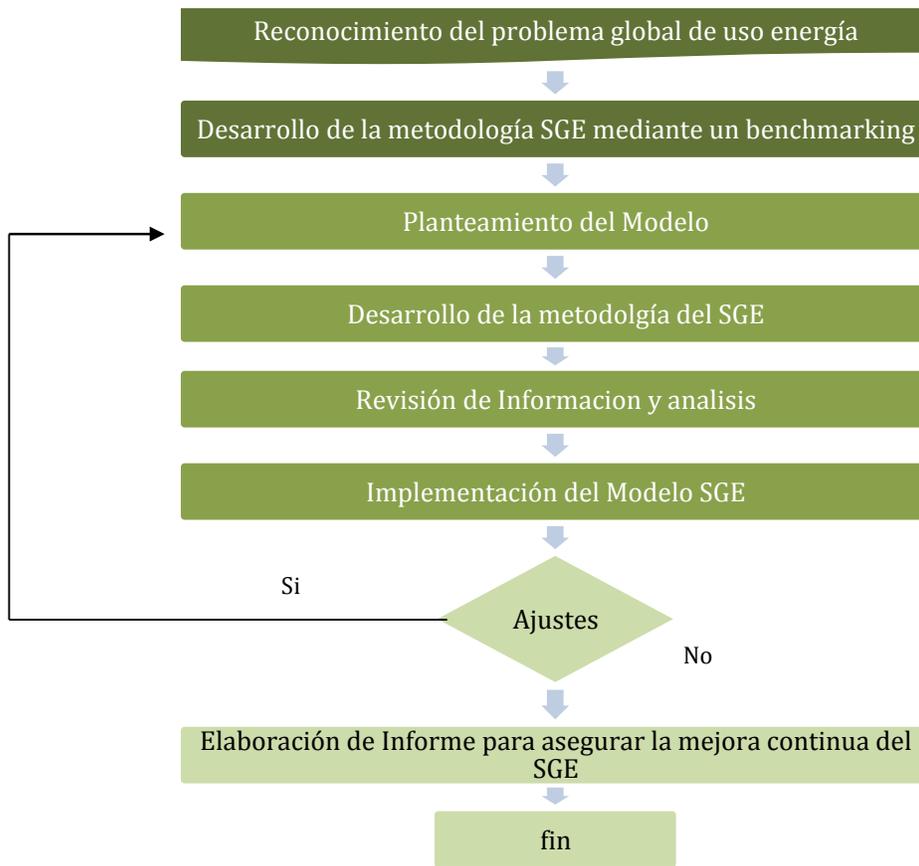


Figura 13. Diagrama de Flujo del desarrollo de la Metodología

CAPÍTULO 2. Antecedentes y Análisis de modelos de sistemas de gestión energética

1 La gestión de la energía

La gestión de la energía de acuerdo con Barney L. Capehart (2) es “el uso eficaz y eficiente de la energía para maximizar los beneficios (minimizar el costo) y mejorar la posición competitiva” . Pero esto se logra a través de conocer qué energía se está usando en las instalaciones, porqué y para qué, cuánta, cómo, dónde, de suerte tal que se pueda evaluar la magnitud de lo que pueda reducirse en función de la tecnología disponible o los mecanismos para lograrlo.

El objetivo principal de la gestión de la energía es maximizar los beneficios o minimizar los costos. Los objetivos particulares que los programas de gestión de energía deben incluir de forma no limitativa son:

1. Mejorar la eficiencia energética.
2. Reducir el consumo de energía y en consecuencia los costos.
3. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire.
4. Cultivar una buena comunicación en materia de energía.
5. Desarrollar y mantener una vigilancia eficaz, informes y estrategias de gestión para el uso inteligente de la energía.
6. La búsqueda de nuevas y mejores formas de aumentar la rentabilidad de las inversiones en energía a través de nueva tecnología y la investigación y desarrollo.
7. Desarrollar el interés y dedicación al programa de gestión de energía de todos los empleados y usuarios.
8. La reducción de los impactos de la calidad de energía suministrada (eléctrica o combustibles), o de cualquier interrupción en el suministro de energía.

Definición de un sistema de gestión de la energía

Un SGE puede definirse como una metodología para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético en las organizaciones en una forma de costo efectiva. La implementación de un SGE no debe entenderse como un objetivo por sí mismo, es decir, lo que es realmente importante son los resultados de todo el sistema. Entendida de este modo, la efectividad de un SGE dependerá en gran medida del compromiso y disponibilidad de todos los actores involucrados en la organización para gestionar el uso y el consumo de la energía, además de realizar los cambios que sean necesarios en el día a día para facilitar estas mejoras y la reducción en los costos (26).

De acuerdo con la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, un SGE es un “conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos” (11).

Los principales hitos de esta metodología aplicados a la Norma ISO 50001 es a partir del ciclo de Deming: Plan (Planificar)-Do (Hacer)-Check (Verificar)-Act (Actuar) esto es PDCA o en español PHVA:

- Planificar: Establecer una Plan Energético en la organización de acuerdo con una planificación que establezca acciones concretas, controles y objetivos para mejorar la gestión de la energía y la Política Energética de la organización; además de actividades asociadas a conducir el diagnóstico de desempeño energético y establecer la línea base y los indicadores de desempeño energético (IDEn).
- Hacer: Busca implementar procedimientos, procesos y las acciones previstas en la planificación regulares, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético establecida por la dirección. .
- Verificar: Monitorear los resultados, la medición de los procesos y de las características claves de las operaciones estableciendo los indicadores adecuados que determinen el grado de cumplimiento de los objetivos y de la planificación establecida, de forma que podamos valorar y divulgar correctamente los resultados alcanzados;
- Actuar: Es la toma de acciones de corrección para mejorar continuamente el desempeño energético y el SGE en base a los resultados..

El Sistema de Gestión de la Energía, SGE de acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), es una metodología y procesos para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético en las organizaciones en una forma costo efectivo (incluyendo el uso, consumo, eficiencia y suministro de energía).

Un SGE según la CONUEE debe aportar a las organizaciones los beneficios siguientes:

- Ayuda a identificar, priorizar y seleccionar las acciones para la mejora del desempeño energético con base en su potencial de ahorro y el nivel de inversión requerido (ver Figura 14);
- Reduce costos al aprovechar al máximo los recursos energéticos;
- Impulsa la productividad y el crecimiento (mayor aprovechamiento, menor desperdicio);
- Promueve las mejores prácticas de gestión energética;
- Asegura la confianza y calidad de la información que se utiliza para la toma de decisiones;
- Facilita la integración de sistemas de gestión ya existentes;
- Desarrolla capacidades en la organización; y

- Genera una cultura organizacional orientada a la gestión de la energía.



Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"

Figura 14. Políticas públicas para incentivar los SGE.

Como se puede apreciar en la Figura 14, en una etapa inicial el SGE encontrará muchas áreas de oportunidad para reducir el consumo energético. En un principio, las acciones a implementar requerirán de pocos esfuerzos de inversión, ya que en la mayoría de los casos se tratará de medidas simples. No obstante, en la medida que el SGE avanza hacia su estado de madurez, dichas áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de energía serán reducidas, por lo que se requerirán mayores esfuerzos de inversión debido a que se trata de acciones más complejas (26).

2 Sistemas de gestión energética

Los Sistemas de gestión energética se enfrenten a retos en materia de cambio climático, seguridad energética y competitividad. Retos que se deben abordar de forma inteligente pero también holística. El propósito de los SGE es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. La implementación de los SGE está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía.

La energía es un recurso que se puede gestionar. Al hacerlo se obtienen múltiples beneficios, entre los que destacan la reducción de costos y el incremento de la competitividad (26).

Los principales impulsores para incorporar la gestión de la energía, son la seguridad energética (figura 15), el desarrollo económico y la competitividad, el cambio climático y la salud pública. Es en este contexto que surgen diversas políticas públicas

orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía, algunas de las cuales sirven para incentivar los SGE (figura 16).



Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"

Figura 15. Impulsores principales de la gestión de la energía

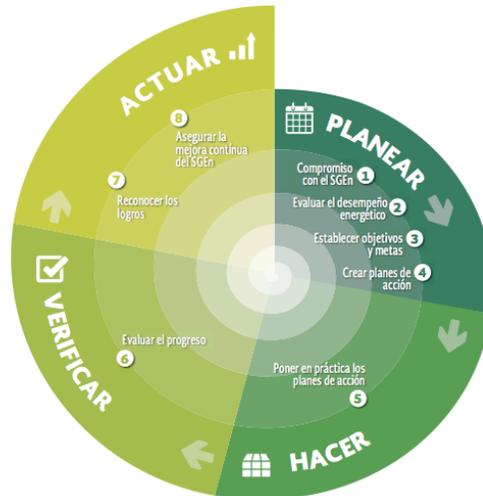


Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"

Figura 16. Políticas públicas para incentivar los SGE.

Dada la importancia que ha estado adquiriendo la concientización en el ahorro energético, existen varias normatividades de aplicación específica de sistemas de gestión energética. Una de ella es la europea UNE-EN 16001:2009 y otra la Americana en ANSI/MSE 2000:2008 "Management System for Energy". American National Standards Institute, entre las más sobresalientes.

En México, la CONUEE y la GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), usa el PDCA y le da a la metodología integrada 8 etapas (Figura 17) para llevar a cabo el diseño e implementación de un SGE en el contexto del ciclo de mejora continua PHVA (PDCA por sus siglas en inglés) (26).



Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"(26).

Figura 17. Etapas para el diseño e implementación de un SGE en el contexto del ciclo de mejora continua (PDCA).

Con base en lo anterior y como se muestra en la Figura 18, los elementos esenciales de un SGE y su interrelación



Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"(26)

Figura 18. Elementos esenciales de un SGE y su interrelación (26).

3 Principales Normas de Gestión Mundiales

El Sistema de Gestión Energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía (aspectos energéticos). Varios países y organizaciones han desarrollado sus normas como se plasma en la Figura 20. Todas las normas toman como base el modelo de mejora continua, que emplea la metodología de: Plan (Planificar)-Do (Hacer)-Check (Verificar)-Act (Actuar).

Teniendo en cuenta que la sostenibilidad ambiental ya no sólo es una herramienta de marketing empresarial, sino una necesidad para la viabilidad cultural y económica de los países, se comenzó a propagar la necesidad de crear los SGE.

A partir de mediados de la década de los 70, caracterizada por una crisis de los energéticos, los SGE surgen como una herramienta esencial que ha impulsado el desempeño energético a nivel mundial. El inicio fue lento pero progresivo, como se puede observar en el análisis histórico de ese proceso que se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis histórico de sucesos que impulsan los SGE

HISTORIA DE LOS SGE	
1970 - 1975	Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación y ahorro de la energía.
1980	La crisis energética generada por la guerra del golfo pérsico, (el 22 de septiembre de 1980 comienza la guerra entre Irán e Irak.) A inicios de los años 1980. Sale el "Handbook of Energy Engineering" en 1983.
1988	Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética.
1990	Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para evaluación financiera de proyectos.
1992	Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.
1993	México: Se publica el libro de Administración y Ahorro de Energía, editorial UAM.
1995	USA: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales. Canadá: Plus 1140. Guía para la gestión energética voluntaria. China: GB/T 15587. Guía para la gestión energética en las empresas industriales.
2000	USA: ANSI/MSE 2000: 2000
2001	Dinamarca: DS 2403: 2001
2003	Suecia: SS 627750: 2003
2005	Irlanda: I.S. 393: 2005 Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso
2007	España: UNE 216301: 2007 Corea del sur: KSA 4000: 2007 Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones

- 2009 Sudáfrica: SANS 879: 2009
China: GB/T 23331: 2009
Europa: EN 16001: 2009
- 2011 ISO 19011:2011, Guidelines for auditing management systems
Estándar Internacional.
ISO 50001: 2011; Energy management systems -- Requirements with guidance for use México: NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011
- 2011 Europa: EN 16247-1:2012, Energy audits — Part 1: General requirements
- 2014 Estándares Internacionales
ISO 50002:2014; Energy audits -- Requirements with guidance for use
ISO 50003:2014; Energy management systems -- Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems
ISO 50004:2014; Energy management systems -- Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system
ISO 50006:2014; Energy management systems -- Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) -- General principles and guidance
ISO/DIS 50007; Activities relating to energy services -- Guidelines for the assessment and improvement of the service to users
ISO/AWI 50008; Commercial building energy data management for energy performance -- Guidance for a systemic data exchange approach
ISO 50015:2014; Energy management systems -- Measurement and verification of energy performance of organizations -- General principles and guidance
- 2015 ISO 17742:2015; Energy efficiency and savings calculation for countries, regions and cities
- 2016 ISO 17741:2016; General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects
ISO 17742:2015; Energy efficiency and savings calculation for countries, regions and cities
ISO 17743:2016; Energy savings -- Definition of a methodological framework applicable to calculation and reporting on energy savings

Fuente: Hernández P. Abel and Et al. "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"; Instituciones editoras: Conuee / GIZ, (2014) y elaboración propia.

Quizá fue Alberth Thuman (28) el primero en semblantar un sistema de gestión energética en 1983. La crisis energética generada por la guerra del golfo pérsico, a inicios de los años 1980 hizo que los precios del petróleo aumentaran a \$ 40.00 dólares por barril. Una vez más (después de la primera crisis energética de 1973) el mensaje salió en las salas de juntas corporativas de todo el mundo para ahorrar energía. Desde la primera edición de su Manual de Auditorías Energéticas en 1983, la gestión de la energía ha sufrido altos y bajos como una montaña rusa. Al principio la auditoría energética se consideró un campo de glamour. A finales de 1980, los precios del petróleo se desplomaron y a la conservación de la energía se le dio una mínima

prioridad. Al entrar a los años 1990 la auditoría energética surgió una vez más como el primer paso esencial en el control de costos de servicios energéticos. Las empresas eléctricas de los países se dan cuenta de la necesidad de las estrategias de conservación de la energía y la gestión de la demanda eléctrica para evitar la construcción de nuevas centrales eléctricas. Los programas de incentivos en el ámbito eléctrico y de auditorías energéticas estimularon a la industria para llevar a cabo la gestión de la energía a nuevos retos.

En 1993, se edita por primera vez una metodología para la gestión de la energía propuesta por Ambriz y Romero-Paredes, a la que se le llamó Administración de la Energía (29), y se basó en los principios de círculos de calidad³, propuesto en sus orígenes en los años setenta por Kaoru Ishikawa (30) (31) y en el ciclo de Deming (32) (33) de calidad, quien fue quien promovió en Japón los círculos de calidad de la producción en los años sesentas, basado justamente en el PHVA citado anteriormente (a Edward Deming se le considera "El padre de la tercera revolución industrial").

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés: American National Standards Institute) es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos. ANSI es miembro de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) la cual desarrolló la norma ANSI/MSE 2000:2000 "Management System for Energy", publicada en enero de 2000 (1). Posteriormente en el año 2005 hubo una actualización y posteriormente al 2008 salió una modificación con los principios de gestión energética, que sustituye a la del previa del 2005. Fue desarrollada y revisada por el Georgia Tech Energy and Environmental Management Center.

En el año 2009 la unión europea emite la norma europea EN 16001:2009 (35). En seguida, el 3 Febrero de 2010, se publica la norma "UNE-EN 16001: 2010. Sistemas de gestión energética", que es la versión oficial española de la europea (36). Su título es "Sistemas de gestión energética - Requisitos con orientación para su uso"; norma de carácter voluntario, certificable, y aplicable a cualquier organización. Su objetivo general es ayudar a las empresas a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su eficiencia energética, y así reducir costos y emisiones de gases de efecto invernadero, a través de una gestión sistemática de la energía.

La Norma ISO 50001 fue preparada por el Comité de Proyecto ISO/PC 242, Gestión de la energía publicada en junio del 2011 (11). De esta manera, la ISO 50001, ha

3 Estos equipos de trabajo, originariamente llamados "Círculos de Control de Calidad" fueron introducidos en los años sesenta por Kaoru Ishikawa, quien fue uno de los primeros en utilizarlos, y desde entonces, han representado un elemento fundamental de participación de los trabajadores en las empresas que han implantado sistemas de mejora continua. Esta filosofía de trabajo, implantada en sus orígenes en empresas de cultura oriental no ha sido tan extendida, ni efectiva en organizaciones de corte más occidental. No obstante, realizando las adaptaciones y las modificaciones oportunas a la realidad de cada empresa, esta práctica ofrece mucho valor a la gestión de la mejora de cualquier tipo de organización.

realizado un salto importante al requerir de la organización una demostración de su compromiso con la mejora de su desempeño energético.

Hubo naturalmente otras propuestas, como se ha señalado en la figura 20, pero ahora se han mencionado las de mayor impacto mundial.

4 Los estándares internacionales para la gestión energética

ISO 50001: 2011; Sistemas de Gestión de la Energía — Requisitos con orientación para su uso” (11).

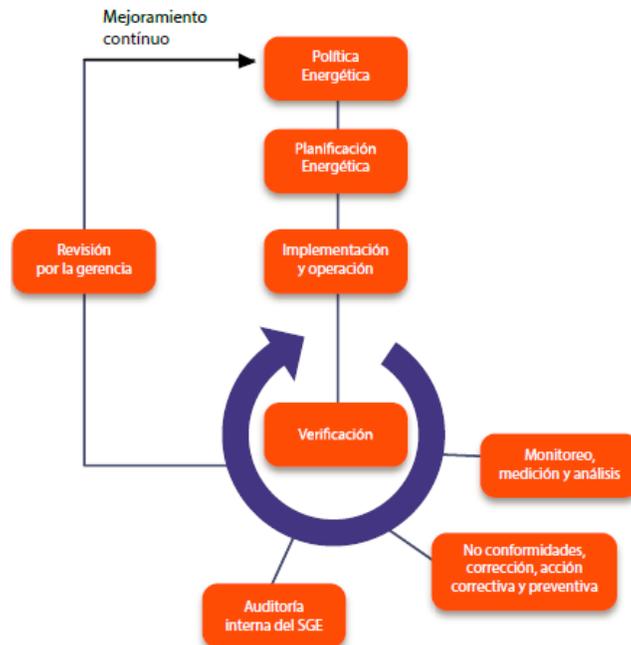
El 15 de Junio de 2011, Organización Internacional para la Estandarización (ISO) lanzó de manera oficial el estándar sobre SGE, la ISO 50001 Energy Management Systems. La propuesta de la ISO busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía.

Las normas ISO, de validez internacional, son desarrolladas por comités técnicos designados por el Organismo Internacional de Normalización (ISO), federación mundial de organismos nacionales de normalización.

La ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos. Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

La norma ISO 50001 facilita a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero. Su estructura permite su integración con otros sistemas de gestión (Calidad, Medioambiente, de Seguridad y Salud Laboral, etc.) ya existentes en la organización.

La Norma Internacional ISO 50001 del SGE está basada en los elementos comunes de las normas ISO de sistemas de gestión, asegurando un alto grado de compatibilidad principalmente con las Normas ISO 9001 e ISO 14001. En la figura 19 se presenta el diagrama operativo de esta norma.



Fuente: Traducción oficial ISO 50001:2011

Figura 19. Sistemas de Gestión de la Energía; ISO 50001:2011

Algunas definiciones importantes son:

- **Línea de base energética (LBEn):** Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.
- **Indicador de desempeño energético (IDEn):** Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización
- **Consumo de energía:** Cantidad de energía utilizada
- **Eficiencia energética:** Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía,
- **Desempeño energético:** Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
- **Uso significativo de la energía:** Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético

ISO 50002:2014; Energy audits -- Requirements with guidance for use.

Esta norma especifica los requisitos del proceso para llevar a cabo una auditoría de energía en relación con la eficiencia energética. Es aplicable a todos los tipos de establecimientos y organizaciones, y todas las formas de uso de la energía y la energía. Esta norma especifica los principios de la realización de auditorías energéticas, los requisitos para los procesos comunes durante las auditorías energéticas, y los resultados finales de las auditorías energéticas.

Esta norma internacional no se ocupa de los requisitos para la selección y evaluación de la competencia de los organismos que prestan servicios de auditoría energética, y que no cubre la auditoría del sistema de gestión de energía de una organización, ya que estos se describen en la norma ISO 50003.

Esta Norma Internacional también proporciona una guía informativa sobre su uso.

Una auditoría energética puede apoyar una revisión de la energía y puede facilitar el seguimiento, la medición y el análisis como se describe en la norma ISO 50001, o puede ser utilizado de forma independiente.

Esta Norma Internacional permite diferencias en el enfoque y en términos de alcance, la cobertura y la auditoría objetiva y trata de armonizar los aspectos comunes de la auditoría energética con el fin de aumentar la claridad y la transparencia.

El proceso de auditoría de energía se presenta como una secuencia cronológica simple, pero esto no impide que las múltiples iteraciones de ciertos pasos.

El cuerpo principal de esta norma cubre los requisitos generales y el marco comunes a todas las auditorías de energía que puede ser complementada por las normas nacionales de auditoría equivalentes. Para la auditoría de determinados tipos de instalaciones, procesos o equipos, consulte las normas y directrices internacionales, nacionales y locales pertinentes, algunos de los cuales se hace referencia en la bibliografía.

En esta Norma Internacional, se utilizan las siguientes formas verbales:

- "Deberá" indica un requisito;
- "Debería" indica una recomendación;
- "Podrá" indica un permiso;
- "Puede" indica una posibilidad o una capacidad.

ISO 50003:2014; Energy management systems -- Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems

Norma específica los requisitos que reflejan el área técnica específica de los sistemas de gestión de energía (SGE) que son necesarios para garantizar la efectividad de la auditoría y la certificación. En particular, esta Norma Internacional trata los requisitos adicionales necesarios para el proceso de planificación de la auditoría, la auditoría de certificación inicial, la realización de la auditoría in situ, la competencia del auditor, la duración de SGE auditorías, y el muestreo de múltiples sitios.

Cláusula 4 se describen las características de los sistemas de gestión de energía de auditoría, la cláusula 5 se describen los requisitos del proceso de auditoría sistemas de gestión energética y la cláusula 6 describe los requisitos de competencia para el personal involucrado en el proceso de certificación de sistemas de gestión de energía.

Los anexos A, B y C proporcionan información adicional para complementar la norma ISO / IEC 17021: 2011. Esta Norma Internacional se ocupa de las auditorías del sistema de gestión de energía para el visado, pero no se ocupa de las auditorías energéticas, cuyo propósito es establecer un análisis sistemático del consumo energético y el uso de energía y que se definen en la norma ISO 50002

ISO 50004:2014; Energy management systems -- Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system

Esta Norma Internacional proporciona orientación práctica y ejemplos para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de energía (SGE) De conformidad con el enfoque sistemático de la norma ISO 50001. La orientación de esta norma es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo, ubicación o nivel de madurez.

Esta Norma Internacional no proporciona orientación sobre cómo desarrollar un sistema de gestión integrado.

Si bien la orientación contenida en esta norma internacional es coherente con el modelo ISO 50001 sistema de gestión de la energía, no es la intención de proporcionar interpretaciones de los requisitos de la norma ISO 50001.

ISO 50006:2014; Energy management systems -- Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) -- General principles and guidance

Esta Norma Internacional proporciona orientación a las organizaciones sobre cómo establecer, usar y mantener los indicadores de rendimiento energético (IREn) y líneas de base de energía (LBE) como parte del proceso de medición del rendimiento energético.

La orientación en esta Norma Internacional es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo, ubicación o nivel de madurez en el campo de la gestión de la energía

Esta Norma Internacional incluye cuadros de ayuda prácticos diseñados para proporcionar al usuario con ideas, ejemplos y estrategias para la medición del rendimiento energético utilizando IREn y LBE.

Con el fin de gestionar de forma eficaz la eficiencia energética de sus instalaciones, sistemas, procesos y equipos, las organizaciones necesitan saber cómo se utiliza la energía y la cantidad que se consume en el tiempo. Un IREn es un valor o medida que

cuantifica los resultados relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo en instalaciones, sistemas, procesos y equipos. Las organizaciones utilizan IREn como una medida de su rendimiento energético.

La LBEn es una referencia que caracteriza y cuantifica el rendimiento energético de una organización durante un período de tiempo especificado. La LBEn permite a una organización para evaluar los cambios en el rendimiento energético entre los períodos seleccionados. La LBEn también se utiliza para el cálculo del ahorro de energía, como una referencia antes y después de la implementación de acciones de mejora de eficiencia energética.

Las organizaciones a definir objetivos para el rendimiento energético como parte del proceso de planificación de la energía en sus sistemas de gestión de energía (SGE).

ISO 50015:2014; Energy management systems -- Measurement and verification of energy performance of organizations -- General principles and guidance

Esta norma internacional establece principios y directrices generales para el proceso de medición y verificación (M & V) de la eficiencia energética de una organización o sus componentes. Esta Norma Internacional puede ser utilizado independientemente, o en conjunción con otras normas o protocolos, y se puede aplicar a todos los tipos de energía.

Esta Norma Internacional no especifica los métodos de cálculo; más bien, se establece un entendimiento común de M & V y la forma de M & V se podrían aplicar a diferentes métodos de cálculo. Estos principios y directrices son aplicables con independencia del método M & V utilizado.

Anexo A proporciona una visión general del flujo de M & V que se utiliza en esta norma internacional.

ISO 17741:2016; General technical rules for measurement, calculation and verification of energy savings of projects

Esta norma específica las medidas técnicas generales para la medición, cálculo y verificación del ahorro de energía en proyectos de reconversiones o nuevos proyectos

El propósito de esta Norma Internacional es establecer un conjunto de reglas generales para la medición, cálculo y verificación del ahorro de energía de proyectos. Estas reglas generales son considerados universales y son aplicables con independencia de la metodología de medición y verificación (M & V) utilizado. Esta Norma Internacional está diseñado para ser utilizado por todos los interesados en el proyecto que tienen como objetivo cuantificar el ahorro de energía durante un período específico en los nuevos proyectos o proyectos de modernización. Podría reducir las barreras técnicas y financieras en la medición, cálculo y verificación de proyectos de ahorro de energía.

Esta norma especifica el procedimiento básico de M & V de ahorro de energía del plan de M & V. Un entendimiento común de M & V en el nivel de proyecto se establece precisando la forma en métodos de cálculo de M & V podrían ser seleccionados bajo diferentes escenarios de proyecto. Se pretende que sea un conjunto de principios, orientaciones y métodos de M & V de ahorro de energía que se pueden aplicar a una amplia variedad de proyectos.

Existen numerosos métodos de cálculo y metodologías de M & V disponibles para cuantificar el ahorro de energía, pero la determinación creíble de ahorro de energía se considera esencial para todos los interesados en el proyecto para tener una comprensión clara y correcta de la eficiencia energética de proyecto.

En esta Norma Internacional, el ahorro de energía se determinan comparando medida, calculada o simulada consumo de energía antes y después y / o con y sin la aplicación de un proyecto y hacer los ajustes apropiados para los cambios en las variables relevantes (ajuste de rutina) o ajustes adecuados para los cambios en factores estáticos (ajuste no rutinaria) y por consiguiente ahorro de energía es la diferencia entre la línea de base de energía ajustado y el consumo de energía periodo de informe.

Esta Norma Internacional puede ser utilizado por cualquiera de las partes interesadas con el fin de aplicar M & V a la notificación de los resultados de ahorro de energía

ISO 17742:2015; Energy efficiency and savings calculation for countries, regions and cities

Esta Norma Internacional proporciona una orientación general para el cálculo de la eficiencia energética y ahorro de energía con métodos basados en la medición basada en el indicador y de las entidades geográficas de países, regiones y ciudades.

Esta Norma Internacional considera que todos los sectores de uso final, como los hogares, la industria, terciario (servicios, etc.), la agricultura y el transporte. No incorpora el cálculo de la eficiencia energética y ahorro de energía en los sectores de suministro de energía, como las centrales eléctricas, refinerías y minas de carbón.

El consumo de energía no incluye la energía material de alimentación, tales como productos de petróleo para la producción de plásticos.

Esta Norma Internacional no está destinada a ser utilizado para el cálculo de ahorro energético de los hogares individuales, organizaciones, empresas, u otros usuarios finales.

Energía a partir de fuentes de energía renovables "detrás del medidor" (por ejemplo, de paneles solares de calentamiento de agua) disminuye la cantidad de energía suministrada y puede ser parte de los ahorros de energía calculados. Los usuarios de

esta Norma Internacional deben ser conscientes de que esta energía a partir de fuentes de energía renovables para colocar detrás del medidor también puede ser reclamado como parte de la energía total a partir de fuentes renovables

ISO 17743:2016; Energy savings -- Definition of a methodological framework applicable to calculation and reporting on energy savings

Esta Norma Internacional tiene como objetivo proporcionar normas utilizadas para determinar los ahorros de energía que cubren las regiones, ciudades, organizaciones y proyectos.

Esta Norma Internacional proporciona un marco con definiciones, tipos de información que se utilizan para evaluar el ahorro de energía con el fin de permitir la coherencia de las normas elaboradas por el ISO / TC 257.

USA: ANSI/MSE 2000: 2008

El propósito de esta norma específica los requisitos para un sistema de gestión de energía (SGE) que permite a una organización para adoptar un enfoque sistemático para la mejora continua de la eficiencia energética. La eficiencia energética podrá incluir la intensidad energética, un mayor uso de las energías renovables y la reducción de los gastos de energía mejorada.

La norma no establece criterios específicos de rendimiento con respecto a la energía, pero deja la determinación de los objetivos de mejora de los rendimientos razonables (objetivos) a discreción del proceso de planificación de gestión de la energía de la organización.

Un sistema de gestión de energía cubre la oferta, la demanda, la fiabilidad, la compra, almacenamiento, uso y eliminación, en su caso, de los recursos energéticos primarios y secundarios.

La aplicación de esta norma pretende ser una norma voluntaria para un sistema de gestión de energía (SGE). Esta norma es aplicable a cualquier organización que utiliza la energía, y quiere:

- a) Asegurar la conformidad a su política energética que ha establecido,
- b) Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, por separado o en el marco de un sistema de gestión existente,
- c) Demostrar la conformidad del sistema de gestión de energía a las necesidades de las partes interesadas externas y otras partes interesadas
- d) buscar la certificación de su sistema de gestión de la energía por una organización externa, o
- e) hacer una autodeterminación y auto-declaración de conformidad con la norma.

La norma es válida para los factores que influyen en el consumo de energía que se puede controlar y / o medido y controlado o influenciado por la organización. Requisitos generales del sistema de gestión de la energía para la documentación deberá incluir:

- a) Una declaración de política energética,
- b) Las metas y los objetivos de energía y los planes para alcanzarlos,
- c) Manual de energía,
- d) Procedimientos documentados y los registros requeridos por esta Norma Nacional Americana, y
- e) Los documentos y registros necesarios por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus equipos significativa relacionada con la energía, sistemas y procesos.

Manual Energía. La organización debe desarrollar y mantener un manual de la energía que incluye una descripción de los elementos principales del sistema de gestión de la energía y su interacción. El alcance del sistema de gestión de la energía deberá ser documentada en el manual de la energía. El manual debe incluir o hacer referencia a los procedimientos de la energía.

Compromiso de Gestión de la alta dirección debe demostrar su compromiso con el sistema de gestión de la energía y la mejora continua de su eficacia:

- a) Establecer la política energética,
- b) La inclusión de consideraciones energéticas en la planificación estratégica de la organización,
- c) El comunicando a la organización de la importancia de la gestión de la energía,
- d) Garantizar los objetivos de energía se establecen y cumplen,
- e) Proporcionar los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión de la energía, y
- f) La realización de revisiones por la dirección.

Control y evaluación

Dirección debe asegurarse de que las características fundamentales de sus operaciones que determinan el rendimiento energético son monitoreadas y medidas. Las características clave incluyen el mantenimiento del perfil de energía, el consumo de energía de los usos de las energías significativas identificadas y la eficacia de los proyectos de gestión de la energía en el logro de metas y objetivos. Los resultados clave que se registrarán del seguimiento y la medición.

Resultados obtenidos

Existen diferentes casos de éxito en la implementación de un SGE a nivel mundial. Por ejemplo, en Alemania se han registrado diversos resultados como consecuencia de la

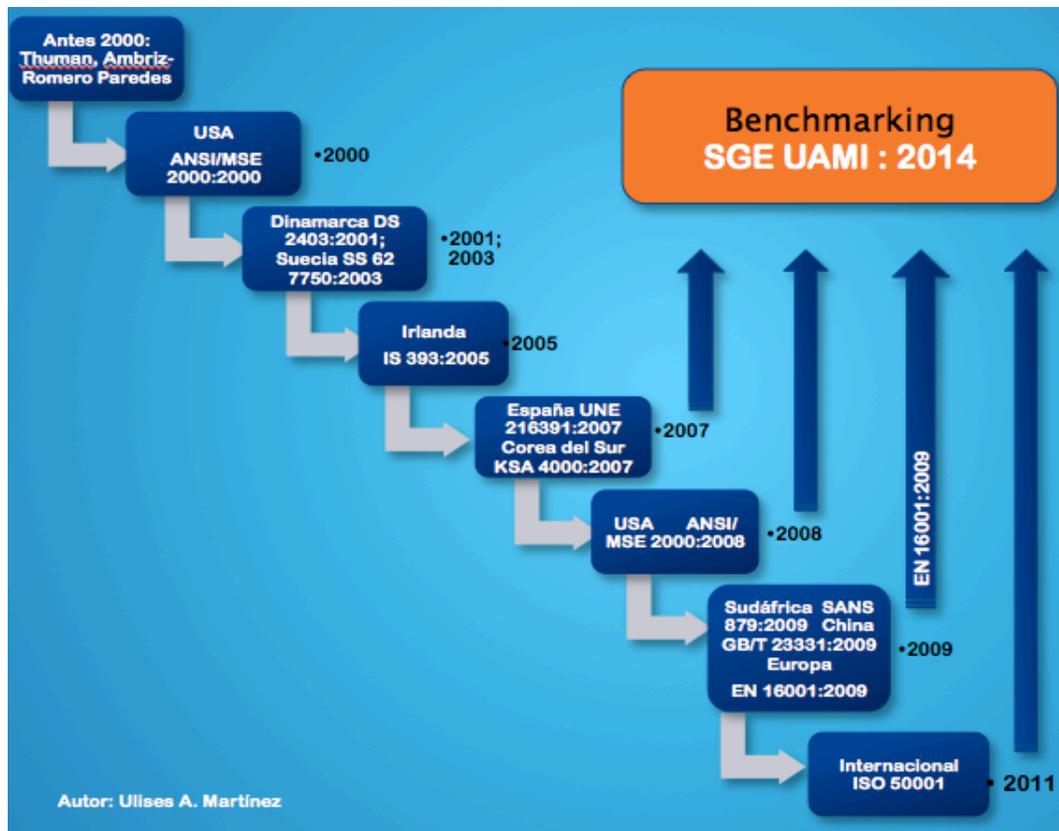
incorporación de un SGE en el sector industrial, algunos de los cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Medidas de gestión de la energía en una industria de Alemania
MEDIDAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN UNA INDUSTRIA DE ALEMANIA

MEDIDAS	SECTORES	INVERSIÓN (EUROS)	REDUCCIÓN DE COSTOS (EUROS/AÑO)	PERIODO DE AMORTIZACIÓN	AHORROS MWH/TONCO ₂
Instalación de intercambiadores de calor	Industria de la construcción (producción de ladrillos)	925,000	aprox. 450,000	aprox. 2 años	3,225 TCO ₂
Revisión de sistemas de iluminación en pasillos de edificios	Servicios	0	5	0	48MWh 30TCO ₂
Instalación de bombas de circulación en piscinas	Hotelero	4,000	3	1.25 años	20MWh 11TCO ₂
Sistema de ahorro en proceso de pintado	Automotriz	133,000 (inversión adicional)	255	0.52 años	219 MWh eléctricos 4,080 MWh térmicos 344 TCO ₂
Optimización de sistemas de aire comprimido	Industria alimenticia	62,500	55	1.1 años	775 MWh 300 TCO ₂

5 Benchmarking de Modelos Mundiales

Se realizó un “benchmarking” de los sistemas de gestión energética existentes en diferentes países, en la figura 20 se han agrupado en orden cronológico las diferentes normas sobre gestión energética que se han publicado en el mundo. El Benchmarking se hizo considerando 3 modelos de gestión y de su evolución hacia una versión anterior a la ISO 50001. Este proceso es un análisis sistemático y continuo para evaluar comparativamente las normas de las diferentes organizaciones. Se identificaron las principales actividades que norman cada uno de ellos, se enlistaron en una hoja de cálculo de forma que pudiera verse los elementos considerados importantes por éstas e identificar, bajo criterios personales y generales, las mejores y más importantes prácticas sobre el SGE.



Fuente: Elaboración propia a partir de las citas bibliográficas

Figura 20. Propuestas de Normas de Sistemas de Gestión Energética.

Ninguna norma específica metas cuantitativas. Cada organización elige las metas que desea establecer, y posteriormente diseña un plan de acción para alcanzar estas metas. Con este enfoque estructurado, una organización tiene más posibilidades de observar beneficios financieros tangibles. La normatividad ANSI/MSE 2000:2008 tiene más actividades que la ISO 50001 y la EN 16001: 2009.

En el 2011 en México, la ANCE (Asociación de Normalización y Certificación A.C.) emite la NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, equivalente y basada en la Norma Internacional ISO 50001: 2011, donde se consideran los aspectos clave de un sistema de gestión de la energía para que pueden ser implementados en el contexto de empresas que no cuenten con o aspiren a tener un SGE en México.

En la tabla 6 se muestra el resultado del estudio. En la primera columna se enlistan las actividades a desarrollar agrupadas en 5 campos: 1) prerrequisitos para la gestión de la energía, 2) planificación energética, 3) implementación y operación, 4) verificación y 5) revisión por la dirección. Las actividades de cada campo son una propuesta complementaria de este trabajo, que se toman de cada una de las normas que se han publicado. Cada una de ellas con su propia filosofía, aunque con el mismo principio. Se ha marcado con una X aquellas actividades que cada norma propone como necesaria. En la última columna se refleja la posición que se ha adquirido en este trabajo.

Pretende no ser repetitivo y establecer un marco completo y en el que se contemplen métricas de desempeño.

Tabla 6. Benchmarking de Sistemas de Gestión Energética

Modelos Mundiales de SGE						
Benchmarking						
Gestión energética en centros de educación superior. Caso de estudio en la UAM Iztapalapa						
CUADRO COMPARATIVO						
	ISO 50001:2011	Energy Management	EN 16001: 2009. Sistemas de gestión energética	UNE-EN 16001: 2010. Sistemas de gestión energética	ANSI/MSE 2000:2008 Management System for Energy	UAMI: 2015
Elabora	Federación mundial de organismos nacionales de normalización	USA	Estándares europeos	Normas Técnicas Españolas-estándares europeos	American National standard Institute 2009	UAMI
Actividad						
1	Términos y definiciones	X				
2	Requisitos del sistema de gestión de la energía	X				
3	Responsabilidad de la dirección	X				X
4	Alta dirección	X	X	X	X	X
5	Representante de la dirección	X	X		X	X
6	Política energética	X	X	X	X	X
7	Planificación energética	X	X	X	X	X
8	Requisitos legales	X	X	X	X	X
9	Revisión energética	X			X	X
10	Línea de base energética	X			X	X
11	Indicadores de desempeño energético	X	X		X	X
12	Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la SGE	X	X	X	X	X
	Identificación y evaluación de aspectos energéticos	X		X	X	X
	Manual de energía				X	X
	Planificación de proyectos	X			X	
13	Implementación y operación	X	X	X	X	X
	Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad	X	X	X	X	
14	Competencia, formación y toma de conciencia	X	X	X	X	X
15	Comunicación	X	X	X	X	X
16	Documentación	X	X	X	X	X
17	Requisitos de la documentación	X			X	X
18	Control de los documentos	X		X	X	X
19	Control operacional	X		X	X	X
20	Diseño y/o Diagnóstico Energético	X			X	X
21	Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía	X			X	X
	Evaluación de proveedores de energía	X			X	
	Ejecución de los proyectos de gestión energética	X			X	
22	Verificación	X	X	X	X	X
23	Seguimiento, medición y análisis	X	X	X	X	X
24	Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales (certificaciones) y de otros requisitos (ambientales,	X	X	X	X	X
25	Auditoría interna del sistema de gestión de la energía	X	X	X	X	X
26	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva	X	X	X	X	X
27	Control de los registros	X	X	X	X	X
	Calibración				X	
	Emisión de GEI		X			X
28	Revisión por la dirección	X	X	X	X	X
29	Información de entrada para la revisión por la dirección	X	X	X	X	X
30	Resultados de la revisión por la dirección	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

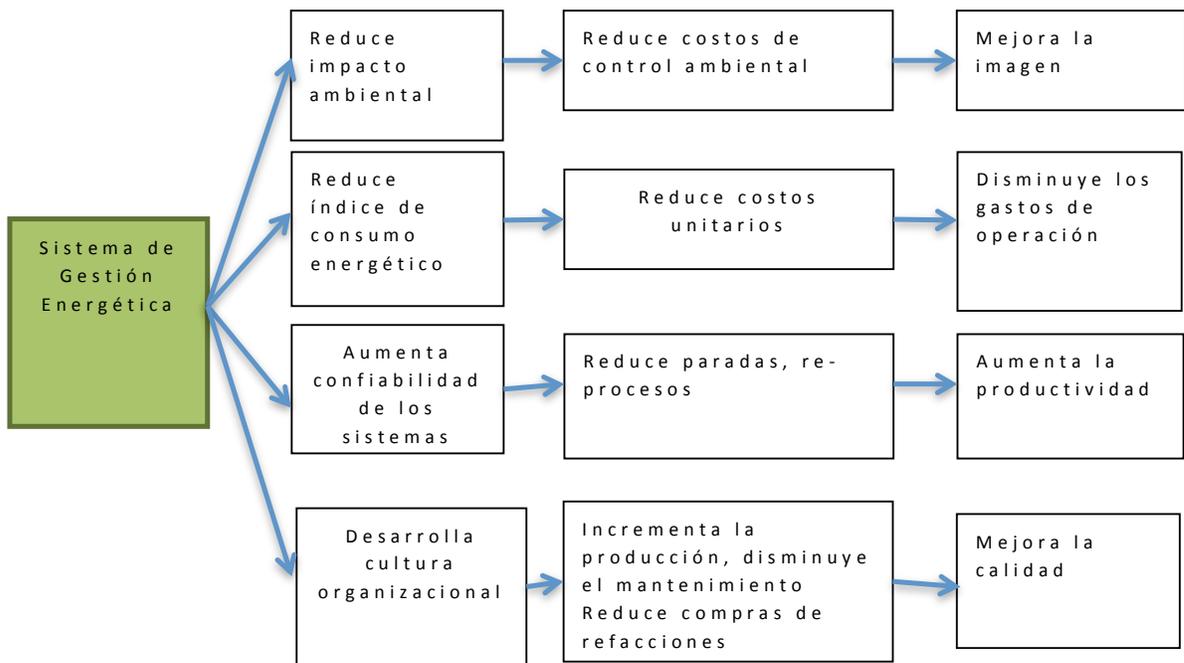
La propuesta UAMI 2015, se basa en los estándares internacionales y el uso de la Herramienta de CFEEfectiva empresarial (<http://cfectiva.cfe.gov.mx/cfectiva/>)

CAPÍTULO 3. Planteamiento del Modelo de Sistema de Gestión Energética.

