

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA



Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de
Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

**Tesis para obtener el grado de:
Maestro en Ingeniería**

Presenta: Ivan Rangel Gaxiola

Director de tesis: Dr. Héctor Enrique Campbell Ramírez

Mexicali, Baja California

Abril 2011

Contenido

RESUMEN	6
INTRODUCCION	12
Antecedentes	16
Planteamiento del problema	19
Justificación.....	20
FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, MATRIZ ENERGÉTICA DE LA REGIÓN Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	22
Emisión de contaminantes en Baja California	25
Comparación de fuentes de energía eléctrica e impacto ambiental.....	29
EVALUACIÓN DE BASES DE DATOS DEL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR PYME DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C.	33
Concepto de micro pequeña y mediana empresa	33
Recopilación y búsqueda de bases de datos	35
Inspección de la clasificación de usuarios en sectores de acuerdo a tarifas de CFE	41
Estudio del impacto del sector pyme en el consumo de energía eléctrica en Baja California con datos estadísticos de CFE (1999 a 2009)	45
Comportamiento del número de usuarios	46

Comportamiento de Ventas (MWh)	47
Comportamiento de productos (Miles de \$)	48
Comportamiento del Precio Medio (\$/KWh)	49
Caso de estudio comparación de manejo de energía y demanda vs. precio medio	50
SELECCIÓN DE PYME PARA UTILIZAR UNA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO.....	55
RECOPIACIÓN Y REDACCIÓN DE METODOLOGÍAS PARA AHORRAR Y HACER USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	60
Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), y medidas de diagnóstico .	61
Administración de la energía	67
Programa de cómputo con herramientas de autodiagnóstico.....	72
Energy lens.....	73
Energy Depot	74
Factores que influyen en la facturación de energía eléctrica como métodos para reducirla	78
Tarifas Horarias.....	79
Tensión de suministro.....	80
Demanda.....	81
Demanda máxima	81
Demanda facturable	82
Consumo (consumo de energía eléctrica)	83
Factor de carga (FC)	83

Factor de potencia (FP)	84
Cargo por medición en baja tensión	85
Resumen de sección	85
SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO	87
De la ubicación de una metodología	87
De la importancia de la información	89
De los límites prácticos para la captura de la información.....	91
De la recopilación de herramientas.....	93
De las capacidades y opciones de la herramienta	94
De la creación de la herramienta.....	96
De cómo funciona la herramienta	100
Entrada de datos.....	100
Cálculo de datos.....	104
Muestra de datos.....	110
Entrada y salida de datos opción vs. original.....	112
Gráficos obtenidos en el proceso de autodiagnóstico	116
Del proceso de uso de la herramienta.....	132
Ventajas y desventajas de la herramienta.....	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143

ANEXOS.....	147
Siglas y abreviaturas	147
REFERENCIAS	150

RESUMEN

La situación actual de las pequeñas y medianas empresas (PYME) de la región en cuanto a los costos tarifarios que aplica la compañía suministradora de energía eléctrica, tienen costos más elevados a diferencia de las grandes industrias y a usuarios residenciales, obliga a las PYME a buscar opciones para reducir su facturación de energía eléctrica, mas las PYME no disponen de las suficientes herramientas para conocer su potencial de ahorro tanto en facturación como en consumo de energía eléctrica.

El sector PYME de la región Baja California provoca el mayor consumo de energía eléctrica, también es el principal sector de aporte a los ingresos de la compañía suministradora (CFE). Es incluso el sector con uno de los precios medios de la energía más elevados, convirtiéndolo en el sector con mayor importancia para procurar, reducir y hacer uso eficiente de la energía.

El objetivo principal de este trabajo consiste en ofrecer a las PYME y usuarios en general una Propuesta Metodológica de fácil aplicación para realizar un diagnostico del consumo y facturación de energía eléctrica; haciendo un mayor esfuerzo en la parte de la metodología referente a la captura de información y calculo de resultados.

Las metas que se pretenden obtener con la aplicación metodología y uso de una herramienta de captura de información se resumen en tres vertientes:

- Reducción de la facturación de energía eléctrica. Con interés primordial para el usuario.
- Reducción de la demanda de energía eléctrica. De interés para la compañía suministradora.
- Reducción de emisión de contaminantes. De interés para la sociedad.

Para el cumplimiento de las metas se tiene como factor común en las PYME lo siguiente:

- Es posible reducir en promedio un 20% del consumo de energía eléctrica en cada PYME.
- Las PYME cuentan en su mayoría con equipo ineficiente, y usan la energía eléctrica de manera ineficaz.
- Las PYME no disponen de recursos ni conocimiento necesario para realizar diagnósticos del consumo de energía eléctrica.

Cada una de las secciones de este trabajo documenta y describe el proceso de selección de usuario potencial para aplicar medidas de ahorro y uso eficiente de energía (MAUEE); la recopilación de herramientas y creación de una herramienta integral para aplicar potenciales MAUEE.

En la sección **FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, MATRIZ ENERGÉTICA DE LA REGIÓN Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES** se muestra la capacidad de energía eléctrica instalada en la región por tipo de central eléctrica y el uso de energéticos por cada central para generar electricidad, así como el impacto al medio ambiente y consecuencias que esto acarrea por el uso de la energía. Se realiza un breve comparativo entre fuentes de energía eléctrica y se llega a la

conclusión de que la mejor fuente de energía eléctrica es crear capacidad por medio del uso eficiente de la misma, esto es, si se puede ahorrar eficazmente un Megawatt equivaldría a aumentar la capacidad de la fuente de energía en un Megawatt.

En la sección ***EVALUACIÓN DE BASES DE DATOS DEL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR PYME DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C.***, se observa el concepto de PYME en México, el cual solo toma en consideración el número de empleados de la empresa y se busca una relación este concepto con el consumo de energía eléctrica. Se realiza una comparación entre bases de datos disponibles en la región, siendo estas tomadas de Comisión Federal de Electricidad, Instituto Nacional de Estadística y Geografía; y Sistema de Información Empresarial Mexicano. Se llega a la conclusión de que ninguna base de datos provee la suficiente información para realizar un estudio de este tipo. Inclusive las bases de datos pueden provocar errores porque ninguna complementa los datos de las otras y estos pueden ser interpretados de distinta manera obteniendo resultados variables. Pese a los inconvenientes que provocan las bases de datos con las que actualmente se dispone, se procede a relacionar las PYME con su consumo de energía eléctrica en la sección ***Estudio del impacto del sector pyme en el consumo de energía eléctrica en Baja California con datos estadísticos de CFE (1999 a 2009)***, donde se parte de la relación de sectores de acuerdo a tarifas. Se llega a la conclusión de que efectivamente las PYME catalogadas por CFE representan en mayor proporción el consumo de energía eléctrica de la región, dando por entendido que este sector es idóneo para aplicar MAUEE. En la sub sección ***Caso de estudio comparación de manejo de energía y demanda vs. precio medio***, se realiza un comparativo entre los precios medios de las tarifas donde se demuestra que las tarifas en baja tensión son más castigadas en cuanto a facturación de energía eléctrica que las tarifas en media tensión y que es mejor aun estar

clasificado en tarifa horaria de media tensión donde los usuarios son obligados a pagar energía “más costosa” en horarios de verano. Se llega a la conclusión de que las tarifas horarias son realmente más económicas que el resto de las tarifas, cuestión que es tomada por empresarios de la región de manera contraria.

Con los datos tomados en las secciones previamente descritas, se llega a la conclusión de que los usuarios en tarifas 2, 3, OM y HM son usuarios potenciales para aplicar MAUEE, en especial los usuarios en tarifas de baja tensión.

La sección **SELECCIÓN DE PYME PARA UTILIZAR UNA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO** define al usuario potencial en base a criterios de facturación de energía eléctrica y número de empleados. Se toman en consideración para el caso de los criterios de facturación: sueldos, inversiones mínimas para implementar MAUEE, así como también niveles mínimos y máximos de posibles ahorros de energía eléctrica. Con el cumplimiento de los criterios de selección se eligen las unidades económicas (empresas) que pueden aplicar un programa de ahorro y uso eficiente de energía. Las unidades económicas fueron tomadas de la base de datos de los censos económicos de INEGI, a las cuales se le aplicaron los criterios específicos de facturación y número de empleados. Al final de la sección se obtuvo como resultado que las empresas seleccionadas (Tabla 21) además deberán de tener que cumplir con un criterio de ubicación tarifaria.

A la par de búsqueda de información estadística y selección de usuarios PYME potenciales se buscó y recopiló información metodológica y herramientas para aplicar MAUEE (**RECOPILACIÓN Y REDACCIÓN DE METODOLOGÍAS PARA AHORRAR Y HACER USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**). Se obtuvieron metodologías de 3 fuentes principales: la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía [11], Administración de la Energía [23] y documentos varios de la

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [10]. En cuanto a la recopilación de herramientas con base en programas de cómputo se encontraron 2 fuentes principales [2, 17], pero las cuales son primordialmente para la región para las que fueron creadas. Se observó que toda metodología o herramienta requiere de información y que esta última es de gran importancia para realizar un diagnóstico energético para poder posteriormente detectar MAUEE.

Para poder crear herramientas de diagnóstico regionales se tomó en consideración los ***Factores que influyen en la facturación de energía eléctrica como métodos para reducir***. Se observó entonces que factores son los que influyen la facturación de energía en tarifas 2, 3, OM y HM. Siendo los de mayor importancia la tensión de suministro, el consumo de energía y la demanda de la misma.

Posterior a la búsqueda de metodologías y herramientas se realizó la ***SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO***. Esta sección muestra la realización del objetivo total de este documento y es la elaboración de una herramienta de autodiagnóstico de fácil uso para usuarios PYME. La herramienta considera elementos suficientes para tomar decisiones de aplicación de MAUEE, fue creada en el programa de cómputo Excel el cual es prácticamente utilizado en todas las computadoras personales. La herramienta es capaz de desgregar la carga o consumo de energía por áreas, uso final y tipo de carga o importancia de la misma. Por medio de una sencilla entrada de datos es posible obtener resultados de diferente índole, desde cálculo de facturación de energía eléctrica hasta cuantificación de emisión de contaminantes, entre otros. Genera 30 gráficas de interés para el usuario que le permitirán tomar decisiones. Se muestra a manera de ejemplo un caso real y práctico donde se obtuvo como resultado una reducción tanto de facturación, consumo de energía y emisión de contaminantes de

aproximadamente el 20%. Es una herramienta de gran utilidad y parte de la importancia del manejo de la información.

La metodología elaborada (Figura 21. Proceso básico de un diagnóstico (fuente este estudio)) y la herramienta creada tiene la principal ventaja de ser de gran utilidad en la región a diferencia de otras similares. Producirá con un uso continuo de las empresas conocimiento de cómo es que está siendo utilizada la energía eléctrica y podrá detectar el usuario ahorros potenciales, los que si son llevados a la práctica reducirán en un porcentaje considerable el consumo de energía eléctrica de la región, con beneficios no solo para la PYME sino también para la sociedad.

INTRODUCCION

En la ciudad de Mexicali, Baja California, la demanda de electricidad ha crecido de forma constante durante la última década, debido primordialmente al crecimiento en el sector domestico y de mediana empresa (vea Figura 1).

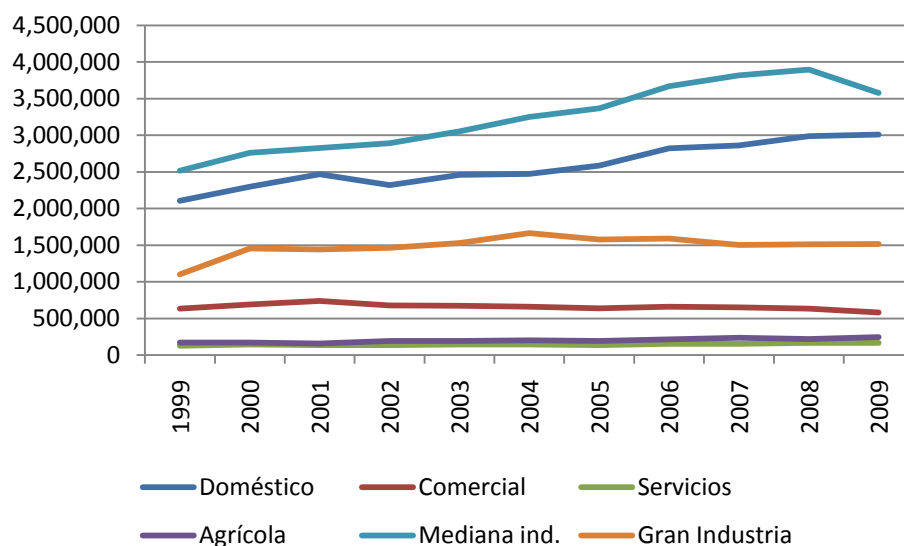


Figura 1. Ventas MWh por sector en el estado de Baja California año 1999-2009 (fuente este estudio, con datos de CFE)

El presente estudio se enfocara al sector de Pequeña y Mediana Empresa (PYME) que de acuerdo al Centro de Atención Empresarial (CAE) en Baja California corresponde al 99.5% de las empresas. Y que de acuerdo a datos de la compañía suministradora Comisión Federal de Electricidad (CFE) para el estado de Baja California, el sector PYME consume el 45.72% de la energía para el año 2009 (Figura 2), tomando como una PYME a los usuarios del sector comercial y

de mediana industria. Otra causa por la que este estudio se delimita al sector PYME es debido a que se deduce que no cuenta con recursos propios, herramientas y conocimientos necesarios del tema para poder provocar ahorros y hacer uso eficiente de la energía eléctrica. Tomándose como caso de estudio la ciudad de Mexicali, Baja California.

Otro punto interesante a tratar es que aunque se tengan dependencias y elementos en Baja California para apoyar a las PYME, estas no abordan temas de asesoría especiales para comprender como es que la energía que consumen es facturada, y como puede ser reducido este consumo, o por lo menos su facturación. Tratándose en su mayoría de asesorías en cuanto a costos de productos, impuestos, técnicas de mercado y otros similares.

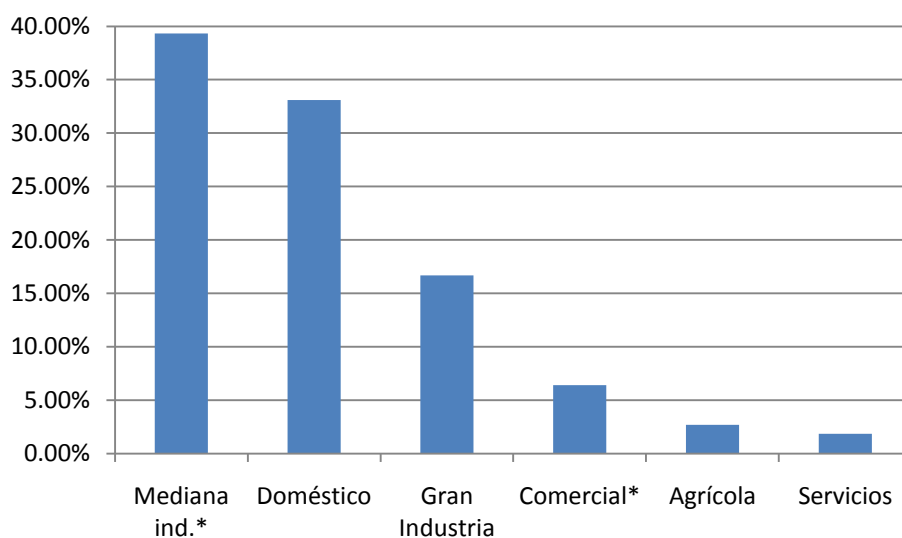


Figura 2. Porcentaje de consumo MWh por sector en el estado de Baja California, año 2009 (fuente este estudio, con datos de CFE)

Cabe señalar que parte del estudio será el catalogar de una manera más precisa a las PYME de acuerdo al consumo y demanda de energía eléctrica, ya que por ejemplo, las empresas son catalogadas como PYME por la Secretaria de Economía de acuerdo a una matriz de número de

empleados y giro (Tabla 8). Mientras que la compañía suministradora las cataloga de acuerdo a su tarifa en varios sectores (Tabla 1).