El Sistema de Gestión Energética (SGE), en la definición complementada en este trabajo, que pretende tener un conjunto de procedimientos y actividades integrados en el sistema organizacional de la empresa, para alcanzar una reducción en el consumo de energía cada vez más grande y en función del avance tecnológico, sin menoscabo de la actividad desarrollada. El sistema de gestión energética engloba el compendio de medios que dispone la dirección de una organización para alcanzar los objetivos en materia energética. Estos medios se traducen en:

- La verificación y dotación de recursos humanos, materiales y económicos que desencadenan cambios en la estructura organizativa.
- La asignación y alcances de las nuevas responsabilidades.
- La creación de procesos y procedimientos que estipulen y faciliten al SGE.
- La aplicación de la política energética desarrollada.
- La planificación de acciones concretas para la obtención de resultados mediables.

Las ventajas y beneficios de implantar este sistema de gestión energética se resumen en la siguiente figura 21:



Fuente Elaboración propia

Figura 21: Ventajas y beneficios de implantar un sistema de gestión energética

1 Etapas de la implantación del Sistema de Gestión Energética

Los pasos iniciales a seguir cuando una empresa u organización quiere implantar un sistema de gestión energética serían los siguientes:

Entender en qué consiste el Sistema de Gestión Energética y cuáles son sus requisitos y sus alcances.

Conocer los procesos de producción y administración que está siguiendo la empresa u organización en ese momento y cuáles son los documentos y registros de los que dispone.

Seleccionar el procedimiento del SGE que es aplicable a la empresa u organización.

Evaluar qué requisitos establecidos por el SGE cumple la empresa u organización y cuales son necesarios implantar para cumplir el SGE.

Comprobar que los requisitos fijados para cumplir la SGE son adecuados al tamaño y al tipo empresa, de forma que se eviten aquellas tareas que no aporten un valor añadido a la empresa u organización.

Asignar tareas en función de los recursos de tiempo y personas. Se debe realizar un análisis de las nuevas funciones que se desprenden de la implantación del Sistema de Gestión Energética, para posteriormente asignar dichas funciones a las personas. Es importante valorar la disponibilidad de tiempo de esas personas que tiene que asumir las nuevas tareas.

Una vez valorados estos aspectos preliminares, la Alta Dirección de la empresa u organización debe decidir la idoneidad de implantar un Sistema de Gestión Energética (SGE) en su organización. En el caso en que decida adoptar dentro de sus políticas generales de actuación la elaboración de un SGE, el compromiso de la Dirección deberá ser de forma activa y explícita para que sea eficaz, esto implica que las políticas energéticas deberán incluir explícitamente el compromiso de la Dirección.

En este Trabajo se propone una metodología integrada por 8 etapas en el Manual de Gestión Energética (Tabla 7), y sus 29 principales pasos para llevar a cabo el diseño e implementación de un SGE en el contexto del ciclo de mejora continua Planear/Hacer/Verificar/Actuar (PHVA).

En cada etapa de la metodología se describen los pasos que la integran, resaltando los aspectos relevantes que deben tomarse en cuenta en cada uno de ellos. Asimismo, esta metodología incluye herramientas que facilitan el diseño e implementación de un SGE.

Tabla 7. Manual de Gestión Energética

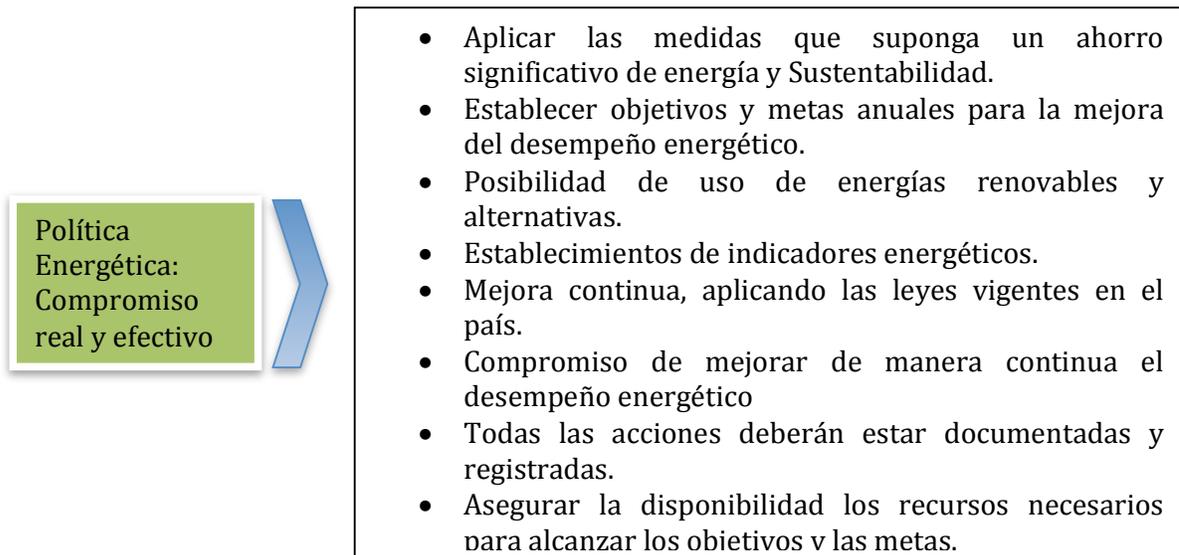
Actividad del PDCA	Etapa	Pasos
Planear	1. Compromiso con el SGE	1.1 Establecer una Política Energética y su compromiso. 1.2 Designar un Responsable de la Gestión Energética 1.3 Establecer un Comité de Gestión Energética 1.4 Definir el alcance y los límites del SGE 1.5 Elaborar el Manual específico de Gestión Energética 1.6 Evaluación de cumplimiento actual de SGE
	2. Evaluar el desempeño energético	2.1 Identificar y evaluar requisitos legales 2.2 Revisión energética 2.3 Establecer la Línea de base energética 2.4 Establecer la Indicadores de desempeño energético 2.5 Aprender de los errores pasados
	3. Establecer objetivos y metas	3.1 Considerar sus condiciones financieras, operacionales, opciones tecnológicas 3.2 Estimar los Usos Significativos de la Energía (USE's) y las Oportunidades de Mejora del Desempeño Energético (OMDE's) 3.3 Objetivos y metas son coherentes con la Política Energética
	4. Crear planes de acción del SGE documentados	4.1 Designar de responsabilidades para todos los niveles del SGE 4.2 Establecer los plazos previstos para lograr las metas 4.3 Establecer de los medio para lograr las metas
Hacer	5. Implementación y operación	5.1 Elabora la Matriz de competencias para personas que usen significativamente la energía 5.2 Dar seguimiento al proceso de concientización 5.3 Elaborar un plan de comunicación 5.4 Establecer requisitos de la documentación 5.5 Establecer Control operacional 5.6 Diseñar y/o diagnosticar desempeño energético 5.7 Adquirir de servicios de energía, productos, equipos y energía
Verificar	6. Evaluar el progreso	6.1 Dar seguimiento, medición y análisis 6.2 Evaluar el cumplimiento de los requisitos legales 6.3 Auditar internamente el SGE 6.4. Contar con un plan de corrección de no conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva
Actuar/ Contrastar resultados	7. Reconocer logros 8. Asegurar la mejora Continua del SGE	7.1 Proporcionar reconocimiento interno 7.2 Recibir el reconocimiento externo 8.1 Realizar revisiones por la Dirección 8.2 Tomar decisiones para mejorar el SGE
	Documentación Técnica	Instrucciones de trabajo Especificaciones técnicas Políticas energéticas Alcances de las inversiones

Fuente: Elaboración propia

2 Descripción de la etapa 1. Compromiso con el SGE

Paso 1.1 Política energética

La política energética es sinónimo de estrategia para el desempeño energético. Marca las pautas principales que elevan las metas de corto mediano y largo plazo para una mejora continua y camino a la sustentabilidad. Se debe tomar en cuenta que las inversiones para las mejoras planteadas no necesariamente tienen que estar asociadas a resultados de corto plazo y mínima inversión, sino prever los cambios tecnológicos futuros e invertir en modelos de largo alcance, aunque los períodos de desarrollo sean también largos. Se debe tomar en consideración las pequeñas y grandes acciones, las que no requieren de una inversión elevada y aquellas que requieren de planes de inversión de largo plazo para afrontar los cambios futuros. En la figura 22 se presenta el marco conceptual de las políticas energéticas, donde sobresalen, desde el punto de vista técnico el análisis de factibilidad de aplicación de fuentes limpias de energía y la generación de indicadores energéticos que cumplan con su propósito.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 22: Política energética.

La política energética es el compromiso de la Organización en la implantación y mejora del Sistema de Gestión energética. Cuando la Dirección de una Organización decide implantar un SGE tiene que hacerlo mediante un compromiso real y efectivo.

La política energética debería estar comprometida con aquellas actividades que resulten significativos en el consumo energético. Garantizar la mejora continua de los procesos en cuanto a la eficiencia energética, y en la búsqueda de la aplicación de las energías alternativas y renovables existentes en el mercado. Ser fiel al cumplimiento con la legislación vigente en todo aquello que sea aplicable a la institución ó empresa.

Estar coordinada con la política estratégica de la organización. Establecer unos indicadores energéticos que permitan analizar la evolución de los objetivos definidos.

La política energética debe plasmarse en un documento independiente que tiene que estar firmado por el Director General de la empresa y en el caso de estudio propuesto por el Rector de la UAMI y los directores de las Divisiones. Su difusión a todos los miembros de la organización es una herramienta fundamental para garantizar la colaboración de toda la comunidad.

Paso 1.2 Responsable de la Gestión Energética

La asignación del personal responsable del Sistema de Gestión Energética forma parte de las políticas energéticas y se conforma de acuerdo con los requerimientos de cada organización y las habilidades y capacidades del personal.

Parte del compromiso de la Rectoría y/o las Divisiones consisten en designar un representante con la habilidad, competencias definidas y autoridad para asegurar que el SGE se implemente y mantenga, y que se lleven a cabo acciones de mejora continua.

A continuación se enlistan algunas de las habilidades y competencias con las que es recomendable que cuente el representante de la dirección. Este perfil técnico le permitirá llevar a cabo sus funciones de forma adecuada y aumentará la probabilidad de que la implementación del SGE sea exitosa (10):

- Liderazgo;
- Innovador y creativo;
- Coordinación de equipos de trabajo;
- Comunicación verbal y escrita;
- Experiencia o conocimiento de procesos de mejora continua con base en sistemas de gestión;
- Habilidades analíticas básicas para entender el desempeño energético;
- Administración del tiempo; y
- Resolución de problemas.

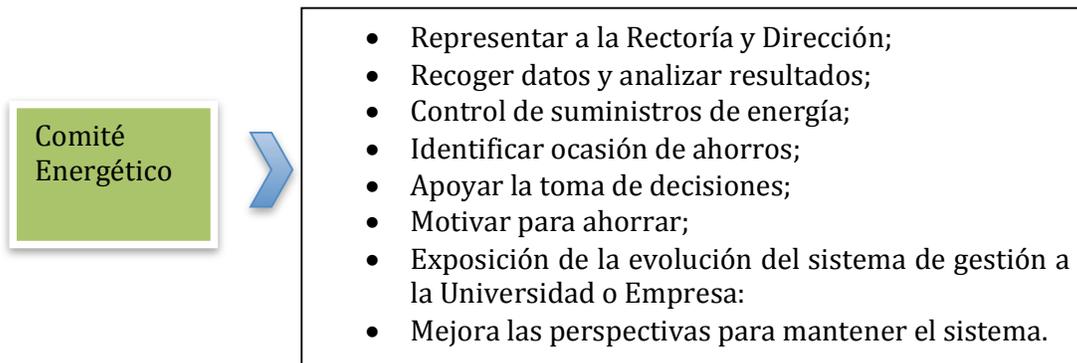
Este representante de la Rectoría y/o las Divisiones puede ser una persona interna a la organización o incluso externa; sus funciones clave incluyen:

- Identificar al personal que integrará el equipo de gestión de la energía;
- Coordinar y dirigir el programa de gestión de la energía en la organización;
- Establecer la comunicación entre las partes interesadas y la alta dirección;
- Sensibilizar sobre el tema de gestión de la energía;
- Proponer una política energética;
- Generar los indicadores energéticos de seguimiento y evaluación de resultados (línea base)

- Evaluar las oportunidades de reducción identificadas como consecuencia de una adecuada gestión de la energía;
- Gestionar la obtención de recursos para la operación, mantenimiento y mejora del SGE;
- Asegurar la calidad de la información generada a través del tiempo;
- Identificar las necesidades de capacitación del personal involucrado;
- Fortalecer las competencias del personal de la organización;
- Dar seguimiento y evaluar los resultados periódicamente, y
- Evaluar, analizar y comunicar los resultados del SGE.

Paso 1.3 Establecer un Comité de Gestión Energética

La Rectoría y/o la Dirección conformarán un grupo de personas responsables que impulsará, dirigirá y hará un seguimiento de la implantación del sistema de gestión energética. Este conjunto de personas formará el denominado “Comité de Gestión Energética” (CGE), quien estará encabezado por el “Responsable de la Gestión Energética”. La función del Comité Energético se describe en la figura 23.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Comité de Gestión de la Energía.

El tamaño, composición y responsabilidades del Comité de gestión energética varía acorde a la estructura de la organización. Es por esta razón que es recomendable incluir un colaborador por cada área relevante en términos del uso y consumo de energía. Algunas de estas áreas relevantes pueden ser:

- Administración de Rectoría y Divisiones;
- Ingeniería;
- Compras;
- Operación y mantenimiento;
- Construcción y gestión de instalaciones; y
- Salud, seguridad en el trabajo y medio ambiente.

Paso 1.4 Alcance y los límites del SGE

Para definir el alcance y los límites de un SGE, se recomienda seguir la metodología siguiente:

A: Definir el alcance en términos de la extensión de actividades en:

- Oficinas Administrativas
- Aulas,
- Talleres
- Cubículos de investigación
- Laboratorios de investigación y docencia
- Instalaciones o edificaciones en general
- Actividades/operaciones.

B: Definir los límites físicos u organizacionales en términos de:

- Sistemas de energía
- Procesos
- Equipos.

La documentación del alcance y los límites puede hacerse a manera de lista, tabla, esquema o diagrama con indicaciones.

Paso 1.5 Manual de Gestión energética

La organización debe definir y documentar el Sistema de Gestión Energética, el cual se realiza por dos razones fundamentales: a) para facilitar su accesibilidad a los miembros de la organización y b) para eliminar la improvisación.

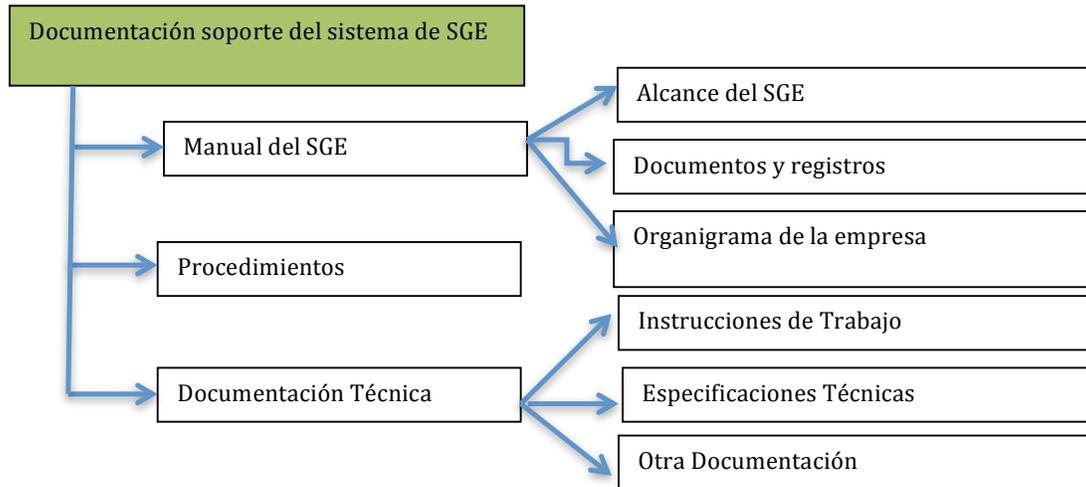
El documento principal es el Manual de Gestión Energética que recoge los aspectos básicos para que el sistema funcione:

- La política, objetivos y metas energéticas
- La descripción de alcance del SGE
- Organización del SGE
- Los documentos y registros requeridos por las normas internacionales.
- Los documentos y registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de los procesos relacionados con los aspectos energéticos significativos.
- Los documentos técnicos de especificación de equipos y sistemas.
- Formatos de levantamiento de información acorde con los equipos y sistemas instalados.

Es preciso que el Manual de Gestión Energética incluya el correspondiente organigrama y una definición de responsabilidad y autoridad de al menos las dos primeras línea jerárquica. Los cometidos y competencias del personal involucrado que

están referenciados en la documentación de otros niveles, tal como los procedimientos e instrucciones de trabajo.

El grado de detalle y el volumen de documentación dependerán de la complejidad del sistema y los requerimientos de acuerdo con los empleados implicados en el sistema. La figura 24 muestra la documentación necesaria mínima para el SGE.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Documentación soporte del Sistema de Gestión Energética

3 Descripción de la etapa 2. Evaluar el desempeño energético

Paso 2.1 Identificar y evaluar requisitos legales (11)

De acuerdo con la naturaleza de la organización, se identifican los requisitos legales y otros aplicables, relacionados a la regulación del uso y el consumo de energía y la eficiencia energética (ver Tabla 8).

Tabla 8. Requisitos referentes al uso, consumo de energéticos y eficiencia energética

Requisitos referentes al uso, consumo de energéticos y eficiencia energética

Uso de energía	Forma o tipo de aplicación de la energía en procesos productivos o prestación de servicios, por ejemplo: Iluminación, enfriamiento, calentamiento, ventilación, etc. Existiese alguna restricción de utilizar combustible, por ejemplo: Gas Natural, combustóleo, diesel, etc.
Consumo de energía	Cantidad de energía utilizada, puede ser expresada en unidades de masa, volumen o energía (kg, l, m ³ , kJ, kWh, etc.). Existiese alguna limitante en cuanto a la cantidad de combustible usado o bien sus mezclas.
Eficiencia energética	Restricciones en el desempeño de los procesos productivos y/o equipos y/o Sistemas

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario establecer un procedimiento documentado para la identificación, evaluación y actualización de los requisitos legales y otros, así como tomar en consideración las actividades, procesos y los equipos con los que cuenta la organización. El procedimiento antes mencionada deberá enfatizar la evaluación de los requisitos legales será mediante diagnósticos/auditorias e indicar la periodicidad y un sistema de seguimiento para verificar que se lleven a cabo las correcciones a las desviaciones legales inidentificadas.

Para identificar los requisitos legales y otros requisitos en materia de energía, es indispensable consultar las fuentes oficiales (SENER, CONUEE, CRE, DOF, etc.), contratos, normas, programas voluntarios, políticas y estándares corporativos. Esto, con el objeto de definir cómo se da cumplimiento a dichos requisitos.

Establecer un procedimiento para obtener y actualizar información sobre los requisitos legales y otros requisitos, permite identificar problemas reales o potenciales. Este procedimiento puede incluir listas de verificación (ver Tabla 9).

DOF: Diario Oficial de la Federación
 CRE: Comisión reguladora de Energía
 LIE: Ley de la industria Eléctrica

Tabla 9. Identificación de requisitos legales y otros requisitos

IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS LEGALES Y OTROS REQUISITOS.						
MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES						
Nombre del requisito	Tipo de requisito Legal = L Otro = O	Medio de Cumplimiento	Identificación	Responsable	Medio de seguimiento	Fecha de siguiente revisión
Leyes federales	L	Certificación	Documento controlado	Área a la que aplica	DOF	Cada seis meses
Leyes estatales	L	Certificación/ Dictamen	Intranet	Área a la que aplica	Internet	Cada año
Especificación corporativa	O	Dictamen/acta de aceptación	Documento controlado	Área a la que aplica	Intranet	Trimestral
Otros						

Algunos ejemplos de requisitos legales y de otra índole se muestran a continuación:

- Leyes federales, estatales (reglamentos)
- Disposiciones oficiales;
- Disposiciones locales;
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM), de carácter obligatorio;
- Normas Mexicanas (NMX), de carácter voluntario;
- Normatividad aplicables a la calidad eléctrica

- Normas de referencia (NRF), utilizadas por entidades gubernamentales;
- Especificaciones propias de la organización;
- Programas voluntarios de eficiencia energética; y
- Programas de verificación/validación de GEI.
- Estándares internacionales

Paso 2.2 Revisión energética

La organización debe contar con una metodología para el análisis energético, la cual debe indicar cada cuando se revisa la misma; cómo se lleva a cabo las correcciones a las desviaciones legales identificadas. Se debe hacer un análisis histórico del consumo de energía eléctrica y de combustibles. Se generarán los indicadores energéticos en función de la actividad puntual o general, y la elaboración de formatos de seguimiento del consumo de energía y su evolución en el tiempo.

Para la recopilación de la información, seguimiento y análisis de los datos energéticos, es recomendable tener en cuenta los pasos descritos a continuación:

- Determinar el nivel de detalle adecuado: el nivel y el alcance de la recopilación de datos puede variar de una organización a otra. Se puede optar por la recopilación puntual (equipos/ procesos) con mediciones directas o un simple análisis de facturas de servicios de energía; es función del nivel y tipo de diagnóstico energético.
- Identificar documentos de usos y consumos de energía: para las fuentes de energía identificadas anteriormente, se puede recopilar las facturas de servicios energéticos, las lecturas de medidores y otros datos de uso y consumo. Los datos energéticos pueden residir en el departamento de contabilidad, en el corporativo o en cada instalación, o se pueden adquirir con los proveedores de los servicios energéticos.
- Es recomendable utilizar los datos más recientes disponibles.
- Recopilar datos operativos en instalaciones: para poder normalizar y comparar, es necesario recopilar datos no relacionados con la energía en las instalaciones correspondientes, como son: tamaño de la instalación, edificación, horas de operación, niveles de producción, etc.
- Contabilizar todas las fuentes de energía (matriz energética): un inventario de todos los energéticos comprados y generados en sitio (electricidad, gas, combustibles residuales, subproductos) con sus respectivas unidades de energía (kWh, kJ, MMBTU).

Además se debe determinar

- Desempeño energético actual de las instalaciones, equipos, sistemas, procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
- Los usuarios y estimado de los consumos futuros de energía.

- Priorizar y registrar las oportunidades para mejorar el desempeño energético; para el uso de energía renovable; y reducción del consumo de energía desperdiciada.

Paso 2.3 Línea de base energética

Para su construcción se debe considerar lo siguiente:

- Análisis de consumo de energía histórico y contrastar con los consumos actuales de energía
- Los cambios en la eficiencia energética global se miden en función de la(s) línea(s) base(s) energética(s)
- Realizar cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía

Paso 2.4 Establecer la Indicadores de desempeño energético (IDE)

Para su construcción de la metodología de los IDE se debe considerar lo siguiente (36) (37):

A: Establecer un periodo (se recomienda utilizar un año base): puede ser un periodo adecuado o un promedio histórico de varios periodos (años base). Se recomienda utilizar los conjuntos de datos más completos y relevantes disponibles.

B: Seleccionar los Indicadores de Desempeño Energético: considerando los más representativos y que mejor describan el desempeño energético de la organización (39). Los indicadores de desempeño energético en forma general se expresan mediante una relación de unidades de energía sobre unidades dependiendo del tiempo de empresa de la que se trate: en función de número de alumnos por período, por clase, por salones ocupados por número de investigadores experimentales etc. para el caso de centros de educación o bien producción, materia prima, servicio otorgado, superficie o servicio prestado según sea el caso (tabla 10).

Tabla 10. Indicadores Energéticos

Indicadores de desempeño energético		
Consumo energético	Producción	Unidades ejemplo
Consumo de electricidad	Consumo eléctrico general	kWh/m ² kWh/ alumno kWh/horas-salón ocupado
Consumo de electricidad para iluminación	Consumo eléctrico por edificio	kWh/m ² kWh/ alumno

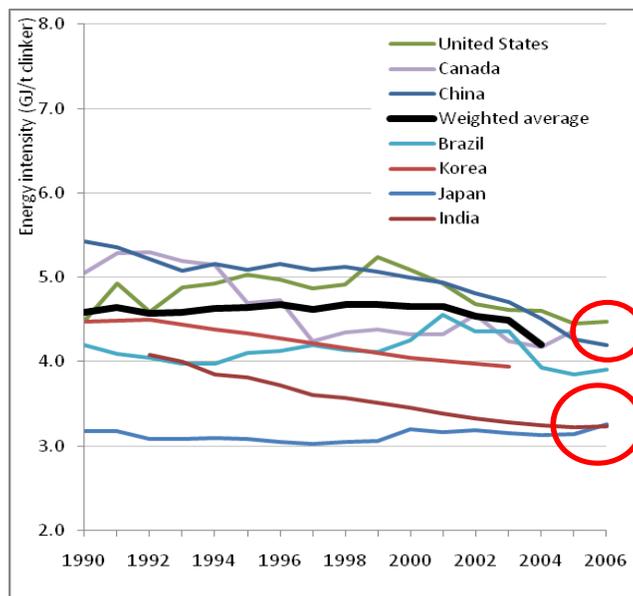
Fuente: Elaboración propia

Estos indicadores son una referencia para la estandarización de los costos de energía y para utilizar la información en la identificación de oportunidades de mejora y en su caso cuando se quieran compartir buenas prácticas con otras universidades. Es la línea base que permite dar seguimiento a los resultados de las acciones emprendidas.

De esta manera, los indicadores energéticos tienen el objetivo de conocer la forma en que se consume la energía en función de un parámetro sensible al propio consumo. En una industria manufacturera y el índice energético se conforma con el consumo de energía eléctrica o térmica o la suma de ambos respecto a la producción o la cantidad de materia prima que ingresa a proceso o en función del servicio prestado. Siempre se busca que el parámetro de referencia sea lo más sensible posible al consumo de energía.

A continuación se dan unos ejemplos de la construcción de los indicadores.

En la industria del cemento, por ejemplo, el consumo de energía es variable de país a país y de industria a industria. En la figura 25 se muestra la evolución del consumo de energía por tonelada de Clinker procesado. Se observa que en lo general pasa de un máximo de 5.4 GJ/ tonelada de Clinker en el año 1990 hasta un valor mínimo de 3.15 GJ/ tonelada de Clinker al 2006. Esa variación en el consumo de energía por tonelada de producto es derivado de la aplicación de tecnología de alta eficiencia energética.



Fuente: Energy Efficiency Indicators in the Industry Sector. 2011, Nathalie Trudeau. Energy Efficiency Indicators: 5 Sectors, 5 Challenges Mexico City, Mexico 14-15 March 2011. Presentación Power Point.

Figura 25. Indicadores energéticos para la industria del cemento

En una industria se puede graficar el indicador separado. En el eje de las ordenadas es el consumo de energía y en el eje de las abscisas esta la producción o servicio prestado. De esta manera se puede observar la variación periódica del consumo con la producción. La figura 26 muestra un gráfico de dispersión como un ejemplo del indicador para una empresa X. Los rombos expresan el consumo de energía por tonelada de producción mensual, en tanto que los cuadros es la meta a la cual se pretendería llegar. En esta gráfica la meta es del 5% de reducción del consumo por tonelada de producción. La pendiente de la curva significa la media del indicador: esto

es, para los rombos, se tiene un consumo de 316.52 kWh por tonelada de producción. La ordenada al origen refleja en consumo base. Esto es el consumo que se tiene en la planta independiente de la producción; en este caso 354,992 kWh fijos promedio. Es un consumo que no depende de la producción. La R^2 , que es la correlación de ajuste o el cuadrado de la desviación estándar, expresa la calidad de la representación del indicador. ¿Qué tan representativo es ese indicador del consumo de energía?; en este caso de ejemplo es representado el 95.13% de la información: tiene un 5% de desviación y por consecuencia es un buen indicador. En términos generales se dice de un buen indicador energético cuando al menos tiene un valor de 75% el cuadrado de la desviación estándar. Evidentemente que la generación del indicador no es una labor trivial, ya que hay que conocer los procesos de forma precisa, los tiempos de producción o actividad y las variaciones de operación de los consumidores.

En los hoteles, que es una empresa de servicios, ese indicador depende de la categoría e infraestructura del hotel, pues los hay desde aquellos que solo tienen habitaciones hasta los que ofrecen diversos servicios y de diferente magnitud: salas de juntas, "business club", salones de fiestas y congresos, restaurantes, piscinas, gimnasio, Spa's, etc.

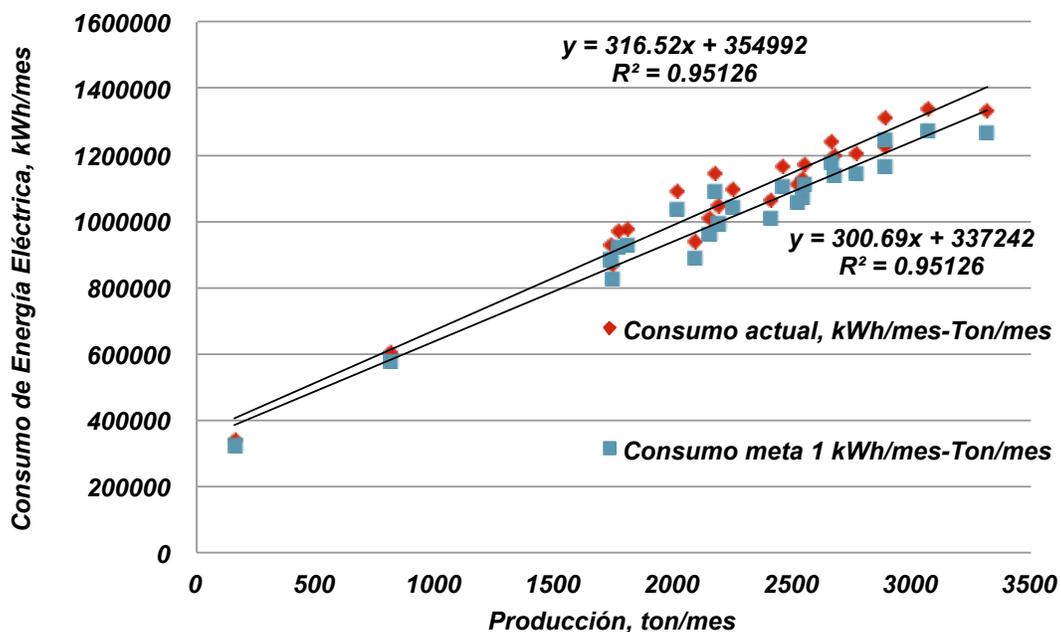


Figura 26. Ejemplo de construcción de un gráfico de dispersión para la obtención del indicador energético

El indicador propuesto en un estudio de una empresa de consultoría mexicana para el sector hotelero, fue el del consumo de energía eléctrica por habitación-año, donde habitación-año, se entiende el número de noches que cada habitación del hotel está ocupada. Una habitación tendrá entonces un máximo de 30 noches ocupadas por mes (mes de 30 días). Los hoteles se clasifican por estrellas y por número de habitaciones. Entre más estrellas y más habitaciones el consumo unitario de energía se incrementa

al supuesto que se incrementa al mismo tiempo los servicios adicionales prestados por el hotel. En la tabla 11 se presenta este indicador para diferente categoría de hoteles, diferente número de habitaciones y diferente nivel de eficiencia energética. Como se mencionó entre mayor es el número de habitaciones los servicios se incrementan al igual que al incrementarse la categoría del hotel. En ese estudio mencionado se hizo una evaluación estadística de diferentes hoteles en la República Mexicana. En la tabla solo se presentan los resultados de hoteles ubicados en una ciudad céntrica, sin tener cerca una playa.

Tabla 11. Indicadores de consumo eléctrico para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/habitación-año.

HOTELES EN CIUDAD

Estrellas	Excelente	Buena		Pobre		Deficiente
Intervalo de habitaciones	Menor a	Entre		Entre		Mayor a
5 - 20						
1 estrella	1000	1000	1400	1400	1800	1800
2 estrella	1200	1200	1600	1600	2000	2000
3 estrella	1400	1400	1750	1750	2250	2250
4 estrella	1600	1600	1900	1900	2500	2500
5 estrella	1750	1750	2250	2250	2750	2750
20 - 50						
1 estrella	1250	1250	1650	1650	2050	2050
2 estrella	1450	1450	1800	1800	2300	2300
3 estrella	1650	1650	1950	1950	2550	2550
4 estrella	1800	1800	2300	2300	2800	2800
5 estrella	1950	1950	2450	2450	2950	2950
50 - 150						
1 estrella	1500	1500	1850	1850	2350	2350
2 estrella	1700	1700	2000	2000	2600	2600
3 estrella	1850	1850	2350	2350	2850	2850
4 estrella	2000	2000	2500	2500	3000	3000
5 estrella	2250	2250	2750	2750	3750	3750
Mayor a	150					
1 estrella	1800	1800	2100	2100	2750	2750
2 estrella	2050	2050	2550	2550	3050	3050
3 estrella	2500	2500	3250	3250	4500	4500
4 estrella	4000	4000	5000	5000	6950	6950
5 estrella	5775	5775	6775	6775	8750	8750

Fuente: IPSE SA de CV/Transenergie. Elaboración propia a partir de la Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España, la información contenida en los informes de 800 diagnósticos energéticos elaborados bajo el auspicio del FIDE, CONAE y del Industrial Assesment Center (formerly Energy Analysis and Diagnostic Center), del Departamento de Energía de Estados Unidos de América (<http://oipea-www.rutgers.edu>).

Esos indicadores cumplen con el requisito de que la dispersión de los resultados, presentados en una gráfica de dispersión, es inferior al 25%.

4 Descripción de la etapa 3. Establecer objetivos y metas

Definir objetivos, metas y planes de acción en función de los resultados de herramientas como las auditorías energéticas, revisión energética, el seguimiento o los análisis de benchmarking, con el fin de mejorar el uso, consumo y desempeño energético.

En el cumplimiento de los objetivos se detalla y cuantifica en las metas para la mejora del desempeño energético, que se transforman en actividades diarias dentro de la organización en el marco de referencia de la política energética.

Paso 3.1 Considerar sus condiciones financieras, operacionales, opciones tecnológicas

Se debe considerar en la organización sus condiciones financieras operacionales, opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas así como la cantidad de recursos que son necesarios para la construcción de objetivos y metas.

Las consideraciones financieras se deben evaluar desde el punto de vista de recursos internos disponibles para las inversiones, pero también sondear los recursos financieros externos de instituciones con programas específicos para el ahorro y uso eficiente de la energía y de fuentes renovables.

En cuanto a las condiciones de operación, conviene revisar los procesos para poder tener una idea clara sobre lo que se encuentra en condiciones de operación fuera de norma. Las normas serán en un primer momento, las condiciones nominales de operación. Estas podrán siempre ser perfectibles con los avances tecnológicos. Al igual serán las opciones tecnológicas que se tienen de mejora; desde una simple lámpara hasta sistemas de alta eficiencia de cogeneración o de tecnologías alternas limpias.

Esa visión de conjunto para estimar la línea de inversión es importante para definir los montos financieros requeridos para los cambios en el tiempo.

Paso 3.2 Estimar el usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético

Los objetivos y metas deben tomar en cuenta los usos significativos de la energía (USE's) y las oportunidades de mejora del desempeño energético (OMDE's).

La estimación del potencial de mejora es importante para luego establecer los objetivos, por lo que debe proporcionar un punto de partida para determinar lo que es posible realizar.

Los métodos utilizados por los principales programas de energía incluyen:

- Revisar los datos de rendimiento: para evaluar el desempeño y el establecimiento de la línea de base. Esto ayudará a identificar las diferencias en el consumo de energía entre instalaciones similares, además de proporcionar un perfil en el tiempo de la posible mejora. Los datos de rendimiento que abarcan un período de tiempo más largo serán de mayor utilidad para comprender el potencial de mejora.
- Comparar: para proporcionar un patrón de medida y así evaluar la oportunidad de mejora, siempre y cuando se disponga de datos suficientes para mostrar tendencias de consumo de energía.
- Evaluar los proyectos pasados y mejores prácticas: para determinar la viabilidad de transferir estas prácticas a otras partes de la organización;
- Revisar las auditorías y las evaluaciones técnicas: con el objeto de reducir el consumo de energía identificado durante las evaluaciones técnicas y auditorías de instalaciones con un bajo desempeño;
- Vincular a los objetivos estratégicos de la organización; incluyendo a los objetivos operacionales estratégicos, así como las reducciones de costos que pueden coadyuvar al proceso de fijación de metas.

El método elegido dependerá de una serie de factores, tales como: los recursos financieros, materiales y de personal y el tiempo disponibles, la naturaleza del uso de la energía en las instalaciones y cómo se organiza el programa de gestión de la energía.

Paso 3.3 Objetivos y metas son coherentes con la política energética

Los objetivos y metas transforman la política energética en acciones concretas en cada nivel de la organización.

De manera general, puede decirse que los objetivos deberán cumplir con los criterios SMART de acuerdo con los siguientes conceptos expresados en inglés:

- Ser específicos (S)
- Medibles (M)
- Apropriados (A)
- Realistas (R)
- Acotados en el tiempo (T)

Los objetivos son reconocidos por la Rectoría o la Dirección como una misión para toda la Universidad o la empresa.

Las formas más comunes de expresar metas incluyen:

- Reducción definida: las metas energéticas se presentan en términos de una cantidad o porcentaje específico de disminución en el consumo de energía, como por ejemplo: una reducción del 15% o una cantidad específica (8,520 kWh al mes);
- Mejor desempeño: este objetivo apunta a un cierto nivel de desempeño en comparación con un punto de referencia: la línea base;

- Mejora de la eficiencia: las metas se expresan como una reducción en la intensidad energética o de un indicador de desempeño energético, como por ejemplo: 23.2 GJ/ton producida de acero; e
- Impacto ambiental: estos objetivos se traducen en ahorro de energía con la consecuente disminución de emisiones de GEI y se pueden expresar en toneladas de CO₂ por kWh o KJ consumidos.

Además, algunas organizaciones pueden encontrar útil establecer:

- Límite de metas: el nivel mínimo aceptable de desempeño; y
- Metas extendidas: los mejores niveles de desempeño que se utilizan como parámetro para la creación de algún incentivo en caso de cumplimiento.

5 Descripción de la etapa 4: Crear planes de acción del SGE documentados

Una vez que se tienen establecidos y registrados los objetivos y metas, la organización se encuentra preparada para el desarrollo de una hoja de trabajo para la mejora del desempeño energético, misma que es la base para la creación de los planes de acción.

Dotar de los recursos necesarios para implantar cada acción propuesta. Los recursos serán tanto humanos como los de conocimiento y habilidades especializadas, como de disposición tecnológica y recursos financieros.

Las organizaciones exitosas han utilizado un plan de acción detallado para asegurar un proceso sistemático orientado al seguimiento del desempeño energético. A diferencia de la política energética, los planes de acción se actualizan con mayor regularidad, con la intención de reflejar logros obtenidos, cambios en el desempeño y los cambios de prioridades.

Si bien el alcance y el tamaño de los planes de acción dependen de la organización, los siguientes pasos establecen un punto de partida para su desarrollo.

4.1 Designación de responsabilidades para todos los niveles del SGE

Las personas involucradas en los planes de acción deben ser informadas sobre las actividades que les han sido asignadas, además de las fechas compromiso, los recursos asignados y la forma en que serán evaluados los resultados esperados.

En este contexto es importante identificar funciones internas y así determinar quién debe participar y cuáles serán sus responsabilidades. Dependiendo de la organización y los planes de acción, esto puede incluir, para centros de educación superior, a las siguientes áreas funcionales;

- Profesores académicos
- Coordinación académica de la Universidad
- Grupos de interés de la Universidad
- Gestión de instalaciones y operaciones;

- Gestión financiera - inversión de capital y planificación del presupuesto;
- Recursos humanos – contratación de personal, capacitación;
- Mantenimiento;
- Procedimientos de adquisiciones, compras y equipos de energía, suministro de materiales;
- Diseño y construcción de edificios;
- Ingeniería;
- Desarrollo de nuevos productos o procesos;
- Comunicaciones y marketing; y
- Medio ambiente, salud y seguridad.

Asimismo, es necesario identificar funciones externas, determinando el grado de involucramiento de consultores y proveedores en general. En algunas organizaciones, se contratan todos los aspectos de los planes de acción, mientras que otras pueden optar por solo contratar proveedores o consultores específicos con un campo de acción limitado.

4.2 Establecer los plazos previstos para lograr las metas

Como se mencionó en el 4.1 las personas involucradas en los planes de acción deben ser informadas sobre las fechas compromiso. Los planes de acción deben estar documentados y actualizados en intervalos de tiempo definidos. Las variaciones de los planes de acción deberán llevarse en una bitácora que dé cuenta de ellos para los planes del futuro.

4.3 Establecer de los medio para lograr las metas

Para cada proyecto o programa dentro de los planes de acción, es necesario estimar los costos por cada acción en términos tanto de horas hombre como de gastos materiales, además de desarrollar una estrategia para justificar y obtener los recursos financieros y humanos necesarios.

Si se recurre a contratistas, se deben definir con claridad las especificaciones, indicadores o criterios se utilizarán para evaluar sus ofertas y establecer los acuerdos correspondientes, con el fin de no afectar el desempeño energético de la Universidad u organización. Una vez que la Universidad u organización ha seleccionado los proyectos de eficiencia y ahorro de energía que se realizarán, el plan considera los recursos necesarios e incluye la planificación, la implementación, la verificación y la comunicación. Se recomienda como mínimo establecer los parámetros siguientes:

- Las actividades a realizar y su cronograma;
- Los recursos necesarios para completar las actividades;
- La persona o personas responsables de completar las actividades, y
- Cómo se realizará la verificación de los resultados y la(s) mejora(s).

6 Descripción de la etapa 5: Implementación y operación

5.1 Plan de acción

La organización debe realizar un plan de actuación con las acciones concretas para la lograr de los objetivos propuestos en el Sistema de Gestión Energética. Cada acción debe documentarse y su amplitud depende del grado de detalle de las acciones energéticas. Asimismo se deben establecer responsables y plazos de logros.

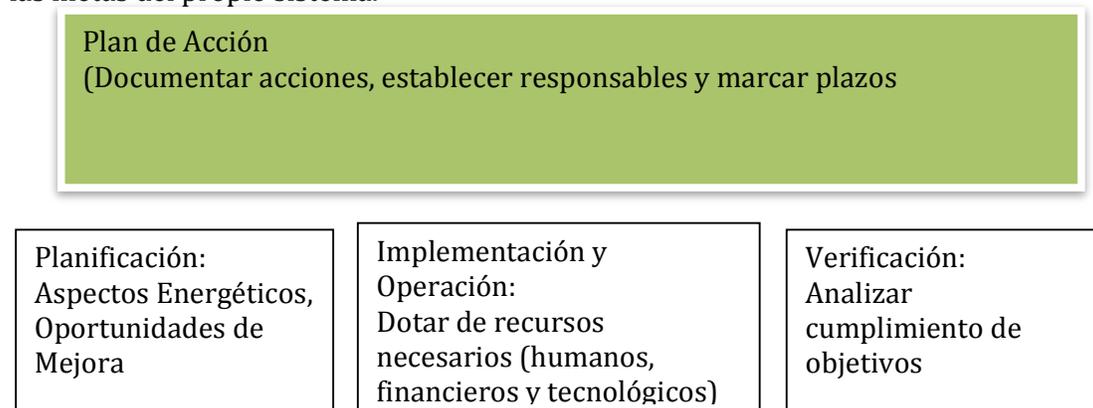
En general, existen tres etapas fundamentales para elaborar un plan de acción:

Planificación Energética (Plan): Consiste identificar los aspectos energéticos necesarios para el apoyo de asesorías externas para facilitar su implantación y oportunidades de mejora, así diseñar unos objetivos u metas que sirvan para transformar la política energética en acciones concretas.

Implementación y operación (Hacer): Dotar de los recursos necesarios para implantar cada acción propuesta. Los recursos serán tanto humanos como los de conocimiento y habilidades especializadas, como de disposición tecnológica y recursos financieros.

Verificación (Verificar): Analizar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en la política energética mediante las acciones implantadas.

Actuar -Revisión por la dirección (Contrastar resultados): El Sistema de Gestión Energética debe contemplar la práctica metódica y continua que recoja las rectificaciones necesarias detectadas en su aplicación que permita un mayor logro de las metas del propio sistema.



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Plan de Acción.

7 Auditoría a la Gestión Energética

Anualmente, la organización deberá someterse a una auditoría “in situ” con el documento “Elementos de Gestión Energética” por el Comité Energético. Estas Auditorías de seguimiento tienen como objetivos:

- Asegurar que la organización mantiene implantado y actualizado el SGE.
- Comprobar la eficacia del plan de acción con auditorías anteriores.
- Buscar una certificación de externa como ANSI/MSE 2000:2008; ISO 50001 y EN 16001.

Será importante que estas auditorías de seguimiento se hagan de forma anual, así como informar si existen variaciones en la actividad de las organizaciones.

Elementos del Modelo de Auditoría Energética

Si se aplica una evaluación de cumplimiento actual de un Sistema de Gestión de Energía a la UAMI, el resultado será mostrado en la tabla 12 de Elementos del Modelo de auditoría.

Tabla 12. Elementos del Modelo de auditoría.

Elementos a Evaluar	No. Elementos posibles	No. Elementos obtenidos	Calificación
1. Planificación energética	xx	xx	yy
2. Hacer energético	xx	xx	yy
3. Verificación	xx	xx	yy
4. Contrastar resultados	xx	xx	yy
<i>Total</i>	xx	xx	yy pts. de 10 posibles

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. Análisis Energético de las IES; Caso de estudio.

1 Introducción

El análisis del consumo de energía es una de las primeras tareas que se deben hacer para la implementación de un SGE una vez cubiertos los primeros requisitos. Se inicia con la identificación de las fuentes de energía empleadas, su magnitud y su variación anual. Es necesario contar con toda la información posible para poder tener una idea clara el qué, porqué y para qué de los consumos de energía. El consumo de energía en las IES es muy variado y depende fuertemente de su orientación. No consume los mismo una institución dedicada a las ciencias sociales que otra dedicada a la ingeniería o a la medicina. Depende de su ubicación geográfica y de su nivel de tecnificación. Aún más, en universidades con un espectro amplio de áreas de estudio, en los que se tienen edificaciones dedicadas, cada ambiente construido tendrá su propio estilo y forma de consumo de energía: un edificio administrativo, uno de salones de clase, uno de laboratorios de docencia o investigación o uno mixto. La constitución en edificaciones de cada IES es diferente y por lo tanto sus consumos de energía también lo serán. Es por ello que la elaboración de indicadores de energía es una tarea poco común de lograr de forma atinada, pues es multifactorial.

Una vez que se tienen identificadas las fuentes se debe analizar el consumo histórico, el cual, en los SGE, se debe dar seguimiento. Esos consumos dicen las variaciones de consumo a lo largo de los años, aunque hablan poco al respecto de los porqués. Si sube o baja la demanda eléctrica o el consumo de electricidad no quedan claras las causas, de no ser en los períodos vacacionales o de paro de actividades. Otro aspecto a tener en cuenta es el crecimiento en infraestructura del medio construido y de los equipos de trabajo y confort.

Para fines de ejemplificar esta actividad se ha tomado como caso de estudio a la UAM Iztapalapa (UAMI). De aquí que todos los análisis que se presentan son encaminados a esta IES.

2 Análisis el uso y consumo de energía en la UAMI

El análisis de consumo de energía en la UAMI se enfocó a la energía eléctrica, debido a que su consumo y facturación es preponderante respecto a los combustibles. Para este análisis se hizo un resumen de las variables energéticas extraídas de los recibos de facturación de energía eléctrica de la UAMI, para un periodo amplio del cual se tenían copias de los recibos que va del año 1986 a febrero de 2012 (41). Aunque se carece de varios recibos, inclusive en años completos como son los años 2005, 2006, y 2007, sí es posible analizar los comportamientos generales y sus tendencias. No se debe perder de vista que los valores de los recibos correspondientes a los años 2008-2010 se elaboraron con base en información de promedios históricos o con un medidor cuyo coeficiente no fue correcto, por lo que los valores numéricos solo nos darán información cualitativa y no cuantitativa. De esta manera los valores representativos de la situación actual son los del período febrero 2011 a diciembre de 2014.

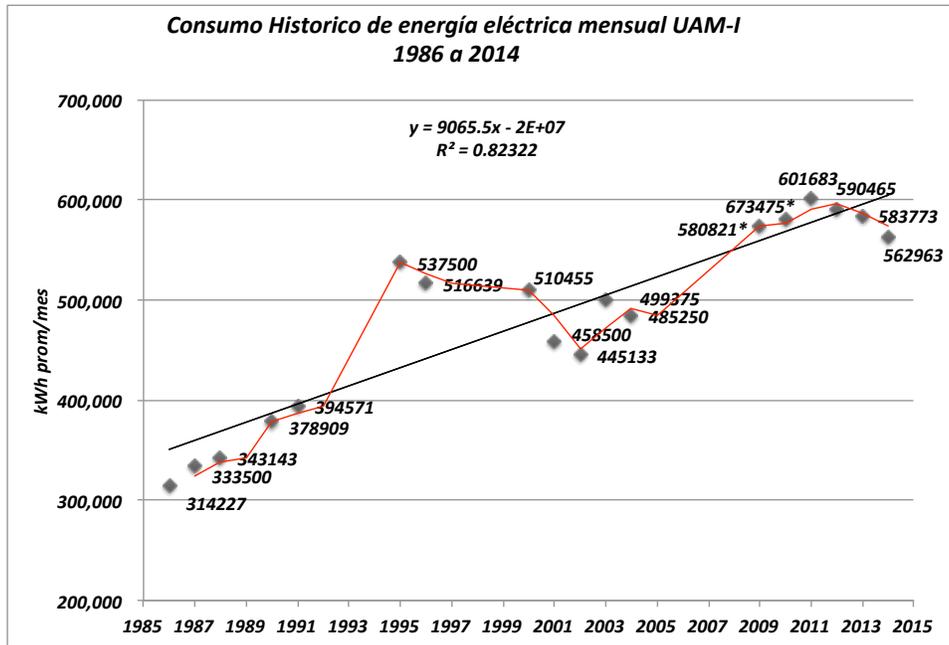
3 Consumo de energía eléctrica

Se ha realizado la comparación del consumo de energía eléctrica promedio por ciclo de facturación o mensual total entre 1986-2014 (Figura 28). En el período diciembre de 1985 a septiembre de 1988, el promedio mensual de consumo para el año 1986 fue con 314,227 kWh/mes, para los dos años siguiente hubo un pequeño crecimiento pero sostenido. En el período comprendido entre noviembre de 1989 y julio de 1991, el promedio mensual de consumo ascendió al orden de 8% anual, acorde con el incremento de las actividades docentes en la Institución. Cuatro años después, en 1995, el consumo promedio mensual de energía ya había ascendido más del 36% con relación al período 1990-1991, lo cual representó un crecimiento anual superior al 8%, lo cual muestra el gran dinamismo de las actividades universitarias. En el año de 1996 se cambió a tarifa horaria si bien el consumo promedio mensual fue ligeramente inferior, con un promedio de 516,639 kWh/mes.

Entre diciembre de 1999 y diciembre de 2002, el valor promedio anual fue respectivamente de 510,455, 458,500 y 445,133 kWh/mes en los años de 2000 a 2002 (Figura 28). Estos promedios son ligeramente inferiores a los observados en 1996, pero demuestran que la estrategia institucional adoptada para realizar el reemplazo de los sistemas de iluminación en toda la unidad tuvo un impacto significativo. En este lapso ya se estaba contratado en tarifa horaria, con lo cual consumir electricidad en horas pico representaba el triple del costo que en horario base.

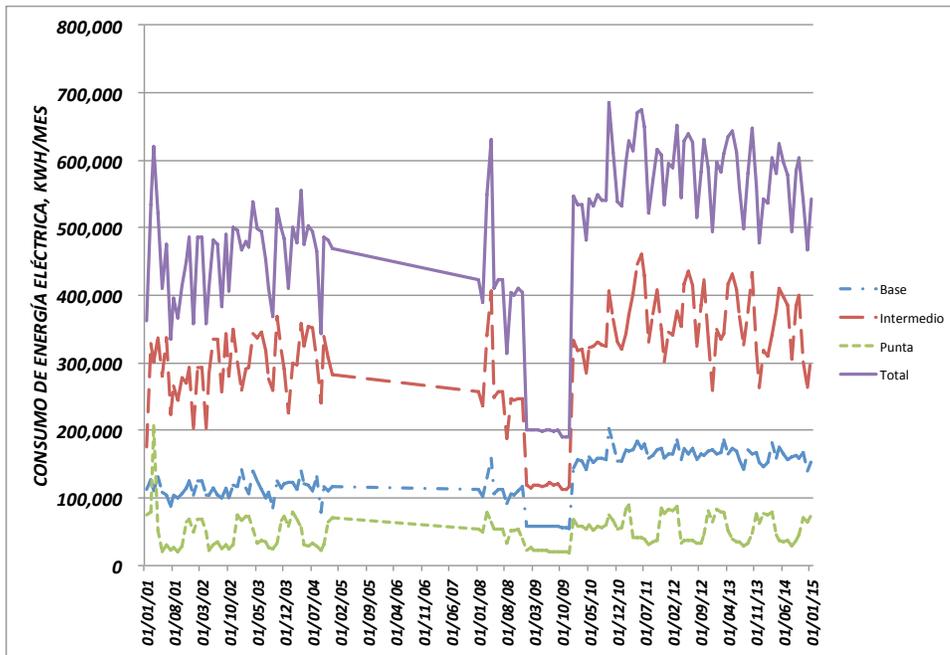
En los primeros meses del año 2006, se suscitaron varios problemas que desembocaron la falta de medición, estimación de los consumos y pagos y mediciones erróneas por lo que los datos disponibles de 2008 a 2010 no reflejan valores reales y deben ser tomados como indicadores del consumo de electricidad multiplicados X3 (Figura 29). Se considera que los datos reportados en los recibos a partir de febrero de 2011 son los correctos. El consumo promedio de energía en ese año es cercano a 608,000 kWh/mes.

Se puede observar que el mayor consumo de energía eléctrica se presenta en el período denominado intermedio con un porcentaje de 63%, al cual le sigue en período base con 28% y finalmente el punta con casi 9%. Asimismo, se aprecia que el consumo en horario punta disminuye en los meses de abril a octubre. Durante el período de noviembre de 2008 a diciembre de 2010, no fueron corregidos de acuerdo con lo mencionado en el párrafo anterior, por ello se ve un descenso en el consumo que no es real. Esta forma de consumo tiene impacto en los costos a pagar, ya que el consumo en horario punta representa, a la fecha actual, un costo unitario del doble en comparación con el horario base y 60% superior con relación al horario intermedio.



Fuente: Informe de la Asesoría de la Conservación de Energía, marzo 2012, J. J. Ambriz García y H. Romero Paredes y complementada con información actualizada a diciembre de 2014.

Figura 28. Consumo total mensual de energía eléctrica en la UAMI



Fuente: J. T. Ambriz García, H Romero Paredes. Informe de la Asesoría de la Conservación de Energía (Marzo, 2012) y complementada a enero del 2015 (41)

Figura 29. Evolución del consumo de energía eléctrica por período de la UAMI de 2001 a 2014.

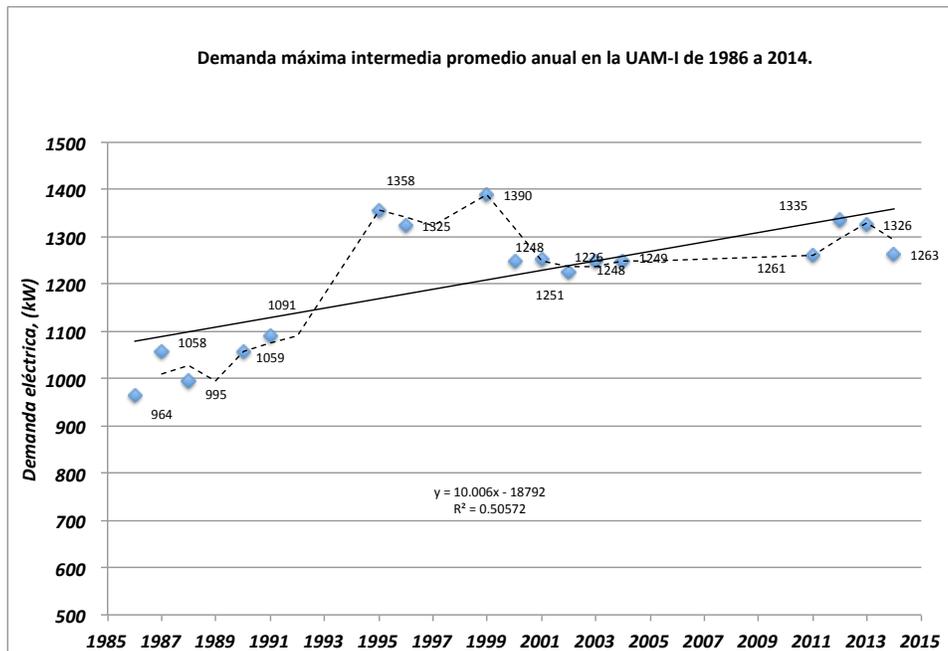
4 Demanda máxima de energía eléctrica

Se entiende por demanda máxima el valor máximo de la demanda media en cualquier intervalo de 15 minutos y se determina directamente en el medidor instalado por la empresa suministradora. Otra manera de entender a la demanda máxima es el valor instantáneo de todos los equipos y servicios que están encendidos simultáneamente en un momento dado.

En la figura 30 se puede observar que en los años de 1986 a 1991, la demanda máxima pasó entre 964 y 1091 kW mes, lo que significa la demanda aumentó en aproximadamente 9%.

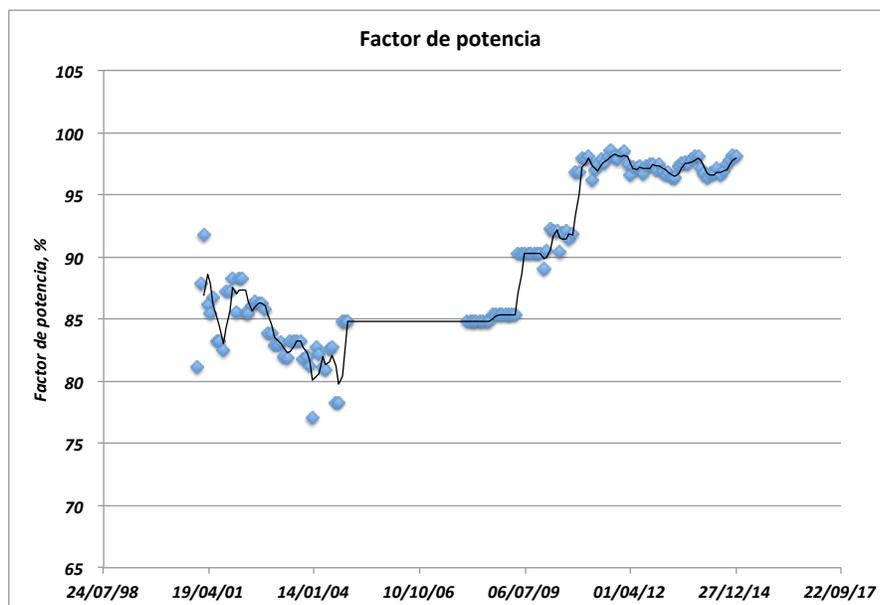
Cabe destacar que en esa época la UAMI tenía un contrato con LyFC para abastecer un máximo de 880 kW, lo cual ubicaba a la Institución en falta por 6 años. Hacia 1995, la demanda máxima ya había aumentado a 1390 kW, es decir, un poco menos del 3% anual. En el período de 2001 a 2004, la demanda disminuyó un 10% con relación a 1999, probablemente como resultado de los esfuerzos para disminuir el consumo de energía eléctrica en la iluminación mediante el cambio tecnológico de lámparas T-12 con balastro ferromagnético a T-8 con balastro electrónico. Para el período 2011 – 2014 se tienen las tendencias actuales de demanda de energía eléctrica. La demanda de energía eléctrica representa aproximadamente el 30% de la factura de electricidad, la que hay que mantener bajo la mira para evitar que se eleve y con ello la facturación. Este es un motivo más para impulsar y motivar la implementación de un SGE en la UAMI.

Figura 30. Variación de la demanda en período intermedio en la UAMI



5 Factor de potencia (FP) durante 1986-2015-I

De la información obtenida de los recibos para el período 1986-2014, se observa una disminución sostenida del factor de potencia (FP) y luego el incremento a valores por arriba de 90% (Figura 31). Durante el año 2000 desciende por debajo de 90% y empieza a pagarse una penalización o recargo en la facturación por 8 años consecutivos, situación que se corrige hasta que se hace el cambio de la red de distribución interna en 2009, con lo cual ahora el FP está en valores aceptables y se tiene una bonificación en la facturación. Durante un período se estuvo pagando una penalización por bajo factor de potencia (FP <0.9) derivado de la falta de seguimiento en el consumo y la facturación eléctrica. De haberse tenido un SGE se podría haber evitado con mucha facilidad. Hoy se ha corregido debido a los trabajos de cambio del sistema eléctrico en la Universidad.



Fuente: J. J. Ambriz García, H Romero Paredes. Informe de la asesoría de la conservación de energía (41)

Figura 31. Evolución del factor de potencia promedio mensual de la UAMI de 1986 a 2014.

6 Índices Energéticos

En las instituciones de educación superior, la construcción de un indicador no es tan obvia debido a la multiplicidad de actividades. ¿Cuál de ellas tiene mayor peso respecto al consumo de energía? ¿En qué medida se puede elaborar un indicador confiable, si es que se puede? o a caso, ¿deben generarse diversos indicadores?...

Indicador: Kilowatts hora/alumnos;

Para las IES el indicador ideal no existe. El consumo de energía es función de muchos parámetros y no de uno solo. Así, un edificio dedicado a aulas tiene un consumo de energía que depende de la iluminación activa, de los equipos de proyección y

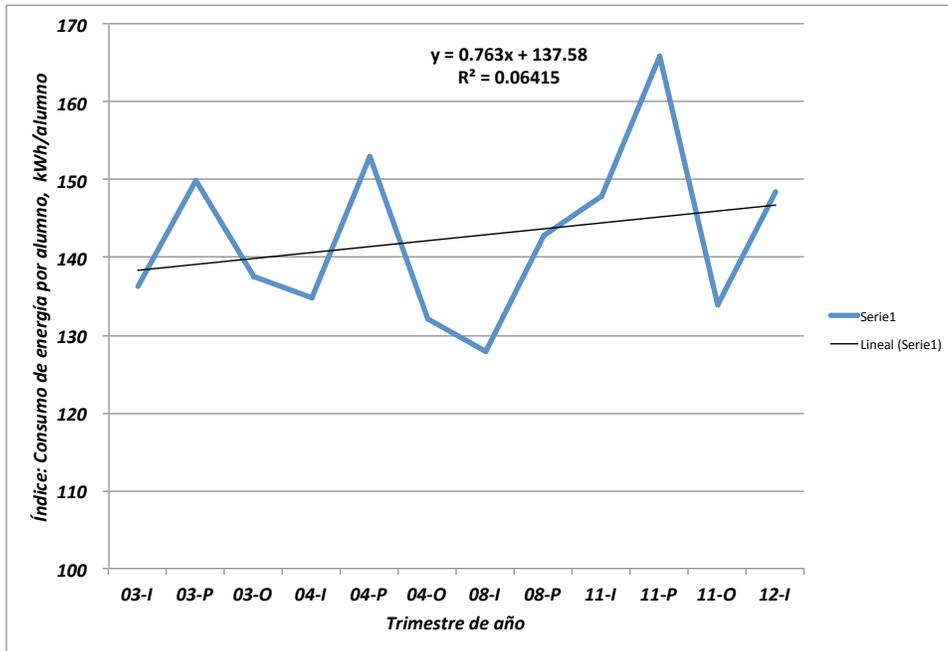
computadoras que eventualmente se estén empleando. Un edificio de investigación, donde puede haber laboratorios ligeros, el consumo de energía depende también de la iluminación, pero más intensamente de los equipos que se empleen y su tiempo de uso. Un edificio de oficinas su consumo preponderante será por iluminación y equipo de procesamiento de información y reproducción e impresión. Por consiguiente para una IES en su conjunto no existe un solo parámetro que domine sobre los otros sobre el consumo de energía.

Para el caso de la UAMI, se intentó generar un indicador con base trimestral respecto al número de alumnos inscritos. El indicador se puede describir como sigue: cantidad de electricidad consumida en la universidad para realizar su actividad (docencia, investigación y gestión) debido a iluminación, funcionamiento de equipos (de laboratorio y cómputo) y climatización principalmente, medida en kilowatts hora por cada alumno inscrito.

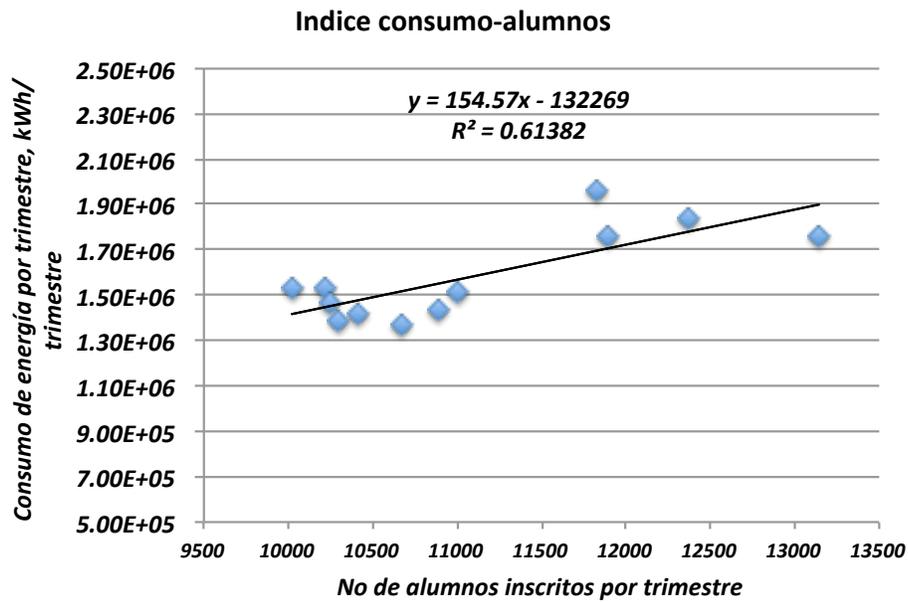
Para estos índices se tomaron los consumo totales de energía (kWh) de los recibos de facturación de la UAMI desde enero del año 2003 a febrero de 2012 y los alumnos inscritos en cada trimestre, en los que se han incluido los de nuevo ingreso, los reinscritos y los alumnos de posgrado. Esta información ha sido obtenida de los informes del Rector de la UAMI. Aunque también se carece de varios recibos, inclusive en años completos como son los años 2005, 2006, y 2007, sí es posible analizar los comportamientos generales y sus tendencias.

De la información obtenida se observa que el índice energético (kWh/Alumnos) por trimestre oscila mucho. El coeficiente de regresión lineal es 0.06415 por lo que hay una muy baja correlación entre el Consumo de energía total y el número de alumnos en la UAMI (figura 32). Esta baja correlación implica que en la UAMI el consumo de energía eléctrica no es función del número de alumnos que en ella toman sus clases. Claro está que el consumo de energía en la UAMI ha ido creciendo al paso de los años, mientras que la matrícula y el número de empleados se han mantenido casi constantes. El crecimiento en consumo es debido principalmente al crecimiento de la infraestructura de trabajo e investigación. La correlación en una gráfica de dispersión, y a la que se ha eliminado la información que a primera vista sale del comportamiento general entre el consumo de energía versus alumnos, presenta una dispersión menor, de donde se puede concluir que si bien la correlación no es buena en sí misma, sí existe una tendencia regular con un coeficiente de correlación de 61.3% (figura 33).

De acuerdo con la figura 33, el consumo de energía debido a otros factores es elevado, que es representado por la ordenada al origen y cuyo valor es de 132,269 kWh, el cual correspondería al consumo sin actividad académica.



Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de facturación e Informes del Rector de la UAMI
 Figura 32. Índice Energético (kWh/alumnos) evaluado trimestralmente.



Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de facturación e Informes del Rector de la UAMI
 Figura 33. Gráfica de dispersión del indicador del consumo de energía Eléctrica versus el No. de alumnos inscritos en el trimestre en la UAMI

Comparación entre Universidades

En la UAMI, como se ha mencionado, durante los años del 2009 al 2014 el consumo de electricidad se ha mantenido estable con un incremento casi constante. Ese incremento es debido fundamentalmente al crecimiento de la infraestructura física y equipo de investigación y docencia. El índice anteriormente calculado, puede ser comparado con otras universidades. Una búsqueda de valores similares, solo se encontraron datos de la Universidad Carlos III de Madrid. Es importante destacar el descenso en 2013 ya que el número de miembros de la comunidad universitaria es inferior al de 2012. Este descenso puede deberse al los cierres de la universidad en periodos de baja actividad que comenzaron a aplicarse en este año.

La Universidad Carlos III de Madrid ha aumentado el número de sus instalaciones en los últimos años. Esto implica que, aunque se han adoptado importantes medidas de eficiencia energética, el funcionamiento diario y el mantenimiento de estos nuevos edificios incrementan el consumo de energía. Esta situación conviene mucho para la comparación con la UAMI, pues presenta características similares.

Comparando las dos universidades se observa que este índice se ha mantenido estable y sin mucha variación y son muy similares en su orden de magnitud. La tabla 13 muestra la comparación del indicador calculado de una forma global por año.

IES	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Universidad Carlos III de Madrid	ND	816.5	818,46	790,77	815,27	798,92
UAMI	478.3	625.2	562.5	596.3	590.0	598.0

Fuente: Elaboración propia a partir de los recibos de facturación e Informes del Rector de la UAMI y de la Universidad Carlos III de Madrid,(2014).

Tabla 13. Indicador Kilowatt hora/alumno al año de dos universidades

7 Análisis específico de consumo de energía eléctrica en la UAMI

Demanda eléctrica

El consumo de energía eléctrica de las diferentes instalaciones de la UAMI fue medido en el año 2012 y ha sido descrito en un informe técnico elaborado por Ambriz y Romero Paredes para algunas subestaciones seleccionadas que alimentan a edificios específicos. En las mediciones de potencia se aprecia la diferencia en la forma de consumo que depende de la o las actividades que se desarrollan en ellos. En la gráfica de la figura 34 se muestra un detalle de las mediciones realizadas al transformador que alimenta al edificio I. Se aprecia que existe una fuerte variación en la demanda en un continuo sube-baja con un delta de 15 kW. Ese fenómeno seguramente se debe a un solo equipo que tiene una demanda eléctrica controlada por un triac o un relevador. Este edificio es un edificio de investigación netamente.

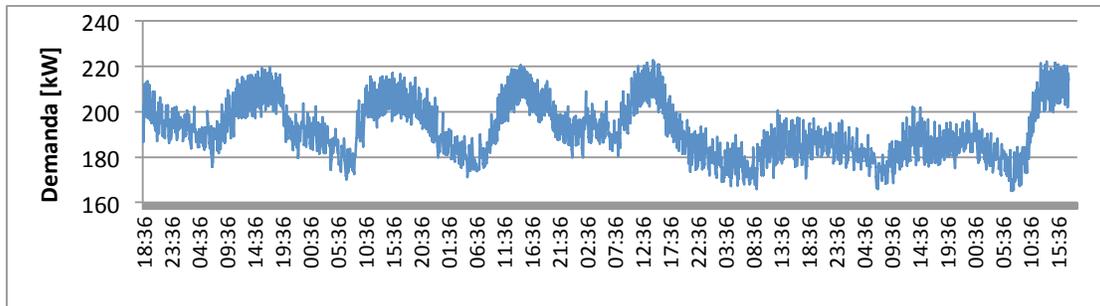


Figura 34. Demanda eléctrica medida en el Transformador TBT-P-01, Edificio I; (medición de Febrero 20, 2012 a Febrero 27, 2012) (41)

El comportamiento de la demanda del edificio I respecto a la del edificio T (figura 35) tiene un comportamiento similar en cuanto a su ciclo semanal, pero sus variaciones puntuales son mucho menores. El edificio T, es un edificio mixto que combina laboratorios de investigación y docencia con cubículos de profesores y estudiantes de posgrado y oficinas administrativas. La magnitud de la demanda en ambos edificios es muy diferente: El edificio I tiene una demanda máxima de 222 kW y una demanda base poco definida pero anda en los 180 kW. La demanda media ronda los 190 kW.

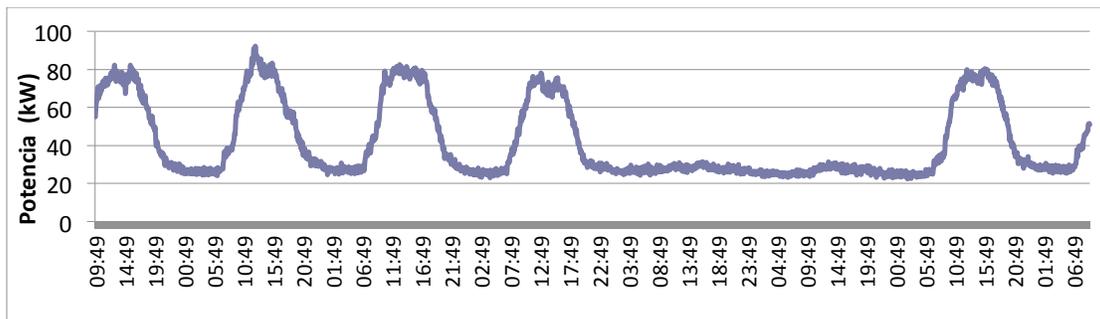


Figura 35. Demanda eléctrica medida en el Transformador TBT-P-03, Edificio T (medición de Febrero 20, 2012 a Febrero 27, 2012) (41).

El edificio T, por su lado, tiene una demanda máxima (en el período de medición) de 91 kW (figura 36), pero tiene una forma más convencional. Su demanda base se mantiene alrededor de los 25 kW, esto es, una diferencia de 66 kW que equivale a una reducción del 72%. Contrariamente de lo que sucede en el edificio I que es de 19%.

De acuerdo con la tabla 14, la demanda media eléctrica respecto al área construida en el edificio I es de 0.26 kW/m². Para el edificio T ese valor es muy inferior: 0.0051 kW/m². Al menos por unidad de área la diferencia en demanda eléctrica es enorme.

Haciendo este mismo comparativo con un edificio cuyo objetivo principal son aulas, se puede apreciar también una gran diferencia. Se pueden comparar los edificios B (L, P y G añadidos en la misma subestación), C, D y E (F añadido en la misma subestación).

Tabla 14. Distribución de edificios por actividades y áreas construidas.

	Edificio	Actividades	Nivel	Área (m ²)	Año de construcción	Antigüedad (años)
1	A	Rectoría, Secretaría, CSA	2	3,385	1974	38
2	AA	Aulas para cómputo	2	618	1997	15
3	B	Aulas, Coordinación de Sistemas Escolares, Teatro del Fuego Nuevo.	4	4,842	1978	34
4	C	Aulas, Salas audiovisuales, salón "verde", Auditorios "Cecoatecalli" y "Omecoatecalli".	3	4,365	1974	38
5	D	Aulas, Celex, Protección civil, Servicios audiovisuales, Sección de impresiones.	3	4,908	1974	38
6	E	Aulas, Auditorio Sandoval Vallarta y auditorios	4	5,182	1986	26
7	F	Oficinas y cubículos CSH	3	3,101	1997	15
8	G	Sala "Cuicacalli", galería, Sección de Recursos Humanos	2	726	1983	29
9	H	Oficinas y cubículos CSH	4	4,488	1977	35
10	AH	Anexo H, Ciencias Sociales y Humanidades	2	910	1993	19
11	I	Laboratorio Central: Supe cómputo, Microscopía Electrónica y RMN	2	730	1992	20
12	AI	Anexo I. Centro de Imagenología	2			
13	K	Kiosco	1	156	1980	32
14	L	Coordinación de Servicios de Información. Librería	4	8,872	1986	26
15	M	Actividades deportivas, Servicios médicos y Cafetería	2	1,251 2,379 1,193	1975 1982 1982	37 30 30
16	N	Squash, teatro al aire libre	2	523	1976	36
17	Ñ	Almacén y proveeduría	1	1,140	1983	29
18	O	Bodega o galerón	1			
19	P	Edificio de posgrado	2	1,226	1991	21
20	Q	Coordinación de Recursos Materiales, actividades culturales, talleres	2	3,158	1978	34
21	Q'	Coordinación de Servicios Generales	2	187	1989	23
22	Q1	Vigilancia y jardinería				
23	Q2	Almacén de reactivos y equipo				
24	Q3	Almacén de desechos tóxicos				
25	Q4	Bodegas de equipo de campo				
26	PP1	C.B.S. Biotecnología	1	461	1978	34
27	PP2	C.B.I. Ing. Química, Ing. en Energía, CBS	2	593	1983	29
28	PP3	C.B.S. Invernadero	1	52	1980	32
29	PP4	C.B.S. Carne y lácteos	2	296	1983	29
30	PP5	C.B.S. Invernadero	1	144	1990	22
31	PP6	Taller de cerámica	1			
32	PP7	C.B.S. Bioterio	2			
33	PP8	C.B.S. Planta acuícola	2	785	1990	22
34	PP9	Tratamiento de aguas residuales				
35	PP10	Planta piloto				
36	PP11	Laboratorios de Ing. Química				
37	R	Laboratorios de C.B.I y C.B.S.	4	5,916	1974	38
38	S	Oficinas, cubículos y laboratorios de CBS	4	9,296	1976	36
39	AS	Oficinas, cubículos y laboratorios de CBS	4	3,989	1993	19
40	T	Oficinas, cubículos y Laboratorios de CBI	4	11,385	1981	31
41	AT	Oficinas, cubículos y Laboratorios de CBI	4	5,468	1993	19
42	U	Laboratorios CBI.	1	187	1993	19
43	W	Ciencia y Tecnología Ambiental, CENICA. Laboratorios CBI y CBS.	4	3,713	1997	15

Fuente: Elaboración propia de Levantamiento realizado en 2014. Comunicación personal del Dr. Hernando Romero

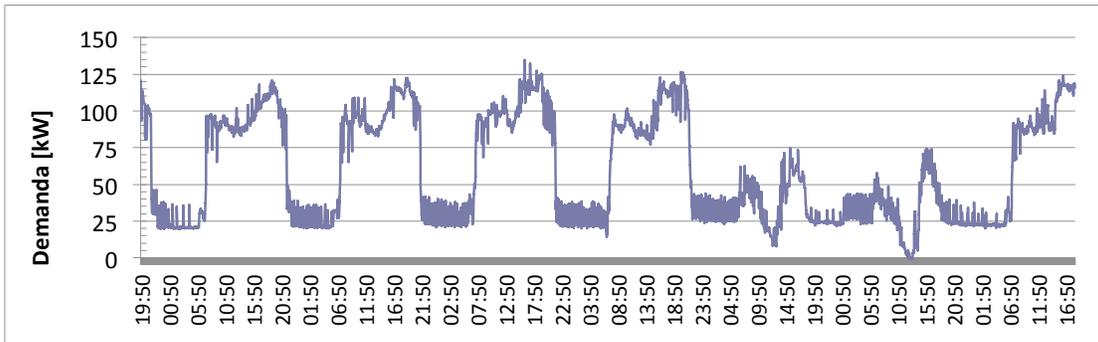


Figura 36. Demanda eléctrica medida en el Transformador TBT-P-13, Edificios B, L, P y G (medición de Marzo 5, 2012 a Marzo 12, 2012) (41)

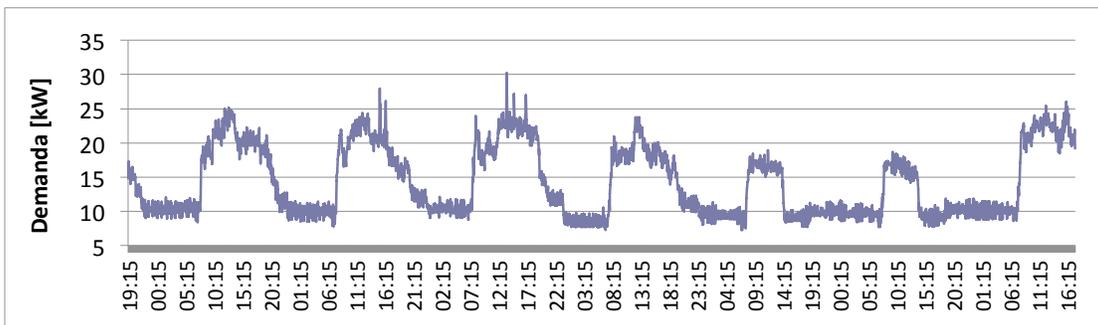


Figura 37. Demanda eléctrica medida en el tablero derivado, edificio C (medición de Marzo 12, 2012 a Marzo 19, 2012) (41)

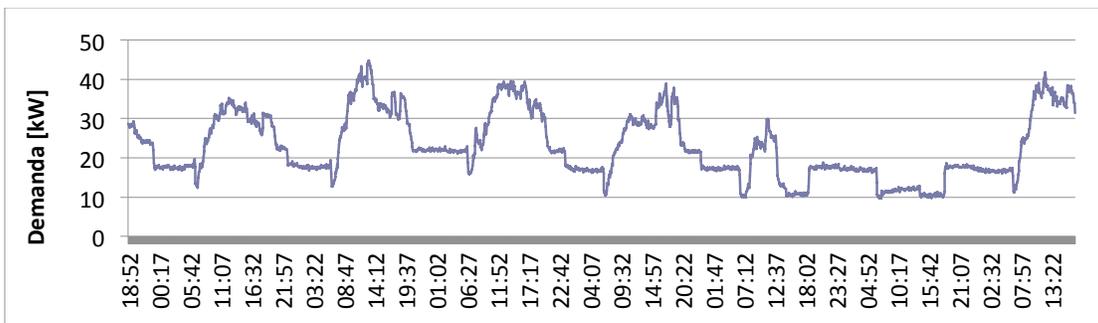
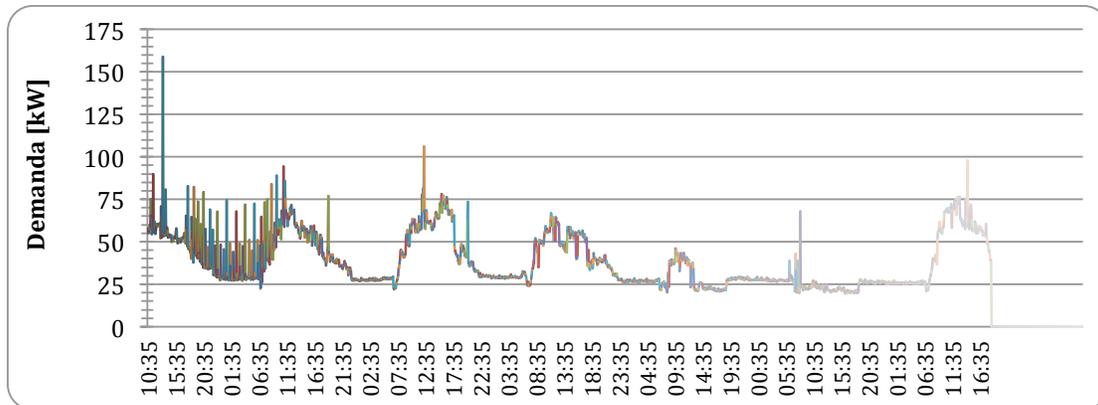


Figura 38. Demanda eléctrica medida en el tablero derivado, edificio D (medición de Marzo 12, 2012 a Marzo 19, 2012) (41)

Se aprecia que los edificios tienen un patrón similar en donde su índice de demanda eléctrica por unidad de área es entre $0.00604 - 0.00458 \text{ kW/m}^2$. Valores que son del orden de magnitud del edificio T (tabla 15).



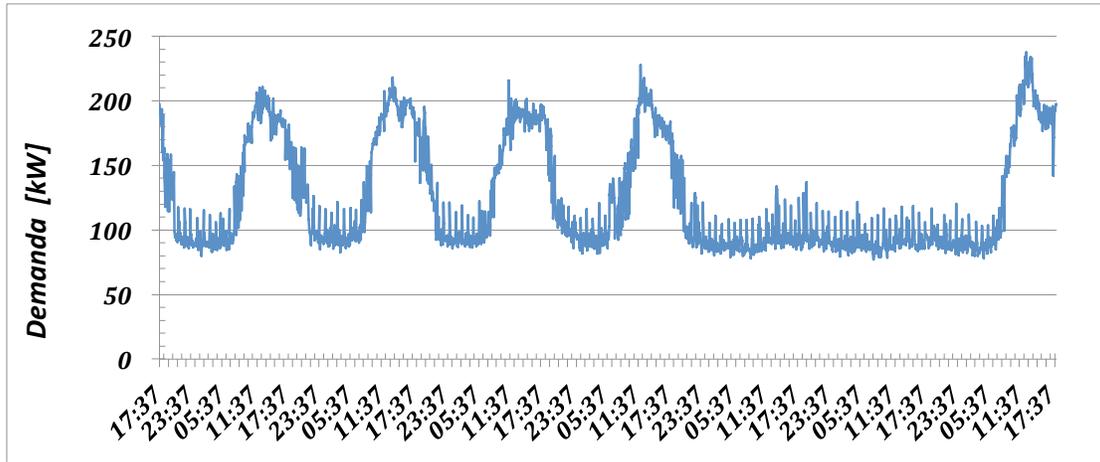
Fuente: Elaboración propia a partir de Instrumentos de Medición.
 Figura 39. Demanda eléctrica medida en el Transformador TBT-P-15, Edificios E-F (Medición de Febrero 28, 2012 a Marzo 5, 2012).