Tabla 1. Correspondencia de tarifas con sectores, de acuerdo a CFE

Tarifa	Sector	Tarifa	Sector
1	Domestico	7	Comercial*
1A	Domestico	9	Agrícola
1B	Domestico	9M	Agrícola
1C	Domestico	9CU	Agrícola
1D	Domestico	9N	Agrícola
1E	Domestico	OM	Mediana Industria*
1F	Domestico	HM	Mediana Industria*
DAC	Domestico	HMC	Mediana Industria*
2	Comercial*	HS	Gran industria
3	Comercial*	HSL	Gran industria
5	Servicios	HT	Gran industria
5A	Servicios	HTL	Gran industria
6	Servicios		

** Considerado temporalmente como una aproximación al sector PYME.*

La mejor manera de reducir consumos de energía eléctrica y hacer uso eficiente de la misma es por medio de auditorías energéticas, que permiten dar un diagnóstico preciso del consumo final de la energía eléctrica. Definiéndose auditoría energética como “una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio” [30]. Dicha auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades y reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida, lo que daría por resultado un consumo más eficiente.

Cada vez con más frecuencia en las últimas décadas, las auditorías energéticas han permitido reducir la demanda de energía cada día más costosa, los gastos y avanzar hacia un desarrollo sostenible. Esto ha hecho que las auditorías energéticas sean cada vez más populares.

La eficiencia energética, objetivo de las auditorías energéticas, es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el uso final de esta misma, estas acciones se dan a conocer por medio del diagnóstico del consumo final hecho previamente por una auditoría energética. Algunos de los mayores efectos sobre el uso final de la energía eléctrica son el comportamiento de los usuarios, el clima, la antigüedad de las instalaciones, y características propias del inmueble donde es usada la energía. Se pueden lograr ahorros substanciales a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y hábitos de los usuarios.

Podemos considerar tres aspectos por los que debemos de ahorrar y hacer uso eficiente de la energía eléctrica:

- Reducir la facturación de energía eléctrica.
- Reducir la demanda y consumo de energía eléctrica o dicho de otra manera reducir el consumo de energéticos necesarios para la producción de electricidad.
- Reducir el impacto al medio ambiente.

En México existen instituciones que promueven el uso eficiente de energía eléctrica, y muchas otras apoyan al desarrollo e impulso de las PYME. La mayoría de estas son una especie de marketing o prestamistas, que ofrecen la ayuda necesaria para su desarrollo a un costo específico. El presente proyecto pretende ofrecer a las PYME una opción de bajo costo, capaz de ofrecer herramientas para reducir consumos de energía eléctrica, fortalecer una actitud proactiva y

consiente de los beneficios de ahorrar energía eléctrica y ser más eficientes en cuanto a su utilización.

Actualmente no existe una herramienta de auto diagnóstico para que el sector PYME identifique por sí mismo el potencial de ahorro que tiene para ser eficiente en cuanto a su consumo.

Antecedentes

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

En México existen varias instituciones que promueven el ahorro y uso eficiente de energía eléctrica, entre ellas destacan:

Comisión Federal de Electricidad (CFE). Que en años anteriores puso en marcha el programa ASI (ahorro sistemático integral). Este programa trae beneficios importantes para los usuarios, principalmente sector domestico, por las facilidades que se otorgan para comprar equipos de aire acondicionado e iluminación y reponer los equipos antiguos. Ciertamente un programa que actuó con el previo diagnóstico de los hogares donde por características de la región, los equipos de aire acondicionado e iluminación provocan la mayor demanda de energía eléctrica en la ciudad.

La CFE promueve el ahorro y uso eficiente de energía en varios sentidos, y en su página de internet se ofrecen varias medidas que pueden adoptarse. Hace también referencia al FIDE y CONUEE.

Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). Es un organismo mexicano, creado en 1990 a iniciativas de CFE y con la participación de las principales cámaras industriales del país, encaminado a realizar acciones de eficiencia energética dirigida a los usuarios de los sectores industrial, comercial, de servicios, doméstico y servicios municipales.

El FIDE ofrece orientación, asistencia técnica y otorga financiamientos para el ahorro de energía eléctrica en México. Demostrando desde su fundación los beneficios del ahorro de energía eléctrica.

Las acciones del FIDE en cuanto a diagnósticos energéticos se refieren, toma acciones tales como orientación al usuario, y ofrece una base de datos de proveedores de servicios para apoyar al usuario con auditorías en sus instalaciones, tales con costos específicos los cuales son absorbidos por el usuario.

Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía (CONUEE). Es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que goza de autonomía técnica y operativa. La CONUEE tiene por objeto fungir como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, así como, de los gobiernos de las entidades federativas, de los municipios y de los particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y de aprovechamiento de energías renovables.

Algunas funciones de la CONUEE son: otorgar asistencia técnica, impulsar proyectos de eficiencia, diseñar programas nacionales de ahorro y uso eficiente de energía.

En su sección PYME, ofrecen manuales e información variada para ahorrar energía, la cual es de mucha utilidad, contando con un considerable número de artículos y documentos.

No cuenta con herramientas de auto diagnóstico, salvo la lectura de documentos, dependiendo del usuario el utilizar y crear las herramientas, previa facilitación de la metodología citada en los documentos.

Cuenta con una herramienta (programa) para reducir los costos de demanda, sólo para las PYME que estén en tarifa (HM), tal herramienta es de mucha utilidad para concentrar toda la información de la empresa en un sólo punto, pero tal herramienta no ofrece ningún reporte, sólo es utilizado para introducir datos, y su salida sólo son la impresión de los mismos, cabe señalar que tal herramienta no es para ahorrar energía eléctrica, sino sólo es para reducir el monto de facturación en moneda nacional.

En otros países los programas de auto diagnóstico son creados para aplicaciones específicas, por ejemplo, un programa de aplicación para sistemas de alumbrado, otro independiente para motores; y algunos otros que sólo pueden aplicarse a la región o país de donde son elaborados por motivos de monedas, costos de tarifas eléctricas, entre otros aspectos particulares.

La presente herramienta base de este proyecto hará una sinergia de las herramientas y conocimientos que ofrecen los organismos citados anteriormente, creando una herramienta de auto diagnóstico capaz de controlar y concentrar toda la información de flujos de energía eléctrica en las PYME.

Planteamiento del problema

En términos generales, la electricidad se compra para ser utilizada en iluminación, motores, directamente en un proceso y, en algunos casos, como una fuente de calor (ej. Figura 23). Las PYME y las grandes empresas administran en forma diferente el consumo de la energía. La principal diferencia entre una PYME y una gran empresa es la disposición de recursos y personal calificado para realizar diagnósticos del consumo de la energía eléctrica, y aplicar Medidas de Ahorro y uso Eficiente de la Energía (MAUEE), otro punto importante es que muchas veces el personal de la PYME no conoce ni siquiera la forma de facturar de la compañía suministradora, ni mucho menos lo que es un KWh (parámetro con el cual se mide el consumo de energía eléctrica). Por ejemplo una gran empresa cuenta con la capacidad para pagar los recursos necesarios para reducir sus consumos de energía eléctrica y por tanto su facturación; a diferencia de esto las PYME tienen una mayor dificultad para justificar una inversión de este tipo.

El sector PYME consume casi el 45% de la energía eléctrica producida, en el Estado (Figura 2). No es difícil inferir que el uso final de la energía eléctrica en las PYME se debe a patrones inadecuados de consumo e instalaciones obsoletas, dando como resultado consumos innecesarios e ineficientes de energía.

Actualmente las PYME no tienen acceso a las herramientas y asesorías existentes para reducir sus consumos y ser más eficientes. Por lo que la creación de un programa de auto diagnóstico facilitara herramientas y conocimientos para auditarse y tener un control más preciso de los consumos de energía y de la aplicación de MAUEE.

Por otro lado el cambio climático es provocado en gran medida por el consumo de energéticos (combustibles fósiles) los cuales emiten contaminantes al medio ambiente. Tales energéticos seguirán siendo explotados para satisfacer las necesidades de la sociedad. Se habla de aumentar la capacidad de generación de energía eléctrica para así abastecer el continuo crecimiento de las empresas (Figura 1) sin tomar en cuenta el uso final de la energía eléctrica. Este programa provocara un ahorro de energía en las PYME, siendo este sector el de mayor consumo, afectara de manera sustancial una pequeña reducción de energía a la generación de electricidad en la ciudad y mitigación de la contaminación ambiental.

Justificación

En general, las empresas tienen muchos “argumentos” para no llevar a cabo un plan de acción en materia de uso eficiente de la energía eléctrica; algunos de ellos son:

- Falta de interés en el tema
- No saber por dónde empezar
- No conocen su potencial de ahorro
- No hay apoyo por parte de los directivos
- El ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica no se considera una prioridad
- La situación financiera no lo permite
- No dispone de personal calificado

Sin embargo, se deben sobrepasar estos “argumentos”, ya que el potencial de ahorro puede obtenerse en algunas ocasiones con medidas de gran simplicidad, que contribuyen a disminuir el consumo de energía eléctrica, la facturación, y la emisión de contaminantes a la atmósfera que derivan en el Cambio Climático.

Ahorrar y hacer uso eficiente de la energía eléctrica, así como cuidar el ambiente no son sinónimo de sacrificar o reducir la capacidad de producción o el grado de confort en las instalaciones. Por el contrario, un cambio de hábitos y actitudes pueden favorecer una mayor eficiencia en el uso de la electricidad, también lo son el empleo racional de los recursos energéticos, el empleo de nuevas tecnologías y equipos de mayor eficiencia.

Es posible que en las empresas no conozcan la forma en que consumen energía eléctrica ni mucho menos el cómo ahorrar y hacer eficiente su consumo, es por eso la necesidad de la creación de una herramienta que les permita conocer estas oportunidades, esta mina de oro que les permitirá dar un paso adelante y ser una empresa eficiente.

Se pretende que esta herramienta sea utilizada por el sector PYME de Mexicali. Teniendo en consideración que el uso de esta herramienta reduzca en por lo menos 20% el consumo de energía en las empresas [10]. Se puede deducir que si se aplica este porcentaje al 45% del consumo total de energía eléctrica (que corresponde al sector PYME de la ciudad) es posible reducir en casi un 10% el consumo total de energía en la ciudad a largo plazo. Mitigando los impactos al sector eléctrico, y al reducir el consumo energético el impacto al medio ambiente será menor.

FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, MATRIZ ENERGÉTICA DE LA REGIÓN Y CONSIDERACIONES AMBIENTALES

La energía en general es utilizada por la sociedad para satisfacer necesidades básicas, guisa nuestros alimentos, es utilizada en sistemas de transporte y de comunicación, pone en marcha maquinas utilizadas para fabricar bienes materiales. Hace funcionar a la industria y ayuda a mantener la vida social en desarrollo. La humanidad puede consumir en un sólo año una cantidad de energéticos o combustibles fósiles que a la naturaleza le ha costado miles de años en producir.

Los energéticos son aprovechados por ejemplo con el uso de gasolinas provenientes del petróleo crudo para poner en marcha sistemas de transporte. El gas natural puede ser utilizado para cocer los alimentos, crear confort en inmuebles. Ambos energéticos citados anteriormente se presentan de manera física y tangible y sirven para satisfacer las necesidades crecientes de la sociedad. La energía contenida en estos energéticos básicos es del tipo química, contenida en los enlaces químicos de las moléculas. Pero la energía eléctrica de donde proviene, que elementos la conforman.

Realmente la energía eléctrica es producida por la conversión de un tipo de energía hacia energía eléctrica. Algunos ejemplos de ello son la energía solar, energía eólica, energía calorífica, energía nuclear. Obviamente para producir esas energías es necesario contar con los respectivos energéticos. En el caso de energías “limpias” como la eólica, se tiene que la energía es creada por

la energía del viento, y conlleva un proceso de conversión entre energías, primeramente de eólica a mecánica, de mecánica a magnética, y de magnética a eléctrica. Así mismo existen diferentes procesos por los cuales puede ser generada la energía eléctrica. Tales procesos son llevados a cabo a grandes escalas para satisfacer a la sociedad en centrales eléctricas.

Las centrales eléctricas son nombradas de acuerdo al proceso de generación que utilizan como ejemplo de ello y en la región de Baja California se tienen centrales eléctricas Geotérmicas, Termoeléctricas, Turbogas, Ciclo combinado, y en otras regiones existen centrales de otros tipos como nuclear, hidráulicas, entre otras.

Para el proceso de generación las centrales eléctricas requieren de energía, muchas de ellas utilizan fuentes convencionales primarias de energía como gas natural, diesel, y otros combustibles fósiles. Otras de ellas alternas utilizan energéticos provenientes del medio ambiente como el calor geotérmico, el flujo de agua de ríos (hidráulica), entre otras.

En general tanto de manera regional como nacional se tienen matrices diferentes de generación de electricidad, dependiendo en cada región de las condiciones naturales y de infraestructura para transporte de energéticos. La generación de electricidad es medida en unidades de energía eléctrica, siendo de utilidad en cuanto a magnitud el Megawatt (MW).

La Tabla 2 muestra la matriz energética nacional por región, de nuestro interés particular tomamos la región correspondiente siendo esta la región Baja California. En la región Baja California se tiene una capacidad instalada de 2341 MW para uso regional, cabe señalar que a esta cantidad se pudiera en dado caso sumar las aportaciones de energía vendida al extranjero por algunas compañías privadas instaladas en la región.

Tabla 2. Capacidad instalada (MW) por región tarifaria (fuente este estudio, con datos de CFE 2010)

REGION TARIFARIA	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	CAPACIDAD INSTALADA (%)
SUR	19506	38.02%
NORESTE	18116	35.31%
NOROESTE	3830	7.47%
NORTE	3705	7.22%
BAJA CALIFORNIA	2341	4.56%
PENINSULAR	2254	4.39%
CENTRAL	999	1.95%
BAJA CALIFORNIA SUR	554	1.08%
TOTAL	51305	100.00%

La Tabla 3 propia de la región muestra la matriz energética en base a tipo de central generadora. Aunque se tiene una capacidad instalada con fuentes de energía alterna (geotérmica) y otras más con procesos de alta eficiencia de conversión de energía (ciclo combinado), todos los procesos de conversión de energía conllevan impactos hacia el medio ambiente, es muy importante conocer los efectos que provoca la sociedad con el uso de la energía eléctrica para con el medio ambiente.

Tabla 3. Capacidad instalada (MW) en la región Baja California por central generadora

CENTRAL GENERADORA	NOMBRE DE LA CENTRAL	CAPACIDAD INSTALADA (MW)	UBICACIÓN
Termoeléctrica	Presidente Juárez (Rosarito)	320	Rosarito
Geotermoeléctrica	Cerro Prieto I	180	Mexicali
Geotermoeléctrica	Cerro Prieto II	220	Mexicali
Geotermoeléctrica	Cerro Prieto III	220	Mexicali
Geotermoeléctrica	Cerro Prieto IV	100	Mexicali
Turbogas	Ciprés	27	Ensenada
Turbogas	Mexicali	62	Mexicali
Turbogas	Tijuana	210	Rosarito
Turbogas	P. Móvil T-25000-4	17	Ensenada
Ciclo combinado	Rosarito IV	489	Mexicali
Ciclo combinado	Presidente Juárez (Rosarito)	496	Rosarito
TOTAL		2341	

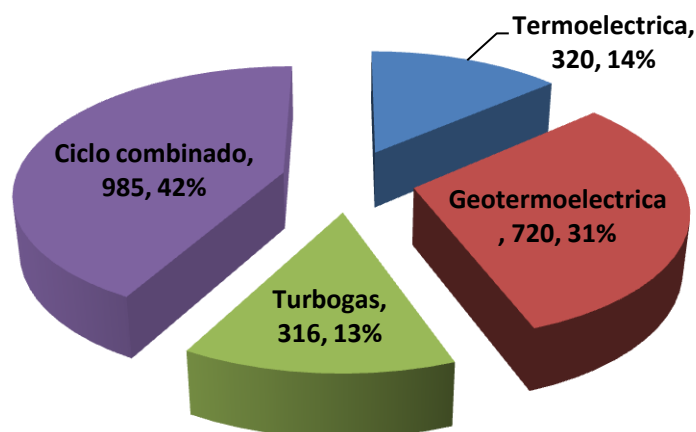


Figura 3. Capacidad instalada (MW) y porcentual por tipo de central generadora en Baja California (fuente este estudio, con datos de CFE)

Emisión de contaminantes en Baja California

La emisión de contaminantes en la región puede ser cuantificada conociendo la matriz energética regional como un factor principal y la eficiencia de conversión de cada central; es necesario tener en consideración el poder calorífico de los principales energéticos utilizados, y los factores de emisión por cada contaminante de cada central. Con los datos mencionados se establecen relaciones aproximadas del consumo de energía eléctrica regional contra emisión de contaminantes. La base principal de los cálculos es la información, para ello se tiene una tabla resumen con los factores (Tabla 4).