Tabla 15. Índice de demanda eléctrica (kW/m²) de edificios dedicados a salones de clase.

Edificio	Demanda máxima	Demanda base	Demanda media	Área	Índice
	kW	kW	kW	m ²	kW/m ²
B (L, P, G)	134.7	22	75	15666	0.00479
C	30.24	10	20	4365	0.00458
D	43	11	28	4908	0.00570
E (F)	106	23	50	8283	0.00604

Ahora bien si ese comparativo se hace respecto a edificios con actividades similares, como son los edificios T y S, se pueden apreciar diferencias significativas. En la figura 40 se aprecia una demanda máxima medida para el edificio S de 234 kW, que se presenta en un día lunes. La demanda base alcanza valores de 80 kW. Se observa que se presenta un fenómeno de fluctuaciones constantes en todo el período de medición, inclusive en sábado y domingo. Eso implica la existencia de cargas que entran y salen de forma automática. Todo hacer suponer que se debe a que a los sistemas de aire acondicionado y refrigeración quedan en operación de forma constante y posiblemente otros equipos no identificados.

El índice de demanda eléctrica para el edificio es de 0.0153 kW/m². Este es un valor que triplica el índice del edificio T (0.0051 kW/m²). Las implicaciones que esto tiene en el consumo de energía de la UAMI son muy importantes, pues sitúa al edificio S entre los de mayor consumo en el campus.



Fuente: Informe del Consumo de Energía Eléctrica, en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, (No. UAM-Mx-018)

Figura 40. Demanda eléctrica medida en el Transformador TBT-P-07, Edificio S (medición de febrero 6, 2012 a febrero 13, 2012)

Con objeto de conocer el peso específico que guarda la iluminación en el consumo de energía eléctrica, K. León (40) en su seminario de proyectos de la licenciatura de Ingeniería en Energía hace una estimación de la que puede estar consumiendo el campus por concepto de iluminación.

Consumo en iluminación

Del mismo informe de K. León (40) el consumo de energía eléctrica por iluminación representa un porcentaje entre el 20 al 40% del total de la energía eléctrica consumida en el campus, por lo que cualquier esfuerzo encaminado a hacer un uso más eficiente de la iluminación redundará en beneficios energéticos, económicos y ambientales. En la tabla 16 se resume la demanda eléctrica y el consumo de energía media mensual por concepto de iluminación.

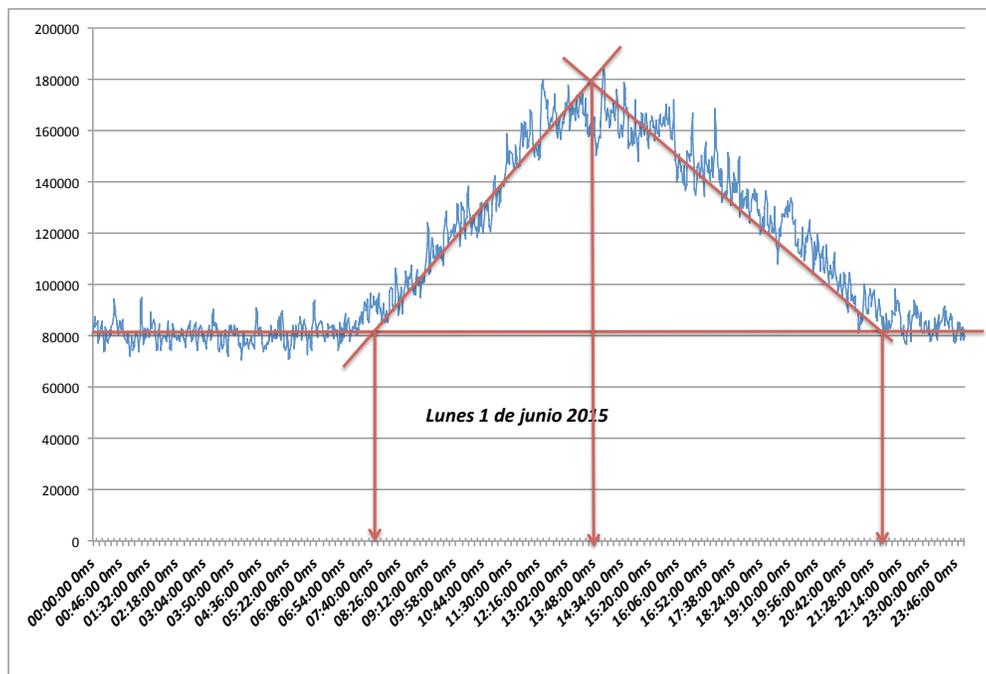
Tabla 16. Demanda y consumo de energía eléctrica por iluminación en edificios seleccionados

Edificio	Demanda kW	Consumo kWh/año	Consumo medio kWh/mes
A	13.05	88,224	7,352
B	29.74	89,290	7,441
C	23.55	96,594	8,050
F	40.00	180,000	15,000
L	45.75	122,382	10,198
M	7.24	20,851	1,738
S	45.81	203,630	16,969

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del seminario de proyectos de K. León, "Uso de la energía eléctrica en iluminación en la UAMI" (40).

En las mediciones realizadas entre el 6 y 13 de febrero del 2012 los valores encontrados en la demanda eléctrica fueron sensiblemente mayores (figura 40). La demanda en periodo base, entre las 00:00 y las 06:00, fue prácticamente igual a las mediciones actuales, de 90 kW. Esta crece en 130 kW y continúa con una tendencia de crecimiento hasta pasado el mediodía donde alcanza un máximo de 237 kW. Permanece con un promedio alto del orden de los 233 kW por un período de cuatro o cinco horas; posteriormente empieza a descender hasta llegar al horario nocturno, que comprende de las 00:00 a 06:00 horas, con una demanda que oscila entre los 90 y 120 kW.

Los valores nocturnos son elevados en ambas mediciones y el intervalo de variación es también elevado. Es en este período que se puede establecer la carga variable debido a los equipos de refrigeración y, tal vez, aires acondicionados. En la figura 42 se presenta el comportamiento de un día lunes en donde se observa la variación constante de demanda que ronda los 30 kW (equivalente 20 - 30 refrigeradores simultáneamente). También se han trazado las rectas de apoyo para estimar la hora de inicio y de término de labores. En la figura 43 se ha graficado la demanda para un período de 2 horas en la que se observa con mayor precisión esa variación.

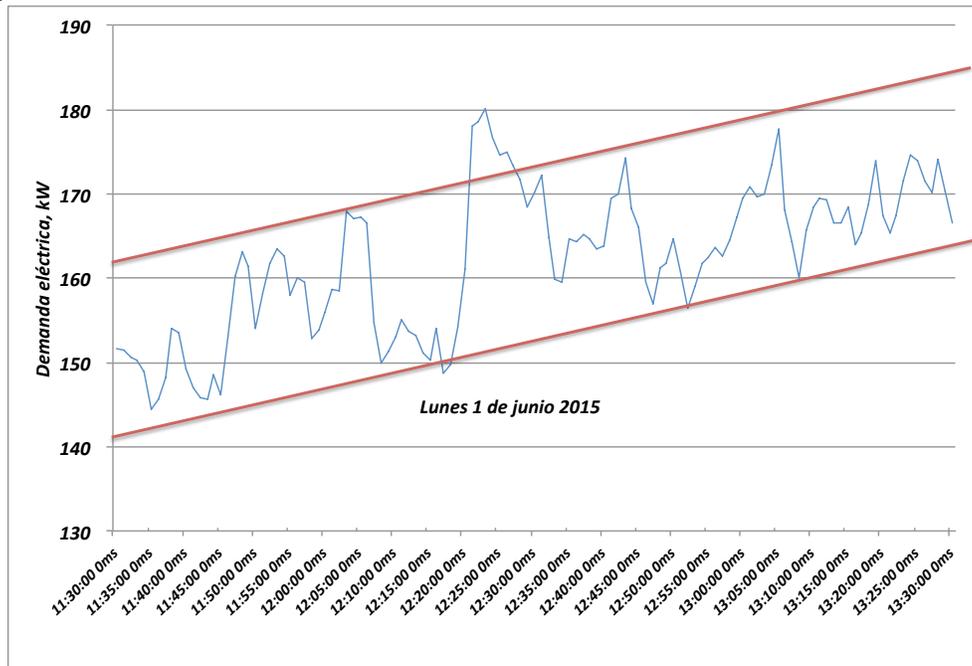


Fuente: Elaboración propia a partir de Instrumentos de Medición.

Figura 42. Demanda de energía eléctrica del edificio S en un lunes del mes de junio

Como se aprecia en la figura 41, el comportamiento de los días no hábiles podría considerarse casi constante en 90 kW a lo largo de los dos días, no distingue entre horario diurno y nocturno, de no ser por las variaciones que se presentan, lo cual son instantáneas y llegan a 110 kW promedio máximo. Estas cargas podrían atribuirse a

los aparatos utilizados en el edificio, los cuales requieren esa potencia de arranque y después se estabiliza a los 110 kW mencionados anteriormente.



Fuente: Elaboración propia a partir de Instrumentos de Medición.

Figura 43. Fluctuación de la demanda eléctrica en el edificio S

En las mediciones que se realizaron en el 2012 y fueron reportadas en el Informe del Consumo de Energía Eléctrica, en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, (41), El consumo de energía promedio en el edificio S de un día laboral fue de 2,633 kWh y para un día no laboral 1,963 kWh, lo que representa el 75 % del consumo del día laboral; es decir, la diferencia de consumo entre un día laboral y uno no laboral es de sólo el 25%. La estimación del consumo mensual de este edificio es de 73,941 kWh, lo que representó en el 2012 una contribución al consumo de la Unidad del 12.2%. En las mediciones realizadas en mayo – junio del 2015, el consumo promedio de un día laboral fue de 2686 kWh, superior en solo 2% al reportado en el 2012. En un día no laboral el consumo ascendió a 2058 kWh, superior en casi 5% al año de referencia.

- **Capacidad empleada del transformador.**

El Transformador TBT-P-07 tiene una capacidad de 500 kVA. De las mediciones se obtuvo que el valor máximo medido es de 253 kVA. Con este valor se calcula el porcentaje de uso del transformador que en este caso es de 50.6% de su capacidad total. Con el valor promedio de 120 kVA se tiene un porcentaje de uso del 24%. Este transformador reporta porcentajes de uso medio y por lo tanto se encuentra dentro de un margen aceptable.

- **Voltaje por fase.**

El voltaje no presenta una variación considerable a lo largo de la semana en la cual se llevó a cabo la medición. Los valores máximos en entre las fases están en 230 ± 2 V y los mínimos en 211 ± 2 V, con un promedio en 223 ± 2 V (figura 44).

El desbalance de voltaje es del 4.52 % para las mediciones de una semana, el cual está dentro del margen de porcentaje máximo recomendado (5%).

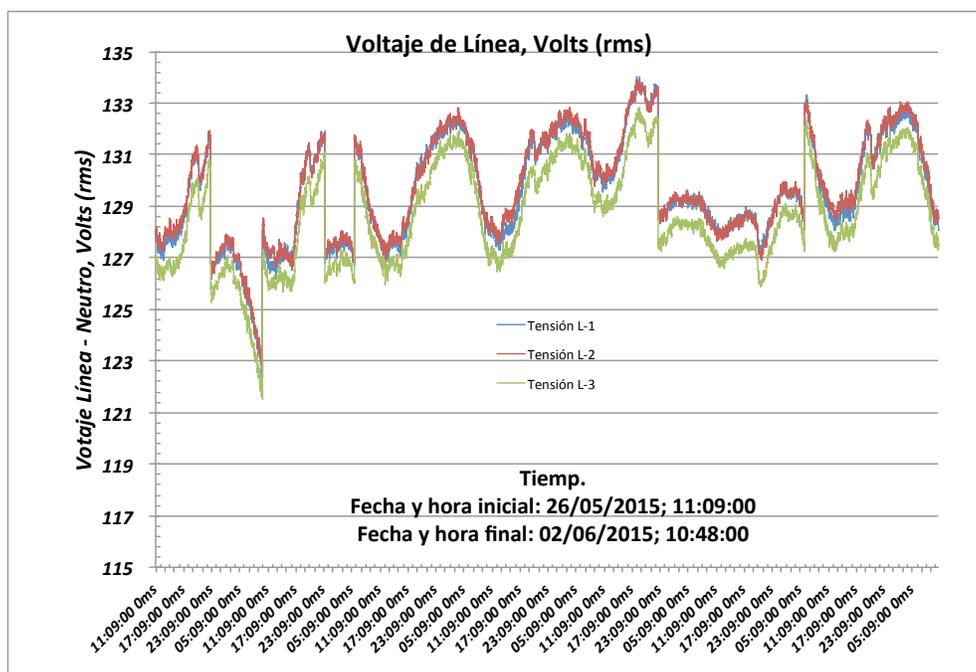


Figura 44. Variación del voltaje rms de línea - neutro para las 3 fases en el edificio S.

- **Factor de Potencia.**

El factor de potencia varía entre los valores de 81 % y 95 %. El factor de potencia en el horario de mayor actividad se encuentra por arriba del 90%. Durante el horario nocturno los valores oscilan entre los 86 % y 89 % con un promedio general de la semana de 87%, dando un factor de potencia menor al recomendado (90%).

En los días no hábiles mostró un comportamiento algo irregular pero siempre por debajo del 90%, por lo que se debe prestar atención al tipo de cargas que se están empleando, y tal vez convenga la instalación de un banco de capacitores para compensar ese bajo factor de potencia (hará falta hacer un estudio más amplio para confirmar esta propuesta).

En la figura 45 se muestra el comportamiento del factor de potencia que va en acuerdo con las variaciones que se presentan en la demanda de energía eléctrica.

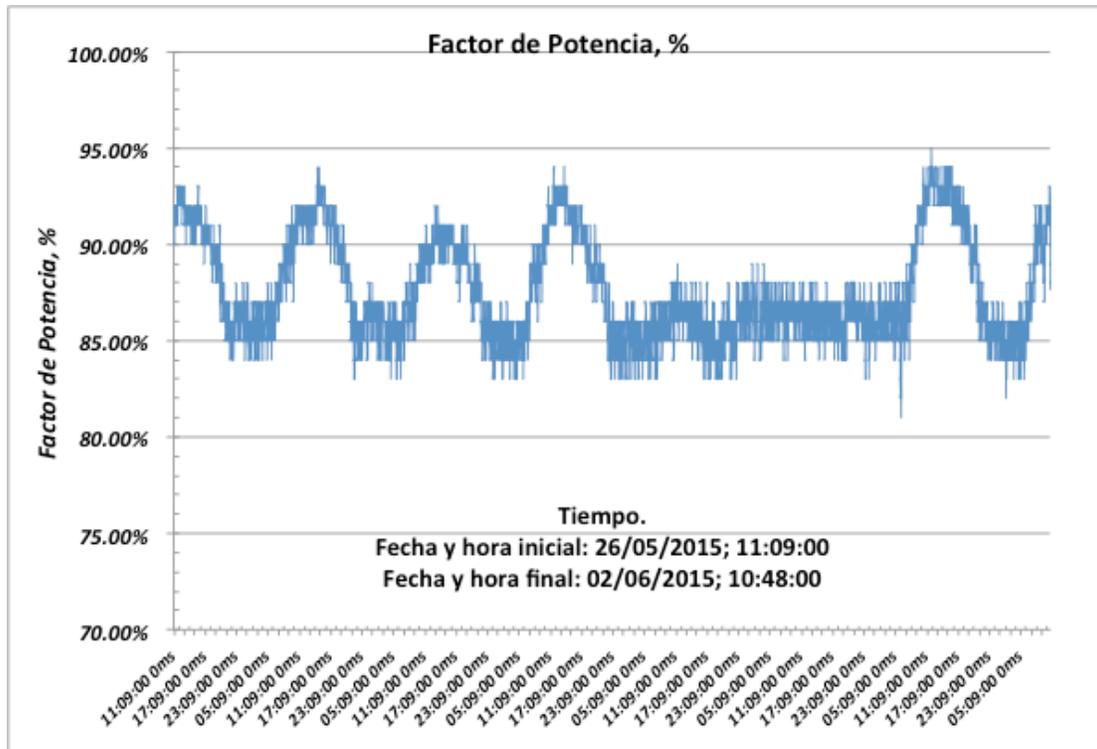


Figura 45 . Variaciones medidas del factor de potencia en el edificio S

- **Levantamiento de información de las cargas eléctricas**

El levantamiento de los usuarios de energía eléctrica en el edificio S, se organizó de tal manera que fuera fácil revisar y corroborar en cualquier momento a la información recabada. De esta manera, el edificio S se dividió en 8 secciones: 4 pisos y zona oriente y zona poniente de cada piso.

Para el levantamiento, las cargas se dividieron en seis grupos de usuarios: iluminación, refrigeración, aire acondicionado, muflas y hornos, incubadoras y *otros*. A su vez, *otros* se dividió en: computadoras y laptops, impresoras y fotocopiadoras, ventiladores y extractores (incluye campanas de extracción), cafeteras y despachadoras de agua, equipos de oficina (máquinas de escribir, radios, equipos de sonido, cámaras de seguridad, etc.) y equipos de laboratorio.

Como parte del desarrollo del programa de implementación del modelo SGE para la UAMI, en el siguiente capítulo se describe con detalle el modelo de implementación del SGE.

CAPÍTULO 5. Implementación del Modelo SGE en la UAMI

1 Implementación de la etapa 1; Compromiso con el SGE

Paso 1.1 Establecer una Política Energética.

Identificará los objetivos y metas energéticas coherentes y consistentes con los objetivos estratégicos de la organización.

La propuesta para la UAMI que propongo quedaría como sigue (la cual debe definirla y aprobarla la rectoría y Divisiones):

- ***Política de gestión de la energía para la UAMI:***

LA UAMI asume el compromiso de utilizar eficientemente la energía en sus instalaciones y actividades con el propósito de controlar, y minimizar los consumos de energía, sus costos, su impacto ambiental y contribuir a mitigar los efectos de las emisiones en el cambio climático.

LA UAMI impulsará los programas de eficiencia energética, asegurando que la Universidad trabaje de acuerdo con los principios establecidos en esta política y promoviendo la cultura energética, la sustentabilidad, la energía renovable y las alternativas de uso de energía.

LA UAMI establecerá objetivos y metas anuales para la mejora del desempeño energético y la reducción de las correspondientes emisiones de GEI. Asimismo, se asegurará la disponibilidad de la información y de los recursos necesarios para alcanzarlos. Para ello designará un representante(s) de la rectoría con las habilidades y competencias adecuadas para la gestión eficaz de la energía, con la responsabilidad de asegurar que el Sistema de Gestión Energética, se implemente, se mantiene y se mejora continuamente.

LA UAMI asume el compromiso mejorar de manera continua el desempeño energético de los usuarios de la energía, la eficiencia energética, control energético y el consumo energético en sus instalaciones y actividades durante todo el ciclo de vida de las mismas, optimizando la tecnología, el diseño de las instalaciones o renovaciones de la infraestructura, la operación de las instalaciones, y apoyará, acorde con el presupuesto establecido, la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes.

LA UAMI asegurará el cumplimiento de los requisitos legales vigentes, así como de aquellos otros requisitos relacionados con el desempeño energético.

Promoviendo la adaptación de sus operaciones a los cambios que se pudieran producir en el marco regulatorio vigente.

LA UAMI establecerá estándares comunes de gestión en materia de eficiencia energética en todas las Divisiones (CBI, CBS y CSH).

LA UAMI revisará, ajustará o modificará la política energética cada 3 años, la cual se presentará a Consejo Académico para que ésta emita sus comentarios y sugerencias.

Con el fin de promover la transparencia, la UAMI proveerá y comunicará a la comunidad universitaria periódicamente la información sobre su consumo de energía, emisiones de GEI y grado de cumplimiento de las metas establecidas. Todos los miembros de la comunidad universitaria están comprometidos con los objetivos y alcances.

LA UAMI considera que cumplir y hacer cumplir esta política es responsabilidad de todas las personas que participan en la organización.

Fecha: __/__/__ Rector de la UAMI

Firma_____

Fecha: __/__/__ Director de CBI

Firma_____

Fecha: __/__/__ Director de CSH

Firma_____

Fecha: __/__/__ Director de CBS

Firma_____

Paso 1.2 Responsable de la Gestión Energética

Asignar un grupo del personal para la implantación y operación del SGE, que se denomina “Comité de Gestión Energética (CGE)” y al “Responsable de la Gestión Energética”. Parte del compromiso del Rector consiste en designar un Responsable de la Gestión Energética con la habilidad, competencias definidas y autoridad para asegurar que el SGE se implemente y mantenga, y que se lleven a cabo acciones de mejora continua. El responsable del CGE es deseable que tenga el siguiente perfil:

- Liderazgo;
- Coordinación de equipos de trabajo;
- Comunicación verbal y escrita;
- Experiencia o conocimiento de procesos de mejora continua con base en sistemas de gestión;
- Habilidades analíticas básicas para entender el desempeño energético;
- Administración del tiempo; y
- Resolución de problemas.

Este Responsable del Sistema de Gestión Energética, dependiente de la Rectoría (Staf: llámese la entidad rectora de la unidad, la cual también puede ser la Secretaría de la Unidad), puede ser una persona interna a la organización o incluso externa; sus funciones clave incluyen:

- Identificar al personal que integrará el equipo de gestión de la energía;
- Coordinar y dirigir el Sistema de gestión de la energía en la organización;
- Establecer la comunicación entre las partes interesadas y la alta dirección;
- Sensibilizar sobre el tema de gestión de la energía;

- Proponer una política energética;
- Evaluar las oportunidades de reducción identificadas como consecuencia de una adecuada gestión de la energía;
- Elaborar el presupuesto anual que permita alcanzar los objetivos y metas planteadas anualmente.
- Gestionar la obtención de recursos para la operación, mantenimiento y mejora para el SGE;
- Asegurar la calidad de la información generada a través del tiempo;
- Identificar las necesidades de capacitación del personal involucrado;
- Fortalecer las competencias del personal de la organización; y
- Evaluar, analizar y comunicar los resultados del SGE.

Paso 1.3 Establecer un Comité de Gestión Energética

Un SGE se basa principalmente en un enfoque de trabajo de equipo. Su principal fortaleza es el aprovechamiento de las diversas habilidades y conocimientos de sus integrantes. El contar con un equipo de gestión de la energía aporta las siguientes fortalezas:

- Ofrece diferentes puntos de vista sobre temas de interés;
- Distribuye la carga de trabajo;
- Facilita la implementación;
- Apoya la toma de decisiones;
- Promueve una mayor aceptación y
- Mejora las perspectivas para mantener el sistema.

El tamaño, composición y responsabilidades del Comité de gestión energética varía acorde a la estructura de la organización. Es por esta razón que es recomendable incluir un colaborador por cada área relevante en términos del uso y consumo de energía.

Algunas de estas áreas relevantes de la Universidad pueden ser:

- Secretaria de la Unidad
- Coordinación de sistemas administrativos;
- Coordinación de vinculación académica;
- Coordinación de recursos materiales
- Comisión de Higiene y Seguridad;
- Cada una de las divisiones académicas.

Paso 1.4 Definir el alcance y los límites del SGE.

La UAMI cuenta con 24 edificios. Entre las principales dedicaciones se tienen: aulas, talleres, laboratorios de investigación y de docencia, cubículos de investigación y oficinas Administrativas. Todos los edificios cuentan con electricidad.

Alcance y límites aceptables que UAMI puede definir, por ejemplo como se enlista en la tabla 17:

Tabla 17. Alcances y los límites del SGE

Aceptable	
1.0 Alcance aceptable	Todas las instalaciones de la UAMI
1.1 Límites aceptables	Diagnóstico energético en la UAMI Usuarios significativos de energía (Tabla 16)
2.0 Alcance aceptable	Gestión de Electricidad, Sistemas Fotovoltaicos, Diesel, Gas L.P.
2.1 Límites aceptables	Gestión de Electricidad; demanda máxima y demanda en horas nocturnas en la UAMI
Etc.	

Fuente: Elaboración propia.

Paso 1.5 Elaborar el Manual de Gestión Energética

Se trata del documento básico del sistema de gestión que proporciona una visión conjunta del sistema de gestión. El índice operativo de un manual de SGE será como el descrito en el capítulo 5 y el siguiente índice de documentación/registros sobre el Manual de Gestión Energética.

Documentos/registros

- El alcance y los límites del SGE
- La política energética
- Los objetivos energéticos, las metas energéticas y los planes de acción
 - La organización del SGE
 - Registros de las evaluaciones de cumplimiento de requisitos legales
 - La planificación energética
 - Metodología de la revisión energética, así como las oportunidades de mejora del desempeño energético
 - El registro de la línea base, los IDE (Indicadores de desempeño energético)
 - Los registros de los resultados del seguimiento y medición de las características principales
 - Los registros de las calibraciones y de otras formas de establecer la exactitud y la repetitividad de los equipos de medición
 - Los registros relacionados con la competencia, formación y toma de conciencia
 - La decisión relativa a la manera de realizar las comunicaciones del SGE
 - Los registros de los resultados de las auditorías internas
 - Los registros de las acciones correctivas y preventivas llevadas a cabo por la UAMI
 - Los registros de las revisiones por el Comité de Gestión Energética
 - Otros documentos determinados por la UAMI como necesarios, como planes de mantenimiento.
- Los Documentos actualizados y confiables de:
 - Diagrama de la UAMI
 - Consumos energéticos: electricidad y combustibles.

- Plano de medidores eléctricos.
- Organigrama de la UAMI y organización de otros sistemas implementados.
- Tecnologías.
- Sistema de control documental.
- Informes de gestión.
- Planes de mantenimiento.
- Control operacional de equipos e instalaciones.
- Herramientas de seguimiento y medición.
- Indicadores operacionales (energéticos si es que existen).
- Criterios energéticos de compras.
- Procedimientos ya existentes.
- Documentos de otros sistemas de gestión operativos.

El organigrama propuesto para la UAMI se muestra en el figura 46.

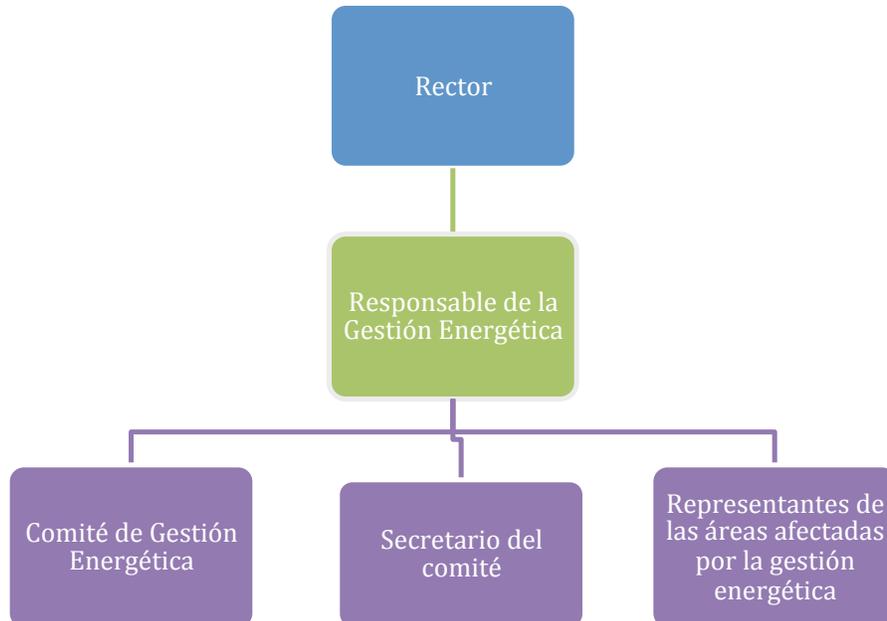


Figura 46. Diagrama de organización propuesto para la UAMI del SGE

La descripción de los diferentes roles y responsabilidades que ya se han expuesto en este trabajo se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Roles y responsabilidades de SGE

Tabla de roles y responsabilidades de SGE	
Rectoría, Secretaría y/o las Divisiones	<p>Definir, establecer, implementar y mantener la política energética</p> <p>Designar un representante de la Rectoría y aprobar la creación de un equipo de gestión de la energía)</p> <p>Suministrar los recursos necesarios humanos, tecnológicos o financieros, para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGE y el desempeño energético resultante</p> <p>Identificar el alcance y los límites a ser cubiertos por el SGE</p> <p>Comunicar y hacer a los trabajadores conocedores de la gestión de la energía dentro de la UAMI</p> <p>Establecer objetivos y metas energéticas, de acuerdo con las características de la UAMI</p> <p>Considerar el desempeño energético en la planificación a largo plazo y asegurar que los indicadores de desempeño energético (IDE) son apropiados para la UAMI</p> <p>Realizar revisiones por la Comité, de manera periódica</p>
Responsable de la Gestión Energética	<p>Asegurarse de que el SGE se establece, implementa, mantiene y mejora continuamente, de acuerdo con los requisitos del SGE</p> <p>Identificar a las personas que trabajen en las actividades de gestión de la energía</p> <p>Informar a la Rectoría sobre el desempeño energético; los usos significativos de la energía; eficacia de los planes de acción en el logro de los objetivos metas; evolución del consumo de energía real contra lo esperado; Reducción de costos; Control del SGE, Cumplimiento de los requisitos legales; Resultados de auditorías y seguimiento a auditorias;</p> <p>Otros. (Ver capítulo 5.)</p>
Comité de gestión de la energía (CGE)	<p>Representar a la Rectoría,</p> <p>Analizar los consumos de energía en las distintas áreas, así como proponer y recopilar las propuestas o ideas de ahorro</p> <p>Garantizar el seguimiento de las acciones en curso, así como su implementación, responsables y fechas de cumplimiento</p>

Presentar y evaluar la implementación del sistema de gestión al resto de la comunidad Universitaria

Dar seguimiento de las correcciones de no conformidades; el estado de madurez áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de energía y las inversiones para su mejora.

Otros. (Ver capítulo 5.)

Secretario del
Comité

Efectuar la convocatoria de las sesiones, como también otras comunicaciones a sus miembros

Redactar las minutas de cada sesión así como las actas de las reuniones

Otros. (Ver descripción detallada en el capítulo 5.)

Fuente: Elaboración propia.

Los procedimientos son documentos que completan el manual de gestión y en ellos se identifican las actividades, los responsables y sus funciones dentro del SGE, haciendo un directorio y tabla de responsabilidades (tabla 19).

Levantar y recopilar información de datos a sobre sistemas de gestión existentes en la UAMI como la de una copia de los recibos de CFE de los últimos cuatro años (ejemplo de factura de energía eléctrica de CFE para la UAMI, Figura 47).

Tabla 19. Directorio de contactos interno para el SGE

Directorio de contactos interno para el SGE				
No.	Nombre	Cargo UAMI	Teléfono	Cargo y responsabilidades en el CGE
1				Responsable de la Gestión Energética (RGE) de Rectoría
2				Secretario del Comité
3				RGE de CBI
4				RGE de CBS
5				RGE de CSH
6				Jefe de Mantenimiento
7	Dr. Hernando Romero Paredes Rubio	Profesor Investigador	58044600 ext 1241	Miembro del Comité (CGE)
8				

Fuente Elaboración propia.

Paso 1.6 Evaluación de cumplimiento actual de un Sistema de Gestión Energética

Se analizó la evaluación de cumplimiento actual del SGE de la UAMI de los requerimientos que establece en esta metodología integrada por 8 etapas en el Manual de Gestión Energética (Tabla 7) de este Trabajo.

El resultado es desastroso como se menciona en más adelante en el paso 6.3 (Auditar internamente el SGE), donde la calificación obtenida es (1.8/10), lo cual es natural y el reto es llevarla a la máxima calificación.

Se identificaron los elementos que la UAMI ha desarrollado y que son factibles de integrar en el SGE, así como los elementos que requieren ser desarrollados. Con el análisis de estas brechas, se podrán estimar los esfuerzos específicos que requiere la implementación en la UAMI.

Tabla 20. Evaluación de cumplimiento actual de un SGE

P D C A	Pasos	Brechas ó incumplimientos identificados	Áreas involucradas	% de Avance	Plan de cierre de Brechas
Planear	1.1 Establecer una Política Energética y su compromiso.				
	1.2 Designar un Responsable de la Gestión Energética				
	1.3 Establecer un Comité de Gestión Energética				
	1.4 Definir el alcance y los límites del SGE				
	1.5 Elaborar el Manual específico de Gestión Energética				
	1.6 Evaluación de cumplimiento actual de un SGE				

P D C A	Pasos	Brechas ó incumplimientos identificados	Áreas involucradas	% de Avance	Plan de cierre de Brechas
	2.1 Identificar y evaluar requisitos legales				
	2.2 Revisión energética				
	2.3 Establecer la Línea de base energética				
	2.4 Establecer la Indicadores de desempeño energético				
	2.5 Aprender de los errores pasados				
	3.1 Considerar sus condiciones financieras, operacionales, opciones tecnológicas				
	3.2 Estimar el usos significativos de la energía (USE's) y las oportunidades de mejora del desempeño energético (OMDE's)				
	3.3 Objetivos y metas son coherentes con la política energética				
	4.1 Designar de responsabilidades para todos los niveles del SGE				
	4.2 Establecer los plazos previstos para lograr las metas				
4.3 Establecer de los medio para lograr las metas					
Hacer	5.1 Elabora la Matriz de competencias para personas que usen significativamente la energía				
	5.2 Dar seguimiento al proceso de concientización				
	5.3 Elaborar un plan de comunicación				
	5.4 Establecer requisitos de la documentación				
	5.5 Establecer Control operacional				
	5.6 Diseñar y/o Diagnosticar Desempeño Energético				
	5.7 Adquirir de servicios de energía, productos, equipos y energía				
Verificar	6.1 Dar Seguimiento, medición y análisis				
	6.2 Evaluar el cumplimiento de los requisitos legales				
	6.3 Auditar internamente el SGE				
	6.4. Contar con un plan de corrección de no conformidades, corrección, acción correctiva y				

P D C A	Pasos	Brechas ó incumplimientos identificados	Áreas involucradas	% de Avance	Plan de cierre de Brechas
	preventiva				
Actuar/	7.1 Proporcionar reconocimiento interno				
	7.2 Recibir el reconocimiento externo				
	8.1 Realizar revisiones por la Dirección				
	8.2 Tomar decisiones para mejorar el SGE				
	Instrucciones de Trabajo				
	Especificaciones Técnicas				
	Políticas energéticas				
	Alcances de las inversiones				

Fuente Elaboración propia.

2. Implementación de la etapa 2; Evaluar el desempeño energético

Paso 2.1 Identificar y evaluar requisitos legales.

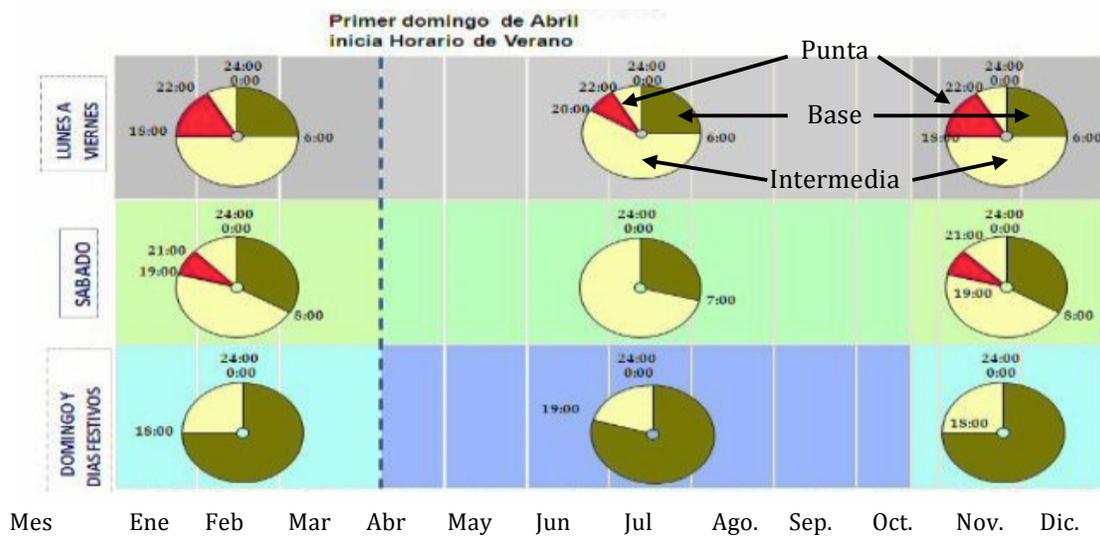
En esta revisión se encontró los requerimientos legales aplicables y estándares voluntarios que ayudan a cumplir con las metas y objetivos. En la tabla 21 y 22 se muestra un ejemplo desarrollado. En esa revisión se debe considerar que la energía eléctrica en tarifa HM, como lo está la UAMI, tiene sus variaciones respecto a la época del año, en función de los horarios de verano e invierno (figura 48)

Tabla 21. Requisitos referentes al uso, consumo de energéticos y eficiencia energética

Requisitos referentes al uso, consumo de energéticos y eficiencia energética		Restricción Legal u Organizacional
Uso de energía	Iluminación Aire acondicionado Incubadoras Mufflas y hornos Computadoras y Laptops Impresoras y fotocopiadoras Ventiladores y extractores Cafeteras y despachadores de agua Equipos de oficina Equipos de laboratorio Otros	No Existe Actualmente
Consumo de energía	Carga instalada de 1143 kW	Se paga el 16% IVA al importe de energía

Requisitos referentes al uso, consumo de energéticos y eficiencia energética	Restricción Legal u Organizacional									
<p>Demanda contratada de 920 KW</p>	<p>La demanda máxima registrada en el mes no debe ser mayor a lo contratado de lo contrario se tendrá que pagar una aportación por cada KVA.</p> <p>Las tarifas eléctricas de media tensión y negocio de más de 25 KW contratados (que es el caso de la UAMI) incluyen, además del cargo de consumo (KWH) un cargo por demanda máxima (KW), este aspecto es de suma importancia y requiere de un debido control de proceso.</p> <p>Se paga el 16% IVA al importe de energía.</p> <p>Depósitos de garantía: 2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda facturable a la demanda contratada</p>									
Consumo KWH	Tarifas Horarias HM (ver siguiente figura)									
Eficiencia energética	<p>se aplica una penalización cuando el F.P. (Factor de Potencia) es < al 90% o bonificación cuando el F.P. es > al 90% conforme a lo siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="699 829 1193 982"> <thead> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>FÓRMULA</th> <th>% MÁXIMO APLICABLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BONIFICACIÓN</td> <td>$\frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>PENALIZACIÓN</td> <td>$\frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: CFE Factor de Potencia 2014</p>	CONCEPTO	FÓRMULA	% MÁXIMO APLICABLE	BONIFICACIÓN	$\frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$	2.5	PENALIZACIÓN	$\frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$	120
CONCEPTO	FÓRMULA	% MÁXIMO APLICABLE								
BONIFICACIÓN	$\frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$	2.5								
PENALIZACIÓN	$\frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$	120								

Fuente: Elaboración propia.



Mes Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Sep Oct Nov Dic.

Fuente: www.cfe.gob.mx/

Figura 48: Tarifa Horarias HM de CFE para la UAMI (Centro)

Para entender esta grafica se tiene que tener claro los siguientes conceptos:

- Energía de Punta es la energía consumida durante el Periodo de Punta.
- Energía Intermedia es la energía consumida durante el Periodo Intermedio.

- Energía de Base es la energía consumida durante el Periodo de Base.

Tabla 22. Evaluación de cumplimiento actual de un SGE
IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS LEGALES Y OTROS REQUISITOS.

MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES								
Nombre del requisito	Tipo de requisito Legal = L Otro = O	Medio de Cumplimiento	Identificación	Institución	Nivel de cumplimiento	Responsable	Medio de seguimiento	Plan de acción/ Fecha de siguiente revisión
NOM-022-STPS-2008	L	Dictamen/ visitas de inspección/ visitas de verificación	Documentos controlados	STPS	N.D.	Área de Mtto.	DOF	Plan del Área Mtto./Anual
NOM-029-STPS-2011	L	Dictamen/ visitas de inspección/ visitas de verificación	Documentos controlados	STPS	N.D.	Área de Mtto.	DOF	Plan del Área Mtto./Anual Procedimiento de Seguridad Eléctrica
NOM-001-SEDE-2012	L	Dictamen/ visitas de inspección/ visitas de verificación	Documentos controlados	STPS	N.D.	Área de Mtto.	DOF	Plan del Área Mtto./Anual
Tarifa HM	L	Pago de Facturación	Documentos No controlados	CFE	100%	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Mensual
NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011	O	Acta de aceptación/ Certificación	Documentos controlados	ANCE-IMNC	N.D.	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Anual
UNE-EN 50.160	O	Certificación	Documentos controlados	AEN/CTN	N.D.	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Anual
CEI 61000-4-30	O	Certificación	Documentos controlados	AEN/CTN	N.D.	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Anual
NFPA 70	O	Certificación	Documentos controlados	NFPA	N.D.	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Anual
NFPA 70E	O	Certificación	Documentos controlados	NFPA	N.D.	Área de Mtto.	Internet	Plan del Área Mtto./Anual
LEY CFE 2014	L	Dictamen/ visitas de inspección/ visitas de verificación	Documentos controlados	CFE	N.D.	UAMI	Internet	Plan del Área Mtto./Anual

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Cuando se dice que es Legal (L), significa que es de carácter obligatorio y cuando se dice que es Otro (O), significa que No es de carácter obligatorio.

Paso 2.2 Revisión energética.

Se debe hacer periódicamente una revisión energética como la elaborada en el CAPÍTULO 4. Análisis Energético de las IES; Caso de estudio (como un análisis de consumo, demanda, factor de potencia histórico, sus comportamientos con equipo de medición, los voltajes por fase.), además de esta se muestra a continuación una revisión general de la UAMI.

Las fuentes de energía en esta revisión energética solo se incluyeron la electricidad suministrada por CFE. La etapa de medición y recolección de datos fue obtenida de los recibos de CFE.

Tabla 23. Datos Generales de la Universidad Autónoma Metropolitana

Datos Generales:	
RPU:	147761001931
Nombre:	UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
Cuenta:	82DN30E018213050
División:	VALLE DE MEXICO SUR
Zona:	ERMITA
Agencia:	SANTA CRUZ III
Dirección:	AV. MICHOACAN Y AV. PURISIMA
Entidad:	DISTRITO FEDERAL
Municipio:	IZTAPALAPA
Tarifa:	HM
Giro:	M307
Hilos:	3
Tipo del Suministro:	Alta-Alta SinCgo
Tipo Servicio:	PUBLICO
Carga Instalada:	1,143 (2013) 2,657 (2016)KW
Demanda Contratada:	920 (2013) 1680 (2016)KW
Medidor 1:	A04398
Medidor 2:	
Medidor 3:	
Medidor 4:	A04398
Medidor 5:	A04398

Costo medio por consumo de kWh

El costo mínimo de los últimos 24 meses (2 años) fue de \$1.1876/kWh y el máximo de \$1.8232/kWh con un promedio 1.5636/kWh. En la figura 49 se puede observar una caída en el costo medio del consumo, esto en mi opinión se debe principalmente a decisión del actual gobierno ejecutivo, que para justificar las reformas energéticas están trayendo beneficios a los mexicanos al bajar el costo de la energía eléctrica y al ser el 2015 un año electoral para el poder legislativo federal resulta políticamente

muy conveniente. Sin embargo, estos costos no se mantendrán a la baja, pues como se observa en el último mes (julio 2015) donde empieza ya a aumentar de nuevo. La baja también obedece al descenso en los precios internacionales de los hidrocarburos, los cuales tampoco son de largo alcance, ya que las reservas totales mundiales de petróleo en los últimos años han comenzado, lenta pero paulatinamente, a bajar.

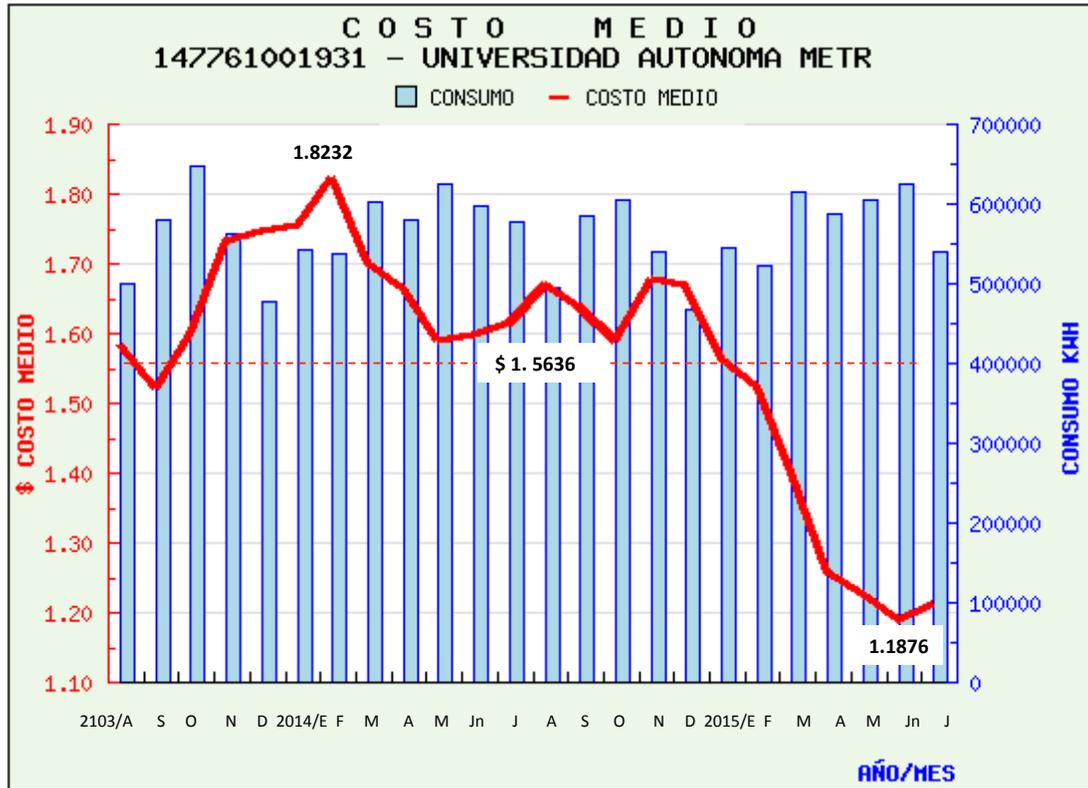


Figura 49. Costo medio por consumo de kWh

Comparativo de importes de tarifas horarias

La grafica de la figura 50 es muy interesante ya que ilustra el comportamiento de las tres tarifas horarias (Base, Intermedia y punta) ya que nos indica la existencia de un consumo elevado en horarios base en cual hay muy poco personal laborando lo que implica que existen equipos que trabajan de manera casi permanente. De las 0:00 horas a 6:00 am, que es el horario base, se tuvo un costo promedio \$163,251.50/mes donde la UAMI, con un costo acumulado de \$ 4,081,287.50 de los últimos 24 meses (2años); representa un 23% de lo que se gasta la UAMI en el concepto de energía eléctrica, sin considerar el pago por potencia.

De 8 pm a 10 pm, que corresponde a la tarifa en punta en horario de verano, se tuvo un costo promedio \$ 109,735.2/mes. Tiene con un costo acumulado de \$ 2,743,380.21 de los últimos 24 meses (2años) lo cual representa un 16% de lo que se gasta la UAMI en el concepto de energía eléctrica, sin considerar el pago por potencia.

Si sumamos estos dos porcentajes representa el 39% del gasto en energía eléctrica, que corresponde a un poco menos de la mitad de la energía consumida en las instalaciones y que adicionalmente, no si tiene una elevada productividad (no hay impartición docente y la investigación que se desarrolla es marginal). Ese 39% equivale a 6.82 millones de pesos en los dos años mencionados.

Estos datos nos confirman el gran potencial de ahorro de energía. El SGE tiene el reto por delante de generar prácticas administrativas, técnicas y de concientización para reducir sustancialmente ese consumo, principalmente en horarios nocturnos.

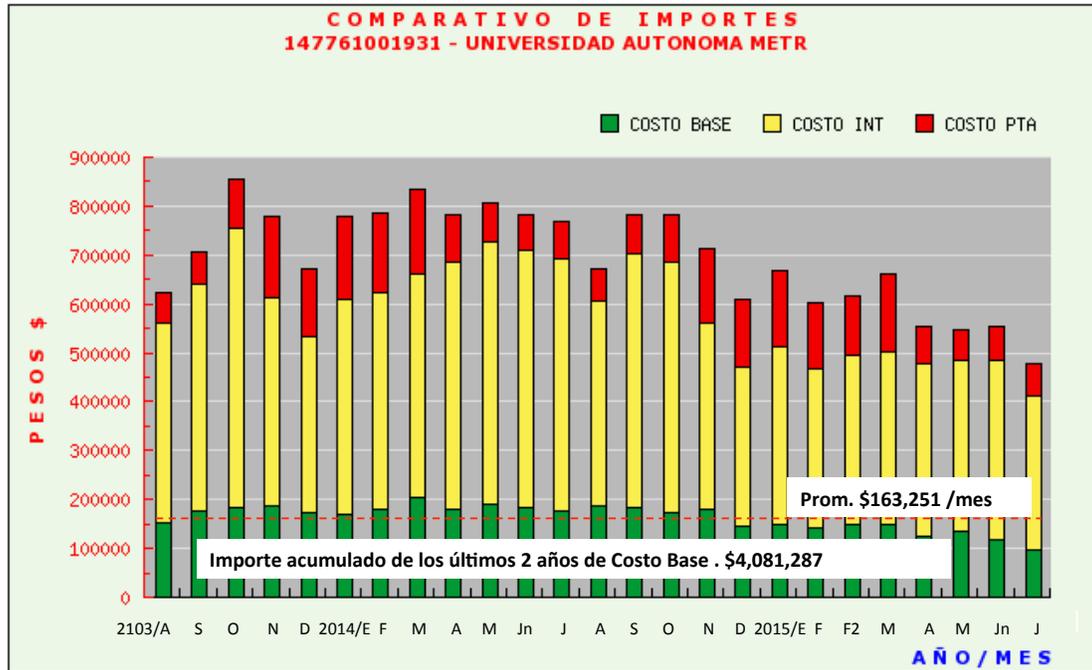


Figura 50. Costo medio por consumo de kWh

Demanda por periodo y facturable

Del análisis de las facturas de energía eléctrica de la UAMI se sabe que la carga instalada reportada es de 1143KW y se tiene una demanda contratada de 920 KW. La demanda máxima registrada en el último año se presentó en el mes de mayo de 2015 en el horario intermedio, elevándose a 1374 KW (figura 51). Aquí lo que aplicaría es que CFE enviara un requerimiento para actualizar el contrato a la demanda máxima registrada. Lo que implica que se tendría que pagar a una UVIE (Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas) por concepto de la evaluación de la demanda y su actualización ante CFE, una aportación por KVA de acuerdo a la ley (más o menos \$1,350 por cada KVA) que correspondería en este caso a \$613,000, más el depósito de Garantía de \$200,000. El desembolso total sería de aproximadamente \$800,000 incluyendo el dictamen de la UVIE antes de impuestos.

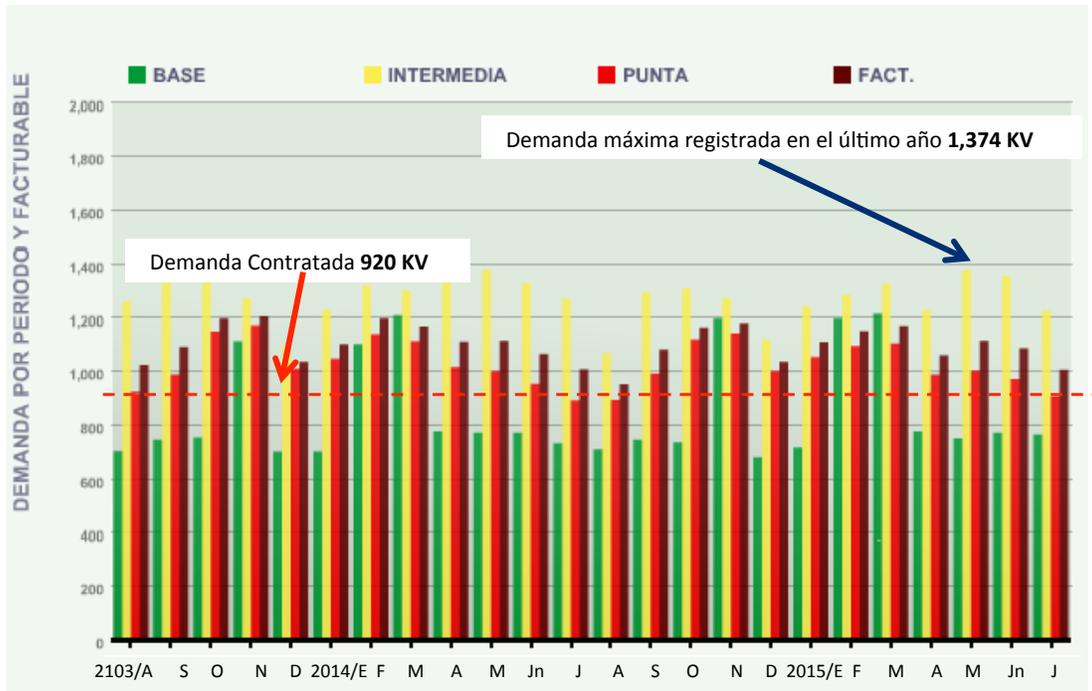


Figura 51. Demanda por periodo y facturable

Para entender esta gráfica se tiene que tener claro los siguientes conceptos:

Carga instalada o potencia instalada: es la suma de la potencia de todos los equipos que se tienen conectados en la instalación; sean fijos o móviles (luces, computadores, motores, radiograbadores, refrigeradores, estufas eléctricas, aire acondicionado, etc.).

Carga demandada o potencia máxima simultánea: es la potencia máxima que se va a demandar a la instalación en forma simultánea. Normalmente siempre es menor que la primera, ya que es muy raro que se use todo al mismo tiempo.

Consumo por periodo y total

El consumo total por periodo promedio de los últimos 2 años fue de 564,920 KWh mensual y el máximo que se presentó en los dos últimos años fue por 647,220 KWh y se dio en el mes de octubre de 2013. En la figura 52 se puede observar una caída en del consumo en el período intermedio. La reducción en el consumo en los meses de diciembre y agosto se debe a que no hay labores regulares (periodo de vacacional). En los períodos base y punta esa tendencia no se observa muy marcada, por lo que se puede pensar en que hay una alta influencia debido a que los que los equipos continúan conectados en las instalaciones de la UAMI. Podemos concluir que hay poca conciencia de ahorro de energía y solo el mes de Agosto si se ve una disminución por vacaciones largas.

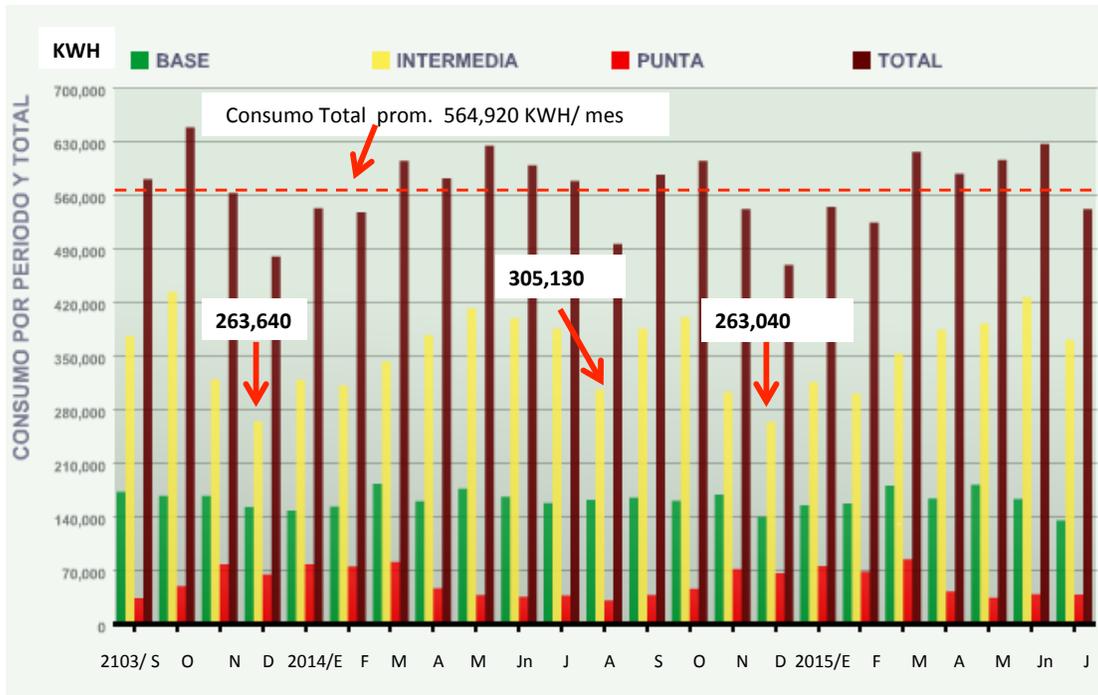


Figura 52. Consumo por periodo y total, kWh/mes

Factor de Potencia

El Factor de Potencia FP es un indicador sobre el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica; de forma general es la cantidad de energía que se ha convertido en trabajo.

El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que:



Fuente: CFE Factor de Potencia 2014
Figura 53. Escala de Factor de Potencia

El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que el 100% de toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo.

Como se puede observar en la figura 54 el promedio mensual del FP de los últimos 2 años (Agosto 2013 a julio 2015) fue 0.9728 que es muy bueno ya que hay una bonificación en el importe de la facturación, que representó \$15,530.00 promedio mensual, con una bonificación acumulada en los últimos 2 años de \$327,727.00.

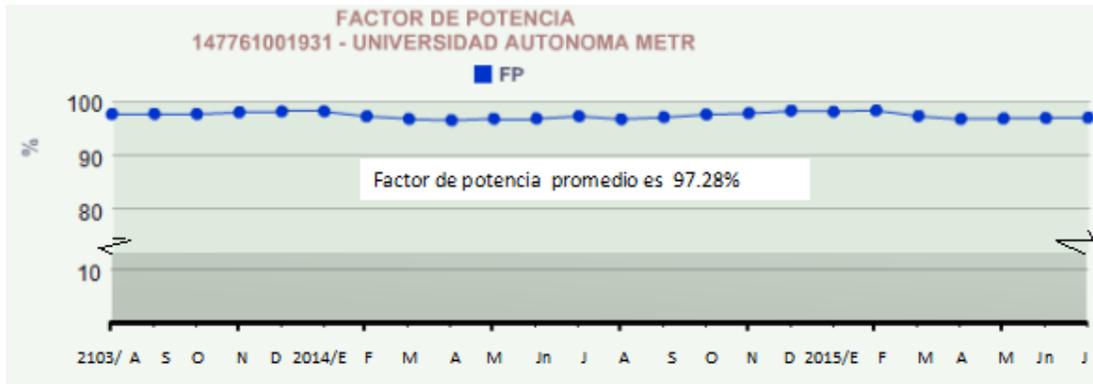


Figura 54. Factor de Potencia

Cuando se tiene el siguiente arreglo en la aplicación de capacitores compensar el consumo reactivo, siendo este una compensación central:

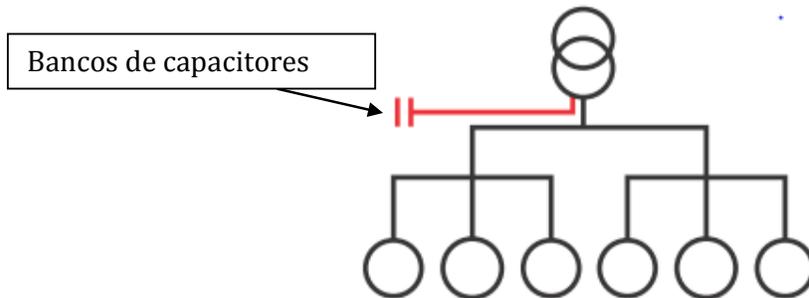


Figura 55. Compensación central de Bancos de capacitores

Donde las distintas cargas que operan a diferentes períodos pueden ser compensadas con un banco único de capacitores, conectado en la entrada de la instalación, el cual mejora el factor de potencia pero no reduce las pérdidas internas.

Por lo cual es recomendable hacer una compensación en grupo de banco de capacitores donde varias cargas de igual capacidad y periodo de trabajo se pueden compensar con un banco de capacitores en común, en un punto único, como un centro de carga y reducir las pérdidas, tal como se ilustra en la figura 56.

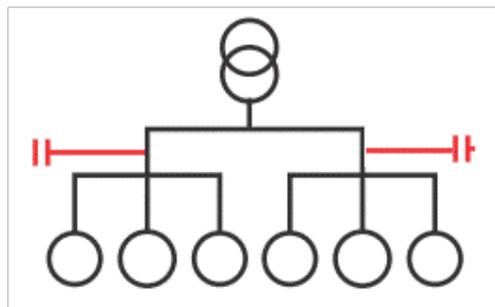


Figura 56. Compensación en grupo de Bancos de capacitores

Análisis de facturación x consumo

El porcentaje de la energía consumida durante el Periodo de Base promedio de los últimos 2 años (Agosto 2013 a julio 2015) fue 28.50% que representó en un 18.17% promedio del costo mensual facturado a UAMI.

El porcentaje de la energía consumida durante el Periodo de intermedio promedio de los últimos 2 años fue 62.10% el que representó un 48.63% promedio del costo mensual facturado a UAMI.

El porcentaje de la energía consumida durante el Periodo de punta promedio de los últimos 2 años fue 9.4% que representó en un 33.20% promedio del costo mensual facturado a UAMI.

La figura 57 permite calcular el potencial de ahorro de la energía la cual es la suma del porcentaje entre energía de punta y energía de base dando un total de 37.9% que representó el 51.37% promedio del costo mensual facturado a UAMI. En otras palabras, la mitad de lo que se paga en energía eléctrica representa un potencial y un reto para la SGE.

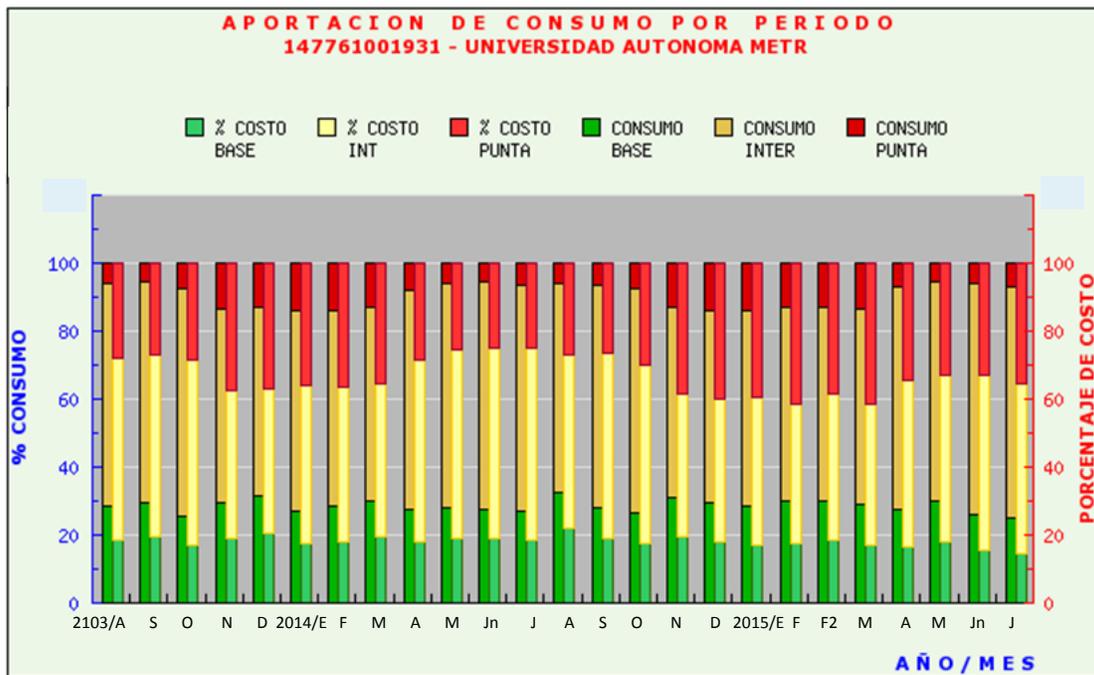


Figura 57. Análisis de facturación x consumo

Paso 2.3 Establecer la Línea de base energética

La línea de base es una representación del escenario más probable que va a ocurrir en ausencia de la implementación del SGE en la UAMI.

La utilidad de la línea base es la posibilidad de evaluar los avances o retrocesos de la UAMI en materia de desempeño energético, al comparar el escenario real con esta línea base. Por ejemplo, es posible estimar los ahorros en un determinado período de organización, según la siguiente expresión:

$$\text{Ahorro} = \text{Consumo de línea base} - \text{Consumo real}$$

Dado que la línea base es el escenario contra el que será evaluado el desempeño energético, se determinará para el período del 2016 y 2017 por el uso de energía eléctrica en la UAMI. El cual no está calculado para factores ajenos, tales como, climas extremos, construcción y uso de nuevos edificios, entre otros (solo para estos casos se debe de ajustar la línea base).

Líneas base de la UAMI es el estado de comparación de los resultados de la implementación del SGE y de objetivos, metas y planes de acción. La siguiente líneas Base se estableció usando información del análisis energético de las IES; Caso de estudio por medio de la función de “PRONOSTICO” de Excel.

▪ ***Línea base de Consumo y costos de kWh***

El escenario más probable que va a ocurrir en ausencia de la implementación del SGE en la UAMI para el consumo kWh se representa en la siguiente figura 58. Donde habrá un aumento ligero en los próximos dos años por la tendencia actual de consumo. Ahora comparando la figura 58 con la figura 59: los costos en el mediano plazo, se mantendrán cuando el gobierno deje subsidiar o controlar los costos (por la reforma energética). Se puede decir en números redondos que la constante de la ecuación de la regresión lineal el Punto medio de la línea Base, es decir 1 millón de pesos es el costo medio mensual para la UAMI por consumir 575,000 kWh.

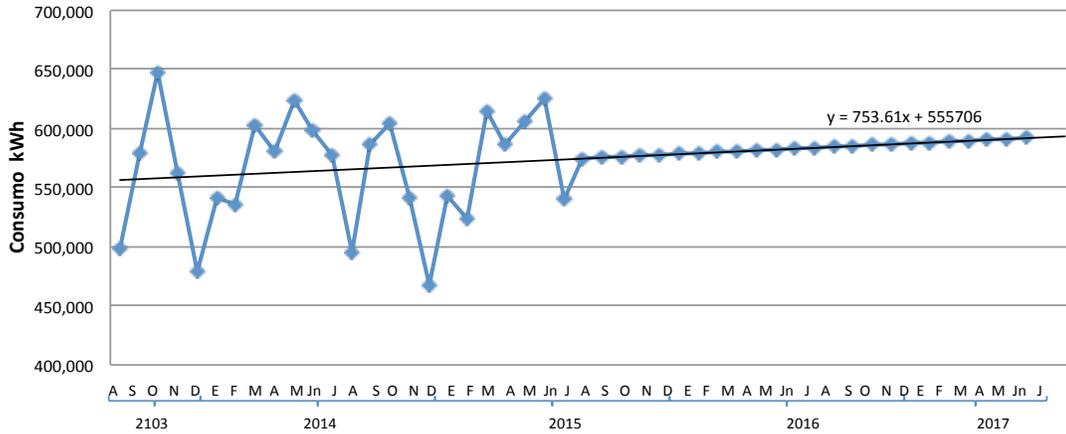


Figura 58. Línea base de Consumo de kWh

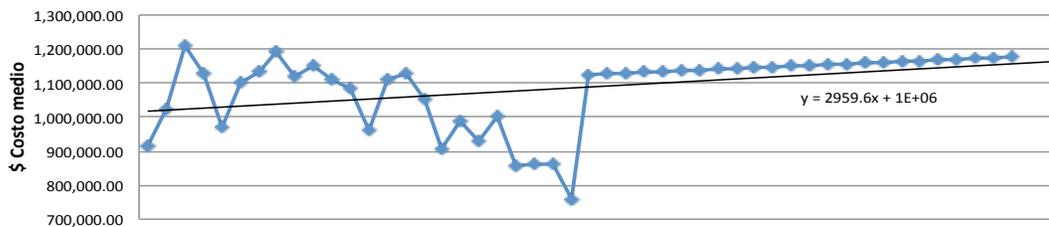


Figura 59. Línea base de Costo medio de kWh

Para la línea base, en periodo base, se representa en la figura 60, donde el punto medio para la tarifa en ese período tiene un costo de \$180,000.0 que en esencia, representa el potencial de ahorro.

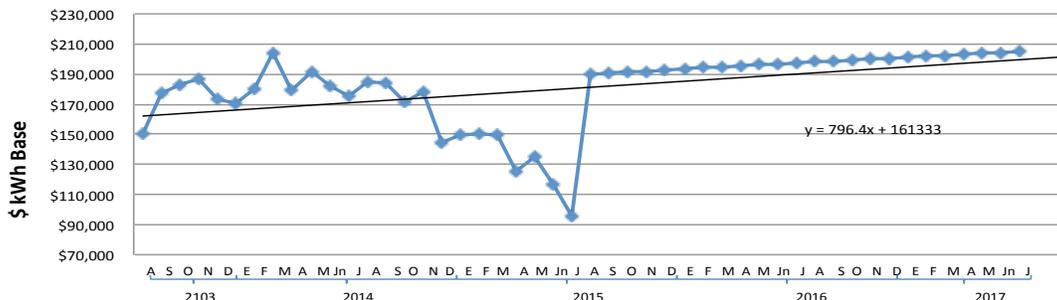


Figura 60. Línea base de Importe de tarifas base horaria por consumo de kWh

Para identificar cómo la tarifa en período punta impacta en el costo, se representa en la figura 61, donde el punto medio para la tarifa es de \$120,000.00

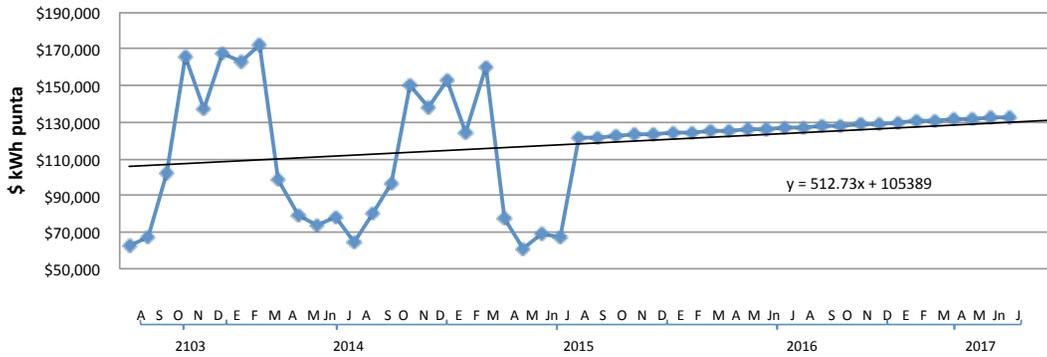


Figura 61. Línea base de Importe de tarifas punta horaria por consumo de kWh

▪ **Línea base de Demanda por periodo y facturable**

Revisando los recibos de la UAMI se sabe que la carga instalada es de 1143 KW y una demanda contratada de 920 KW, la cual está por debajo del mínimo histórico de los últimos dos años y se prevé que para los próximos años seguirá manteniendo y, seguramente, incrementando la diferencia, por lo que, como se mencionó anteriormente, CFE aplicará el incremento de carga en el contrato, lo que equivale a pagar por KVA adicional demandado (\$1,350 por cada KVA) donde 1118 kVA es el promedio de demanda máxima cada mes, el cual es 198 KVA extra. Ahora, multiplicando por los \$1350.0 da un total \$267,300 por incremento de carga. Es pues sumamente importante actualizar el contrato la demanda contratada (ver figura 62).

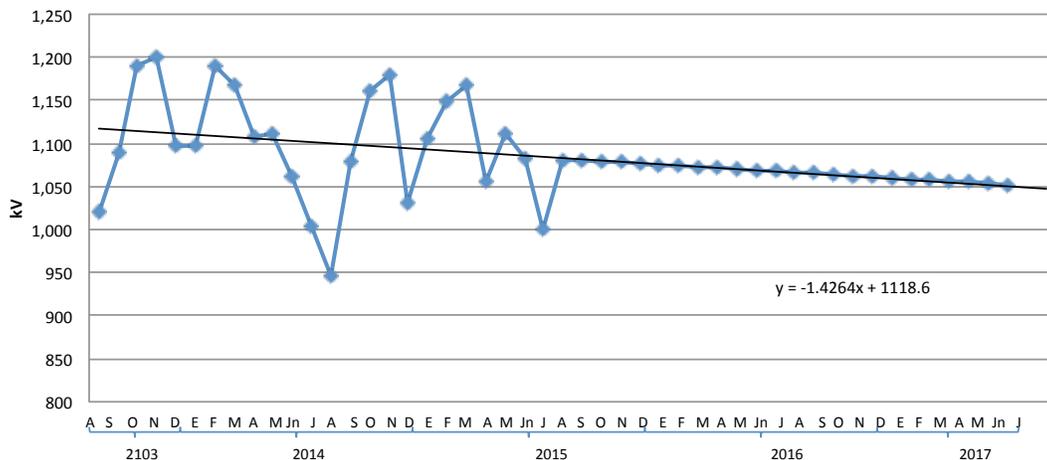


Figura 62. Línea base de Demanda por periodo y facturable

▪ **Línea base de Consumo por periodo**

En la figura 63 se puede observar una tendencia de aumento ligero en el consumo de todos los periodos de la tarifa HM. En el periodo base se mantendrá el consumo **ineficiente** de 160,000 kWh y al igual en el periodo punta, que podría llegar a ser el

doble de 40,000kWh en 2015; esto es: 80,000 kWh en 2017. Se puede entonces concluir que existe un gran potencial de gestión de energía, de lo contrario persistirá la poca conciencia de ahorro de energía si no se establece un SGE.

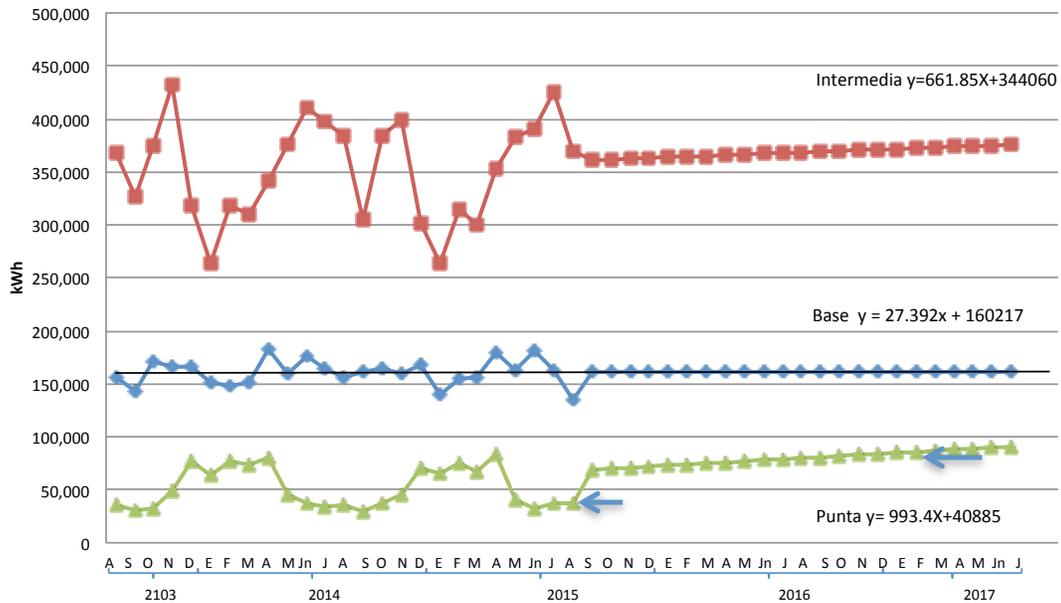


Figura 63. Línea base de Consumo por periodo

▪ **Línea base de Factor de Potencia**

Como se puede observar en la grafica de la figura 64, el FP para los próximos 2 años no será menor de 96.5% que sigue siendo muy bueno (aunque la pendiente es negativa) ya que hay una bonificación en el importe de la facturación, una bonificación acumulada en los siguientes 2 años de \$300,000.00. Se recomienda una compensación en grupo de banco de capacitores en los diferentes SET (subestación de transformación) del campus para mejorar el Factor de Potencia.

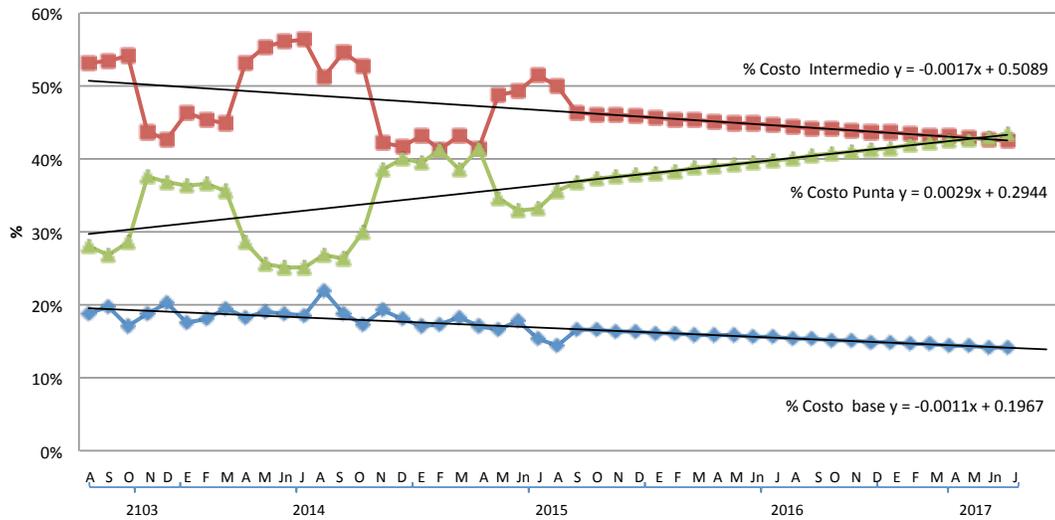


Figura 65. Línea base de % costo por tarifa

El porcentaje de la energía consumida durante los diferentes períodos de los últimos 2 años se mantendrá como se muestra en la figura 66, pero los costos promedio del costo mensual facturado a UAMI aumentaron.

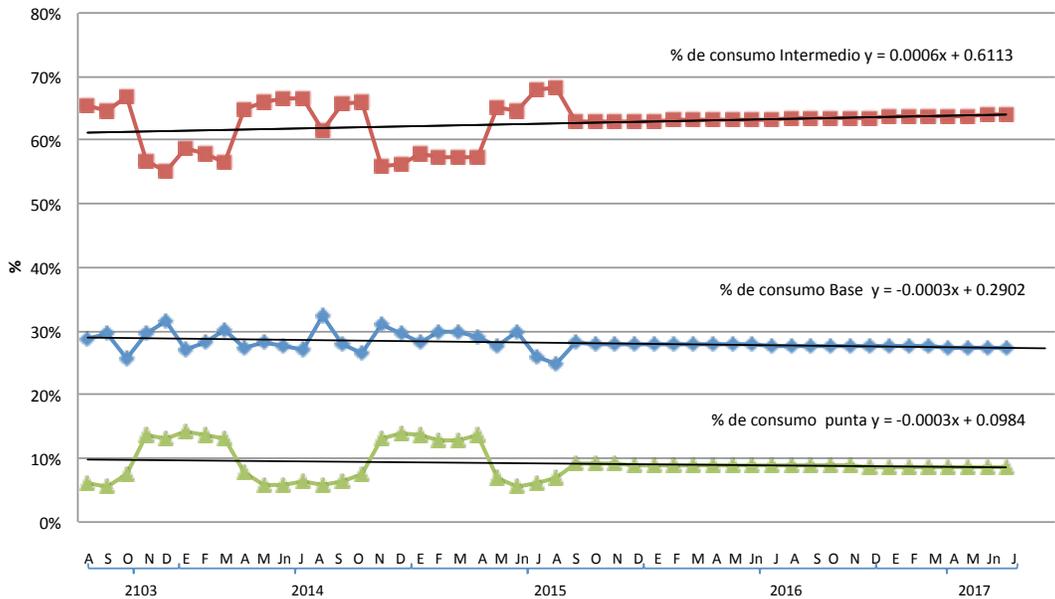


Figura 66. Línea base de % por consumo por tarifa

Paso 2.4 Establecer la Indicadores de desempeño energético.

Para establecer el listado indicadores de desempeño energético (IDE) apropiados para el monitoreo y medición del desempeño energético de la UAMI, se trató en el capítulo 6. Análisis Energético de las IES; Caso de estudio, dando como resultado la siguiente tabla 24:

Tabla 24. Indicadores de desempeño energético para la UAMI

Fuente de energía	Indicador	Unidad
Electricidad [kWh]	Consumo eléctrico por alumno	kWh/alumno al año
Electricidad [kWh]	Consumo de energía eléctrica promedio por ciclo de facturación o mensual	kWh/mes
Electricidad [kWh]	Consumo de energía eléctrica promedio por ciclo de facturación o mensual total al año	kWh/mes en los años
Electricidad [kW]	Demanda eléctrica por unidad de superficie por edificio	kW/m ²
Electricidad [kWh]	Consumo eléctrico por unidad de superficie por edificio	kWh/ m ²
Electricidad [kWh]	Consumo eléctrico para iluminación por unidad de superficie	kWh _i / m ²
Electricidad [kWh]	Factor de potencia de la UAMI	%/mes
Electricidad [kWh]	Factor de potencia de la UAMI por edificio	%/mes
Electricidad [kWh]	Importe de tarifas horarias (Base, intermedia, Punta) mensual	\$M.N _B /mes; \$M.N _I /mes; \$M.N _P /mes
Electricidad [kWh]	Consumo de la tarifa horaria (Base, intermedia, Punta) mensual	kWh _B /mes; kWh _I /mes; kWh _P /mes
Electricidad [kWh]	Porcentaje de consumo de tarifa horaria (Base, intermedia, Punta) mensual	% _B /mes; % _I /mes; % _P /mes

Estos IDE son medidas cuantificables del desempeño energético de la organización. Como se señaló en el capítulo 6, el consumo de energía y su índice de cada edificio es función de las actividades que se desarrollan en él. Así, por ello es importante llevar un registro permanente de cada uno de ellos o, al menos el registro de consumo de cada SET (Subestación de transformación).

3. Implementación de la etapa 3; Establecer objetivos y metas

Paso 3.1 Considerar sus condiciones financieras, operacionales, opciones tecnológicas

Las condiciones financieras, operacionales, operaciones tecnológicas de la UAMI y su entorno deberán ser tratados por el Comité de Gestión de la Energía con Rectoría-Secretaría.

Los aspectos básicos a considerar están descritos en el CAPÍTULO 5. Planteamiento del Modelo de Sistema de Gestión Energética.

Paso 3.2 Estimar los usuarios significativos de la energía (USE's) y las oportunidades de mejora del desempeño energético (OMDE's).

Para estimar las USE's y las OMDE's se logra a través de un diagnóstico energético de primer nivel en cada edificio de la UAMI. Con objeto de tomar un edificio muestra, con alto consumo de energía eléctrica y para fines de este trabajo, se seleccionó, como ha sido en diversas ocasiones mencionado, el edificio "S". Este es un edificio donde se llevan a cabo actividades mixtas, pues contiene oficinas administrativas, cubículos de profesores, laboratorios de docencia e investigación de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS). Además de ser uno de los edificios de mayor consumo de energía, razón por la cual se decidió hacer un estudio particular en este USE's.

▪ **Metodología:**

Para determinar los USE's y las OMDE's en el edificio "S" éste se dividió en 8 secciones: 4 pisos y zona oriente y zona poniente de cada piso. De esta manera para cada sección se puede identificar claramente los equipos o sistemas que emplean mayor energía y de esta manera avocarse a determinar la mejor forma para reducir ese consumo.

Para el levantamiento, se elaboraron formatos de encuesta de acuerdo con cargas típicas en la universidad. Las cargas se dividieron en seis grupos de usuarios: iluminación, refrigeración, aire acondicionado, muflas y hornos, incubadoras y *otros equipos*. A su vez, *otros equipos* se dividió en: computadoras y laptops, impresoras y fotocopiadoras, ventiladores y extractores (incluye campanas de extracción), cafeteras y despachadoras de agua, equipos de oficina (máquinas de escribir, radios, equipos de sonido, cámaras de seguridad, etc.) y equipos varios de laboratorio. El análisis se hizo entonces para cada zona quedando de la siguiente manera:

- *Edificio S, Planta Baja, zona oriente.*

Potencia instalada.