Tabla 4. Factores utilizados para calculo de emisión de contaminantes (fuente este estudio, con datos de clase Energía y medio ambiente IIN-UABC 2008)

Central generadora	% (capacidad instalada)	EFICIENCIA EN %	PODER CALORIFICO (giga calorías)	Factor Emisión SO ₂	Factor Emisión Nox	Factor Emisión C O ₂
Termoeléctrica	0.1367	0.418	0.00846	0.0000096	0.00376	1.92
Geotermoeléctrica	0.3076	0.1623	0.66	0.051	0	8.46
Turbogas	0.1350	0.1657	9.24	8.52	2.88	2659
Ciclo combinado	0.4208	0.5	0.00846	0.0000096	0.00376	1.92

Con los datos mostrados en la Tabla 4 es posible estimar la emisión de contaminantes en la región al aplicar los cálculos respectivos a los consumos de energía eléctrica de la región obtenidos a partir de los estadísticos de CFE, dando por resultado para el año 2009 una emisión de contaminantes descrita en la Tabla 5.

Tabla 5. Emisión de contaminantes estimada en Baja California 2009

Contaminante	Toneladas (emisión)
SO ₂	7,027.39
Nox	6,045.08
C O ₂	4,095,802.82

Los efectos de los contaminantes regionales tienen efectos diferentes para el medio ambiente. El dióxido de azufre (SO₂) es el principal causante de la lluvia ácida ya que en la atmósfera es transformado en ácido sulfúrico. Es liberado en muchos procesos de combustión ya que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diesel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados.

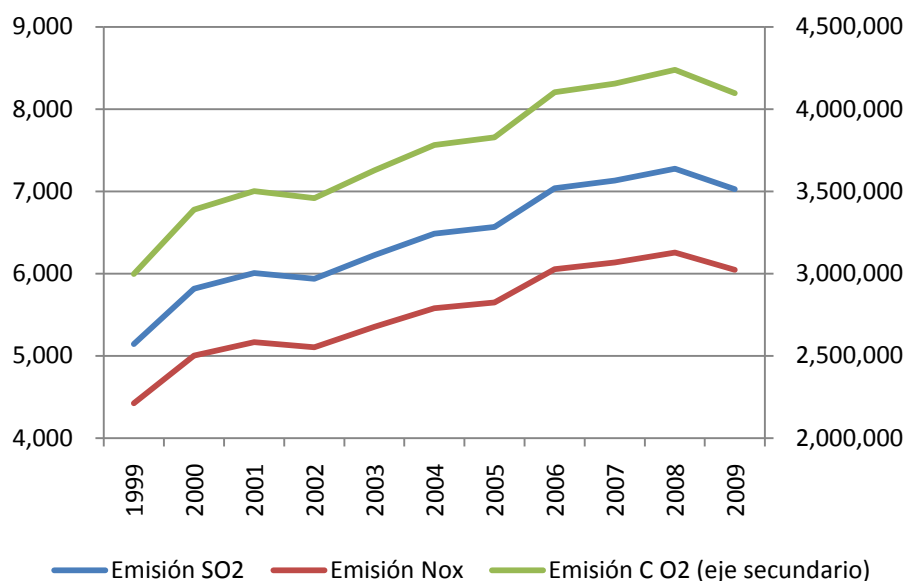


Figura 4. Emisión de toneladas de contaminantes en Baja California (fuente este estudio)

Los óxidos de nitrógeno (NOx), una vez liberados al aire por las combustiones (combustión de carbón, petróleo o gas natural) forman, a través de reacciones fotoquímicas, contaminantes secundarios, formando smog foto químico o niebla, típica de las zonas con gran concentración de vehículos a motor.

El dióxido de carbono (CO2), junto al vapor de agua y otros gases, es uno de los gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen a que el planeta tenga una temperatura habitable. Por otro lado, un exceso de dióxido de carbono acentuaría el fenómeno conocido como efecto invernadero, reduciendo la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta.

En los últimos años la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha presentado un aumento. Se ha pasado de unas 280 ppm en la era preindustrial a unas 390 ppm en 2009 (aun cuando su concentración global en la atmósfera es de apenas 0.039%). Este aumento podría

contribuir, según el Grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático promovido por la ONU, al calentamiento global. De aquí la necesidad de emigrar a fuentes de energía alternas menos dañinas para el medio ambiente.

Comparación de fuentes de energía eléctrica e impacto ambiental

Definiendo a groso modo dos tipos distintos de generación de energía eléctrica por el efecto que provocan estas en la contaminación y cambio climático:

- Fuentes convencionales
- Fuentes de energía alterna / renovable

Las fuentes de energía convencionales son básicamente aquellas en las que se requiere convertir combustibles fósiles en otro tipo de energía y a su vez hacer otra conversión para producir la energía eléctrica utilizable. Ejemplo de estas fuentes de energía son las centrales eléctricas con turbinas de gas natural, estas son maquinas para producir electricidad con la quema de combustibles fósiles para producir vapor y operar la turbina. Por tanto este tipo de energías son contaminantes. Además del efecto contaminante, este tipo de fuente de energía se basa en combustibles sobreexplotados y finitos, donde pronósticos actuales sugieren que terminaran agotándose en el transcurso de este siglo XXI.

Las fuentes de energía alterna/renovable, son aquellas que pueden suplir a las energías o fuentes energéticas convencionales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Una fuente de energía alterna de la región es la energía Geotérmica la cual aprovecha el calor del subsuelo para producir vapor y hacer girar una turbina similar al proceso de las centrales con turbinas de gas natural, salvo que en este caso no es necesario la quema de combustibles fósiles finitos. Esta fuente de energía se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.

La discusión energía alterna contra convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse durante este siglo. Es importante reseñar que las energías renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación, por tanto incluso aunque se pueda realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con este modelo económico basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto del Desarrollo Sustentable. Dicho modelo se basa en las siguientes premisas:

- El uso de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas terminarán agotándose.
- El uso de fuentes limpias, abandonando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.
- La explotación extensiva de las fuentes de energía, proponiéndose como alternativa el fomento del autoconsumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.
- La disminución de la demanda energética, mediante la mejora del rendimiento de los dispositivos.
- Reducir o eliminar el consumo de energía innecesario. Es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarro.

La producción de energías limpias y renovables no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver abocado, independientemente de nuestra opinión, gustos o creencias.

Inconvenientes de las fuentes de energía alterna / renovable

Todas las fuentes de energía producen algún grado de impacto ambiental. Si bien, las fuentes de energía alternas/renovables son la mejor opción para preceder un desarrollo sustentable, estas tienen varios inconvenientes en los que destacan los impactos ecológicos y a los ecosistemas. Citando de nueva cuenta a la centrales eléctricas con base en la energía Geotérmica, aun y cuando no se requieren combustibles fósiles para generar electricidad, esta se obtiene del flujo de calor, teniendo un exceso el cual es lanzado al aire o al agua, lo que en cualquier caso puede interferir con los ecosistemas locales. Las plantas geotérmicas también pueden emitir sales de sulfuro de hidrogeno o radón transportado a la superficie por la corriente geotérmica.

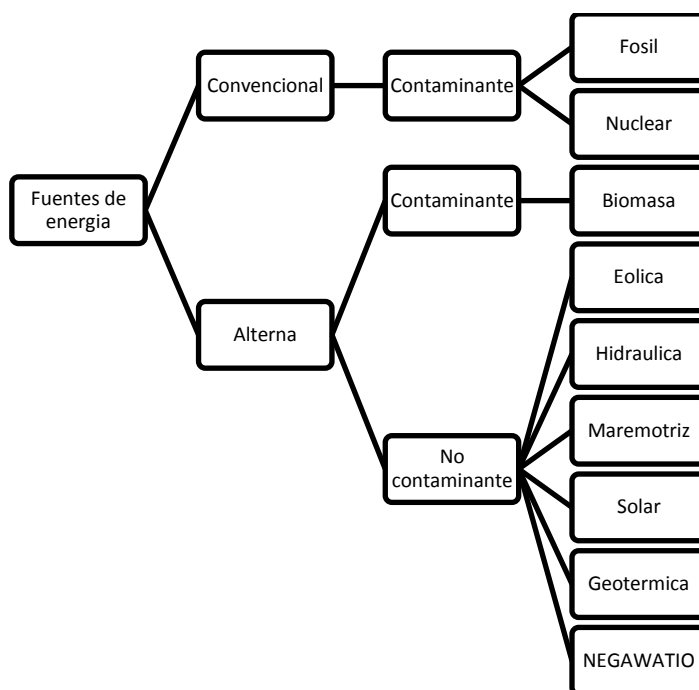


Figura 5. Comparación de fuentes de energía e impacto ambiental (fuente este estudio)

En la Figura 5 se aprecia un concepto de energía quizá no conocido en si como una fuente de energía “Energía Negawatio”, siendo este método de generación de energía eléctrica basado primordialmente en el hecho de generar energía de manera virtual.

El termino Negawatio [1] es la unidad con la que puede ser medido el ahorro y uso eficiente de la energía en lugar de la unidad de potencia eléctrica (MW), dotándola de un sentido contrario (negativo), pero muy positivo, queriendo significar el Megawatt que no se consume, o lo que es lo mismo, la medida efectiva de reducción del consumo o ahorro energético equivalente a “-1 MW”. Bajo esta expresión catalogaremos como energía a la obtenida como resultado de un uso más eficiente de la misma energía.

La **Energía Negawatio** es un modo de suministrar energía eléctrica adicional a los consumidores sin incremento de la capacidad de generación. Este método de generación virtual puede proporcionar décadas de crecimiento de suministro en el lugar de generación reduciendo de esta forma los impactos ambientales de la generación convencional. Dicho sencillamente, cuesta menos incrementar la disponibilidad aumentando la eficiencia en el consumo, que incrementar la capacidad de las plantas generadoras.

EVALUACIÓN DE BASES DE DATOS DEL USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR PYME DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C.

Concepto de micro pequeña y mediana empresa

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPYME), tienen una gran importancia en la economía, en el empleo a nivel nacional y regional, tanto en los países industrializados como en los de menor grado de desarrollo.

Las empresas MiPYME representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales; de hecho, en el contexto internacional se puede afirmar que el 90% o un porcentaje superior de las unidades económicas totales está conformado por las MiPYME.

Los criterios para clasificar a la micro, pequeña y mediana empresa son diferentes en cada país, de manera tradicional se ha utilizado el número de trabajadores como criterio para estratificar los establecimientos por tamaño y como criterios complementarios, el total de ventas anuales, los ingresos y/o los activos fijos.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

En México, las MiPYME han sido definidas por la Secretaria de Economía (antes Secretaria de Comercio y Fomento Industrial) desde el año 1990, y desde entonces han existido cinco pronunciamientos acerca de los criterios para la definición de las MiPYME, realizando los primeros cuatro de ellos por la entonces Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, y la ultima por la actual Secretaria de Economía, en las siguientes fechas:

- 18 de mayo de 1990 (Tabla 6)
- 11 de abril de 1991 (Tabla 6)
- 03 de diciembre de 1993 (Tabla 6)
- 30 de marzo de 1999 (Tabla 7)
- 30 de diciembre de 2002 (Tabla 8)

Como puede apreciarse, es hasta Marzo de 1999 cuando aparece la estratificación de empresas diferenciada únicamente con el personal ocupado total.

Tabla 6. Estratificación de empresas publicada en el Diario Oficial de la Federación 1990, 1991 y 1993

Fecha del DOF	Tamaño					
	Mícro		Pequeña		Mediana	
	Personal	Ventas	Personal	Ventas	Personal	Ventas
18 de mayo de 1990	hasta 15	hasta 110 s.m.	hasta 100	hasta 1,115 s.m.	hasta 250	hasta 2,010 s.m.
11 de abril de 1991	hasta 15		16 a 100		101 a 250	
3 de diciembre de 1993	hasta 15	hasta 900,000 de pesos	hasta 100	hasta 9,000,000 de pesos	hasta 250	hasta 20,000,000 de pesos

s.m.= salario mínimo general vigente en la Zona Geográfica A.

Tabla 7. Estratificación de empresas publicada en el Diario Oficial de la Federación 30 de marzo de 1999

Sector / Tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Microempresa	0-30	0-5	0-20
Pequeña Empresa	31-100	6-20	21-50
Mediana Empresa	101-500	21-100	51-100
Gran Empresa	>501	>101	>101

Tabla 8. Estratificación de empresas publicada en el Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2002

Sector / Tamaño	Industria	Comercio	Servicios
Microempresa	0-10	0-10	0-10
Pequeña Empresa	11-50	11-30	11-50
Mediana Empresa	51-250	31-100	51-100

La estratificación de pequeñas y medianas empresas (PYME) es en base al sector (industrial, comercio, o servicios) y de acuerdo al número de trabajadores dentro de la empresa variando de un mínimo de 11 empleados hasta un máximo de 250 (para el sector industrial). No es posible de acuerdo a esta estratificación clasificar a las PYME de acuerdo al consumo de energía eléctrica que tienen las mismas, por ello es necesario buscar bases de datos que contengan información de sectores, número de empleados y consumo de energía eléctrica.

Recopilación y búsqueda de bases de datos

Para realizar un estudio de este tipo es de suma importancia contar con bases de datos específicas conteniendo en este caso por lo menos los siguientes datos:

- Consumo de energía eléctrica (KWh)
- Facturación de energía eléctrica (\$)
- Número de empleados de la empresa
- Sector o giro de la empresa
- Datos individuales de la empresa (optativo)

Actualmente en el país, no existe tal información recabada en una sola base de datos. Para el presente proyecto de tesis, se encontraron distintas fuentes de información entre las que destacan tres de ellas:

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), con el Sistema Automatizado de Información Censal (SAIC 5.0) Censos Económicos 2004.
- Estadísticas de ventas de CFE.
- Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM).

Dichas bases de datos o fuentes de información no reúnen los requisitos para realizar un estudio de este tipo. Las características encontradas en cada una de ellas se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Comparativo de bases de datos

Fuente	KWh	Facturación (\$)	Empleados	Sector/giro	Datos Individuales
SAIC		X	X	X	
CFE	X	X		X	
SIEM			X	X	X

Los datos de **SAIC**, no contienen información precisa de cada empresa (Unidad económica), manejan una clasificación con una máxima disgregación de 5 niveles.

- Sector (19 clasificaciones)

- Subsector (79 clasificaciones)
 - Ramas (216 clasificaciones)
 - Sub rama (377 clasificaciones)
 - Clase (548 clasificaciones)

Tal número de clasificaciones aplica solamente para la ciudad de Mexicali, para el resto del país el número de clasificaciones será distinto, salvo el primer nivel de disgregación, constando de 19 clasificaciones para todo el país (Tabla 10).

Tabla 10. Clasificación de unidades económicas por sector de acuerdo a INEGI

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
11	AGRICULTURA, GANADERÍA, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA (SOLO PESCA Y ACUICULTURA ANIMAL)
21	MINERÍA
22	ELECTRICIDAD, AGUA Y SUMINISTRO DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL
23	CONSTRUCCIÓN
31-33	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
43	COMERCIO AL POR MAYOR
46	COMERCIO AL POR MENOR
48-49	TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO
51	INFORMACIÓN EN MEDIOS MASIVOS
52	SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS
53	SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES
54	SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS
55	DIRECCIÓN DE CORPORATIVOS Y EMPRESAS
56	SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACIÓN
61	SERVICIOS EDUCATIVOS
62	SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL
71	SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS
72	SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS
81	OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES DEL GOBIERNO

Para el presente estudio se tomaron datos estadísticos a nivel “clase”, con 548 clasificaciones.

Un ejemplo del nivel de disgregación a nivel clase es el siguiente:

Tabla 11. Ejemplo de datos obtenidos a nivel clase, tomando como base la Clase 531311, del sector 53 (fuente este estudio, con datos de SAIC)

CLASE	DESCRIPCIÓN	UE	POT	CEE (k\$)	POT/UE	CEE/UE	CEE/POT
531311	SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN DE INMUEBLES	4	173	4543	43.25	1135.75	26.26

(UE= unidades económicas, POT=personal ocupado total, CEE=consumo de energía eléctrica en miles de pesos)

Esta clase de unidad económica del sector 53 “servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles” representa una de las clases PYME de mayor consumo, pero existen 4 unidades económicas en la ciudad, pudiendo caer en el error de suponer que las 4 de ellas se comportan de manera similar y que su promedio de consumo y personal ocupado total es igual para todas. Lo cual pudiera ser no cierto en la realidad, representando errores estadísticas de gran magnitud, por lo que esta base de datos permite darnos una idea de en que clases de unidades económicas se tienen los mayores consumos, haciendo hincapié en que los consumos son mostrados en miles de pesos, y como veremos más adelante la base de datos de CFE clasifica los sectores por tarifas y cada tarifa es facturada de manera diferente, provocando un consumo de energía eléctrica en miles de pesos diferente aun y cuando el consumo en KWh es el mismo.