En esta zona el USE más importante es el de "otros" que tiene el 47.38% de la potencia instalada, como se muestra en la figura 67; dentro de este concepto, los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada (26%). La refrigeración es el conjunto de equipos que tienen en total el 22.90%: refrigeradores convencionales, neveras,

congeladores verticales, de 2 ó 1 puerta y en promedio son del año 2006. Por ello hay OMDE's al cambiar a tecnología actual o contar cámaras frías con mayor eficiencia.

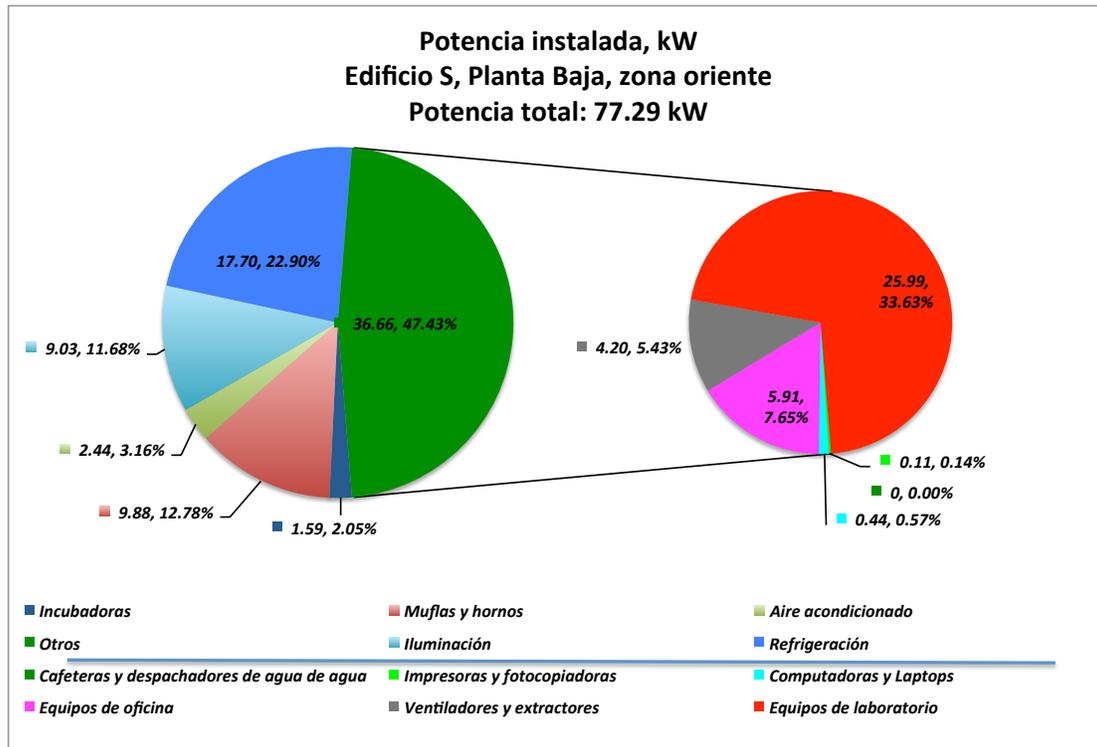


Figura 67. Potencia instalada del Edificio S, Planta Baja, zona oriente

La iluminación es otro USE's con un 11.68% en donde la potencia por luminaria es de 66 W y con lámparas fluorescentes lineales de 32 W cada una y dos lámparas por luminaria con balastro electrónico. Por lo cual hay una OMDE's al cambiar a tecnología de luminarias de T8 a T5 o a LED y Sensores de presencia reduciendo un 40% del consumo de energía eléctrica por iluminación. Los otros USE's son de menor cuantía.

Consumo de energía

La energía consumida en esta zona asciende a 101,040 kWh al año, dominado por los sistemas de refrigeración con un 52.2% de participación. La iluminación participa con 27.2%; 7.2% para muffas y hornos; 3.0% para aire acondicionado; 1.1% de incubadoras y la diferencia, 9.2% corresponde a otros. Esos tienen una composición dominada por el consumo de electricidad de los equipos de laboratorio (5.7%); 2.9% para ventiladores y extractores y escasamente el 0.4% para equipo de computo (figura 68). Nótese que a pesar que "otros" tiene una capacidad instalada importante, su consumo de energía solo es de 4903.11 kWh/año.

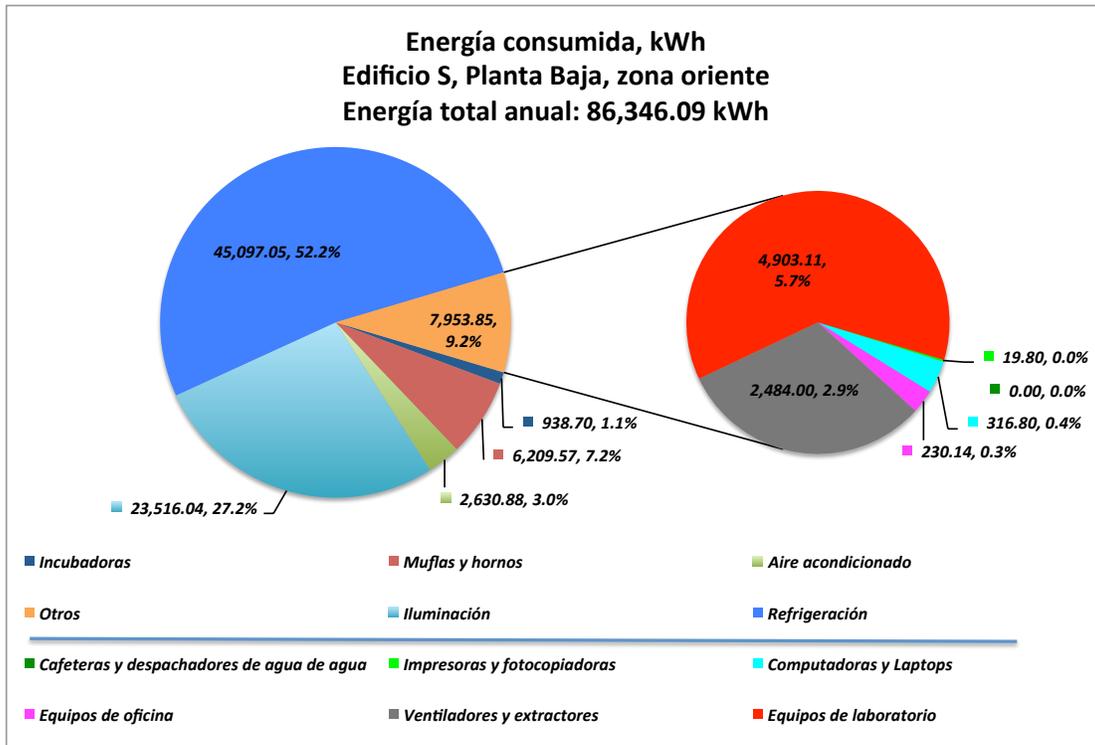


Figura 68. Energía consumida en kWh del Edificio S, Planta Baja, zona oriente

Edificio S, Planta Baja, zona poniente.

Potencia instalada

El USE de "otros" tiene el 47.43% de la potencia instalada como se muestra en la figura 69, donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada. Es el aire acondicionado con un 37.25%, seguido por la iluminación con un 17.11% donde la potencia por luminaria es de 66 W y el tipo de lámparas es fluorescentes lineales T-8 de 32 W de Potencia/lámpara y 2 lámparas por luminaria. Las muflas y los hornos tienen una capacidad instalada equivalente al 8.42%.

Consumo de energía

En cuanto al consumo estimado de energía eléctrica en esta zona, éste asciende a 75,324.69 kWh por año. En esta zona la iluminación es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 69.4%. El aire acondicionado es el segundo consumidor con el 9.5%. Refrigeración, muflas y hornos e incubadoras son el siguiente grupo de cargas que participan en el consumo. Naturalmente otros son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 5,975 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de cómputo (4%) y al equipo de laboratorio (3.4%). Los consumo de energía de los equipos de oficina, cafeteras y enfriadores de agua, impresoras y fotocopiadoras y ventiladores y extractores ascienden el 1.1% restante.

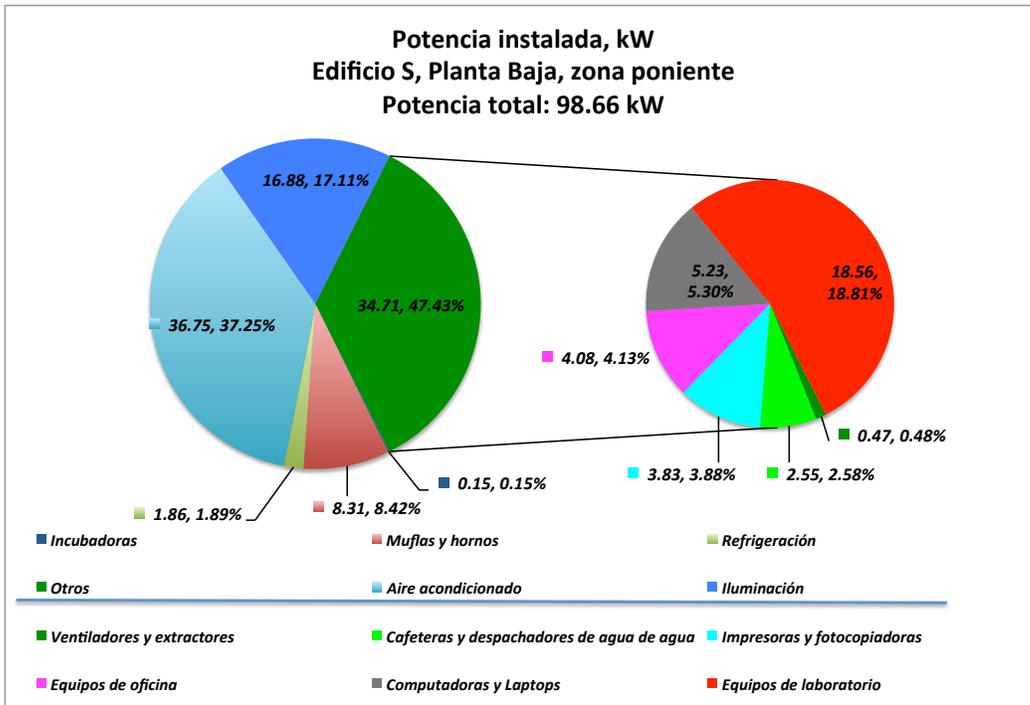


Figura 69. Potencia instalada del Edificio S, Planta Baja, zona poniente

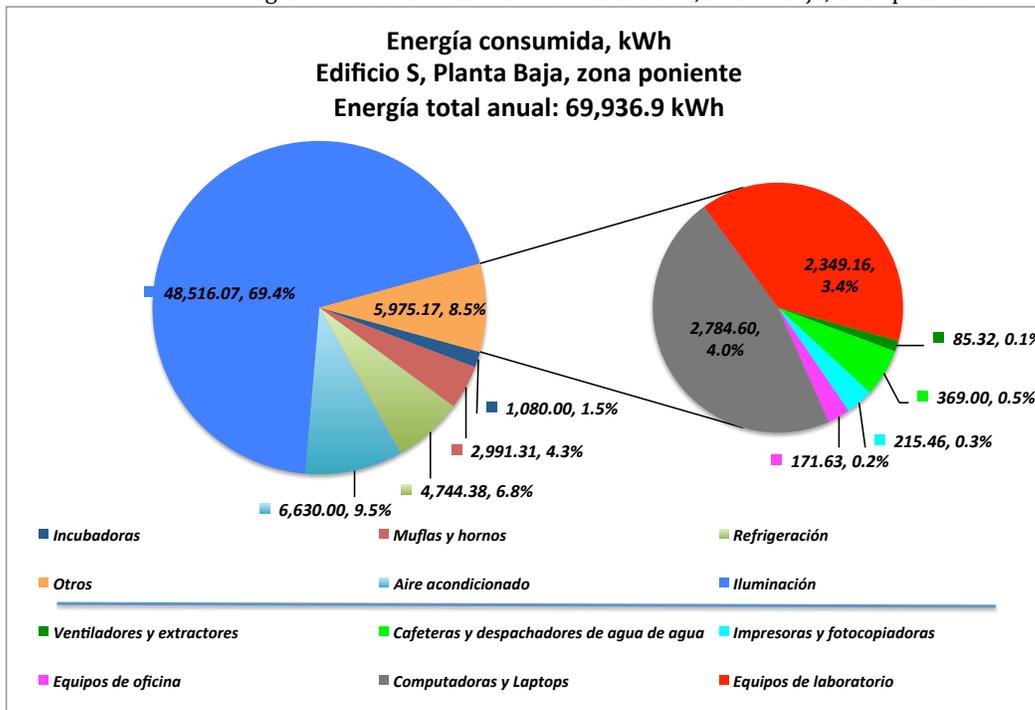


Figura 70. Energía consumida en kWh del Edificio S, Planta Baja, zona poniente

Edificio S, Primer piso, zona oriente

Potencia instalada

Al igual que en la planta baja el concepto de "otros" tiene la mayor capacidad instalada: 62.73%, como se muestra en la figura 71 donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada. La refrigeración tiene una potencia instalada de 14.16 kW, con una participación global de 19.09%, seguido por la iluminación con el 11.51%, para la cual la mayor parte es de luminaria con lámparas tipo T-8 de 32 W fluorescente lineal y dos lámparas por luminaria. En menor capacidad instalada están las muflas, hornos e incubadoras.

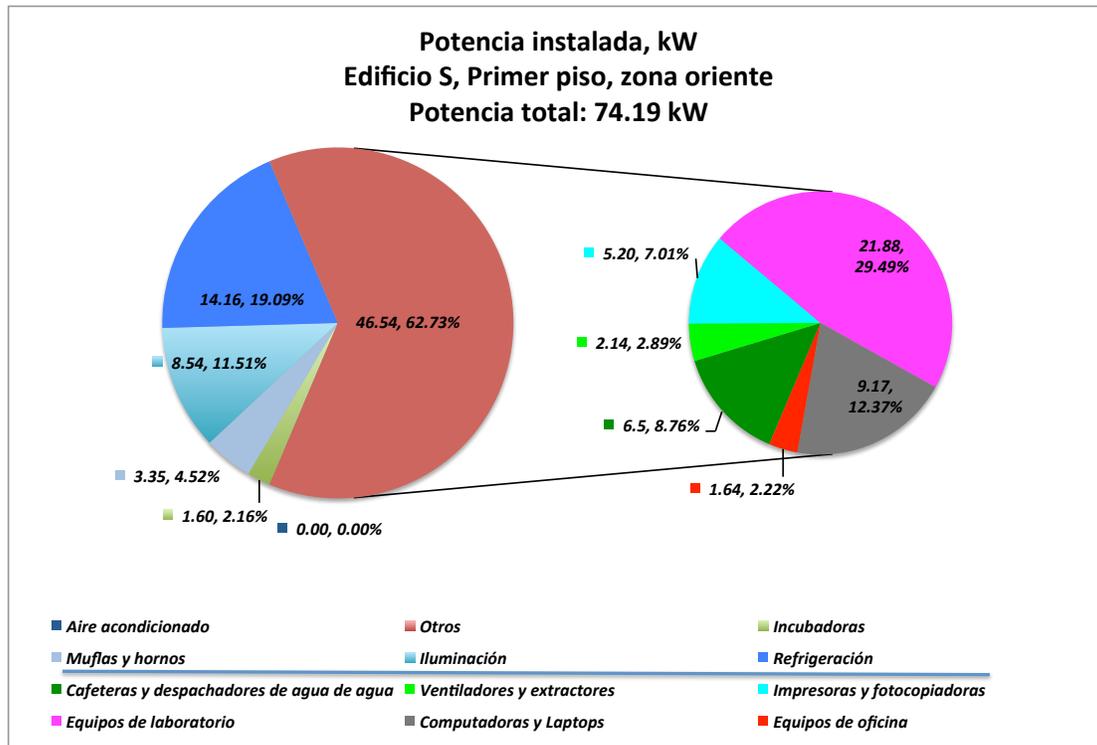


Figura 71. Potencia instalada del Edificio S, Primer piso, zona oriente

Consumo de energía

En cuanto al consumo estimado de energía eléctrica en esta zona (figura 72), éste asciende a 112,280.84 kWh por año. En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 43.6%. La iluminación también tiene una participación importante con el 41%. Muflas y hornos e incubadoras son el siguiente grupo de cargas que participan en el consumo. Naturalmente "otros" son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 6,842 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de cómputo (3.7%) y al equipo de laboratorio (3.0%). Los consumo de energía de los equipos de oficina, cafeteras y enfriadores de agua, impresoras y fotocopiadoras y ventiladores y extractores representan el 1.6% restante. Al igual que sucedió en la planta baja, aunque la potencia instalada de "otros" es importante, su consumo es limitado.

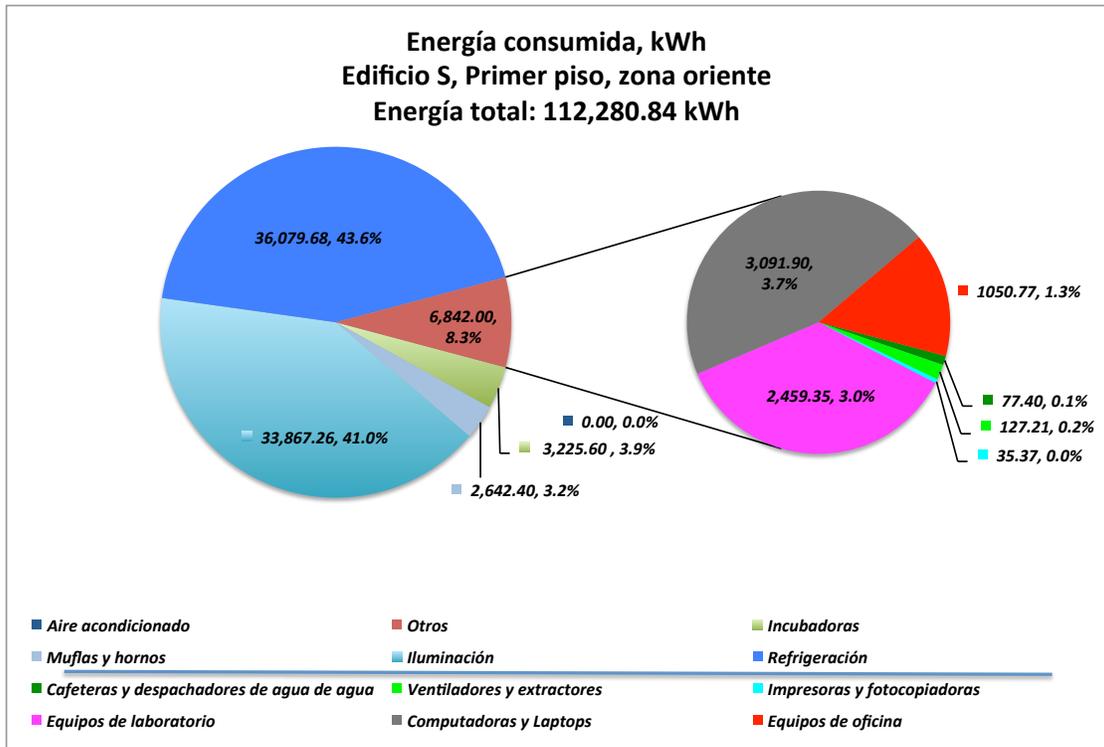


Figura 72. Energía consumida en kWh del Edificio S, Primer piso, zona oriente

Edificio S, Primer piso, zona poniente

Potencia instalada

El USE de “otros” tiene el 51.2% de la potencia instalada como se muestra en la figura 73 donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada. La refrigeración es el siguiente rubro de mayor capacidad con un 22.5%, los cuales son refrigeradores convencionales, neveras, congeladores verticales, de 2 ó 1 puertas, por lo cual hay OMDE’s al cambiar a tecnología moderna o contar cámaras frías con mayor eficiencia. Siguen las incubadoras con un 11.9% de la potencia instalada.

Consumo de energía

El consumo estimado de energía eléctrica en esta zona asciende a 328,192.33 kWh por año (figura 74). En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 59.61%. La iluminación participa con el consumo del 11.42% de energía. En seguida las incubadoras con el 8.29%, el aire acondicionado con el 5.03%. Muflas y hornos son el grupo de cargas que participan en el consumo. Naturalmente otros son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 30,685.26 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de laboratorio (10%), equipo de cómputo (2.32%) y las cafeteras y despachadoras de agua, ventiladores y extractores e impresoras y fotocopiadoras cierran el balance.

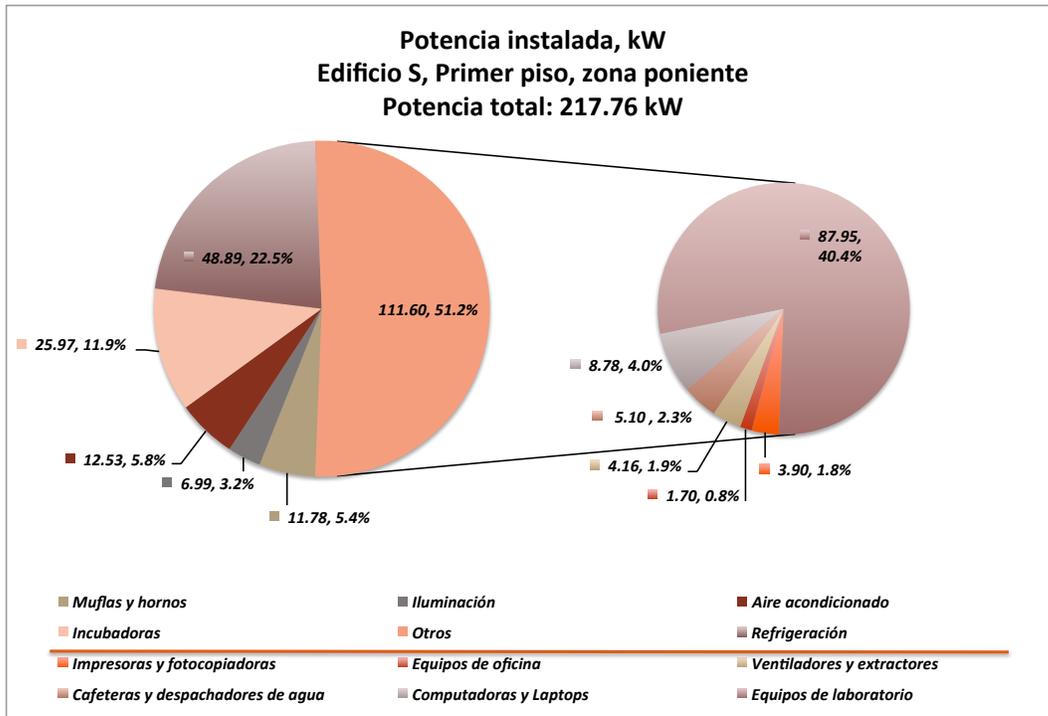


Figura 73. Potencia instalada del Edificio S, Primer piso, zona poniente

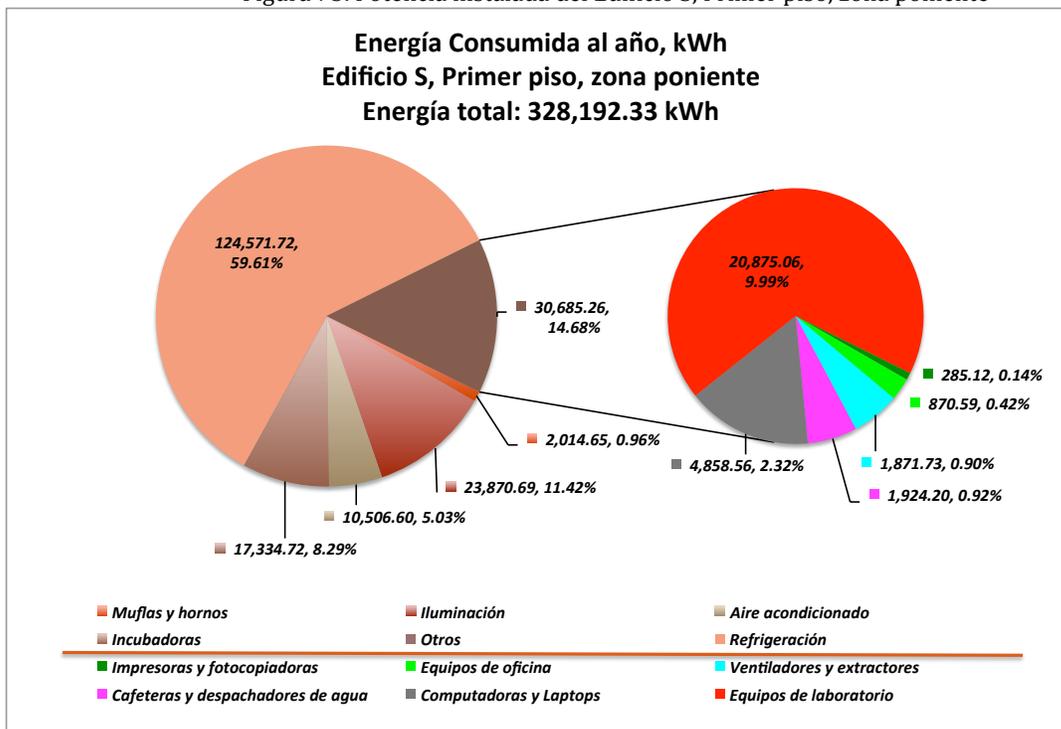


Figura 74. Energía consumida en kWh del Edificio S, Primer piso, zona poniente

Edificio S, Segundo piso, zona oriente

Potencia instalada

El USE de "otros" tiene el 49.97% de la potencia instalada como se muestra en la figura 75, donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada con 34.36 kW. La refrigeración como segunda potencia instalada en esta sección con un 11.25%, los cuales son refrigeradores convencionales, neveras, congeladores verticales, de 2 ó 1 puerta, unos de tecnología de principios del año 2000 por lo cual hay OMDE's al cambiar a tecnología actual o contar cámaras frías con mayor eficiencia. Siguen las Muflas y hornos con un 11.4% de la potencia instalada de esta zona, e iluminación con un 9.7%.

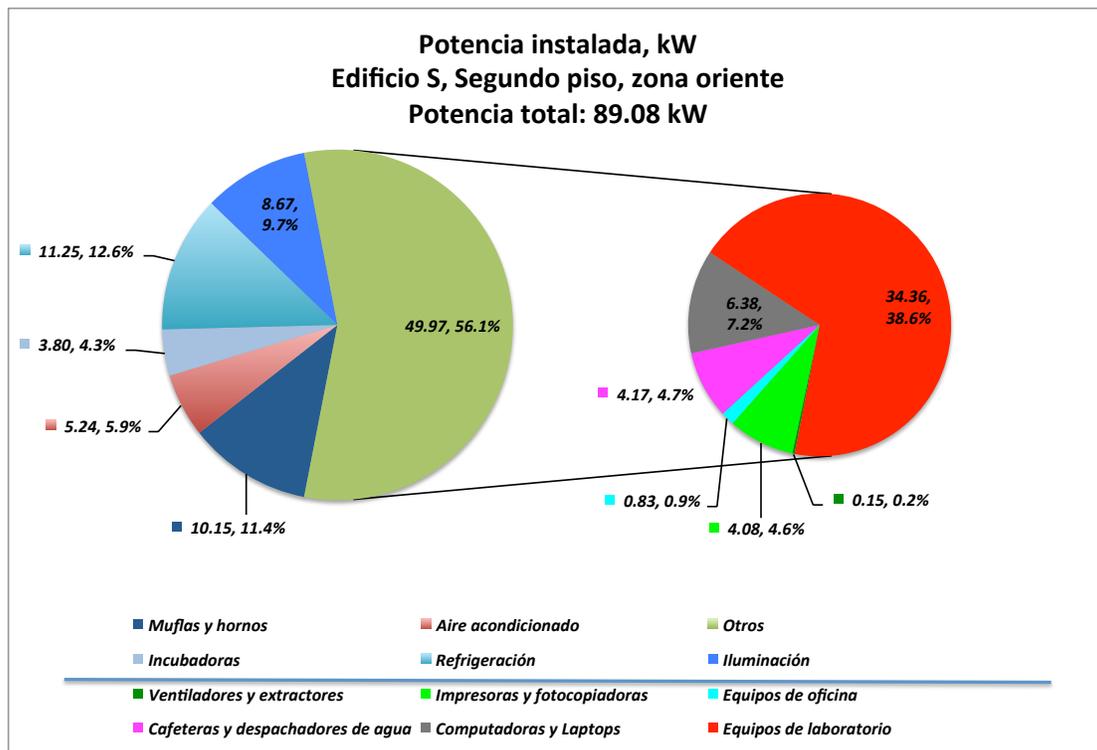


Figura 75. Potencia instalada del Edificio S, Segundo piso, zona oriente

Consumo de energía

En cuanto al consumo estimado de energía eléctrica en esta zona (figura 76), éste asciende a 73,449.74 kWh por año. En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 42.79%. La iluminación también tiene una participación importante con el 31.95%. Las incubadoras tienen un consumo relativo del 8.61%, seguido por el aire acondicionado con el 5.66% y Muflas y hornos con el 3.4%. "Otros" son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 4,958.16 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de laboratorio (4.77%) y al equipo de cómputo (1.9%). Los consumos de energía de los equipos de oficina, cafeteras y enfriadores de agua, impresoras y fotocopiadoras y ventiladores y extractores cierran el balance.

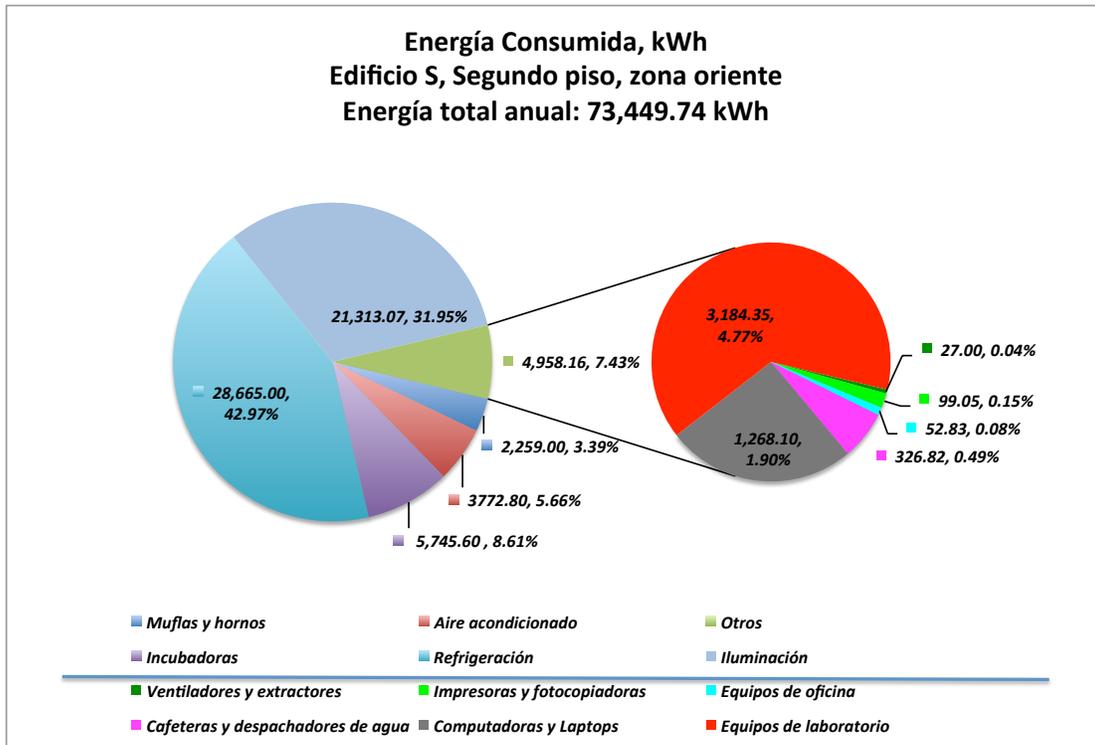


Figura 76. Energía consumida en kWh del Edificio S, Segundo piso, zona oriente
Edificio S, Segundo piso, zona Poniente

Potencia instalada

El USE de “otros” nuevamente prevalece con la mayor capacidad instalada en la zona, la cual tiene el 60.5% de la potencia instalada como se muestra en la figura 77, donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada con 77.44 kW (en los que destaca por ejemplo la Centrífuga). La refrigeración como segundo potencia instalada en esta sección con un 21.7%, los cuales son refrigeradores convencionales, neveras, congeladores verticales, de 2 ó 1 puerta, por lo cual hay OMDE’s al cambiar a cámaras frías con mayor eficiencia. Siguen el Aire acondicionado con un 6.4% de la potencia instalada de esta sección, e Incubadoras con un 4.6%.

Consumo de energía

El consumo estimado de energía eléctrica en esta zona asciende a 179,026.57 kWh por año (figura 78). En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 62.7%. La iluminación participa con el consumo del 13.5% de energía. En seguida las incubadoras con el 4.6%, el aire acondicionado con el 3.4%. Muflas y hornos son el grupo de cargas que participan en el menor consumo (0.5%). Naturalmente *otros* son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 14,163.47 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de laboratorio (9%), ventiladores y extractores (3.6%), equipo de cómputo (1.7%); impresoras y fotocopiadoras y cafeteras y despachadoras de agua cierran el balance.

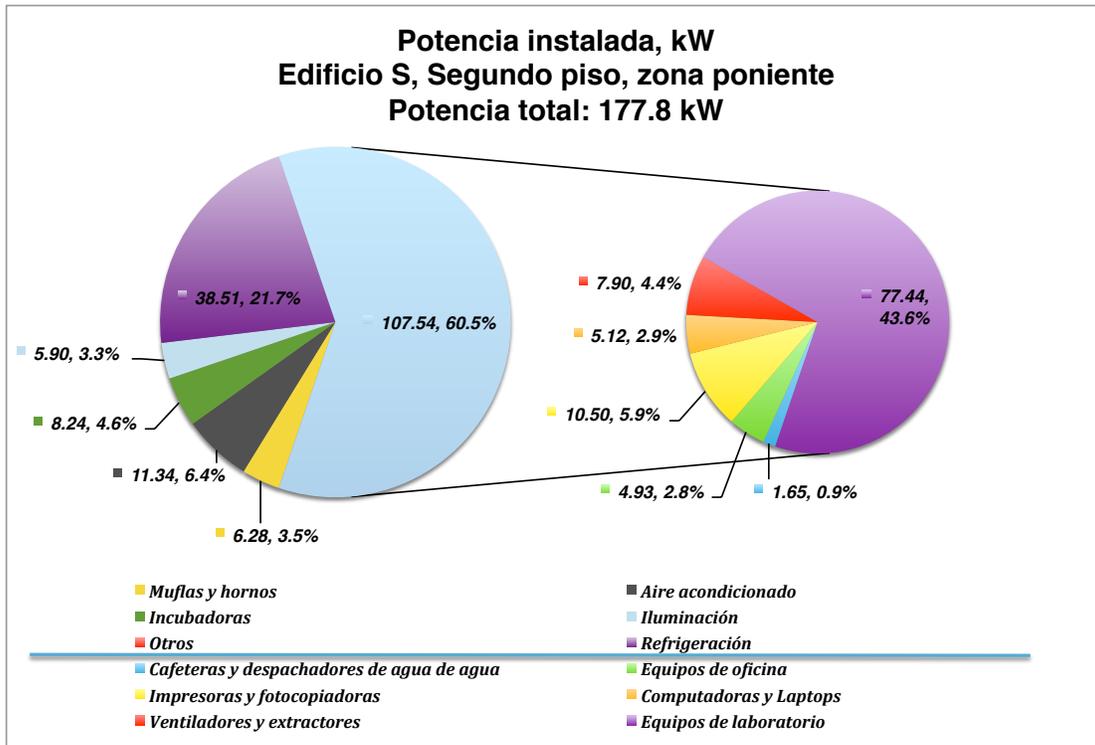


Figura 77. Potencia instalada del Edificio S, Segundo piso, zona poniente

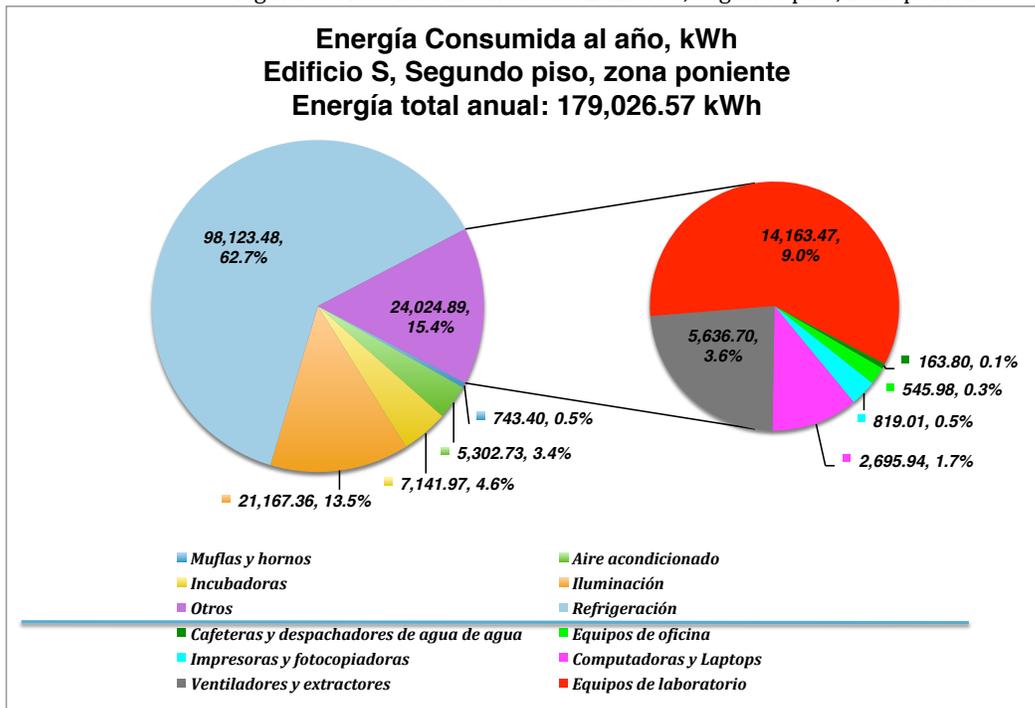


Figura 78. Energía consumida en kWh del Edificio S, Segundo piso, zona poniente

Edificio S, Tercer piso, zona Oriente.

Potencia instalada

El USE de "otros" repite en primer lugar con el 56.8% de la potencia instalada (figura 79) donde los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia instalada con 13.55 kW e impresoras y fotocopiadoras con 9.14 kW. La refrigeración como segundo potencia instalada en esta sección con un 14.3%, los cuales son refrigeradores convencionales, neveras, congeladores verticales, de 2 ó 1 puerta con Deshielo manual, por lo cual hay OMDE's al cambiar a cámaras frías con mayor eficiencia. Siguen el Muflas y hornos con un 13.5% de la potencia instalada de esta sección, e Iluminación con un 10.6%, donde la potencia por luminaria es en su mayoría de 66 W y 132 W, con lámparas tipo fluorescentes lineales de 32 W de Potencia/lámpara con 2 y 4 lámparas por luminaria.

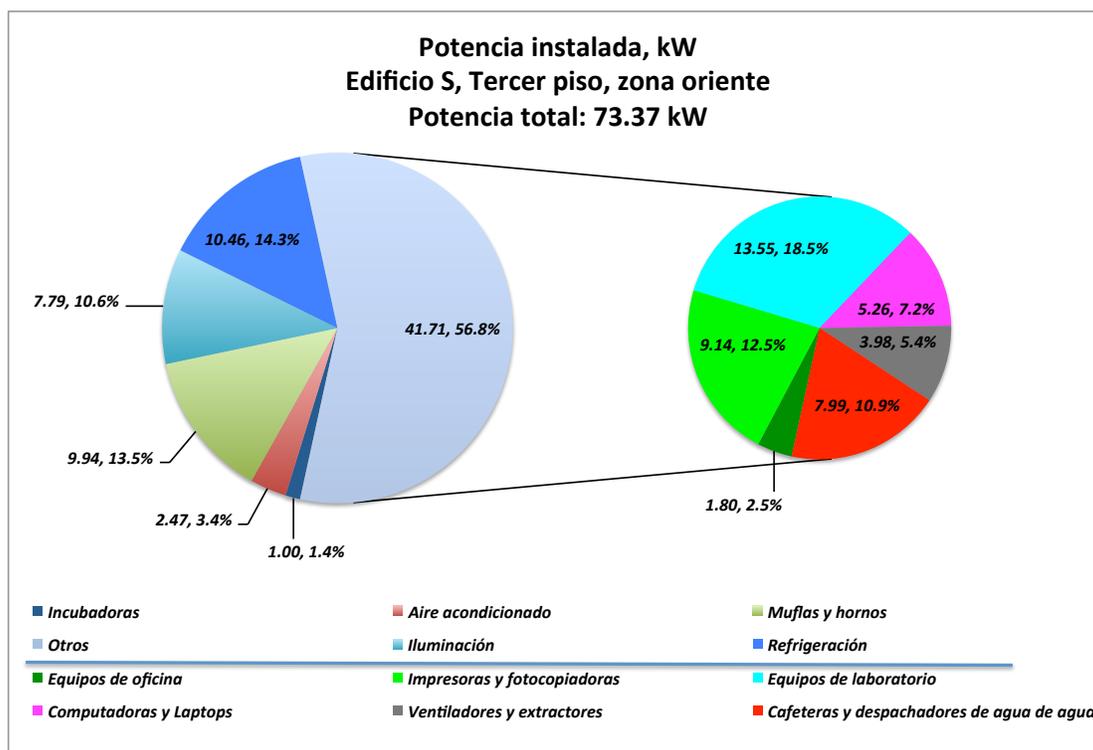


Figura 79. Potencia instalada del Edificio S, Tercer piso, zona oriente

Consumo de energía

En cuanto al consumo estimado de energía eléctrica de los USE's en esta zona (figura 80), éste asciende a 71,437.36 kWh por año. En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 40.2%, que se eleva a 26,652 kWh/año. La iluminación está a la par en el consumo con una participación del 40.0%. Muflas y hornos con el 1.9%, el aire acondicionado con el 0.6% y las incubadoras tienen un consumo muy pequeño pues solo participan con el 0.4%. Otros son el grupo de cargas asciende a 11,158.55 kWh al año debido a la operación principalmente de cafeteras y enfriadores de agua (6.2%), ventiladores y extractores (3.7%), equipo de

cómputo (2.9%), del equipo de laboratorio (2.1%) y los consumos de energía de los equipos de oficina e impresoras y fotocopiadoras cierran el balance.

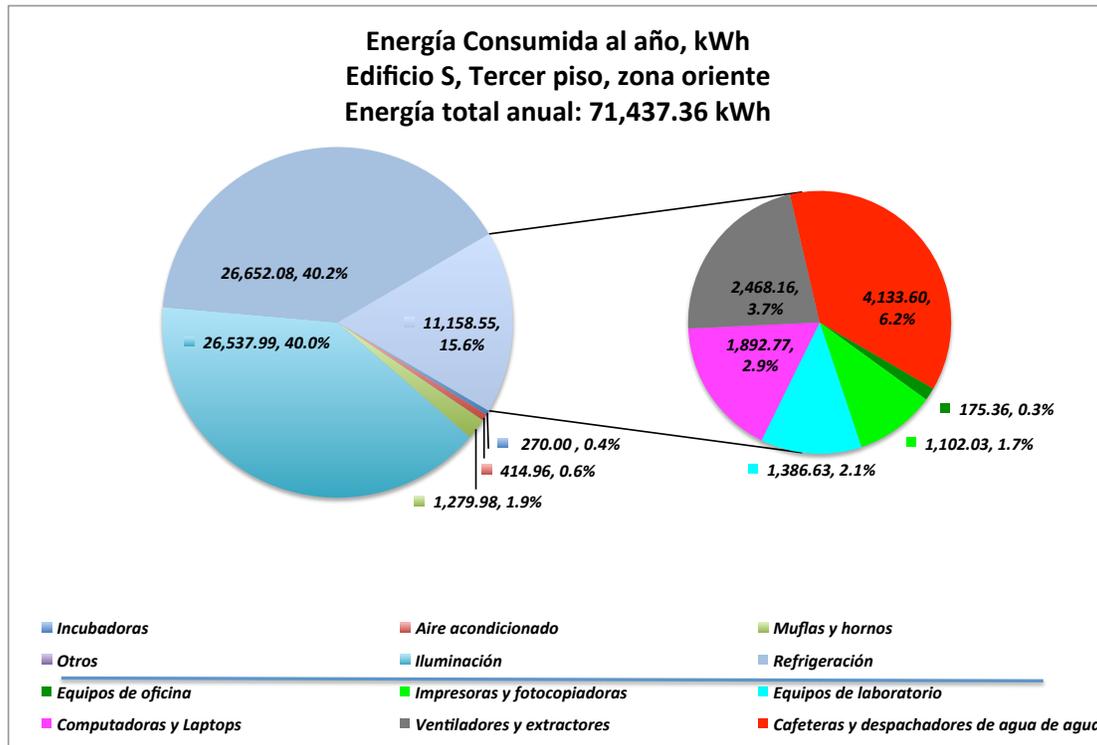


Figura 80. Energía consumida en kWh del Edificio S, Tercer piso, zona oriente

Edificio S, Tercer piso, zona Poniente.

Potencia instalada

El USE de Refrigeración tiene el 49.6% de la potencia instalada como se muestra en la figura 81. La de Otros como segundo potencia instalada con un 29%. Sigue la Iluminación con un 11.3% de la potencia instalada de esta sección, donde la potencia por luminaria es en su mayoría de 66 W, Con lámparas tipo fluorescentes lineales de 32 W de Potencia/lámpara con 2 lámparas por luminaria. En esta zona no hay ni muflas ni hornos. Otros se divide en equipo de cómputo con 10.6%, equipo de laboratorio con 9.9%, equipo de oficina con 3.1%, 2.9% de ventiladores y extractores, 1.7% de cafeteras y despachadoras de agua y 0.7% de impresoras y fotocopiadoras.

Consumo de energía

El consumo estimado de energía eléctrica en esta zona asciende a 336,317.63 kWh por año (figura 82). En esta zona la refrigeración es la que tiene el mayor consumo de energía eléctrica con el 82.52%. La iluminación participa con el consumo del 11.94% de energía. En seguida el aire acondicionado con el 3.27%, y las incubadoras con el 0.51%. Otros son el grupo de cargas cuyo consumo asciende a 5,905.73 kWh al año debido a la operación principalmente del equipo de cómputo (1.34%); ventiladores y

extractores (0.26%), equipo de laboratorio (0.09%), equipo de oficina, impresoras y fotocopiadoras y cafeteras y despachadoras de agua cierran el balance.

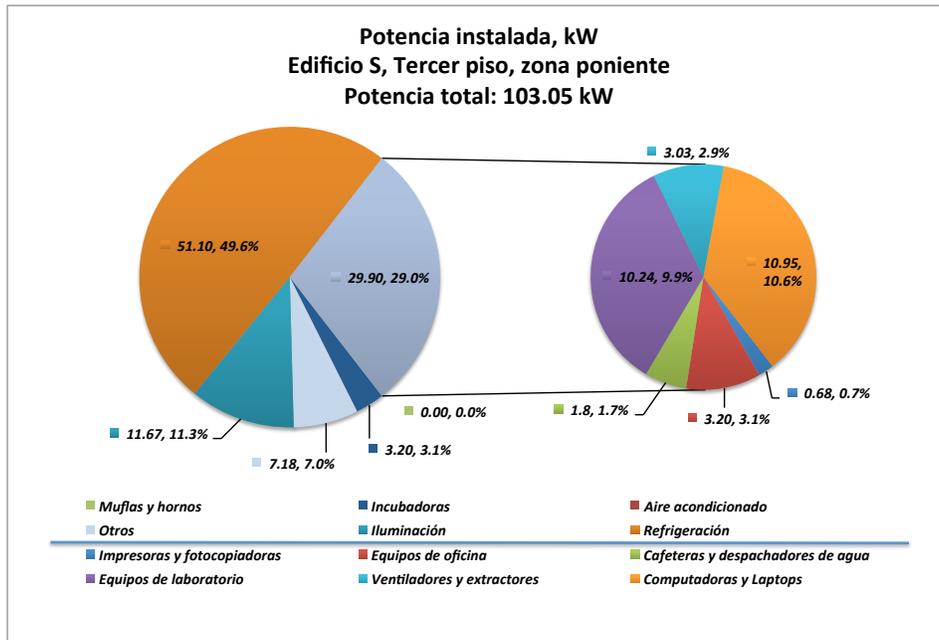
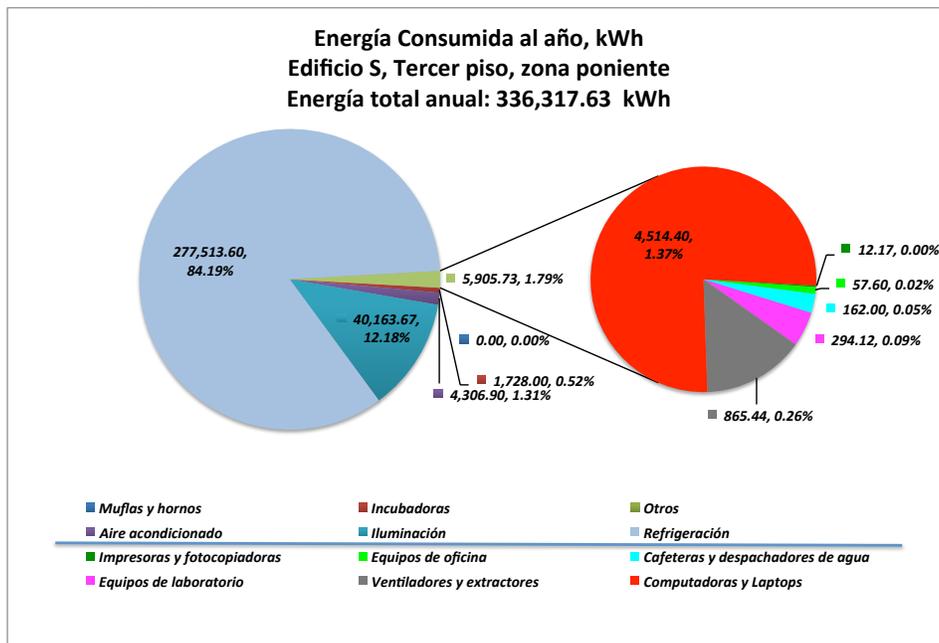


Figura 81. Potencia instalada del Edificio S, Tercer piso, zona Poniente
 Figura 82. Energía consumida en kWh del Edificio S, Tercer piso, zona Poniente



Edificio S, Total.

Potencia instalada

En el edificio S el USE de “otros” es el que tiene una mayor potencia instalada, pues participa con el 51%, como se muestra en la figura 82 y en la tabla 25. La refrigeración es el segundo USE con una potencia instalada de 194 kW equivalente al 21%. Le sigue el aire acondicionado con 9%, la Iluminación con un 8% de la potencia instalada, prevaleciendo las luminarias de 2 x32 W, (66 W totales por luminaria con balastro electrónico) con lámparas fluorescentes lineales. Muflas y hornos e Incubadoras están como los de menor potencia instalada en el Edificio S.

Tabla 25. Potencia instalada del Edificio S de la UAMI, Total

Potencia instalada	kW	%
Otros	458.62	51
Refrigeración	193.93	21
Aire acondicionado	77.95	9
Iluminación	75.46	8
Muflas y hornos	59.68	6
Incubadoras	45.55	5
Total	911.19	100
Potencia instalada de Otros		
Equipos de laboratorio	289.96	32
Computadoras y Laptops	51.33	6
Impresoras y fotocopiadoras	37.44	4
Ventiladores y extractores	26.04	3
Cafeteras y despachadores de agua	29.76	3
Equipos de oficina	24.09	3

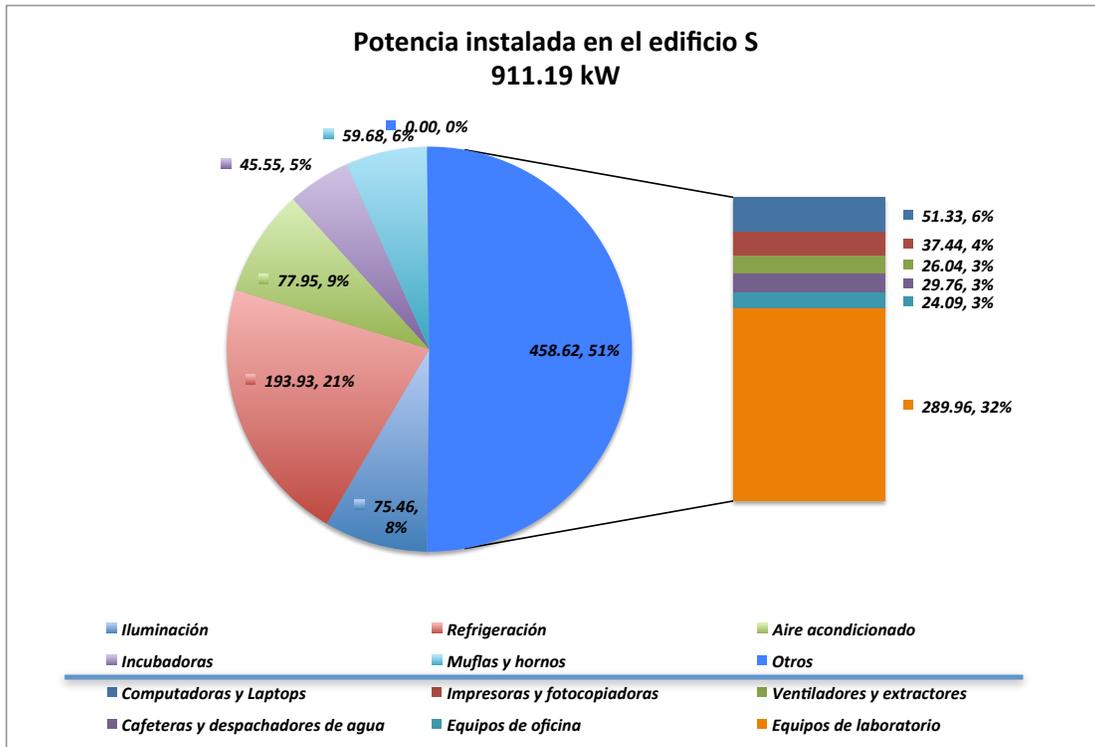


Figura 83. Potencia instalada del Edificio S, Total

Consumo de energía

El mayor USE es la refrigeración con una participación del 59.10% (figura 83 y tabla 26). Estos en su mayoría son refrigeradores convencionales, neveras, congeladores verticales, de 2 ó 1 puerta con deshielo manual, por lo existe una gran OMDE's al poder hacer el cambio a cámaras frías con mayor eficiencia o, en su defecto, refrigeradores más modernos que tienen un consumo que puede llegar a ser hasta de 60% menor. La iluminación es otro USE con un 22.73%. La potencia por luminaria es en promedio de 66 W. El tipo de lámpara es fluorescentes lineales de 32 W. Aquí hay una OMDE's al cambiar a tecnología de luminarias de T8 a T5 o preferentemente a LED y sensores de presencia. Esto permitirá una reducción mayor al 40% del consumo de energía eléctrica por iluminación. En tercer lugar está el USE de "otros" con un porcentaje de consumo de 9.50% seguido de incubadoras con 3.65% y en los últimos lugares es aire acondicionado con 3.27%, muflas y hornos con 1.77%. Respecto a los USE's de "otros" el más significativo es debido a los equipos de laboratorio con 4.83% de consumo. Las OMDE's para estos últimos equipos se debe analizar con detalle y para cada caso; v.g. ¿monitores de computadora encendidos todo el tiempo de forma innecesaria? ¿Aires acondicionados prendidos 24/7? ¿Cómo son los usos de las muflas y hornos?

Tabla 26. Energía consumida anual en kWh del Edificio S de la UAMI, Total

Energía consumida anual	kWh	%
Refrigeración	606,757.79	59.10
Iluminación	233,232.93	22.73
Otros	97,503.61	9.50
Incubadoras	37,464.59	3.65
Aire acondicionado	33,564.86	3.27
Muflas y hornos	18,140.31	1.77
Total	1,026,664.08	100
Energía consumida anual Otros		
Equipos de laboratorio	49,615.25	4.83
Computadoras y Laptops	21,423.07	2.09
Ventiladores y extractores	13,565.56	1.32
Cafeteras y despachadores de agua	7,156.82	0.70
Equipos de oficina	3,154.89	0.31
Impresoras y fotocopiadoras	2,588.01	0.25

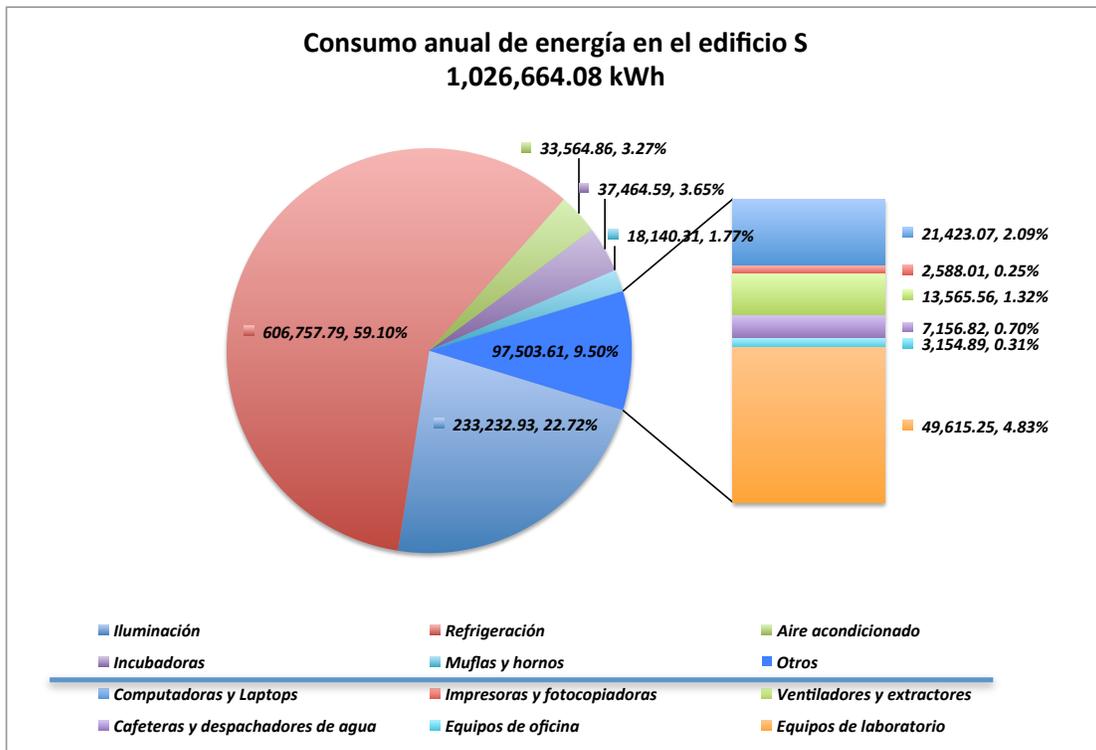


Figura 84. Energía consumida anual en kWh del Edificio S, Total

Paso 3.3 Objetivos y metas son coherentes con la política energética

Los siguientes objetivos se establecieron con la finalidad de mejorar el desempeño energético de la UAMI. Los objetivos deberán ser documentados y, además contar con el detalle necesario para asegurar que sean cumplidos a intervalos definidos como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Objetivos y metas para la UAMI

No.	Objetivo	Meta	Responsable plazo	Plazo (año)
1	Reducir 45% el consumo de electricidad por iluminación <u>contra el año previo*</u>	Sustituir las actuales luminarias por otras más eficientes (Tipo de lámpara Led lineal) que cumpla los niveles de Luxes de la NOM-025-STPS-2008	Mantenimiento	1
2	Reducir 15% el consumo de electricidad por refrigeración*	Sustituir los actuales equipos de refrigeración por otros más eficientes	Divisiones	1
3	Reducir 15% el consumo de electricidad por aire acondicionado	Sustituir los actuales equipos de climatización por otros más eficientes	Divisiones	1
4	Reducir 50% el consumo de electricidad total por periodo punta promedio	Contar con programas de uso y desconecte de equipos. Supervisar el programa de uso y desconecte de equipos	Divisiones	0.5
			Mantenimiento	0.5
5	Reducir 30% el consumo de electricidad total en periodo base promedio	Contar con programas de uso y desconecte de equipos. Supervisar el programa de uso y desconecte de equipos	Divisiones	0.5
			Mantenimiento	0.5
6	Mejora del proceso de medición de energía en las líneas de producción	Instalar al menos 5 medidores de corriente alterna en 5 edificios (E, L, S, T, AT)	Mantenimiento	0.5
7	Capacitar a los trabajadores de la UAMI en el marco de la gestión de la energía.	Impartir al menos dos cursos anuales de eficiencia energética a la totalidad de los trabajadores de la UAMI	CGE	1
8	Capacitar a los Docentes e investigadores de la UAMI en el marco de la gestión de la energía.	Impartir al menos dos cursos anuales de eficiencia energética a la totalidad de los docentes e investigadores de la UAMI	CGE	1
9	Implementar medidas y programas para dar cumplimiento a nuevos requerimientos legales de energía.	Evaluación de cumplimiento anual de un SGE Dar cumplimiento a los principales requerimientos legales en materia energética.	CGE	1
			CGE	
10	Implementar medidas y acciones para establecer el SGE	Evaluación anual de cumplimiento del SGE	CGE	1
11	Reducir 10% el consumo de electricidad total por periodo base promedio	Optimizar el uso de la capacidad del equipo instalado le permitirá reducir los cargos por demanda y consumo, en términos	CGE	1

		económicos se podría lograr ahorros entre el 10% y el 30%		
12	Implementar software informáticos de monitoreo control y comunicación	Controlar y supervisar procesos a distancia, como encendidos y apagados, o programación de horarios para equipos de clima e iluminación (7%)	CGE	1
13	Cumplir con los niveles de Iluminación conforme a NOM-025-STPS-2008	Realizar estudios de iluminación a todas los edificios de la UAMI	Mantenimiento	1

4. Implementación de la etapa 4; Crear planes de acción del SGE documentados

Pasos 4.1 a 4.3 Designar de responsabilidades para todos los niveles del SGE, los plazos y los medios previstos para lograr las metas

La UAMI deberá implementar y mantener planes de acción que permitan dar seguimiento y monitoreo a los objetivos y metas propuestos. Los planes de acción deberán ser documentados y actualizados a intervalos definidos; se recomienda su revisión cada 6 meses. Se deberá hacer durante la definición de objetivos y metas. Dichos planes de acción deben contener al menor lo siguiente:

Contenido mínimo de los planes de acción

- Designación de responsabilidades
- Establecer medios y plazos previstos para lograr las metas individuales por proyecto.
- Declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético.
- Declaración del método de verificación de resultados

Así, con base en los objetivos y metas señaladas anteriormente es posible construir un plan de acción.

5. Implementación de la etapa 5; Implementación y operación del SGE

Paso 5.1 Elaborar la Matriz de competencias para personas y/o equipos que usen significativamente la energía.

En esta etapa es indispensable contar con el apoyo del área de capacitación y/o recursos humanos de la UAMI, con el fin de desarrollar dos tipos de actividades. Se puede prever la elaboración de programas de cursos indispensables para lograr los objetivos, encaminados a todos los niveles del grupo de trabajo.

La primera de ellas, es la elaboración de un procedimiento que permita identificar necesidades de capacitación y provea el entrenamiento adecuado para cubrir esas necesidades. Además, este procedimiento debe generar y mantener el registro de los

cursos impartidos y la asistencia, que sirva de evidencia de que las personas son conscientes de su rol y responsabilidad en el SGE y desempeño energético.

La segunda, corresponde a la elaboración de un plan de capacitación que asegure que todas las personas que trabajan en la UAMI o en su nombre, tienen la educación, entrenamiento, habilidad o experiencia adecuada para desempeñar su cargo de manera responsable en relación al uso, consumo y desempeño energético. Es importante que la UAMI identifique cuáles son los diferentes perfiles dentro de la UAMI y su relación con el uso, consumo y desempeño energético.

Dentro de esta etapa se debe desarrollar una capacitación inicial, que permita entregar los conocimientos básicos de los SGE a los trabajadores de la UAMI. Así, la tabla 28 muestra los aspectos fundamentales en la concientización.

Tabla 28. Aspectos fundamentales en la concientización de cara a la implantación del SGE

No.	Tema
1	La importancia de la cumplir con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGE
2	Las funciones, responsabilidades y autoridades de cada uno para cumplir con los requisitos del SGE
3	Los beneficios de la mejora del desempeño energético
4	El impacto, real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía, de sus actividades y cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas y las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados

La tabla 29 muestra los perfiles, roles y enfoque de capacitación.

Tabla 29. Perfiles, roles y enfoque de capacitación

No.	Perfil	Rol	Enfoque de capacitación
1	Representante del SGE	Tiene un rol de promotor del SGE, transmitiendo la importancia de mejorar el desempeño energético y asignando los recursos necesarios para ello	Enfoque estratégico sobre los beneficios del correcto funcionamiento del SGE y mejora del desempeño energético. Impulso a las habilidades de gestión, manejo de grupos y planeación estratégica. Desarrollo de capacidades en materia de gestión de la energía, requisitos y aspectos clave de un SGE
2	Integrante del equipo de gestión de la energía	Controlar el uso, consumo y desempeño energético para los usos significativos	Enfoque técnico sobre identificación, priorización y selección de medidas de eficiencia energética, interpretación y comunicación de resultados. Desarrollo de capacidades en

No.	Perfil	Rol	Enfoque de capacitación
3	Encargado de aplicar los planes de acción		<p>materia de requisitos y aspectos clave de un SGE.</p> <p>Enfoque global de sensibilización sobre los impactos del uso, consumo y desempeño energético y cómo cada persona es un contribución contribuye en el ahorro, eficiencia y desempeño energético</p> <p>Enfoque técnico sobre controles operacionales y mejores prácticas.</p> <p>Enfoque general sobre requisitos y aspectos clave de un SGE.</p>

En resumen, al desarrollar capacidades en el personal involucrado con la operación del SGE, se encontrarán los siguientes resultados:

- Al estar sensibilizados y capacitados, los empleados aportan mejores ideas al proceso de mejora continua;
- El personal encargado del control operativo maneja de manera más eficiente los equipos y sistemas asociados a los planes de acción desarrollados.
- Se adoptan y aplican de manera natural los documentos (procedimientos, instrucciones de trabajo, etc.) asociados al SGE.

Pasos 5.2 y 5.3 Elaborar un plan de comunicación y su seguimiento

Un plan de comunicación permite dar a conocer información relevante sobre el desempeño energético de las organizaciones hacia distintas partes interesadas. La comunicación interna refuerza el compromiso de los empleados y académicos de la UAMI con la política energética y contribuye a motivarlos para el logro de los objetivos y metas. En cuanto a la comunicación externa, la UAMI deberá decidir si comunica o no externamente su política energética y su desempeño energético.

Con la siguiente tabla 30 se muestra diferentes modalidades de comunicación las cuales se podrán incluir en un programa para dar seguimiento.

Tabla 30. Modalidades y frecuencia de Comunicación

No.	Modalidades	Frecuencia	Público
1	Boletines en la revista interna	En todas las ediciones de la revista	Todos los trabajadores
2	Boletines electrónicos sobre gestión de la energía	Mensual	Todos los

	disponibles en la intranet		trabajadores
3	Notas informativas generales sobre gestión de la energía, distribuidas por correo electrónico y en el tablero de anuncios	Sin definir	Todos los trabajadores
4	Pop-ups (ventana emergente) informativos de ahorro y eficiencia energética	Sin definir o semanal	Todos los trabajadores
5	Convocatorias de concursos para fomentar las buenas prácticas en oficinas	Definición de retos mensuales. Premio anual	Todos los trabajadores en las oficinas
6	Colocación de posters y calcomanías informativas de buenas prácticas	Sin definir	Todos los trabajadores
7	Preparación de carteles informativos sobre las medidas y actuaciones sobre ahorro energético realizadas, y sus beneficios	Anual	Todos los trabajadores
8	Buzón de sugerencias y dudas, a través del cual los empleados puedan dirigirse al responsable de la gestión de la energía en la oficina	Diario	Todos los trabajadores

Paso 5.4 Establecer requisitos de la documentación

Como primer paso para enfrentar los requerimientos de documentación y registro, se debe definir una estructura y formato al inicio de la implementación, que permita una fácil identificación y diversas consideraciones generales, que se deben definir en esta etapa. Además, la UAMI debe definir un lugar de almacenamiento para mantener el control adecuado de los documentos. Si cuenta con documentos de otro sistema de gestión ya implementado, se recomienda utilizar el mismo formato y los mismos tipos de identificación, de manera que se integre la energía a un sistema de gestión integral.

- ***Los procedimientos***

El formato de los procedimientos puede ser muy diverso, pero es muy aconsejable que todos los procedimientos de un mismo sistema presenten el mismo. En todos ellos debe figurar la siguiente información:

- Título del documento
- Número o código del documento
- Nivel de revisión
- Nombre de la Institución

- ***Control de la Documentación.***

Para que la implantación del sistema de gestión en una UAMI sea eficaz y garantice la correcta gestión de la energía en la misma, es necesario establecer un sistema de control de los documentos pertenecientes al mismo.

Para ello, resulta muy útil que todos los documentos se encuentren codificados a través de abreviaturas y/o números.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de propuesta de la posible codificación de la documentación de un SGE:

Tabla 31. Codificación de la documentación de un SGE

	Código	Número	Procedimiento al que pertenecen
Manual	MSGE	00	
Procedimientos	PSGE	01-XX	
Instructivos	ITGE	01-XX	XX
Registros	REG	01-XX	XX

Como se observa, a el manual se le da la abreviatura de MSGE (manual para el sistema de gestión de la energía) y, puesto que no existe ningún otro documento de la misma naturaleza, éste será único y se le asigna el número 00.

La nomenclatura de los procedimientos comienza siempre con la abreviatura PSGE (Procedimiento para el sistema de gestión de la energía) y, a medida que se vayan elaborando, se les irá asignando un número que irá desde el 01 hasta el número total de procedimientos que componen el sistema de gestión. Ejemplo: PSGE-01 Responsabilidades de la gerencia.

Paso 5.5 Establecer Control operacional

5.5.1 En el diagnóstico del edificio S de la UAMI se identificara aquellas operaciones relacionadas con el uso significativo de la energía (USE).

5.5.2 Para cada una de las operaciones identificadas, la UAMI deberá desarrollar instructivos de trabajo en los que se especifiquen:

a. Criterios de operación y mantenimiento.

- Criterios de operación: tienen como principal objetivo describir el modo y los horarios de funcionamiento de los principales equipos consumidores de energía de las instalaciones consideradas.
Ej. Los SCADAs (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) son softwares informáticos que permiten controlar y supervisar procesos industriales a distancia, como encendidos y apagados, o programación de horarios para equipos de clima e iluminación. Tienen la ventaja de controlar el proceso automáticamente y disponen de toda la información que se genera en el proceso productivo permitiendo su gestión e intervención.
- Criterios de mantenimiento: tienen como principal objetivo definir la periodicidad con la que se realizaran las tareas de mantenimiento de los

principales equipos consumidores de energía de las instalaciones consideradas.

Ej. Se muestra en la Tabla 32.

- b. Variables relevantes
- c. Parámetros de control.
- d. Responsabilidades de ejecución.
- e. Métodos de control y acción en caso de emergencias.
- f. Registros y sistemas de gestión de la información.
- g. Sistemas de monitoreo.

5.5.3 Los controles operacionales deben ser comunicados al personal que trabaja para la UAMI.

5.5.4 Las herramientas que se presentan a continuación ayudarán a realizar un correcto control operacional:

- Sistemas de control y automatización de las instalaciones
- Planes de mantenimiento de los equipos consumidores de energía
- Instrucciones técnicas de control operacional de los equipos consumidores de energía
- Hojas para realizar chequeos de carácter energético
- Programas de funcionamiento de las instalaciones

Tabla 32. Criterio de mantenimiento donde se definen la periodicidad con la que se van a realizar las actividades de mantenimiento de los equipos consumidores de energía.

OPERACIÓN	PERIODICIDAD
1. MANTENIMIENTO CONDUCTIVO DE LAS INSTALACIONES: es la inspección diaria y permanente del correcto funcionamiento de todos los equipos.	
Accionamiento. Inspección de encendido y apagado	Diaria
Inspección diurna	Trimestral
Inspección nocturna de funcionamiento	Tres veces / semana
Programa de lectura de contadores	Mensual
Comprobaciones y mediciones	Trimestral
Localización y reparación de averías	INMEDIATA (24 h)
Sustitución de luminarias	Según necesidad
Inspección de soportes y conexiones	Trimestral
Inspección de centros de mando	Trimestral
Inspección de luminarias	Trimestral
Inspección de obras	Según necesidad
2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS INSTALACIONES: está destinado a la conservación de equipos o instalaciones	
Programa de limpieza de luminarias "in situ"	Bianual
Programa de limpieza de luminarias en taller	Según necesidad
Programa de reposición sistemática de lámparas	Según necesidad
Programa de limpieza y mantenimiento de los centros de mando	Trimestral

Programa de pintura de elementos metálicos	Según programa
Programa de limpieza de soportes	Según programa
Mantenimiento en equipos de regulación y control	Trimestral

Paso 5.6 Diagnóstico de Desempeño Energético

Como se mencionó en el Paso 3.2 para estimar los USE's (usos significativos de la energía) y las OMDE's (oportunidades de mejora del desempeño energético) se inició el diagnóstico energético en la UAMI del edificio "S" de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS). A continuación se Hace el diagnóstico de Consumo de energía por USE's por zonas establecidas previamente.

- **Consumo de energía por USE's por Zonas de los pisos del edificio S de la UAMI**

Se mencionó que el mayor consumidor de energía eléctrica es la refrigeración (con un 59.10% de la energía total que se consumen todos las zonas que se dividió el edificio), donde el mayor piso consumidor es el Piso 3 poniente con un 40% seguidos por los pisos 1 poniente y 2 poniente con lo que la OMDE's al cambiar a cámaras frías con mayor eficiencia en estos pisos es lo más recomendable (figura 85).

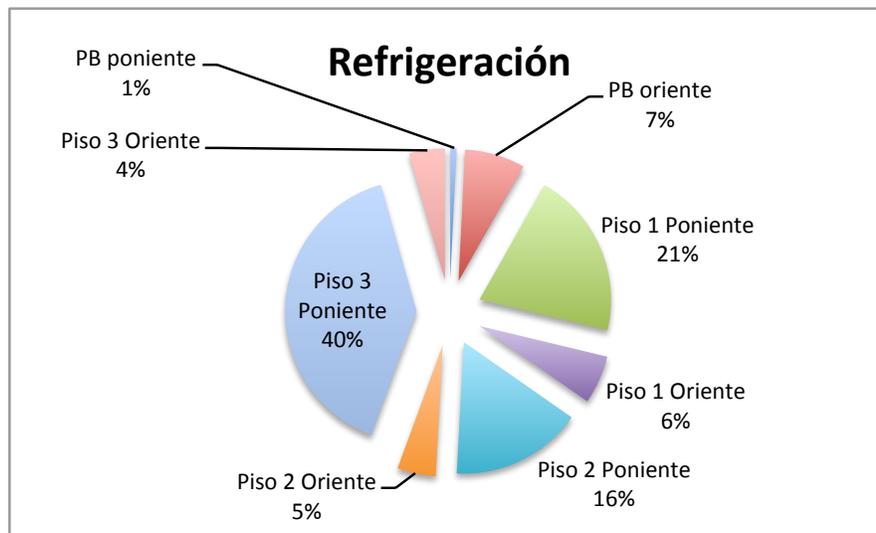


Figura 85. Porcentaje por piso de energía consumida anual por refrigeración del Edificio S.

El segundo consumidor de energía eléctrica del Edificio S es la iluminación (con un 22.73% de la energía total que se consumen en el edificio, figura 86), donde la PB en total suman el 31% seguidos por los pisos 1 oriente y 3 poniente donde suman el 30% de consumo anual. Por lo cual las OMDE's de cambiar a tecnología de luminarias de T8 a LED y sensores de presencia es prioridad en estas zonas, reduciendo más de un 40% del consumo de energía eléctrica por iluminación en el Edificio S.

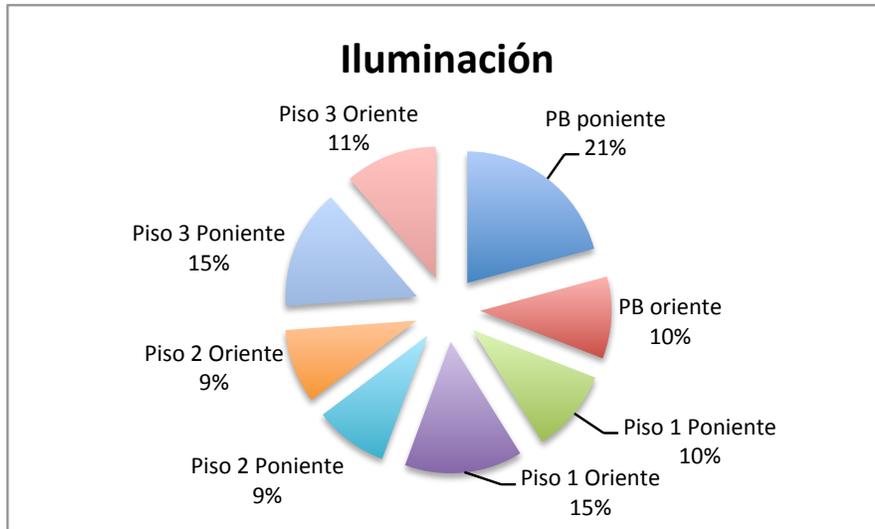


Figura 86. Porcentaje por piso de energía consumida anual por Iluminación del Edificio S.

El tercer consumidor de energía eléctrica del Edificio S es denominado “*otros*”, figura 86, con un 9.5% de la energía total que se consumen en el edificio, donde la PB poniente con 21% seguidos por los pisos 1 oriente y 3 poniente nuevamente donde suman el 30% de consumo anual. Por lo cual las OMDE’s es tener un plan de análisis para reconocer con mayor precisión el consumo de energía del conjunto de equipos que conforman el rubro de “*otros*”. El apagado de equipos y colocación de tarjetones del consumo (pueden ser de mediciones o de la que trae de fabrica) en cada equipo de laboratorio puede ser una alternativa que se puede analizar.

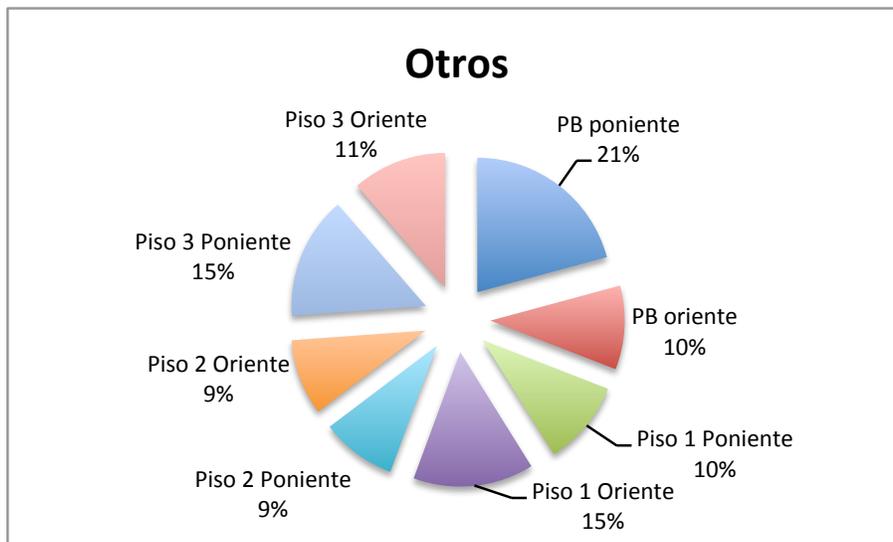


Figura 87. Porcentaje por piso de energía consumida anual por otros del Edificio S.

Como se menciona, el USE “*otros*” se dividió en: computadoras y laptops, impresoras y fotocopiadoras, ventiladores y extractores (incluye campanas de extracción), cafeteras y despachadoras de agua, equipos de oficina (máquinas de escribir, radios, equipos de

sonido, cámaras de seguridad, etc.) y equipos de laboratorio. A continuación se muestran sus porcentaje por piso del consumo de energía anual (figura 88). En la siguiente figura se observa que el piso 1 y 2 poniente suman el 70% de consumo de este USE, por lo aquí sería la prioridad de colocación de tarjetas del consumo (de mediciones o de fabrica).

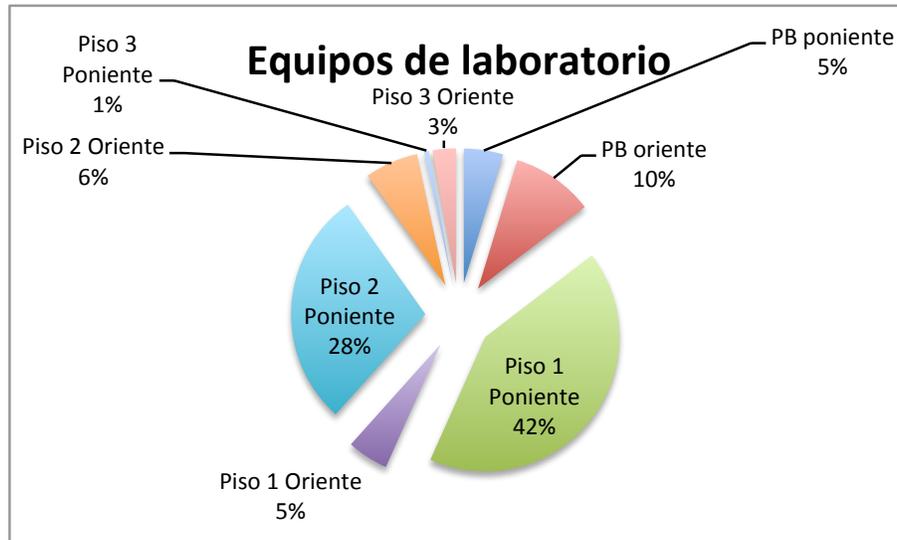


Figura 88. Porcentaje por piso de energía consumida anual por equipos de laboratorio del Edificio S.

El cuarto consumidor de energía eléctrica del edificio S es denominado Incubadoras, donde la piso 2 en conjunto tienen un 51% (figura 89). Por lo cual las OMDE's es tener un plan de apagado de equipos y colocación de tarjetas del consumo en cada incubadora, como plan de comunicación del consumo de energía que se usa.

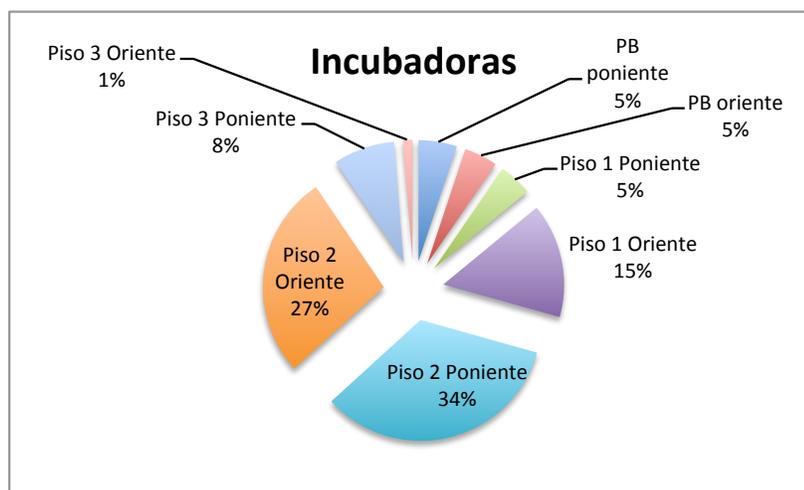


Figura 89. Porcentaje por piso de energía consumida anual por Incubadoras del Edificio S. El quinto consumidor de energía eléctrica del edificio S es el aire acondicionado, donde el Piso 1 poniente tiene el 31% y la PB poniente tienen un 20%. Por lo cual las

OMDE's es tener un plan de apagado de equipos y colocación de tarjetas del consumo y un plan de mantenimiento en estos pisos en prioritario. Se debe analizar la factibilidad de instalar en el edificio S un sistema central de aire acondicionado para suministrar ese aire a las áreas que verdaderamente lo necesitan.