Volviendo al ejemplo de la clase 531311 y realizando una comparación entre los distintos precios medios de energía reportados por **CFE** para el año 2003 en la región Baja California contra el consumo de energía eléctrica por unidad económica (CEE/UE) llegamos a la conclusión de la diferencia entre posibles consumos de energía eléctrica (KWh) que pudo haber tenido el usuario (Figura 6).

Tabla 12. Consumos de energía eléctrica (KWh) de la Clase 531311 ubicándola en distintas tarifas

Sector	\$ x KWh (CFE)	CEE/UE (SAIC)	KWh (CALULADO)
Comercial	1.6078	\$ 1,135,750.00	706,400
Mediana Ind.	0.8111	\$ 1,135,750.00	1,400,259
Gran Industria	0.5997	\$ 1,135,750.00	1,893,864

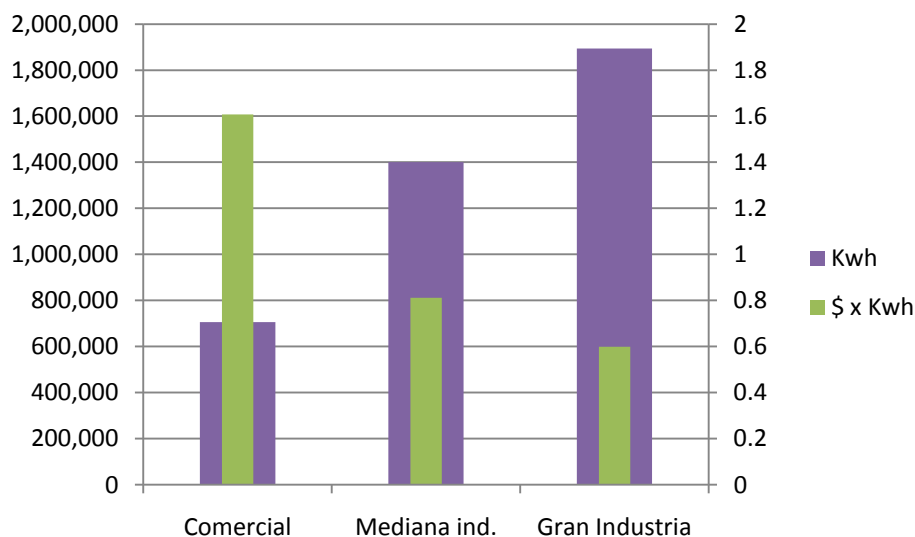


Figura 6. Consumo de energía eléctrica (KWh) y precio medio del KWh de la Clase 531311 ubicándola en distintas tarifas (fuente este estudio)

Como se puede apreciar, tanto las bases de datos de SAIC y CFE no son de gran ayuda, ya que ninguna reúne todos los elementos necesarios para definir a las PYME de acuerdo a su consumo de energía eléctrica.

La base de datos del **SIEM**, está integrada principalmente por los datos de las empresas comerciales, industriales y de servicios, que han proporcionado información al SIEM. Haciendo la aclaración de que estos datos son “voluntarios” con fines de: promoción de negocios, elaboración de estadísticas y como información de valor agregado. La ventaja de esta última base de datos es

que presenta datos e información individual de cada empresa y separada de acuerdo a la definición de PYME en México.

Tabla 13. Ejemplo de base de datos SIEM y comparación con SAIC

REGIÓN	INDUSTRIA	COMERCIO	SERVICIOS	TOTAL	UE (SAIC)
MEXICALI	186	2,770	1,425	4,381	17,029
BAJA CALIFORNIA	1,346	5,933	3,070	10,349	61,812

De SIEM disgregando los datos a manera de tratar de ubicar una unidad económica que de acuerdo a SAIC cumpla con lo encontrado para la clase “servicios de administración de inmuebles” se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 14. Datos individuales obtenidos de base de datos SIEM

Razón social	Dirección	Estado/Municipio	Rango de ventas / empleados
VISION HOTELERA SA DE CV	BOULEVARD BENITO JUAREZ 2220	BAJA CALIFORNIA	De 30,001 o más
	JARDINES DEL VALLE 21270	MEXICALI	167

En resumen, no es posible evaluar el sector empresarial o económico de la ciudad, con la información presentada por las bases de datos citadas, ya que ninguna ofrece suficiente información para poder hacer una clasificación de PYME de acuerdo a la facturación o consumo de energía eléctrica. No obstante, se utilizaran las bases de datos de CFE y SAIC, para evaluar el consumo de energía eléctrica de las PYME en la ciudad.

Inspección de la clasificación de usuarios en sectores de acuerdo a tarifas de CFE

Primeramente comenzaremos definiendo como clasifica CFE a los usuarios en sectores. CFE cuenta con tarifas de uso específico y general, a continuación se resumen las diferentes tarifas, la clasificación por sector aplicada a cada tarifa por la propia CFE, y la descripción de la misma.

Tabla 15. Correspondencia de tarifas con sectores de acuerdo a CFE

Tarifa	Sector	Descripción
1	Domestico	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, para cargas que no sean consideradas de alto consumo de acuerdo a lo establecido en la Tarifa DAC, conectadas individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa de uso general.
1A	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 25 grados centígrados como mínimo.
1B	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 28 grados centígrados como mínimo.
1C	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 30 grados centígrados como mínimo.
1D	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 31 grados centígrados como mínimo.
1E	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 32 grados centígrados como mínimo.
1F	Domestico	Similar a la anterior pero aplicada a localidades cuya temperatura media mensual en verano sea de 33 grados centígrados como mínimo.
DAC	Domestico	Similar a la anterior salvo que cuando el Consumo Mensual Promedio del usuario sea superior al Límite de Alto Consumo se le reclasificará a la Tarifa Doméstica de Alto Consumo. (Ej. Limite de consumo tarifa 1F 2,500 KWh/mes).
2	Comercial*	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.
3	Comercial*	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

5	Servicios	Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos. En las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara.
5A	Servicios	Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio a semáforos, alumbrado y alumbrado ornamental por temporadas, de calles, plazas, parques y jardines públicos en todo el país exceptuándose las circunscripciones para las cuales rige la tarifa 5.
6	Servicios	Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.
7	Comercial*	Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permitan y éste tenga líneas de distribución adecuadas para dar el servicio.
9	Agrícola	Esta tarifa se aplicará exclusivamente a los servicios en baja tensión que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalado el equipo de bombeo.
9M	Agrícola	Similar a la anterior pero en media tensión.
9CU	Agrícola	Esta tarifa de estímulo se aplicará para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y rebombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la Cuota Energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
9N	Agrícola	Esta tarifa de estímulo nocturna se aplicará para la energía eléctrica utilizada en la operación de los equipos de bombeo y rebombeo de agua para riego agrícola por los sujetos productivos inscritos en el padrón de beneficiarios de energéticos agropecuarios, hasta por la Cuota Energética determinada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La inscripción a esta tarifa será a solicitud del usuario.
OM	Mediana Industria*	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 KW.
HM	Mediana Industria*	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.
HMC	Mediana Industria*	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión en las regiones Baja California y Noroeste, con una demanda de 100 kilowatts o más, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.
HS	Gran industria	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.
HSL	Gran industria	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

HT	Gran industria	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel transmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.
HTL	Gran industria	Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en alta tensión, nivel subtransmisión, y que por las características de utilización de su demanda soliciten inscribirse en este servicio, el cual tendrá vigencia mínima de un año.

** Considerado como una aproximación al sector PYME*

Tomando en cuenta que los sectores son clasificados de acuerdo a su tarifa, y esta a su vez se clasifica de acuerdo a usos específicos, tensión de suministro y demanda. Resumiendo la tabla anterior tenemos que:

Tabla 16. Resumen clasificatorio de tarifas con sectores, de acuerdo a CFE

Tarifa	Uso específico		Tensión de suministro	Aplica límites de demanda (KW) o consumo (KWh)	
1 (A-F)	Si	Domestico	Baja tensión	No	n/a
DAC	Si	Domestico alto consumo	Baja tensión	Si	>2,500 KWh/mes
2	No	n/a	Baja tensión	Si	<25 Kw
3	No	n/a	Baja tensión	Si	>25 Kw
5, 5A, 6	Si	Servicios	No especifica	No	n/a
7	Si	Temporal	No especifica	No	n/a
9, 9CU, 9N	Si	Agrícola	Baja tensión	No	n/a
9M	Si	Agrícola	Media tensión	No	n/a
OM	No	n/a	Media tensión	Si	<100Kw
HM, HMC	No	n/a	Media tensión	Si	>100Kw
HS, HSL, HT, HTL	No	n/a	Alta tensión	No	n/a

Tomando en consideración un caso práctico para comparar la correcta separación de sectores de acuerdo a la clasificación tarifaria, se analizara un servicio para una casa hogar para niños huérfanos en el poblado Villahermosa en el municipio de Mexicali, llamado en esta sección “usuario”. Actualmente este usuario se encuentra clasificada en tarifa DAC (domestico de alto

consumo), la compañía suministradora le brindo la oportunidad de realizar cambio a tarifa 2 (uso comercial) para así poder reducir la facturación eléctrica. El usuario solicito asesoría al autor y el resultado optimo encontrado fue colocar una subestación propia y estar clasificado en tarifa OM (mediana industria), lo que confirma una vez mas lo obsoletas que son en algunos casos las bases de datos disponibles en la actualidad ya que este usuario puede ser clasificado tanto en sector domestico, comercial o industrial de acuerdo a CFE

Otro inconveniente es que afecta directamente el monto de facturación de energía eléctrica de los usuarios, cuestión que provoca en este caso estadísticas erróneas al tomar datos de la base de datos de SAIC (Tabla 12).

Tabla 17. Comparativo de usuario ejemplo CFE en distintas tarifas partiendo del consumo de energía eléctrica anual

Tarifa	KWh anual (aprox.)	Precio medio KWh (anual 2008)	Facturación anual (\$)
DAC	37000	2.8992	\$ 107,270.40
2	37000	2.5115	\$ 92,925.50
OM	37000	1.5923	\$ 58,915.10

(Note la similitud de esta tabla con la Tabla 12, la diferencia en ambas es el inicio de los cálculos siendo en un caso la facturación anual y en otro el consumo de energía anual)

No obstante, dejando de lado estos inconvenientes, procedemos a evaluar al sector económico con las estadísticas de ventas de CFE.

Otro punto a tratar respecto de las bases de datos utilizadas es la limitación geográfica y nivel de desagregación regional de las mismas, para los casos mostrados en este estudio se utilizaron las bases de datos de SAIC y CFE, teniendo el inconveniente de que la base de datos de CFE abarca un nivel mínimo de desagregación a nivel estado, por lo que en próximas secciones se analizaran los datos a este nivel.

Estudio del impacto del sector pyme en el consumo de energía eléctrica en Baja California con datos estadísticos de CFE (1999 a 2009)

De la Tabla 15. Correspondencia de tarifas con sectores de acuerdo a CFE es posible separar tres grandes usos de la energía eléctrica, el sector “PYME”, sector “residencial” y otro vagamente nombrado “Otro usos”.

- PYME. Tarifas comerciales y mediana industria. (2, 3, 7, OM, HM, HMC).
- Residencial. Tarifas residenciales: variantes de la tarifa 1 y DAC.
- Otros usos. Tarifas en alta tensión, de servicios y agrícolas

De los tres grupos anteriores se tomaran para análisis los siguientes datos para el estado de Baja California:

- Comportamiento del número de usuarios.
- Comportamiento de ventas (MWh)
- Comportamiento de productos (Miles de \$)
- Comportamiento del Precio Medio (\$/KWh)

Comportamiento del número de usuarios

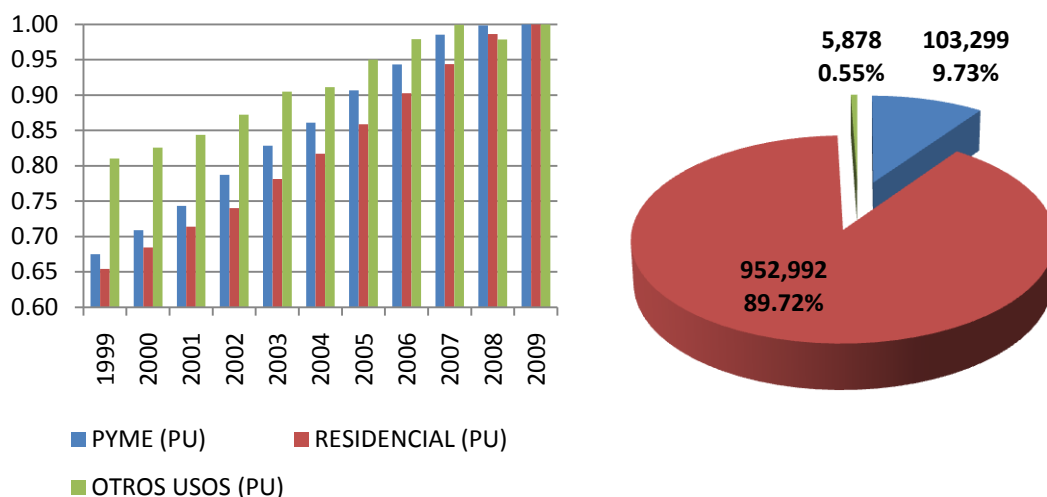


Figura 7. Comportamiento del número de usuarios. Datos en por unidad con base al año 2009, mostrándose valores base al año 2009 en gráfica circular (fuente este estudio, con datos de CFE)

La gráfica nos muestra un comportamiento casi lineal del número de usuarios para B.C., salvo la estadística del último año, la cual se mantuvo con una tasa de crecimiento nula de acuerdo al año anterior. Podemos apreciar en datos unitarios este comportamiento de crecimiento constante, pero en datos reales, apreciamos que casi el 90% de usuarios de la región, son usuarios domésticos, mientras que el 10% son PYME (usuarios en tarifas comerciales y de mediana industria), siendo este nuestro punto de interés, y que menos del 1% se trata de usuarios de otro tipo.

Comportamiento de Ventas (MWh)

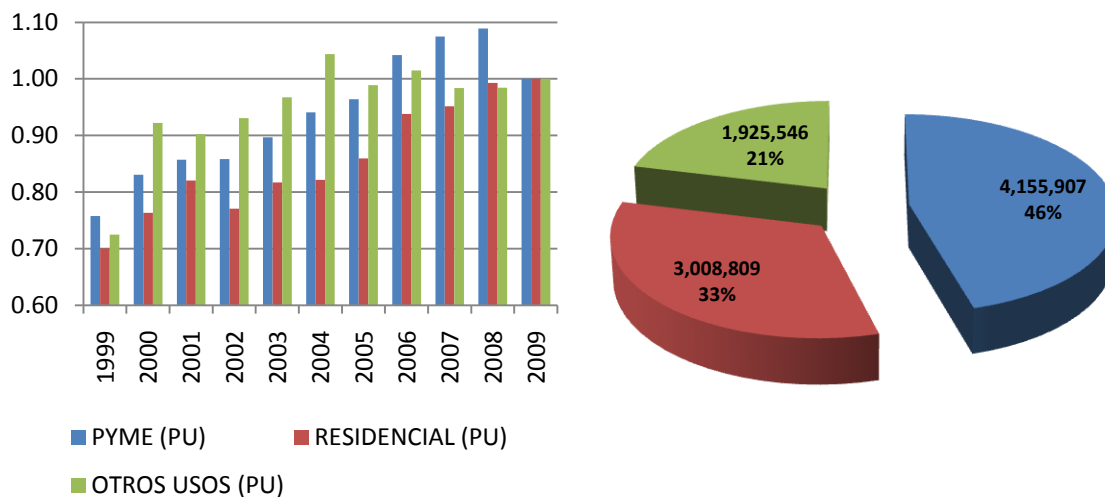


Figura 8. Comportamiento Ventas (MWh). Datos en por unidad con base al año 2009, mostrándose valores base al año 2009 en gráfica circular (fuente este estudio, con datos de CFE)

De estos datos y comparando con los datos de número de usuarios podemos decir sin gran margen de error, que el 10% de los usuarios representan el 46% del consumo de energía eléctrica de la region. Este dato puede tomarse como una regla de Pareto, conocida tambien como la regla del 80-20. Otro dato importante aunque no abarca nuestro interes es que el 0.5% de los usuarios consumen el 20% de la energia generada, tratandose en su mayoria de grandes industrias con capacidad de conexión en alta tension.

Tabla 18. Datos estadísticos para el sector de Gran Industria con datos de CFE para el año 2009

USUARIO	MWh(%)	USUARIOS	USUARIOS (%)	PRODUCTO \$ (%)
GRAN INDUSTRIA	16.67%	87	0.01%	13.17%

Comportamiento de productos (Miles de \$)

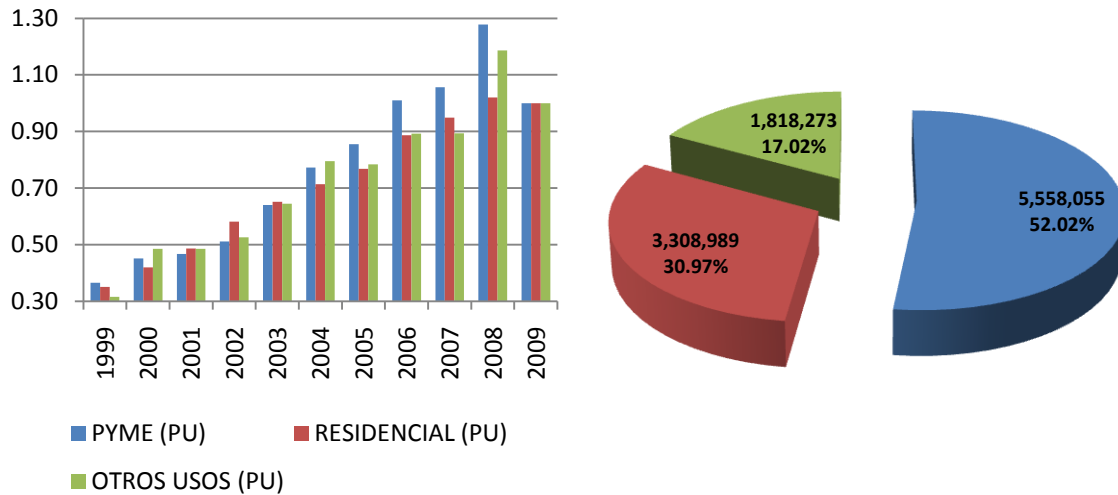


Figura 9. Comportamiento Productos (Miles \$). Datos en por unidad con base al año 2009, mostrándose valores base al año 2009 en gráfica circular (fuente este estudio, con datos de CFE)

Se aprecia un comportamiento similar del consumo de energía (MWh) con respecto al comportamiento de facturación o productos de miles de pesos. En donde la caída en el comportamiento de productos es más sesgada que en otros datos, mencionando las variaciones del 2008 al 2009:

- el número de usuarios se estableció con un aumento de 0.18%
- para las ventas de MWh se tuvo una caída del 8.19%,
- y la caída en los productos en miles de pesos en el orden de 21.72%.

Aun a pesar de esta caída porcentual, el sector PYME representa el 52% de los ingresos por ventas para la compañía suministradora.

Comportamiento del Precio Medio (\$/KWh)

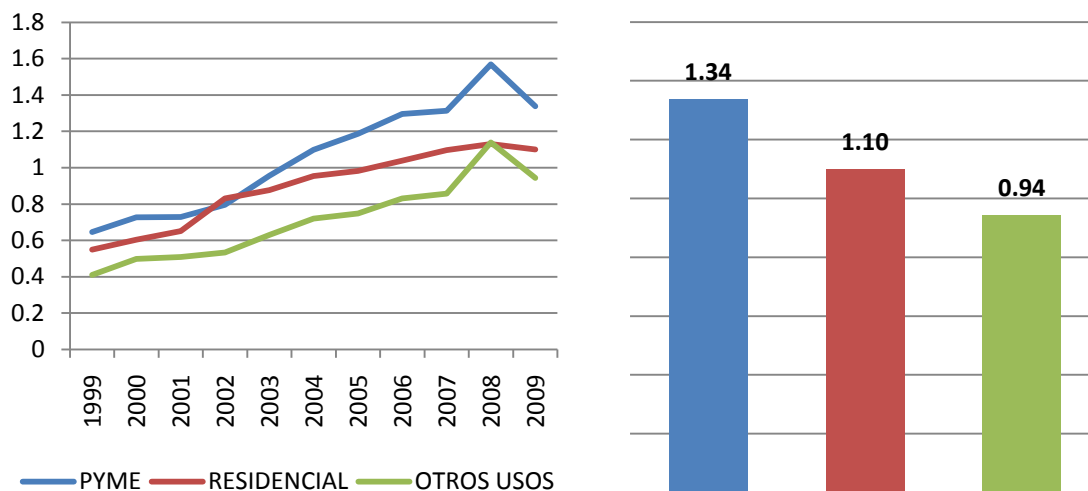


Figura 10. Comportamiento Precio Medio (\$/KWh). Datos en moneda nacional histórico y en gráfica de barras para el año 2009 (fuente este estudio, con datos de CFE)

Sin duda alguna esta última gráfica mostrada es de gran interés para los usuarios PYME del Estado de Baja California, ya que se aprecia rápidamente que los precios medios para este sector son los más castigados, obteniendo como resultado los mayores costos de KWh promedio. Pero a qué se debe esta situación, es interesante analizarlo, pudiendo atribuirse esto al descuido en el manejo de las tarifas conformadas por cobro de consumo y demanda.

Observe el siguiente ejemplo tomado de una corrida efectuada con la herramienta de autodiagnóstico.

Consideraciones caso ejemplo estudio del efecto del factor de carga en el precio medio del KWh: el usuario se encuentra en tarifa OM (mediana industria), se ha aplicado un cálculo de

energía y facturación para observar el comportamiento en la reducción de consumo y facturación con costos tarifarios para el año 2010 (Tabla 19):

Tabla 19. Ejemplo de aplicación de una medida de ahorro de energía (fuente este estudio)

	FACTURACION (\$)	CONSUMO (KWh)	EMISION DE CONTAMINANTES (KG)		
			Emisión SO2	Emisión Nox	Emisión C O2
OPCION	\$ 194,014.51	105,208.61	81	70	47,404
ORIGINAL	\$ 244,907.58	135,119.81	104	90	60,881
DIFERENCIA	\$ 50,893.06	29,911.20	23	20	13,477
DESCRIPCION DE LA MEDIDA DE AHORRO ADOPTADA (OPCION VS. ORIGINAL)					
Cambio de luminarias del almacén sur, de aditivos metálicos 400 watts a fluorescentes de 4x32 watts. Cambio directo de 24 luminarias.					

Se puede apreciar un decremento sustancial en cuanto a facturación de poco más de \$50,000.00 pesos, y una reducción en el consumo de energía y emisión de contaminantes. Se pudiera inferir por los datos obtenidos un decremento en magnitud del precio medio del KWh para este usuario, pero el resultado es un tanto contrario. En estado original el precio medio es de \$1.81, y aplicando la medida de ahorro de energía el precio medio subió a \$1.84. La razón de esto es un manejo no optimo de la energía y demanda.

Caso de estudio comparación de manejo de energía y demanda vs. precio medio

Se realizaron cálculos del manejo de energía y demanda para conocer su efecto en los precios medios y facturación eléctrica en distintas tarifas. Para ello se tomo el concepto de factor de carga, siendo este una relación entre demanda media y demanda máxima. Este experimento nos dará como resultado el comportamiento del efecto que tiene el manejo de la energía y demanda sobre el precio medio del KWh. El procedimiento es el siguiente:

Se crearon funciones gráficas simulando el comportamiento de la demanda en por unidad en intervalos de un día. Tales gráficas tienen las siguientes propiedades: van de demanda máxima unitaria en un intervalo pequeño de tiempo siendo este de 15 minutos, y van incrementándose hasta abarcar un intervalo de 1 día. En intervalos distintos a los antes mencionados, esto es de no demanda máxima, se colocaron valores del 5% simulando un comportamiento mínimo de demanda diario. Se muestra el ejemplo del primer intervalo, y del penúltimo en la Figura 11.

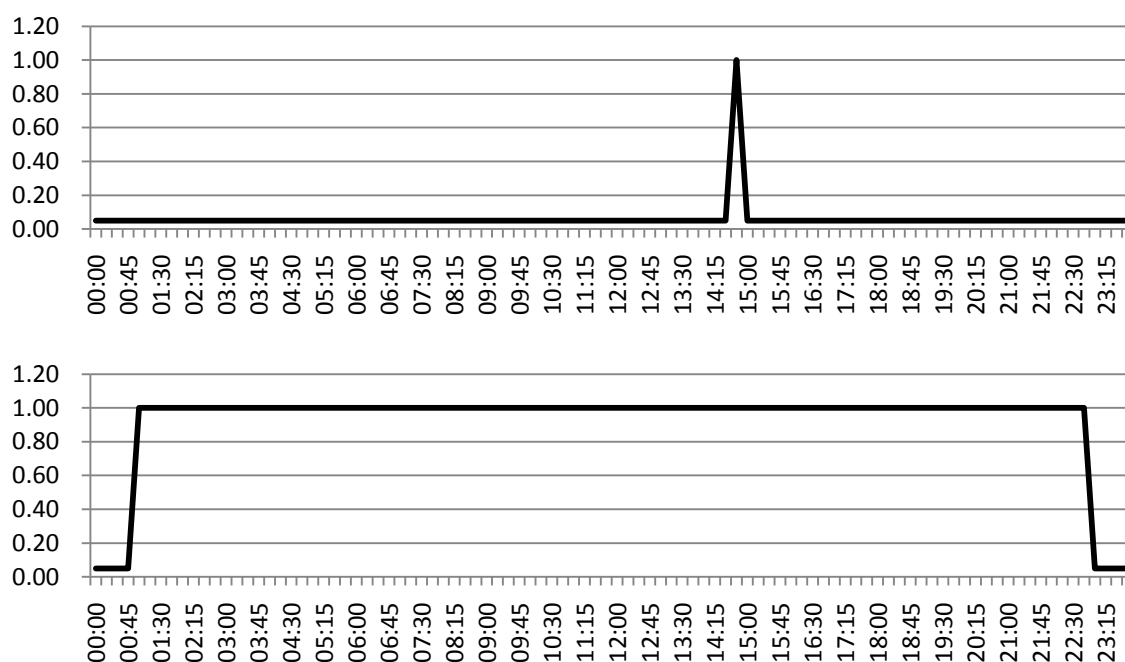


Figura 11. Ejemplo de funciones gráficas utilizadas para manipulación directa del factor de carga (fuente este estudio)

Se tomo en consideración una demanda máxima de 30 KW, caso práctico ya que puede involucrar sin mayor problema a usuarios en tarifas 1F, 2, 3, y OM, y se considera una aproximación a tarifa HM aunque su demanda mínima sea de 100 KW. La carga de 30 KW se introdujo en la totalidad de días del año, esto es el mismo comportamiento día a día.

Se realizaron cálculos para el 2010 con cada función gráfica, para cada tarifa. El resultado fue una matriz de datos la cual se resume en la Figura 12 para facturación total en por unidad con una base de \$670,557.05 pesos, y en la Figura 13 el resultado directo de precios medios.

Los resultados obtenidos muestran comportamientos casi lineales en cuanto a facturación total para cada tarifa, considerando sólo los cargos de consumo y demanda.

En cada cruce de las rectas mostradas de la Figura 12 podemos apreciar la conveniencia hasta cierto factor de carga de estar en una tarifa o hacer cambio a alguna otra, aunque el comportamiento del consumo energético sea el mismo, la facturación para cada tarifa no lo es.

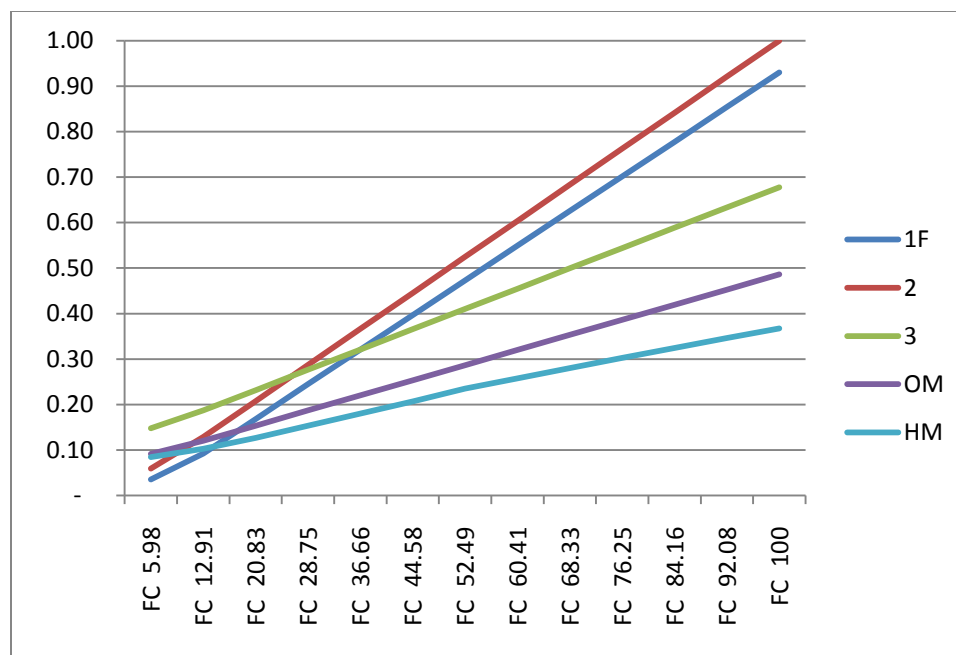


Figura 12. Comparación del factor de carga (eje horizontal) contra facturación de energía en por unidad (eje vertical) para distintas tarifas eléctricas (fuente este estudio)

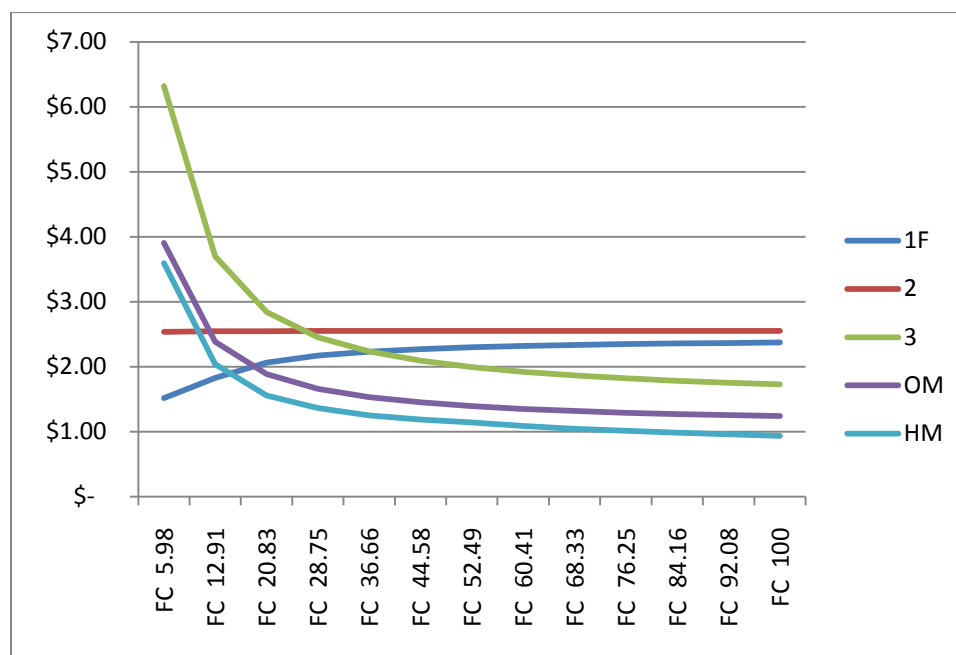


Figura 13. Comparación del factor de carga (eje horizontal) contra precio medio del KWh (eje vertical) para distintas tarifas eléctricas (fuente este estudio)

En cuanto al análisis del comportamiento del precio medio tenemos que la tarifa 1F tiene una pequeña curva al inicio, esto es debido a los escalones tarifarios de la misma, un caso similar pero menos apreciable es el caso de la tarifa 2. La tarifa 2 es la menos dependiente del factor de carga, debido a que sus escalones en cuanto a consumos no son tan dispersos uno de otro y también a que esta tarifa no considera cobros de demanda al igual que en 1F.

Ahora bien para las tarifas que consideran cobros por demanda, el comportamiento es muy similar de entre una y otra, siendo estas 3, OM y HM. Aunque en cálculos se colocó el pico de demanda en horas que abarquen el horario punta en todo momento (Figura 11) para considerar un cobro máximo en tarifa HM, el resultado muestra tanto en la Figura 12 como en la Figura 13, que se tiene una facturación preferencial o de menor costo para esta tarifa.