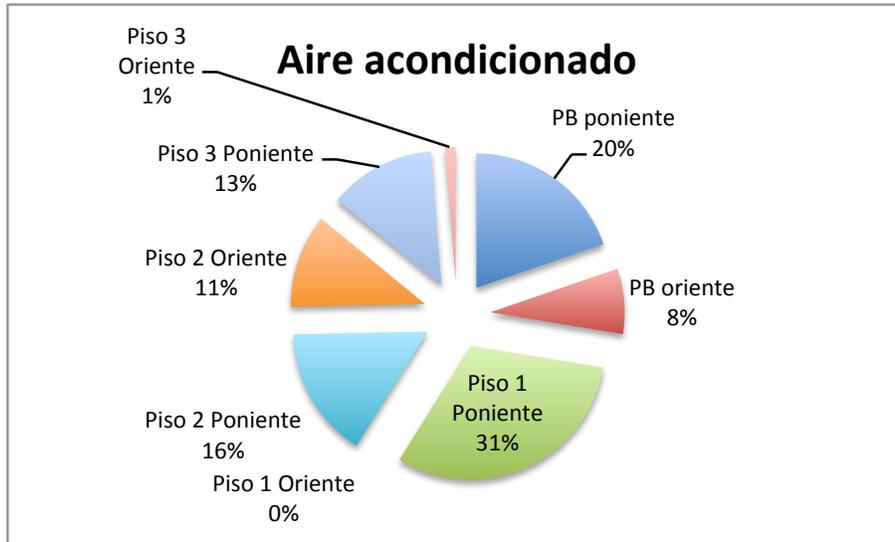


Figura 90. Porcentaje por piso de energía consumida anual por Aire acondicionado del Edificio S.

El sexto consumidor de energía eléctrica del Edificio S es denominado Muflas y Hornos, donde la PB poniente tienen un 21%. En general no hay grandes variaciones por Zonas (figura 91).

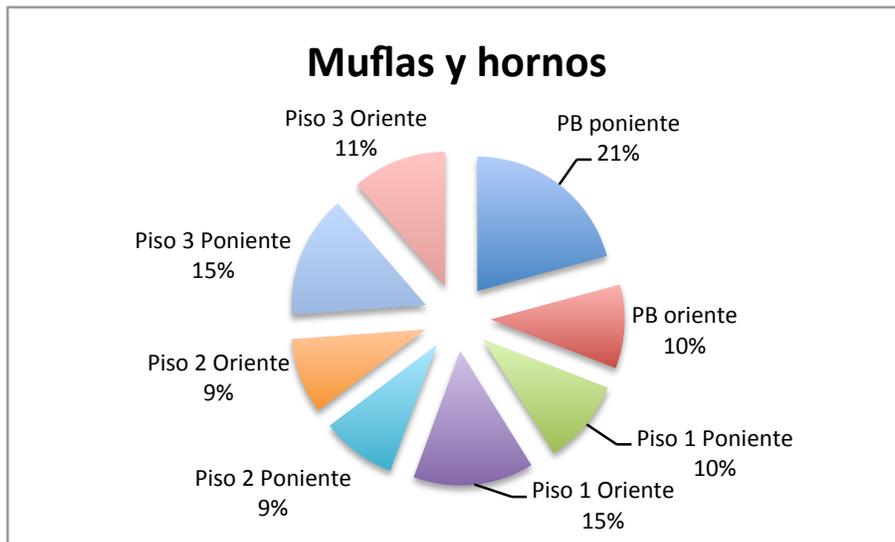


Figura 91. Porcentaje por piso de energía consumida anual por Muflas y Hornos del Edificio S.

Paso 5.7 Adquirir de servicios de energía, productos, equipos y energía

La intención de este paso es que la UAMI se vuelva un precursor de la gestión energética dentro de su cadena de valor. Para ello, es necesario que solicite a sus proveedores datos de desempeño energético. Un primer enfoque puede ser abordado de manera cualitativa, es decir, preguntar si el proveedor tiene o no aspectos de gestión energética. Una vez que los proveedores maduren sus procesos de gestión energética, se podría hacer una solicitud de información que demuestre su desempeño energético y así la organización podrá decidir qué proveedor se verá favorecido en el proceso de compra. Para esto ya se tendrá las instrucciones documentadas en las que se consideren cuestiones de eficiencia energética en el diseño/desarrollo de nuevas actividades o instalaciones.

Se deberá desarrollar y documentar un mecanismo de comunicación para informar a sus proveedores de servicios de energía, productos y equipos que, durante los procesos de compra, la elección del proveedor se realizará incluyendo el desempeño energético de las empresas participantes. Los criterios de desempeño energético deberán ser definidos por la UAMI y el CGE.

En los casos donde la UAMI adquiera productos, equipos o servicios de energía, la organización deberá establecer e implementar criterios para evaluar el uso y consumo de energía, así como la eficiencia energética de dichos bienes durante su vida útil en la UAMI.

6. Implementación de la etapa 6; Evaluar el progreso

Paso 6.1 Dar seguimiento, medición y análisis

Este punto está íntimamente ligado al apartado de control operacional, ya que para comprobar que una determinada actividad se está llevando a cabo correctamente es necesario realizar las medidas y el seguimiento oportuno.

Los SCADAs o medios y herramientas para monitorear, medir y analizar el desempeño energético deberán ser dirigidos hacia los controles y sistemas de reporte de la tabla 33.

Tabla 33. Controles de sistemas de reportes

Aspecto a seguir, medir y analizar	Controles y sistemas de reportes
Los usos significativos de la energía y los resultados claves de la revisión energética	Consumos de Electricidad
	Eficiencia de refrigeradores
	Horas de operación de los equipos
	Mantenimientos
	Tasas de consumo de electricidad
	Pérdidas de energía
Variables pertinentes relacionadas al uso significativo de la energía	Efectividad de planes de acción
	Temperatura ambiente
	Humedad relativa

Aspecto a seguir, medir y analizar	Controles y sistemas de reportes
Indicadores de desempeño energético	Presión atmosférica
	Horas de operación de equipos
	Consumo eléctrico por alumno
	Consumo de energía eléctrica promedio por ciclo de facturación o mensual
	Consumo de energía eléctrica promedio por ciclo de facturación o mensual total al año
	Demanda eléctrica por unidad de superficie
	Consumo eléctrico por unidad de superficie
	Consumo eléctrico para iluminación por unidad de superficie
	Factor de potencia de la UAMI
	Factor de potencia de la UAMI por edificio
	Importe de tarifas horarias (Base, intermedia, Punta) mensual
Consumo de la tarifa horaria (Base, intermedia, Punta) mensual	
Porcentaje de consumo de tarifa horaria (Base, intermedia, Punta) mensual	
Eficacia de los planes de acción en el logro de los objetivos y metas	Los planes de acción se diseñan con ciertos márgenes de tiempo durante los que se deberían realizar una serie de actividades para dar cumplimiento a los objetivos.
Evaluación del consumo de energía real contra el esperado.	Archivos, sistemas o planillas de control que comuniquen oportunamente al departamento de mantenimiento y al Comité de GE aumentos en el consumo de energía

La UAMI debe registrar evidencias de estas actividades de monitoreo y medición. Cómo muestra en el formato que se presenta en la tabla 34 de ejemplo:

Tabla 34. Matriz de monitoreo, medición y análisis.

Tema	Descripción de la Actividad	Área	Responsable	Fecha	Observación

Derivado de las actividades de monitoreo y medición, la UAMI deberá de atender aquellas situaciones que se presenten derivadas de un mal desempeño energético, así como de realizar una investigación de dichas situaciones para evitar su reincidencia.

La medición y el seguimiento es la base para conseguir una mejora continua y puede ser realizada tanto por personal propio de la UAMI como por empresas externas especializadas.

Paso 6.2 Evaluar el cumplimiento de los requisitos legales

El evaluar el cumplimiento de los requisitos legales que está íntimamente ligado al apartado de identificar y evaluar requisitos legales, donde se pondrá los puntos en la actividades en la “Matriz de monitoreo, medición y análisis”.

Paso 6.3 Auditar internamente el SGE

Al aplicar una evaluación de cumplimiento actual de un Sistema de Gestión de Energía a la UAM, el resultado es desastroso (lo que es normal pues no existe un SGE). La tabla 35 presenta la evaluación que se hace a la UAMI con base en el PHVA. Se puede observar que los resultados a la UAMI del 19 sep. 2014 son tendientes a cero: la calificación obtenida es (1.8/10), lo cual es natural y el reto es llevarla a la máxima calificación.

Tabla 35. Elementos del Modelo de auditoría.

Elementos a Evaluar	No. Elementos posibles	No. Elementos obtenidos	Calificación
1. Planificación energética	79	22	2.78
2. Hacer energético	56	9	1.61
3. Verificación	38	3	0.78
4. Contrastar resultados	19	0	0.0
<i>Total</i>	192	34	1.8 pts. de 10 posibles

Fuente: Elaboración propia.

El total del documento para auditar el sistema sigue la clasificación de los 4 elementos (PDCA), subdividido en Actividad de PDCA y cada una de éstas dividido en preguntas específicas con un total de 199 (Ver Anexo 1)

Paso 6.4. Contar con un plan de corrección de no conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva

Las desviaciones pueden ser detectadas por distintos medios:

- Evidencias relacionadas con el desempeño energético de la organización
- En los procesos de auditoría (tanto interna como externa)
- En procesos rutinarios de evaluación del SGE como, por ejemplo, la revisión por el Comité del SGE
- Detección de problemas reales o potenciales por parte del personal

Estas anomalías deben ser transmitidas a quien corresponda en cada caso, quien decidirá si se trata de una no conformidad y cuáles serán las medidas aplicables:

- No conformidad: incumplimiento de un requisito

Una vez identificado el hallazgo se deberán tomar las medidas pertinentes para corregirlas, iniciándose el programa de acciones correctivas y preventivas.

Para ello, se deberá realizar un análisis de sus causas. En función de la naturaleza del hallazgo detectado, deberán tomarse unas medidas u otras:

- Acción correctiva: acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada
- Acción preventiva: acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial
- Corrección: acción tomada para eliminar una no conformidad detectada

Como puede verse, los conceptos de acción correctiva y de acción preventiva son diferentes; en el primer caso, la acción se toma para evitar que algo vuelva a producirse mientras que, en el segundo, para prevenir que algo suceda.

Estas acciones deberán ser planificadas, es decir, se deberán definir bien sus responsables y estar bien organizadas en el tiempo.

Por último, una vez implantada una acción deberá verificarse. De forma general, esta verificación consiste en comprobar que la no conformidad para la cual se ha tomado la medida no se ha producido en un tiempo determinado, por lo que su eficacia no puede medirse de manera inmediata.

7. Implementación de la etapa 7; Reconocer logros

Paso 7.1 Proporcionar reconocimiento interno

Reconocer los logros individuales y de los equipos responsables es clave para mantener el apoyo y soporte para iniciativas de gestión de la energía. Recompensar esfuerzos particulares es un ejemplo que motiva a los integrantes de SGE y de la UAMI a través de una mayor satisfacción en el trabajo. El reconocimiento puede fortalecer la moral de todas las personas involucradas en la gestión de la energía.

Estos reconocimientos pueden estar dirigidos a:

- El personal a nivel individual: reconoce las contribuciones y los logros de las personas al SGE.

- Los equipos responsables: reconoce los logros de los equipos, departamentos y otros grupos dentro de la organización.
- Una instalación: recompensa los logros o el desempeño de una instalación completa.

Para ello, es importante definir criterios de reconocimiento, entre los que pueden considerarse aquellos enfocados a:

- Las mejores ideas sobre ahorro de energía
- La mayor reducción de consumo de energía
- El aumento de los ahorros por costo

Paso 7.2 Recibir el reconocimiento externo

Obtener el reconocimiento de un tercero a los resultados del SGE, implementado por la UAMI, proporciona un respaldo a la mejora de su imagen pública y al incremento de su competitividad. Una reputación sólida contribuye a mejorar las ventajas competitivas.

8. Implementación de la etapa 8; Asegurar la mejora Continua del SGE

Paso 8.1 Realizar revisiones por la Rectoría

En este trabajo se sugiere que la Rectoría, Divisiones y Responsable de la Gestión Energética realice la revisión una vez al año, de manera que pueda contar con resultados del desempeño energético, objetivos, metas y auditorías. Se deberá definir un tipo de registro o reporte de las conclusiones que tome la Rectoría frente a su revisión.

- ***Información de entrada para la revisión por la Rectoría, Divisiones y Responsable de la Gestión Energética***

La revisión consiste en analizar los resultados del sistema de gestión y en la toma de decisiones para actuar y promover la mejora continua. La Información de entrada para la revisión será la siguiente mostrada en la figura 92.

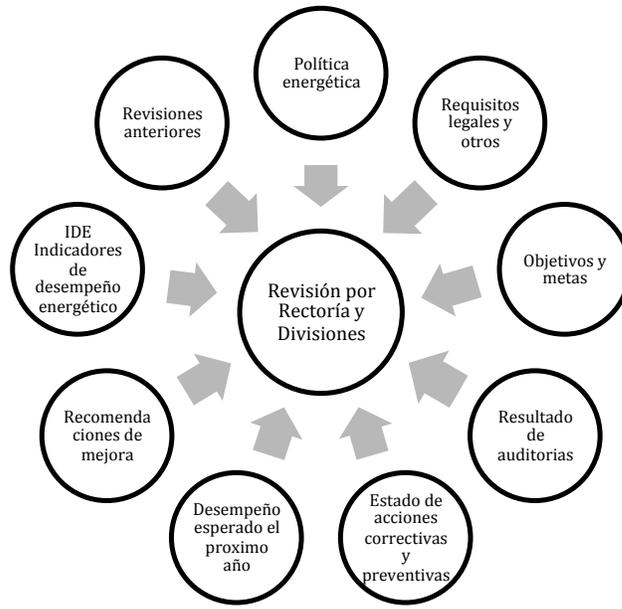


Figura 92. Análisis Información de entrada necesaria para la revisión por Rectoría y las Divisiones

Paso 8.2 Tomar decisiones para mejorar el SGE

Para garantizar una mejora continua, los resultados de la revisión por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones para garantizar una mejora continua. La Información de salida para la revisión será la siguiente mostrada en la figura 93:

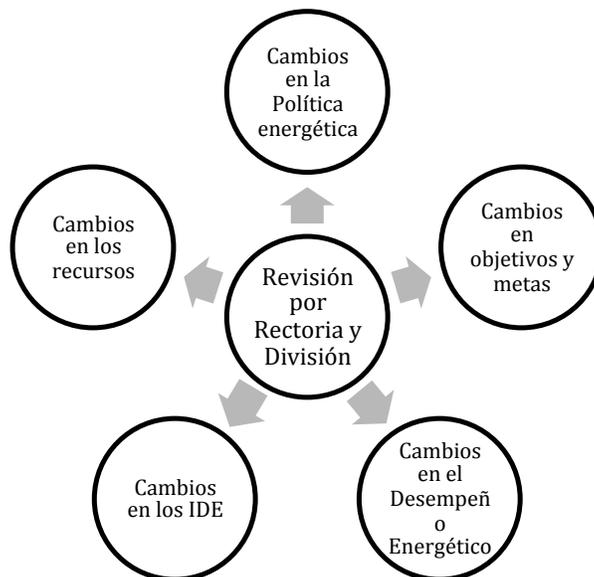


Figura 93. Resultados de la revisión por Rectoría y las Divisiones

De las revisiones por la Rectoría (llámese la entidad rectora de la unidad, la cual también puede ser la Secretaría de la Unidad) se pueden generar distintos registros que evidencien su realización y en los que se resuman las decisiones tomadas de acuerdo a la información revisada. Esto es con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema y la mejora continúa de la gestión de la energía.

Discusión

- Todos los SGE se fundamentan en sistemas de mejora continua
- El objetivo de implantar un sistema de gestión energética debe conllevar una disminución del consumo energético
- El SGE es una herramienta útil y eficaz para dar cumplimiento de forma continua a la reducción de CO₂e
- Del análisis bibliográfico se encontró la problemática de la tendencia del uso de la energía y el papel de los SGEs en revertirla.
- La Normatividad ANSI/MSE 2000:2008 tiene más actividades que las demás normas y la ISO tiene un trabajo de traducción para lograr la unificación de la terminología en lengua española en el ámbito de la gestión de la energía.

El sistema de auditoría se clasifica en 4 elementos (PDCA), Subdividido en Actividad de PDCA y cada una de éstas dividido en preguntas específicas con un total de 199.

Con la ausencia de un Sistema de Gestión Energética (SGE), ni una administración que pueda detectar errores de medición (31 de Enero del 2011) provocando un elevado impacto en el presupuesto universitario, como lo fue el error que superó los 15 millones de pesos. El error en medición fue provocado por el suministrador sin embargo impacto en el presupuesto universitario.

El SGE se debe designar un representante con las habilidades y competencias adecuadas para la gestión eficaz de la energía y asegurar que el SGE se establece, se implementa, se mantiene y se mejora continuamente.

Con la ausencia de un Sistema de Gestión Energética (SGE), ni una administración que detone un plan de acción para las faltas de Demanda Máxima en los contratos con CFE en un periodo que suman 16 años donde se incrementa el costo en la facturación penalización o recargo.

Con la ausencia de un Sistema de Gestión Energética (SGE), ni una administración que detone un plan de acción por la disminución sostenida del Factor de Potencia en un periodo de 8 años donde se incrementa el costo en la facturación penalización o recargo.

Se observa en el índice energético Kilowatt hora/alumnos/trimestre tiene una baja correlación ($R^2=0.0217$). Esto indica que no hay dependencia directa entre el consumo de energía eléctrica por alumnos totales y los trimestres de clases, lo que

demuestra lo inapropiado de este índice de consumo para evaluar la eficiencia energética en el caso de estudio del centro de educación superior (UAMI).

Además del índice de consumo energía kWh/Alumnos, con un baja correlación ($R^2=0.3059$), se observa un incremento muy tenue entre mayor número de alumnos, mayor energía. Por lo que los incrementos mayores de energía no provienen de los alumnos. Hay, en consecuencia, otras variables que hay que detectar con impacto significativo. Y esto se aprecia en el porcentaje de aumento de consumo de energía eléctrica en la UAMI cuando hay clases no supera el 5.5% en 10 años con relación a cuando no hay clases.

Los resultados de la correlación anterior es otra evidencian que existen otros factores que influyen con mayor peso que los alumnos totales en el consumo de energía eléctrica de las instalaciones UAMI.

Un sistema de monitoreo y control energético efectivo para un SGE de un centro de educación superior requiere de un conjunto de indicadores que permitan evaluar el resultado alcanzado en el uso eficiente de los usos energéticos, diagnosticar las causas de la desviaciones con respecto a un comportamiento normado o estándar, y finalmente modificar las variables de control para hacer coincidir los resultados con los objetivos establecidos en el SGE.

Cada edición debe tener su propio indicador en función de la actividad preponderante que se lleva a cabo en este

Dos soluciones a la problemática anterior pueden ser la utilización de un índice referido a las salones-ocupados (SO), y la otra alternativa es salones-ocupados-equivalentes (SOeq), el cual tome en consideración otros factores que influyen determinantemente sobre el consumo de energía de la instalación, tales como la temperatura ambiente, las diferencias de cargas de climatización y otros servicios prestados por las edificios.

CAPÍTULO 6. Conclusiones

- Es necesario establecer un SGE en la UAMI que permitirá mejorar el desempeño energético y avanzar a la sustentabilidad de la institución.
- La implementación de un SGE ayuda a generar un procedimiento organizado de previsión y control del consumo de energía.
- El SGE implica que se involucre personas con toma de decisiones y una visión energética para impulsar una aplicación adecuada.
- La implementación del SGE cambia del paradigma del trabajo individual al trabajo de la comunidad, lo cual el desempeño energético des su objetivo.
- Los índice energético para un centro educativo se deben desarrollar por edificio de acuerdo a las tareas que se desarrollan en ellos. Estableciendo un a línea base para cada uno.
- Al aplicar la metodología de evaluación de un SGE a la UAMI resultó, como era de esperarse, tener una calificación baja (1.8/10)
-
- Las principales barreras que se detectaron para la implementación del SGE fueron:
 - Falta de liderazgo en materia energética
 - Elevada carga de trabajo en personal de mantenimiento
 - Información dispersa
 - Ausencia de mecanismo de monitoreo
 - Presupuesto reducido y sin planeación a la eficiencia energética
 - Falta de concientización y aparente motivación de autoridades

Referencias Bibliográficas

1. ANSI/MSE 2000:2008 "Management System for Energy". American National Standards Institute, Inc. (Febrero 2, 2009).
2. Barney L. Capehart Guide to Energy Management. Ed. Secretaría Central de ISO The Fairmont Press, 6a ed. 2008.
3. David Buchan "The Rough guide to the Energy Crisis" Rough Guides Ltd. First Ed. 2010.
4. World Energy Outlook (2008) y(2009). . International Energy Agency.
5. Dieter Helm, "The New energy Paradigm". Ed. Oxford University Press, USA (2007).
6. Mark Jaccard. (2006) "Sustainable Fossil Fuels: The Unusual Suspect in the Quest for Clean and Enduring Energy" Cambridge University Press; Reprint edition (January 16, 2006).
7. Richard Heinberg. "Blackout: Coal, Climate and the Last Energy Crisis", Ed. New Society Publishers (July 1, 2009).
8. Bill Paul "Future Energy: How the New Oil Industry Will Change People, Politics and Portfolios". Ed. Wiley (February 9, 2007).
9. IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso).
10. Al-Shemmeri, Tarik. "Energy Audits: a Workbook for energy management in buildings", Blackwell Publishing LTD. 2011.
11. ISO 50001:2011 (traducción oficial) Sistemas de Gestión de la Energía — Requisitos con orientación para su uso". Primera edición (2011-06-15) (NMX – J – SAA – 50001 –ANCE – IMNC - 2011).
12. Thomas L. Friedman. 2006. La tierra es plana: breve historia del mundo globalizado del siglo XXI. MR ediciones.

13. Nicholas Stern. 2007. "The Economics of Climate Change" Cambridge University Press (January).
14. México INDC. Marzo 25, 2015, SEMARNAT, Gobierno de México
15. Energy Outlook 2035. BP January 5, 2014. Página web consultada: <http://www.bp.com/en/>
16. Diario Oficial de la Federación (DOF) Gobierno Mexicano: 20 de septiembre de 1999
17. *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018* (PECC). DOF, 28 de abril del 2014, Gobierno Mexicano.
18. Bolufer, P. (diciembre de 2011). «Extracción de petróleo y gas de rocas sedimentarias». *Ingeniería Química* (500): 63.
19. Brooks, M, 2013. "Frack on or frack off? Can shale gas really save the planet," *New Scientist*, August 10.
20. Vello A. Kuuskraa. 2007. "Reserves, production grew greatly during last decade", dans *Oil & Gas Journal*, 3 septembre, pp. 35-39.
21. Biello, David. 2010. «What the Frack? Natural Gas from Subterranean Shale Promises U.S. Energy Independence--With Environmental Costs». *Scientific American* (en inglés), March 30.
22. Report: Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. This report was prepared by the U.S. Energy Information Administration (EIA), the statistical and analytical agency within the U.S. Department of Energy, June 2013.
23. Balance Nacional de Energía 2013. Secretaría de Energía, Gobierno Federal 2014.
24. Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2014-2028. Secretaría de Energía, Gobierno Federal 2014
25. Plan Anual de Trabajo, 2015. CONUEE, México. Gobierno Mexicano
26. Abel Hernández Pineda, Gerardo Ezequiel Carmona Vázquez, Lázaro Flores Díaz, Roberto Daniel Sosa Granados (ANCE, A.C.). 2014, "Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía"; Instituciones editoras: CONUEE/ GIZ, México, D.F., 19 agosto del 2014.

27. Chris Goodall, (2010) "Ten Technologies to Save the Planet: Energy Options for a Low-Carbon Future", Ed. Greystone Books (April 27, 2010).
28. Thumann Albert, 1991. Handbook of Energy Audits. Ed. The Fairmont Press, Inc. ISBN: 0-13-374109-5.
29. Ambriz García J.J., Romero Paredes R. H., 1993, Administración y Ahorro de Energía. Editado por la UAM, 1993, 1ª Ed.
30. Kondo, Yoshio. (July de 1994). «Kaoru Ishikawa: What He thought and Achieved, A Basis for Further Research». Quality Management Journal 1 (4): 86-91. ISSN 1068-6967.
31. Watson, Greg (April de 2004). «The Legacy Of Ishikawa». Quality Progress 37 (4): 54-57. ISSN 0033-524X
32. Deming, W. Edwards (1986). Out of the Crisis. MIT Press. ISBN 0-911379-01-0. OCLC 13126265.
33. Walton, Mary (1986). The Deming Management Method. The Putnam Publishing Group. ISBN 0-399-55000-3. OCLC 13333772
- 34 Jan H. Kalicki "Energy and Security: Toward a New Foreign Policy strategy". Ed. Woodrow Wilson Center Press, (2005).
35. Norma UNE-EN 16001:2009 "Sistema de Gestión Energética" 2009.
36. Pymes industriales en la ciudad de Madrid. "Guía para la implantación del Sistema de Gestión Energética en PYMES industriales en la ciudad de Madrid" Ed- Madrid emprende.
37. Herramienta para la Gestión Energética Empresarial. Scientia et Technica Año XI. No. 29, Diciembre de 2005. UTP ISSN 0122-1701.
38. Ed. Pintero and Carolyn Campbell. 2011. "¿Por qué ISO 50001 es beneficiosa para su organización?" LRQA Recorded Webinar: Featuring Chairman of the ISO 50001 Committee, Ed Pintero and LRQA's Lead Assessor and Energy Management System Expert, Carolyn Campbell. Tuesday, August 02, 2011 - Monday, August 08, 2011
Contact: enquiries@lrqa.com
39. Cabrera Gorrín O., Borroto Nordelo A., Monteagudo Yanes J., Pérez Tello C. Campbell Ramírez H. 2004. Evaluación del indicador KWH/HDO de eficiencia eléctrica en instalaciones hoteleras cubanas. Retos Turísticos. RNPS No. 0411, Folio : 137, Tomo 1 No. 2, Vol. 3.

40. K. León, (2012). Seminario de Proyectos de UAMI "Uso de la energía eléctrica en iluminación en la UAM-I". Licenciatura en Ingeniería en Energía.
41. J. Ambriz Garcia, H Romero Paredes, M. A. Almaraz Muñoz, A. Salazar Texco. 2012. Informe No 18, de la asesoría de la conservación de energía: Informe Del Consumo de Energía Eléctrica en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-MX-018), Marzo, 2012.
42. Gerencia y Energía: <http://gerenciayenergia.blogspot.com/>
43. Joshua Pearce, "Photovoltaics - A Path to Sustainable Futures", Futures 34 (7), 663-674, 2002.
44. Yergin, Daniel. The quest: energy, security, and the remaking of the modern world, Ed. The penguin Press, 2011.
45. Andrew McKillop "The Final Energy Crisis". Ed. Pluto Press; First Edition (April 20, 2005).
46. Mariano Marzo Carpio, catedrático de Recursos Energéticos en la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona (EL PAÍS, 22/02/11).
47. Gerardo Viña Vizcaíno "Bases conceptuales de auditoría ambiental como un instrumento de prevención de la contaminación" (MSc.). Bogotá D.C., Colombia, (Junio de 2003).
48. Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 D.R. © Abril de 2014 Secretaría de Energía, Primera Edición. 2014-2018

ELEMENTOS DE

Gestión Energética

M en A. Ulises Arturo Martínez Velázquez

Dr. Hernando Romero Paredes Rubio

UAM Iztapalapa

Gestión energética en centros de educación superior.

Anexo 1

Elementos de Auditoria Energética

Los Elementos de Auditoria Energética tiene el objetivo de medir y cuantificar objetivamente el Sistema de Gestión Energética (SGE).

Elementos a Evaluar	No. Elementos posibles	No. Elementos obtenidos	Calificación
1. Planificación energética	85		
2. Hacer energético	56		
3. Verificación	38		
4. Contrastar resultados	29		
Total	199		

1. Planificación energética
1.1. Política energética

Elementos de Auditoria	Si	No
1. ¿Ha definido, establecido, implementado y mantenido la alta dirección (Rector) de una Política Energética (PE)?		
2. ¿La PE esta firmada para su cumplimiento?		
3. ¿La PE Incluye un compromiso de mejora continua ?		
4. ¿La alta dirección (Rector) ha proporcionado los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema de gestión de la energía (SGE) y el desempeño energético resultante?		
¿La Política contiene o menciona?:		
5. Mejora continua del desempeño energético (usuario de la energía, la eficiencia energética, control energético y el consumo energético)		
6. Un compromiso para cumplir con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscribe, relacionados con el uso y el consumo de la energía y la eficiencia energética		
7. Incluye un compromiso de sustentabilidad		
8. Un apoyo para la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes y el diseño para mejorar el desempeño energético		
9. Un compromiso para la energía renovable		
10. Un compromiso para alternativas de uso de energía		
11. Un compromiso para reducir el consumo de energía que impacta al medio ambiente		
12. Un compromiso para documentar y comunicar PE a todos los niveles de la organización?		
¿Cuáles de los siguientes puntos se usan para comunicar la política?:		
13. Carteles en todo lugar		
14. Seminarios de inducción para empleados y trabajadores		
15. Publicación en manuales		
16. Recordatorio permanente en Consejo Académico		
17. Publicada en la Pagina web institucional		
18. Minutas		
19. Verbal		
20. ¿Es reciente la política energética (2años maximos)?		
21. ¿Hay un compromiso para revisar regularmente y se actualiza cuando es necesario		
22. ¿Existen descripción del rol de los directores, jefes de departamento y coordinadores academicos, y definen su responsabilidad en el SGE?		
23. ¿Existen descripción del rol de l Responsable de la Gestión Energética, Comité de Gestión Energética y definen su responsabilidad en el SGE?		
24. ¿Se establecen anualmente los objetivos y metas energéticas en el SGE?		

1.2 Requisitos legales

Elementos de Auditoria	Si	No
25. ¿Existe un proceso para identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables a las instalaciones sobre el desempeño energético?		
26. ¿Existe un proceso para implementar y documentar los requisitos legales aplicables?		
27. ¿Se conducen diagnósticos (auditorias) para evaluar el cumplimiento de requisitos legales?:		
28. ¿Con que periodicidad?		
Cada año		
Cada dos años		
Cada tres años		
29. ¿Hay un sistema de seguimiento para verificar que se lleven a cabo las correcciones a las desviaciones legales indetificadas ?		

1.3 Revisión energética

Elementos de Auditoria	Si	No
30. ¿Existe una metodología para analisis energético?		
31. ¿Cada cuando se revisa la metodología?		
Cada año		
Cada dos años		
Cada tres años		
32. ¿Hay un sistema de seguimiento para verificar que se lleven a cabo las correcciones a las desviaciones legales indetificadas ?		
33. ¿Se lleva a cabo el análisis del consumo de energía eléctrica, de combustibles y otras fuentes?		
34. ¿El análisis energético se actualiza cuando hay a cambios significativos en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos?		
35. ¿Qué porcentaje se ha analizado y evaluado el uso y consumo histórico de la energía?		
Mas del 95%		
Entre el 80 y 95%		
Entre el 70 y 80%		
Menos del 70%		
36. ¿Se han identificado los usuarios y el consumo significativo de la energía (USE's) ?		
37. en instalaciones		

38. en los equipos		
39. en los sistemas		
40. en los procesos		
41. en el personal		
42. ¿Se han identificado las variables que afectan significativamente el consumo de la energía?		
43. ¿Qué porcentaje se ha analizado y evaluado (mediciones) del uso y consumo actual de la energía?		
✓ Mas del 90%		
✓ Entre el 70 y 90%		
✓ Entre el 40 y 70%		
✓ Menos del 40%		
44. ¿Se han determinado el desempeño energético actual de las instalaciones relacionados con el uso significativo de la energía ?		
45. ¿Se han determinado el desempeño energético actual de los equipos relacionados con el uso significativo de la energía ?		
46. ¿Se han determinado el desempeño energético actual de los sistemas relacionados con el uso significativo de la energía ?		
47. ¿Se han determinado el desempeño energético actual de los procesos relacionados con el uso significativo de la energía ?		
48. ¿Se han identificado los usuarios y estimado los consumos futuros de energía?		
49. ¿Existe un proceso para priorizar y registrar las oportunidades para mejorar el desempeño energético?		
50. ¿Existen metas para la reducción de energía anual?		
51. ¿Se tiene identificados las oportunidades para el uso de energía renovable?		
52. ¿Se tiene identificados las oportunidades de reducción del consumo de energía desperdiciada?		

1.4 Línea de base energética

Elementos de Auditoria	Si	No
53. ¿Se ha establecido la(s) línea(s) base energética a partir de la información del análisis de consumo de energía histórico?		
54. ¿La línea base se contrasta con con los consumos actuales de energía?		
55. ¿La(s) línea(s) de base energética se ha documentado y actualizado?		
56. ¿Los cambios en la eficiencia energética global se miden contra de la(s) línea(s) base(s) energética(s)?		
¿Se han realizado el ajuste en la(s) línea(s) de base cuando se den una o más de las siguientes situaciones?:		
57. Indicadores de desempeño energético ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización		
58. Se han realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía		

1.5 Indicadores de desempeño energético

Elementos de Auditoria	Si	No
59. ¿Se cuenta con una metodología para identificar los Indicadores de desempeño energético (IDE)?		
60. ¿Se cuenta con una metodología para actualizar los Indicadores de desempeño energético?		
61. ¿Se revisan los Indicadores de desempeño energético?		
62. ¿Se documentan los Indicadores de desempeño energético?		
63. Cada mes		
64. Cada bimestre		
65. Cada semestre		
66. Cada año		
67. Los IDE se comparan con la línea de base energética		

1.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la SGE

Elementos de Auditoria	Si	No
68. ¿Se establecen anualmente los objetivos del SGE y se documentan ?		
69. ¿Se establecen los plazos para el logro de los objetivos y metas?		
70. ¿Se establecen anualmente las metas del SGE?		
71. ¿Se establecen plazos para el logro de los metas?		
72. ¿Las metas son coherentes con la objetivos energéticos?		
73. ¿Los objetivos y metas son coherentes con la política energética?		
74. ¿Los objetivos y metas tienen en cuenta los requisitos legales?		
75. ¿Para los objetivos y metas se considera sus condiciones financieras, operacionales, opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas?		
76. ¿Los objetivos y metas toman en cuenta los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético?		
77. Existen planes de acción del SGE documentados los cuales consideran:		
78. ¿La designación de responsabilidades para todos los niveles del SGE?		
79. ¿El establecimiento de los plazos previstos para lograr las metas individuales?		
80. ¿El establecimiento de los medio para lograr las metas individuales?		
81. ¿Métodos para verificar los resultados?		
82. ¿Existe un procedimiento para medir el desempeño individual para todos los niveles de la administración?		
83. ¿Que tan efectiva es la organización para alcanzar sus objetivos y metas?:		
✓ Excelente		
✓ Muy bien		
✓ Bien		
✓ Regular		
✓ Mal		
84. ¿La organización ha establecido un plan a largo plazo para implantar y mejorar su SGE?		
85. ¿Los planes de acción se documentan y actualizan en intervalos de tiempo definidos?		

2. Hacer

2.1. Implementación y operación

Elementos de Auditoria	Si	No
86. ¿Hay una matriz de competencias para personas que usen significativamente la energía		
¿La matriz de competencias cubre al menos los siguiente?:		
87. Nivel de educación secular		
88. Nivel de formación		
89. Habilidades o experiencias		
90. Necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos		
91. Operación del SGE		
92. ¿Existe un proceso para asegurar que todo el personal y personas que trabajen a su nombre sean concientes de?:		
93. La importancia de la conformidad con la política energética		
94. Los procedimientos y los requisitos del SGE		
95. De sus funciones SGE		
96. De sus responsabilidades		
97. De las autoridades para cumplir con los requisitos del SGE		
98. De los beneficios de la mejora del desempeño energético		
99. Del impacto real o potencial con respecto al uso y consumo de la energía		
100. Del impacto real o potencial con respecto de sus actividades		
101. Cómo sus actividades y su comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos energéticos y las metas energéticas		
102. De las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados		
103. ¿Se cuenta con un plan de capacitación?		
104. ¿Se mantienen los registros de capacitación?		

2.2 Comunicación

Elementos de Auditoria	Si	No
105. ¿Cuáles de los siguientes puntos se usan para comunicar internamente la información relacionada con el desempeño energético?:		
106. Carteles en todo lugar		
107. Seminarios de inducción para empleados y trabajadores		
108. Publicación en manuales		
109. Recordatorio permanente en Consejo Académico		
110. Publicada en la Pagina web institucional		
111. ¿Existe un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de, la organización pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGE?		
112. ¿Se ha documentado la decisión si comunica o no externamente su política energética?		

2.3 Requisitos de la documentación

Elementos de Auditoria	Si	No
113. ¿La organización ha establecido en papel, formato electrónico, para describir los elementos principales del SGE y su interacción?		
114. ¿La organización ha implementado y mantenido información, en papel, formato electrónico los elementos principales del SGE y su interacción?		
¿La documentación del SGE ha incluido lo siguiente?:		
115. El alcance y los límites del SGE		
116. La política energética		
117. los objetivos energéticos		
118. Las metas energéticas		
119. Los planes de acción		

2.4 Control de los documentos

Elementos de Auditoria	Si	No
✓ La organización ha establecido, implementado y mantenido procedimientos para:		
120. Aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión		
121. Se ha revisado y actualizado periódicamente los documentos		
122. Se han asegurado de que se identifican los cambios		
123. Se ha asegurado de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso		
124. Se ha asegurado de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables		
125. Se ha asegurado he identificado y controlado la distribución de los documentos de origen externo que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del SGE		
126. Se cuenta con un procedimiento para prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos		
127. Se cuenta con un procedimiento para hacer procedimientos donde aplicarles una identificación		

2.5 Control operacional

Elementos de Auditoria	Si	No
128. ¿Se ha identificado aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía		
129. ¿Se cuenta con un plan de acción para aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía?		
130. ¿El plan establece la fijación de criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía?		
131. ¿La operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, estan de acuerdo con los criterios operacionales?		
132. ¿Se cuenta con una comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de, la organización?		

2.5 Diseño y/o Diagnóstico Energético

Elementos de Auditoria	Si	No
133. ¿Se cuenta con una comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de la organización?		
134. ¿Se ha cuantificado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas?		
135. ¿Se ha cuantificado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones modificadas o renovadas?		
136. ¿Los resultados de la evaluación del desempeño energético se han incorporado, al diseño, a la especificación y a las actividades de compras de los proyectos?		
137. ¿Se registran los resultados de la actividad de diseño del desempeño energético?		

2.5 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía

Elementos de Auditoria	Si	No
138. Se informar a los proveedores que las compras serán en parte evaluadas sobre la base del desempeño energético.		
139. ¿Se ha establecido criterios para evaluar el uso y consumo de la energía durante la vida útil planificada al adquirir productos, equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto en el desempeño energético?		
140. ¿Se ha establecido criterios para evaluar la eficiencia de la energía durante la vida útil planificada al adquirir productos, equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético?		
141. ¿Se ha definido y documentado las especificaciones de adquisición de energía? (cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía)		

3. Verificación

3.1 Seguimiento, medición y análisis

Elementos de Auditoria	Si	No
142. ¿Se ha determinado el desempeño energético de todas las áreas?		
143. ¿Se ha determinado el desempeño energético de todas las operaciones claves?		
144. ¿Se mide el desempeño energético de todas las áreas?		
145. ¿Se analiza el desempeño energético de todas las áreas?		
146. ¿Se cuenta con un plan de medición energética?		
147. ¿Cada cuando se documentan la medición y analisis de desempeño energético?		
Cada mes		
Cada bimestre		
Cada semestre		
Cada año		
148. ¿Para el seguimiento, medición y análisis se ha incluido como mínimo?:		
149. Los usos significativos de la energía		
150. Las variables pertinentes relacionadas con los usos significativos de la energía		
151. Los Indicadores de desempeño energético		
152. La eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y las metas		
153. La evaluación del consumo energético real contra el esperado.		
154. ¿Se cuenta con un programa de calibracion de los equipos de medición anual?		
155. ¿Se cuenta con registros de investigación para responder a desviaciones significativas del desempeño energético?		

3.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales (certificaciones) y de otros requisitos (ambientales, eficiencia, costo, etc.)

Elementos de Auditoria	Si	No
156. Se ha indentificado el cumplimiento de los requisitos legales con su uso y consumo de la energía.		
157. ¿Cada cuando se revisan las evaluaciones de cumplimiento?		
Cada semestre		
Cada año		

3.3 Auditoria interna del sistema de gestión de la energía

Elementos de Auditoria	Si	No
158. ¿Cada cuando se lleva cabo auditorías internas?		
Cada semestre		
Cada año		
Cada 18 meses		
159. ¿En las auditorias internas cumple con?:		
160. Las disposiciones planificadas para la gestión de la energía y de este documento		
161. Con los objetivos energéticos establecidos		
162. Con las metas energéticas establecidos		
163. ¿Se cuenta con un cronograma de auditorías considerando el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar?		
164. ¿Se tiene documentado resultados de auditorías del SGE previas?		
165. ¿Se informar a la alta dirección de el resultado?		
166. ¿Para la selección de los auditores se cuenta con un procedimiento?		
167. ¿Dicho procedimiento asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?		

3.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva

Elementos de Auditoria	Si	No
168. ¿Se cuenta con un plan de corrección no conformidades reales y potenciales?		
✓ ¿En plan de acciones correctivas y preventivas se incluye?:		
169. Revisión de no conformidades reales o potenciales		
170. La determinación de las causas de las no conformidades reales o potenciales		
171. La evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades no ocurran o no vuelvan a ocurrir		
172. La determinación e implementación de la acción apropiada necesaria		
173. El mantenimiento de registros de acciones correctivas y acciones preventivas		
174. La revisión de la eficacia de las acciones correctivas o de las acciones preventivas tomadas		

3.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva

Elementos de Auditoria	Si	No
175. ¿Se ha establecido los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGE?		
176. ¿Se ha mantenido los registros que sean necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGE?		
177. ¿Se cuenta con un procedimiento para hacer procedimientos y registros?		
178. ¿Se cuenta con un controles para la identificación, recuperación y retención de los registros?		
179. ¿Los registros permanecen legibles, identificables y trazables a las actividades pertinentes?		

4. Actuar/ Contrastar resultados

4.1 Revisión por la dirección

Elementos de Auditoria	Si	No
180. ¿La alta dirección cuenta con un cronograma para revisar el SGE de la organización?		
181. ¿Se cuenta con registros de las revisiones por la dirección?		

4.2 Revisión por la dirección

Elementos de Auditoria	Si	No
182. ¿La información de entrada para la revisión por la dirección incluye?:		
183. Las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas		
184. La revisión de la política energética		
185. La revisión del desempeño energético		
186. la revisión del los IDE relacionados		
187. Los resultados de la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales		
188. El grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas		
189. Los resultados de auditorías del SGE		
190. Los estados de las acciones correctivas y preventivas		
191. El desempeño energético proyectado para el próximo período		
192. Las recomendaciones para la mejora		

4.3 Resultados de la revisión por la dirección

Elementos de Auditoria	Si	No
193. ¿Los resultados de la revisión por la dirección incluyen todas las decisiones y acciones relacionadas con?:		
194. Los cambios en el desempeño energético de la organización		
195. Los cambios en la política energética		
196. Los cambios en los indicadores de desempeño energético		
197. Los cambios en los objetivos, metas u otros elementos del sistema de gestión de la energía		
198. Dichos cambios son coherentes con el compromiso de la organización con la mejora continua		
199. Los cambios en la asignación de recursos		