En resumen el precio medio está sujeto a las condiciones de las curvas de consumo de cada usuario, no es posible por tanto deducir por precios medios de la CFE, la conveniencia de ubicar al usuario en alguna tarifa. De la Figura 12 como de la Figura 13 se puede apreciar la conveniencia de emigrar a tarifas en media tensión, esto a partir de un factor de carga de entre 25 y 30%, siendo por tanto para los usuarios PYME, más conveniente encontrarse en una tarifa de media tensión.

Aunque el resultado de este experimento muestra la conveniencia de estar en tarifas de media tensión. Es importante recalcar las bases del experimento, ya que se partió de una demanda de 30 KW igual para todos los días del año aplicando distintos factores de carga para la misma demanda. En posteriores secciones se desarrollan herramientas que les permitirán a los usuarios obtener datos que le permitirán evaluar la selección de una tarifa de acuerdo a su comportamiento de demanda y consumo anual, reduciendo en dado caso los costos energéticos de la PYME.

SELECCIÓN DE PYME PARA UTILIZAR UNA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO

De los datos de la sección anterior se puede inferir que las PYME en tarifa comercial y de mediana industria (tarifas 2, 3, OM, HM) son las más grandes consumidoras de energía eléctrica en la región y que estas a su vez cuentan con un precio medio estadístico del KWh superior a otros sectores. Por tanto las PYME en esas tarifas son las más factibles en aplicar medidas de ahorro y uso eficiente de energía (MAUEE). Así mismo y como vimos en secciones anteriores el catalogar a los usuarios por su tarifa no es lo más adecuado para un análisis y selección correcta de las PYME para nuestro fin. Por ese motivo se utilizó también las estadísticas de SAIC.

Por las características particulares de cada PYME no es posible estudiar el comportamiento de todas estas, específicamente debido a su tamaño, cantidad de empleados, y consumo de energía eléctrica. Por lo que es preferible que las PYME cuenten con ciertas características, para poder aplicar MAUEE. Las características que se sugiere tengan las PYME deberán de estar en el rango de ciertos valores para los conceptos de:

- Facturación de energía eléctrica
- Número de empleados de acuerdo a la definición de PYME

Se han calculado los valores límites para la facturación de energía eléctrica considerando sueldos, tiempo dedicado a las MAUEE, y posibles inversiones económicas para la aplicación de las

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

medidas de ahorro. Mientras que los límites de empleados están en base a la definición de PYME publicada en el Diario Oficial de la Federación del día 30 de diciembre de 2002 (Tabla 8). El proceso de cálculo se desglosa en la Tabla 20.

Tabla 20. Cálculo de facturación de energía eléctrica para selección de usuarios potenciales para aplicar un programa de ahorro y uso eficiente de energía

Concepto	Valores	Notas
Sueldo mensual de un técnico	\$ 9,000.00	Obtenido de datos de proveedores
Inversión de tiempo técnico para el ahorro de energía eléctrica (1 día/mes)	3.28%	Tiempo mínimo estimado
Sueldo técnico mensual necesario para seguir un programa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica	\$ 295.08	Cálculo
Inversión anual mínima (personal)	\$ 3,540.98	Cálculo
Inversión anual para implementar medidas (adquisición de materiales, o equipos)	\$ 12,000.00	Valor estimado mínimo (capacitación y gastos menores)
Inversión anual total	\$ 15,540.98	Cálculo
Considerando un porcentaje de ahorro de energía eléctrica que presenta CONUEE en sus publicaciones	20%	Estimado de CONUEE. Y visto en práctica.
Calculamos una facturación anual de la empresa requerida (mínimo)	\$ 77,704.92	Cálculo. Variable nombrada CondCee
Considerando un porcentaje de ahorro de energía eléctrica conservador (mínimo)	3%	Valor supuesto como mínimo ahorro
Calculamos una facturación anual de la empresa requerida (máximo)	\$ 518,032.79	Cálculo. Variable nombrada CondCeeMax
Agregando condiciones de empleados		
Condición de número de empleados mínima de acuerdo a concepto PYME	11	Variable nombrada CondPot
Condición de número de empleados máximo de acuerdo a concepto PYME	250	Cálculo. Variable nombrada CondPotMax

Fuente: Este estudio

El próximo paso fue utilizar un filtro o indicador el cual da por resultado una condición “VV” si se cumplen las siguientes formulas:

1. Condición $CEE=Y((CEE/UE)>=(CondCEE/1000), ((CEE/UE)<=(CondCeeMax/1000))$
2. Condición $POT=Y(((POT/UE)>=CondPot, ((POT/UE)<=CondPotMax)$

Donde:

- CEE. Consumo de energía eléctrica (\$).
- UE. Unidades económicas.
- CondCee. Condición de CEE mínimo.
- CondCeeMax. Condición de CEE máximo.
- POT. Personal ocupado total.
- CondPot. Condición de POT mínimo.
- CondPotMax. Condición de POT máximo.

Esto es si ambas formulas son verdaderas (“VV”) dará como resultado una empresa factible de aplicar MAUEE. Para aplicar las formulas se utilizó la base de datos del SAIC a un nivel de disgregación de “clase”. El proceso de las condiciones creadas se puede resumir en el diagrama de la Figura 14.

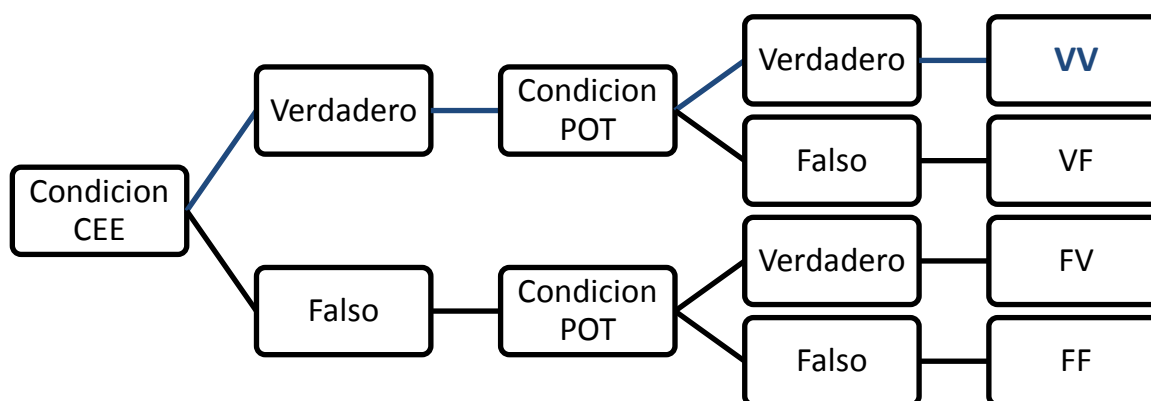


Figura 14. Diagrama de árbol para selección de usuario potencial para aplicar MAUEE (fuente este estudio)

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

Dicho proceso se lee (trazo deseado o condición deseada “VV”), si la condición de consumo de energía eléctrica por unidad económica (CEE/UE) está en el rango de condición de consumo de energía eléctrica mínimo y máximo (CondCee y ConCeeMax), y si la condición de personal ocupado total por unidad económica (POT/UE) está en el rango de condición de personal ocupado total mínimo y máximo (CondPot y CondPotMax), entonces la condición se cumple (“VV” o ambas condiciones verdaderas). Aplicando un filtro a los estadísticos de SAIC con esta condición única (“VV”) se obtienen las clases a las que puede aplicarse un programa de MAUEE. Las unidades económicas por clase aptas para aplicar MAUEE se enlistan en la Tabla 21.

Tabla 21. Unidades económicas (disgregación a clases, 5to nivel) a las que puede aplicarse un programa de ahorro y uso eficiente de energía

CODIGO	DESCRIPCION	UE	POT	CEE (k\$)	POT/UE	CEE/UE
311811	Panificación industrial	48	864	8755	18	182
311910	Elaboración de botanas	6	504	3039	84	507
327320	Fabricación de concreto	4	76	516	19	129
332310	Fabricación de estructuras metálicas	16	634	6130	40	383
431110	Comercio al por mayor de abarrotes	17	571	2294	34	135
434111	Comercio al por mayor de fertilizantes, plaguicidas y semillas para siembra	26	525	2111	20	81
468111	Comercio al por menor de automóviles y camionetas nuevos	16	583	2153	36	135
515110	Transmisión de programas de radio, excepto a través de internet	9	160	1070	18	119
611171	Escuelas del sector privado que combinan diversos niveles de educación	18	1076	2975	60	165
622111	Hospitales generales del sector privado	11	417	1432	38	130
713941	Clubes deportivos del sector privado	6	184	1606	31	268
722111	Restaurantes-bar con servicio de meseros	91	1328	8967	15	99
722310	Servicios de comedor para empresas e instituciones	4	286	788	72	197

Se recomienda aplicar MAUEE en PYME que se encuentren en tarifa comercial y de mediana industria, así como también se sugiere más no se limita en ningún momento que las PYME se encuentren en las clases de la Tabla 21.

Se verá más adelante que existen otros sectores o usuarios interesados en aplicar MAUEE, los cuales son requeridos por la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), publicada el 28 de octubre de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Los cuales en resumen son los inmuebles de la Administración Pública Federal con más de 1000 metros cuadrados de construcción.

La aplicación de MAUEE aun y cuando se sugieren los usuarios y sectores descritos, no son limitadas a dichos usuarios, sino que también pueden ser aplicadas por cualquier usuario interesado en reducir la facturación de energía eléctrica, reduciendo también el consumo de energéticos e impacto al medio ambiente lo cual habla muy bien de los usuarios que persiguen un fin común a todos al cuidar el medio ambiente en que vivimos.

RECOPILACIÓN Y REDACCIÓN DE METODOLOGÍAS PARA AHORRAR Y HACER USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

En la presente sección se muestran resúmenes de las principales fuentes de información y herramientas encontradas para seguir y aplicar MAUEE. Se han tomado algunas recomendaciones y procedimientos encontrados al inspeccionar las fuentes de información, para posteriormente elaborar un básico pero completo proceso metodológico para generar un autodiagnóstico del consumo de energía eléctrica en las PYME.

Se han considerado primordialmente los requerimientos de la “Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía” (LASE) y su protocolo, ya que es un decreto de aplicación oficial en México, y obliga a los usuarios a mantener y reducir los consumos energéticos, tanto de energía eléctrica como de otros como gasolina y diesel. Aunque es de aplicación sólo a usuarios de la Administración Pública Federal (APF) es un paso importante masivo para reducir los consumos energéticos de la región y el país.

Partiendo de los documentos consultados, se buscaron herramientas de autodiagnóstico que tengan por objeto reducir el consumo de energía eléctrica, encontrándose dos de ellas, limitadas por costos de compra y región (moneda, idioma, tarifa) para poder elaborar posteriormente una herramienta metodológica de fácil uso para usuarios de la región.

Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), y medidas de diagnóstico

En México el 28 de octubre de 2008 se expide la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE), la cual tiene como objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. Entendiéndose en LASE que el aprovechamiento sustentable de la energía se refiere a “El uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo, incluyendo la eficiencia energética”, siendo y definiendo a su vez Eficiencia Energética como “Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Queda incluida dentro de esta definición, la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía”.

En LASE, la CONAE (comisión nacional para el ahorro de energía) a partir de ese momento es entendida como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Algunas de las facultades y funciones de la CONUEE, y siendo de interés para el presente documento de tesis, la CONUEE tendrá las facultades de:

- Formular y emitir las metodologías para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero por la explotación, producción, transformación, distribución

y consumo de energía, así como las emisiones evitadas debido a la incorporación de acciones para el aprovechamiento sustentable de la energía, para los efectos de esta Ley;

- Formular y emitir las metodologías y procedimientos para cuantificar el uso de energéticos y determinar el valor económico del consumo y el de los procesos evitados derivados del aprovechamiento sustentable de la energía consumida

En la LASE se menciona la creación de un sistema nacional de información el cual tiene por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información sobre los siguientes temas (Artículo 18 de la LASE):

- El consumo de energía en los principales usos finales de la misma, en los sectores y subsectores que la requieren y en las distintas regiones geográficas del país;
- Los factores que impulsan los usos finales referidos en la fracción inmediata anterior;
- Los indicadores de eficiencia energética que describen la relación en los usos finales de energía y los factores que los impulsan, y
- Los indicadores de eficiencia energética de otros países, con fines comparativos.

Los cuales indican una mejora en las bases de datos disponibles para el público en general, salvo que estos datos sólo tomarían en cuenta a:

- Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF).
- Usuarios con un patrón de alto consumo de energía (aun no estableciendo las bases para definirlos como tal). En el reglamento de la LASE, son definidos como “aquellos consumidores de energía que rebasen el índice de consumo por tipo de energía por sector o subsector, considerando los determinados por el INEGI.
- Y usuarios que así lo deseen.

Tales usuarios deberán proporcionar a la CONUEE, de acuerdo al artículo 20 la siguiente información sobre la utilización energética obtenida en el año inmediato anterior:

- La producción, exportación, importación y consumo de energía, por tipo de energético;
- Eficiencia energética en el consumo;
- Medidas implementadas de conservación de energía, y
- Resultados de las medidas de conservación de energía derivadas del inciso anterior.

Convirtiéndola en una mejor pero no completa base de datos, ya que no contempla otros usuarios más que los expuestos en los puntos anteriores.

Las metodologías y medios de captura electrónicos aun no han sido establecidos en la página electrónica de CONUEE a la fecha de la elaboración de la presente Tesis.

En de enero de 2011 es publicado el Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal.

En el Protocolo es definido el concepto de **diagnóstico energético** como: El estudio que tiene como propósito:

- Identificar el consumo de energía eléctrica, térmica y combustibles en los inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal.
- Establecer el nivel de eficiencia de su utilización en términos de índices energéticos, y

- Proponer las medidas de uso eficiente de la energía; determinar los beneficios energéticos, económicos, ambientales, así como establecer la inversión requerida para su aplicación.

Las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía tienen como meta provocar un ahorro de energía pudiendo ser estas de corto, mediano y largo plazo. Las **metas** a corto plazo se refieren a la implantación de buenas prácticas, mientras que las de mediano y largo plazo incluyen los proyectos de inversión para la sustitución de tecnología obsoleta por tecnologías innovadoras y de alta eficiencia.

Para poder llegar a la meta de ahorrar y hacer uso eficiente de la energía se debe implementar un **programa** el cual es exigido en el Protocolo a más tardar el último día hábil del mes de febrero de 2011. Para tal efecto y sin carácter limitativo, las Dependencias y Entidades deberán considerar dentro de su Programa específico, los siguientes elementos:

- **Diagnósticos energéticos:** elaborar un diagnóstico energético en cada uno de sus inmuebles, flotas vehiculares y/o instalaciones que lo requieran, a fin de conocer su situación energética actual y las oportunidades de mejora operacional y tecnológica, así como para determinar los potenciales de ahorro de energía e inversiones requeridas. El diagnóstico podrá ser realizado por personal propio de la Dependencia y/o Entidad o ser encargado a consultores externos.
- **Acciones para generar ahorros:** seguir los procedimientos y las recomendaciones indicadas en el sitio de Internet de la CONUEE
- **Recursos:** destinar los recursos humanos, financieros y materiales necesarios para realizar acciones que garanticen el cumplimiento de las metas establecidas, los cuales serán asignados de acuerdo al resultado del diagnóstico energético.

- **Sistemas de control y seguimiento:** establecer sistemas de control de consumos de energía y dar seguimiento a las acciones que garanticen la correcta ejecución de su Programa.

Se establece en el Protocolo el concepto de **Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE)**: Es la relación entre el consumo total de energía eléctrica facturada en un año (en KWh/año) y la superficie construida en metros cuadrados, expresado en KWh/m² anual.

Se establecen las **Metas de ahorro** para inmuebles de uso de oficina (considerándose así la mayoría de inmuebles de la APF), indicando que los inmuebles deben cumplir con los Índices Máximos de Consumo de Energía Eléctrica (IMCEE) establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 22. Índice máximo de consumo de energía eléctrica en inmuebles de la APF (fuente protocolo de la LASE).

Región	Inmuebles con aire acondicionado	Inmuebles sin aire acondicionado
Norte	160	60
Centro	100	60
Sur	190	60

Indicadores: IMCEE (KWh/m² anual)

Los inmuebles que alcancen esos índices energéticos deben realizar acciones para mantenerlos o reducirlos.

En una revisión anterior a este Protocolo se tenía un apartado de meta de ahorro de acuerdo al siguiente enunciado: “De no contar con diagnóstico energético, la meta de ahorro será la reducción en su consumo de energía del 5% respecto al consumo del año 2010”. El cual es un valor similar de ahorro establecido en la Tabla 20 para el cálculo de una facturación máxima siendo este ultimo de 3%.

Es solicitado también a los inmuebles de la APF Registros trimestrales de la facturación de energía eléctrica para inmuebles de oficinas y de otros usos. Debiendo proporcionar la siguiente información de la facturación eléctrica:

- Consumos de energía (KWh/mes)
- Demanda máxima (KW/mes)
- Factor de potencia (valor unitario)
- Facturación (\$/mes)
- Horario de trabajo (entrada y salida)
- Número de personas
- Número de computadoras

Además de los consumos energéticos (energía eléctrica) el Protocolo exige la adición al programa de las flotas vehiculares, las cuales para su funcionamiento requieren del consumo de energía en este caso combustibles como gasolinas y diesel. Como tales combustibles no son parte de este estudio, no se discutirá ni citará lo referente a los requerimientos del programa para las flotas vehiculares.

Administración de la energía

En la búsqueda bibliográfica se encontró el documento Administración de la Energía, del autor Ángel Eduardo Martínez Aguilar, del cual se toman las principales ideas que son descritas en la presente sección. El autor de este documento se basó primordialmente en la norma **“IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities, IEEE Std 739-1995”**, y en diversos entes relacionados con el campo del ahorro energético.

El estándar de la IEEE, nombrado de este punto en adelante como IEEE indica que la administración de la energía involucra las siguientes profesiones y campos:

- Ingeniería
- Administración
- Economía
- Análisis financiero
- Investigación de operaciones
- Relaciones públicas
- Ingeniería ambiental

Algunas de las herramientas utilizadas son las siguientes:

- Medidores y mediciones
- Limitadores de demanda energética
- Dispositivos altamente eficientes
- Sistemas de control por ejemplo sistemas de administración de edificios

En cuanto a los métodos de ahorro energético la norma IEEE selecciona los métodos de ahorro energético en cuatro grupos:

- Medidas de mantenimiento: Ahorros de energía se pueden obtener a partir de mejores prácticas de operación y mantenimiento. Tales medidas pueden incluir apagado de equipo sin uso, mejoramiento de demanda energética, reducción de temperatura de aguas, apagado de luces y eliminación de vapor, aire comprimido, y fugas de calor.
- Modificaciones de procesos y equipos: Estos cambios pueden ser aplicados ya sea en equipo existente o en la incorporación en el diseño de nuevo equipo. Como ejemplo se tiene el uso de componentes más eficientes y durables.
- Mejor utilización de equipos: Esto puede ser logrado por medio de un estudio minucioso de los procesos de producción, horarios y prácticas de operación.
- Reducción de pérdidas en el edificio por pérdida de calor, se puede lograr colocando aislamiento térmico, cerrando puertas, reduciendo escapes y utilizando procesos de calentamiento, etc.

Del último punto en el caso de estudio para la ciudad de Mexicali, sería contrario ya que se procuraría reducir la pérdida de aire acondicionado (frio).

La IEEE indica que se debe contar con un programa de gestión energética y que existen cinco factores críticos para organizar un programa de gestión energética efectivo:

- Obtener compromiso de la alta dirección.
- Obtener el compromiso de todos los empleados.
- Fijar un canal oficial de comunicación.
- Cambiar o modificar la organización para brindar autoridad y responsabilidad para el desarrollo de un programa de administración de energía, lo que involucra la formación de un comité o grupo de administración energética.
- Fijar herramientas de control y monitoreo del programa.

Como podemos apreciar estos cinco puntos se manejan perfectamente en la LASE para el caso de México y las dependencias e inmuebles de la APF.

La IEEE indica que los puntos más importantes que debe tener un plan de administración energética son:

- Supervisar el uso de la energía y pérdidas energéticas: Una auditoría energética determina la cantidad de energía que entra y sale de una facilidad.
- Establecer el consumo energético y el costo económico: Es muy importante establecer el patrón de consumo energético e identificar aquellas áreas en donde se debería tener un historial de lo siguiente :
 - Pago mensual
 - Fecha de lectura de consumo energético.
 - KWh
 - Tarifa.
 - Factor de potencia.
 - Nivel de producción.
 - Nivel de ocupación.
 - Días de utilización de calefacción y de aire frío.
- Lista de proyectos de reducción de consumo y costos relacionados.
- Establecimiento de tipos de cargas
 - Críticas: Son aquellas cargas necesarias para no perjudicar el correcto funcionamiento del inmueble (usuario o empresa).
 - Necesarias: Son importantes para el correcto funcionamiento del inmueble más pueden ser dispuestas (desconectadas) por cortos periodos de tiempo en caso necesario.
 - Removibles: cargas que pueden ser desconectadas por un periodo dado de tiempo sin pérdidas económicas, de confort o de producción.
 - Innecesarias: cargas que no deberían de estar operando, o dejando de operar en ciertos intervalos de tiempo. Y deben ser desconectadas tan pronto sea posible.

Después de desarrollar los puntos anteriores se podrán elaborar y listar una serie de proyectos de conservación energética, los cuales se deberán evaluar para su posterior implementación utilizando el siguiente procedimiento:

- Calcular el ahorro energético por cada proyecto.
- Proyectar futuros costos energéticos y calcular ahorro económico anual.
- Evaluar los méritos de la inversión del proyecto utilizando mediciones tales como la tasa de retorno, etc.
- Asignar la prioridad de los proyectos.
- Seleccionar los proyectos adecuados y solicitar la autorización para proceder.
- Implementar los proyectos autorizados.

Continúa indicando la IEEE que administración de la energía no sólo es la implementación de las oportunidades de ahorro energético. Ya que la administración es un **proceso continuo**, es muy importante el monitoreo del uso energético y utilizar los resultados para medir futuras acciones.

Hasta el momento se presentan componentes para poder realizar un diagnóstico energético, indica ahora el autor que el Diagnóstico energético es una serie de etapas lógicas que se tienen que realizar en una empresa que tienen como objetivo identificar y evaluar las oportunidades de ahorro de energía más rentables. El Diagnóstico energético puede ser de primer nivel, en el cual sólo se presentan las oportunidades de ahorro sin hacer mediciones, ni cuantificando los ahorros y montos de inversión, o de segundo nivel el cual consiste en que en los de segundo nivel se siguen todas las etapas que se presentan en la Figura 15.

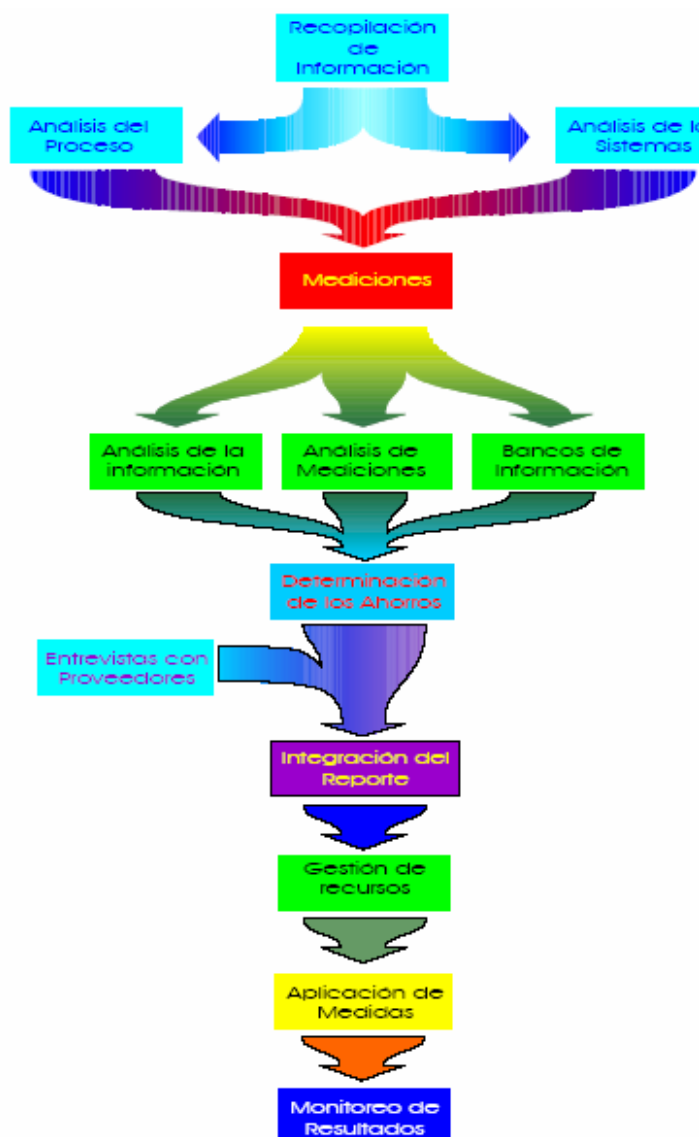


Figura 15. Actividades de segundo nivel en un Diagnóstico Energético (fuente Energy Management, Ángel

Eduardo Martínez A., 2007)

La meta del diagnóstico es reducir el consumo de energía, el autor muestra una manera sencilla y práctica de elaborar un reporte y medir los ahorros obtenidos, el cual debe ser incluido en los reportes de diagnóstico energético, siguiendo un formato en tabla de datos la cual puede ser implementada en programas básicos como Excel (Tabla 23).

Tabla 23. Formato de medidas de ahorro energético (fuente Energy Management, Ángel Eduardo Martínez A., 2007)

Medida de ahorro	Ahorro en consumo kWh/año	ahorro en demanda kW	Ahorro de combustible litros*/año	Ahorro de energía GJ/año	Ahorro económico \$	Inversión necesaria \$	Período de recuperación años

Programa de cómputo con herramientas de autodiagnóstico

Se encontraron varios programas de aplicación para calcular ahorros de energía eléctrica y facturación (herramientas de diagnóstico), destacando dos de ellos:

- El primer programa mostrado, su principal entrada de datos son consumos y demandas a lo largo del tiempo. El cual sirve para controlar tales parámetros y comparar diferentes intervalos de tiempo. De gran ayuda para establecer límites de demanda y consumo.
- Otro programa muestra y disgrega los datos a manera de obtener datos de consumo y facturación por uso final de la energía.

Ambos de ellos son de gran utilidad para realizar diagnósticos energéticos, a continuación se inspeccionan más a detalle los mismos.

Energy lens

Programa creado por BizEE Software Limited del Reino Unido, disponible una versión de prueba en su página de internet [2]. Es un programa de aplicación para el control del consumo y demanda de energía eléctrica. Cuyo costo es de \$495.00 dólares.

Su interface es por medio del programa Excel, y su principal dato de entrada es el consumo de energía en intervalos de tiempo, ejemplo de ello es que en México los intervalos de medición son de 15 minutos (CFE). Este dato de entrada debe ser en formato de datos para su introducción manual a las hojas de cálculo. Requiriendo por tanto el uso de equipos de medición con capacidad de guardar los datos en formato de hoja de cálculo.

El ahorro de energía detectable usando este programa, es identificando el desperdicio de energía. Por ejemplo en la Figura 16 encontramos que el consumo de energía al día a superado el máximo de consumo de energía de otro día en un intervalo en particular, dando por resultado un reporte grafico inmediato de entender, donde se aprecia que algo ha ocurrido que provocó un incremento en el consumo, donde por medio de una investigación se puede detectar una oportunidad de ahorro. De la misma manera del análisis diario, se tiene un análisis mensual, similar a un calendario de demandas y consumos (Figura 17).

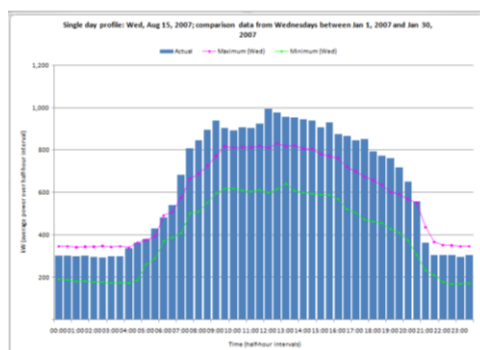


Figura 16. Ejemplo de resultados EnergyLens, datos diario (fuente programa de computo Energy Lens)

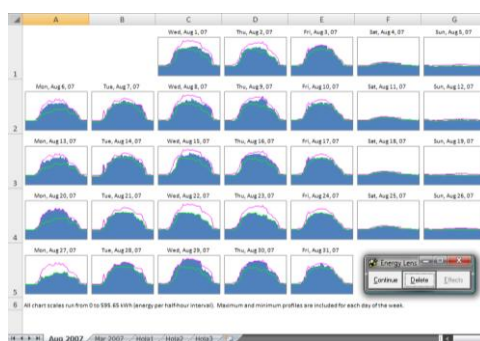


Figura 17. Ejemplo de resultados EnergyLens, datos mensuales (fuente programa de computo Energy Lens)

Energy Depot

El otro programa de interés encontrado es creado por GenRes5 de Estados Unidos, disponible en la página de internet [17]. Es un programa de auto diagnóstico del consumo de energía eléctrica (Personal Energy Profile). Cuya distribución es gratuita y de acceso libre por medio de internet y aplicación en línea.

En este programa los datos de entrada son más complejos, introduciendo datos de: facturación de energía eléctrica, cantidad y tipo de equipos consumidores de electricidad y gas, cantidad de ocupantes del edificio y características del mismo edificio.

Fue creado con la intención de ayudar en el entendimiento del uso de la energía en el edificio, como se comporta, y conocer los factores que influyen en los costos provocados por el uso de la energía.

Los datos de salida que ofrece esta aplicación, son muy variados, incluye tanto gráficas, tablas y recomendaciones, de acuerdo a la información de entrada previamente dada por el usuario.

Algunos de los resultados que ofrece se muestran a continuación, esto tomando en consideración un caso ejemplo de una casa habitación de interés social.

La Figura 18 muestra de manera gráfica el histórico de consumo y facturación, y de manera textual el programa indica el consumo y facturación de energía anual total (5650 KWh y \$450 dólares), así como también indica el costo promedio de la energía (\$0.080 dólares por KWh).

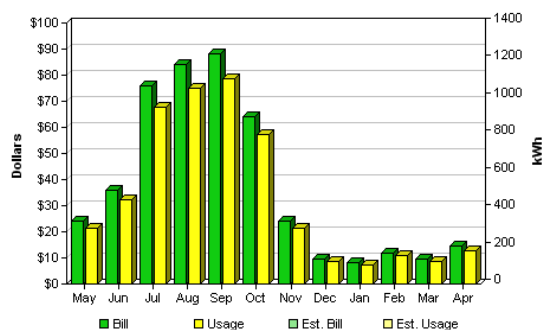


Figura 18. Histórico del consumo de energía eléctrica y facturación (fuente programa de computo Energy Depot)

De la Figura 19 se puede apreciar el uso que se le da a la energía eléctrica, siendo en este caso los principales usos de la energía en refrigeradores (refrigerator/freezers), alumbrado (lighting) y primordialmente con poco más del 80% en uso los equipos de aire acondicionado (air conditioning). De manera similar a la Figura 19 se muestran los datos en forma de tabla agregando esta vez el costo anual en dólares (Tabla 24).

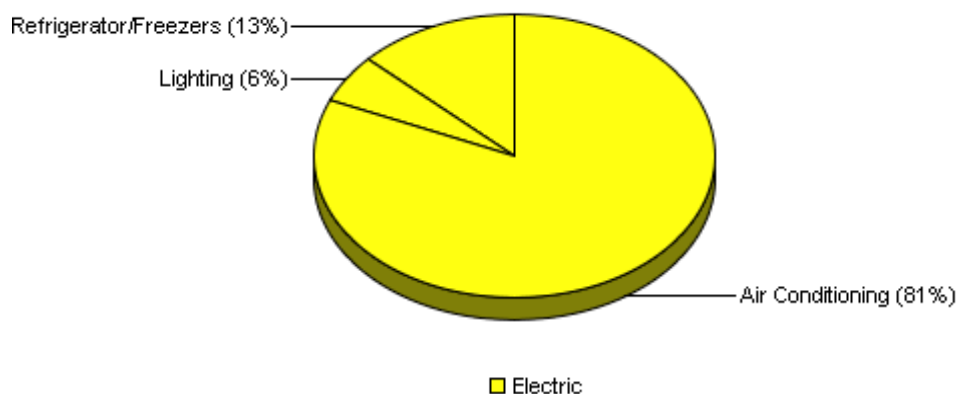


Figura 19. Uso final y porcentual de la energía eléctrica (fuente programa de computo Energy Depot)

Tabla 24. Uso final de la energía, costo anual y porcentual

Appliance	Annual cost	Percentage of total annual energy bill
Small Appliances	\$1	0%
Home Office	\$2	0%
Laundry	\$2	0%
Lighting	\$24	5%
Refrigerator/Freezers	\$58	13%
Air Conditioning	\$360	81%
Total	\$446	

Fuente: programa de computo Energy Depot

El programa tiene la capacidad de mostrar como resultado del diagnóstico algunos consejos en cuanto al uso de la energía, a manera de ejemplo se citan los referentes al uso de la energía para los sistemas de aire acondicionado:

- El costo de la energía para aires acondicionados es de \$360 dólares al año. Esto es el 81% de la facturación anual total.
- Los equipos de aire acondicionado existentes tienen más de 10 años. Se recomienda reemplazarlos por equipos nuevos de alta eficiencia.
- Usar un controlador programable o temporizador para elevar la temperatura cuando la casa se encuentre en desocupación.
- Entre otros.

Análogamente a los consejos dados para el sistema de aire el programa presenta secciones similares para los siguientes puntos:

- Aislamiento referente a los sistemas de aire acondicionado (Space Heating and Cooling – Insulation)
- Puertas y ventanas referente a los sistemas de aire acondicionado (Space Heating and Cooling - Windows and Doors)
- Refrigeradores (Refrigerator/Freezers)
- Alumbrado (Lighting)

Lo que lo convierte en un programa completo y gratuito para conocer los consumos de energía eléctrica por tipo de equipo, así como conocer las MAUEE que se pueden adoptar. La limitante de idioma, moneda (\$), unidades y la región del mismo lo convierten en una aplicación aunque muy buena distinta a las necesidades de los usuarios de otros países.

Factores que influyen en la facturación de energía eléctrica como métodos para reducirla

Otras medidas de ahorro pueden ser previstas conociendo como la compañía suministradora estructura los costos de tarifas para las PYME y usuarios en general. De esta manera sólo estamos buscando oportunidades de ahorro económicas y no en reducción de consumos energéticos y emisión de contaminantes. Aunque conllevan sólo beneficios económicos es de suma importancia que los usuarios comprendan como la compañía suministradora realiza el cobro de la energía.

La estructura tarifaria a nivel nacional se ha venido modificando para dar una mayor gama de opciones a los diferentes tipos de usuarios y establecer los costos en función de varios factores como lo es consumo, demanda, tensión, temperatura (regiones tarifarias), entre otros.

Es necesario conocer los efectos del uso de la energía a nivel usuario, por esa razón se seleccionaron conceptos básicos para entender la forma en que es facturada la energía. Debido a que la estructura tarifaria tiene como objetivo una mejor administración de la demanda de electricidad a niveles de generación, se han creado distintas tarifas eléctricas para de esa manera tratar de concientizar a los usuarios del uso de la misma, comenzando con el concepto de tarifa horario, que es el grupo de tarifas de mayor consumo de energía eléctrica y por ende es el mejor lugar para reducir los niveles de demanda máxima (para un mayor detalle de la estructuración tarifaria ver Tabla 15 y Tabla 16).

Tarifas Horarias

La principal función de estas tarifas es dar claras señales económicas a los usuarios para hacer un uso más racional de la electricidad. Las tarifas horarias reflejan los costos que para la CFE representa el proveer electricidad en horas pico [7].

Las ventajas de la tarifa HM (tarifa horaria para la mediana empresa) son sus bajos costos de energía en horas de baja demanda, y su desventaja es el alto costo de la energía en las horas opuestas u horario punta.

La Tabla 25 muestra las ventajas y desventajas en cuanto a costos de las tarifas horarias para los usuarios. Apreciando que la tarifa HM comprende los costos promedios anuales más bajos en una base en por unidad para el año 2010 sólo en los conceptos de energía base e intermedia, pero contrariamente en horario punta o de máxima demanda para la compañía suministradora esta tarifa cuenta con los costos por KWh más elevados. Los valores base utilizados para la Tabla 25 son de \$1.69 para el consumo (KWh), y \$227.30 para la demanda de energía (KW) siendo estos los de mayor magnitud.

La diversidad en los costos y los conceptos de tarifa horaria permiten modificar el comportamiento de la demanda eléctrica, reduciendo por tanto la demanda y beneficiando al suministrador, con beneficio al usuario si utiliza la energía en horas de demanda mínima.

Tabla 25. Comparación de precios en por unidad de tarifas 3, OM, HM, con datos de venta para el año 2010 (fuente este estudio, con datos de CFE)

MES	TARIFA 3		TARIFA OM		TARIFA HM			
	KWH	KW	KWH	KW	KWH B	KWH I	KWH P	KW (DF)
Enero	0.82	0.92	0.55	0.51	0.39	0.50	n.a.	1.00
Febrero	0.89	0.92	0.60	0.51	0.36	0.45	n.a.	0.99
Marzo	0.90	0.93	0.61	0.51	0.34	0.43	n.a.	0.99
Abril	0.89	0.93	0.60	0.52	0.35	0.45	n.a.	0.99
Mayo*	0.84	0.94	0.68	0.57	n.a.	0.42	0.96	1.00
Junio*	0.84	0.94	0.69	0.57	n.a.	0.41	0.94	0.98
Julio*	0.86	0.94	0.70	0.58	n.a.	0.42	0.94	0.97
Agosto*	0.87	0.95	0.71	0.58	n.a.	0.47	1.00	0.97
Septiembre*	0.86	0.95	0.71	0.58	n.a.	0.45	0.98	0.98
Octubre (1)*	0.82	0.95	0.67	0.58	n.a.	0.47	1.00	0.98
Octubre (2)	0.82	0.95	0.55	0.52	0.37	0.47	n.a.	0.98
Noviembre	0.83	0.95	0.56	0.53	0.41	0.52	n.a.	1.00
Diciembre	0.81	0.96	0.54	0.53	0.44	0.56	n.a.	0.99
Promedio anual	0.85	0.94	0.63	0.54	0.38	0.46	0.97	0.99

* Aplica horario de verano, n.a.= no aplica el cobro.

Tensión de suministro

El nivel de tensión es establecido debido a que resulta mucho más caro suministrar a los usuarios energía en baja tensión que en niveles de media o alta tensión. Citando a la ley de Ohm, esta indica que las pérdidas por conducción de corriente son equivalentes al cuadrado de la corriente; por tanto a tensiones menores mayores corrientes y por tanto mayor pérdida. Otro punto es que para reducir el nivel de tensión al requerido por el usuario se ocupan elementos eléctricos como transformadores los cuales no son equipos ideales, y conllevan cierto nivel de pérdidas, la instalación de tales elementos eléctricos también conllevan a gastos económicos propios de la compra, instalación y mantenimiento de los equipos.

Demanda

El costo del KW no es uniforme en el tiempo, resulta más caro satisfacer la demanda pico de energía porque para ello se requieren equipos de generación que son poco utilizados a lo largo del día u año en una escala mayor de tiempo. Por ese motivo a los usuarios se les aplica un cargo por demanda en sus facturas de energía (de interés tarifa 3, OM, HM). Para las tarifas 3 y OM, se considera solamente el concepto de demanda máxima, mientras que para tarifa HM se introduce el concepto de demanda facturable.

Demanda máxima

Comprende la demanda máxima medida en los distintos periodos de consumo, es obtenida de la demanda instantánea integrada por el medidor de la compañía suministradora sobre cualquier intervalo de 15 minutos en el cual la demanda de energía sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación.

Tabla 26. Ejemplo de proceso de cálculo de la Demanda Máxima (fuente este estudio)

T	Ti	Tf	Dif	DM	Periodo de DM	DM
1	0	5	5	5	n.a.	n.a.
2	5	10	5	10	KW1	10.00
3	10	15	5	15	KW2	15.00
4	15	20	5	20	KW3	20.00
5	20	25	5	25	KW4	21.67
6	25	30	5	20	KW5	20.00
7	30	35	5	15	KW6	15.00
8	35	40	5	10	KW7	10.00
9	40	45	5	5	KW8	15.00
10	45	50	5	30	KW9	13.33
11	50	55	5	5	KW10	13.33
12	55	60	5	5	n.a.	n.a.

Donde:

- T = intervalo de tiempo
- Ti = tiempo inicial en minutos
- Tf = tiempo final del intervalo en minutos
- Dif = diferencia de tiempo inicial y final
- DM = demanda máxima integrada por intervalo de tiempo
- Periodo de DM = nombre dado a cada intervalo de 15 minutos (aplicable para el concepto de demanda máxima.
- DM = demanda máxima de acuerdo a concepto de la compañía suministradora.

En resumen aunque el usuario tenga una demanda máxima medida en el intervalo 10 de 30 KW, esta es como se dijo una demanda máxima medida, no es por tanto la demanda máxima. Siendo entonces la demanda máxima capturada en el intervalo 5 con valor de 21.67 KW.

El cobro de demanda máxima en tarifas horarias es distinto a el resto de tarifas, aplicando en las tarifas horarias el concepto de demanda facturable.

Demanda facturable

Concepto de demanda aplicable solamente a tarifas horarias (HM), y se define como:

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

Donde:

- DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta
- DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio

- DB es la demanda máxima medida en el periodo de base
- DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio
- FRI y FRB son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria. Para Baja California FRI = 0.141, y FRB = 0.07

Para el cálculo de las demandas máximas medidas en los distintos periodos (base, intermedia, punta) puede usarse el mismo concepto visto previamente de demanda máxima.

Consumo (consumo de energía eléctrica)

Es la energía eléctrica utilizada durante un periodo determinado. Para las tarifas 2,3, OM esta se aplica a la utilización de la energía en cualquier periodo de tiempo, pero para tarifa horaria HM entran los conceptos de periodo punta intermedia y base. Es medida en unidades de energía eléctrica (KWh).

Factor de carga (FC)

Es un indicador de la forma en que se es usada la energía, y puede ser interpretado como una medida de aprovechamiento de la energía consumida con relación a la demanda máxima. Este parámetro no facturado en los recibos del usuario es un indicador útil para evaluar la oportunidad de mejorar la utilización de la energía eléctrica. Puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$F.C. = (Demanda media en KW / Demanda máxima en KW) \times 100$$

Factor de potencia (FP)

Es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, puede tomar valores entre 0 y 1, indicando con el valor unitario de 1 que la energía es aprovechada en su totalidad o al 100%. La compañía suministradora calcula este indicador con la siguiente fórmula:

$$FP = [KWh / \text{raíz cuadrada } (KWh^2 + KVARh^2)] \times 100$$

Los cargos por concepto de factor de potencia son aplicables a partir de tarifas en media tensión. La compañía suministradora está facultada para aplicar penalizaciones por bajo factor de potencia (menor a 0.9) y bonificaciones para el mismo caso pero contrario (mayor a 0.9). Para mayor detalle puede apreciarse la Figura 20 donde son incluidas implícitamente las formulas para aplicar penalización o bonificación por este factor.

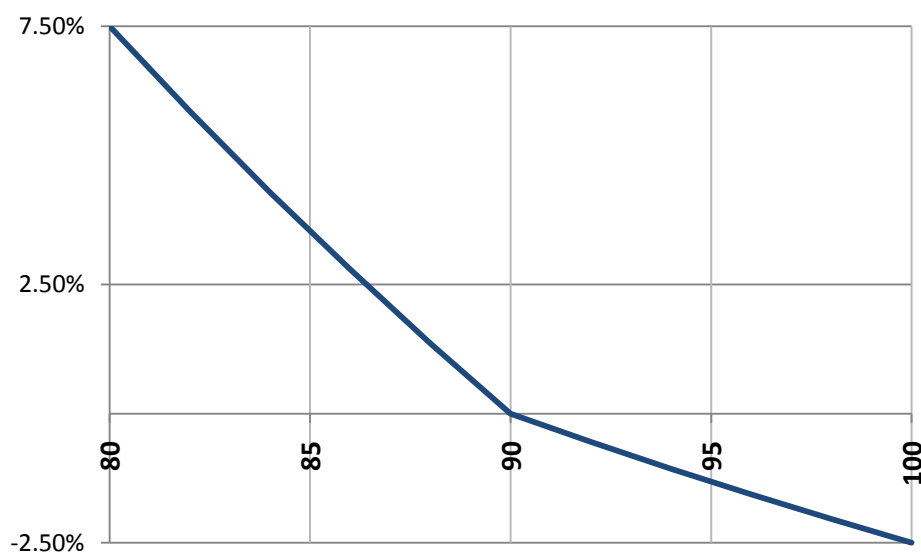


Figura 20. Gráfica del porcentaje de bonificación o penalización de acuerdo al valor de Factor de Potencia (fuente este estudio)

El porcentaje de bonificación o penalización es aplicable a los cargos por consumo, demanda y a cargos por medición en baja tensión si aplican.

Cargo por medición en baja tensión

La compañía suministradora para medir el consumo y demanda del usuario requiere instalar medidores. Los usuarios de tarifas 2 y 3 son alimentados con energía en baja tensión, para ello la compañía suministradora ya tiene contemplado en sus tarifas el cobro de pérdidas en baja tensión para estos usuarios.

Para usuarios en tarifa OM y HM esto es distinto ya que son alimentados en media tensión. Para este caso la compañía suministradora puede medir el consumo y demanda del usuario tanto en baja como en media tensión. La única diferencia es que al medir en baja tensión se están omitiendo las pérdidas en los transformadores de la subestación del usuario. La eficiencia de los transformadores se encuentra alrededor del 98%, es por eso que se pierde energía a razón del 2% en la transformación de la misma pero a otro nivel de tensión.

Por tanto la compañía suministradora para alimentar estas pérdidas necesarias requiere 2% más de energía, viéndose obligada la compañía suministradora a realizar un cobro adicional fijo del 2% a los usuarios con equipos de medición en baja tensión.

Para usuarios con medición en media tensión esto ya no aplica debido a que se está midiendo también y facturando la energía requerida por el transformador para su funcionamiento.

Resumen de sección

Como se puede apreciar, son distintos los factores que se toman en cuenta para estructurar las tarifas y facturación de energía. Afectando a la economía de los usuarios o beneficiando a la misma.

Tabla 27. Factores que influyen la facturación de energía eléctrica y medidas de reducción de costos

Factor	Medidas de reducción de costos	Observaciones
Tensión de suministro	Para usuarios de tarifas 2 y 3, colocar subestaciones propias.	Tener en consideración el concepto de demanda
Demanda	Aplicar controles automáticos o manuales para reducir los niveles de demanda, o hacer uso más uniforme de la misma.	Aunque la demanda máxima sea utilizada en un sólo intervalo de 15 min, el cobro es aplicable durante todo el mes.
Demanda facturable	Hacer uso de la energía en horas de menor demanda para la compañía suministradora	Sólo aplicable a tarifas horarias
Consumo	Utilizar la energía (KWh) de manera eficiente y sólo lo necesario	
Factor de potencia	Instalación de capacitores para compensar la energía reactiva de utilización de los equipos, y así evitar penalizaciones.	Aplicable a tarifas de media tensión. Aunque es sencillo, calcular un banco de capacitores, la instalación de los mismos requiere un mayor estudio, se recomienda asesorarse antes de su instalación.
Cargo por medición en baja tensión	Instalar medidores en media tensión.	Revisar la factibilidad de realizar mediciones en media tensión, tanto económicamente en la empresa como con la compañía suministradora. Recomendado para usuarios de gran consumo.

SELECCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE AUTODIAGNÓSTICO

De la ubicación de una metodología

La creación de una metodología básica y sencilla de seguir es de suma importancia para los usuarios PYME debido a que la mayoría de estos usuarios no cuentan con la metodología y herramientas necesarias para aplicar MAUEE. El beneficio de aplicación de MAUEE en las PYME no sólo beneficia al usuario, también beneficia a la compañía suministradora, y el medio ambiente al requerir una cantidad menor de energía para el funcionamiento de la producción y servicios de los usuarios. Es importante el promover y cuantificar ahorros económicos y energéticos de acuerdo a los principales factores que influyen. Es necesario que los sectores o usuarios seleccionados y aptos para aplicar MAUEE tengan las suficientes herramientas y conocimientos para poder reducir sus consumos y facturación para beneficio de los mismos usuarios, e indirectamente afectar de manera positiva a la compañía suministradora y el medio ambiente.

La cuantificación de los ahorros en facturación y consumo parte del hecho de que el usuario tenga el interés y necesidad de conocer el flujo de energía en su empresa para así mantener un control dentro de límites establecidos por el mismo. Lo anterior solamente puede ser realizable por medio de un diagnóstico o auditoría energética.

Un flujo básico y metodológico para realizar un diagnóstico parte entonces del compromiso del usuario para realizarlo; siguiendo con la recopilación de la información necesaria para registrar, monitorear, y reducir consumos; para posteriormente realizar análisis y aplicar MAUEE; cuantificar consumos nuevos, o dicho de otra manera, cuantificar el ahorro; si es posible realizar proyectos de ahorro de energía; dar seguimiento a objetivos y metas; cerrar el ciclo y volver a iniciar en un proceso continuo. Se ha elaborado el siguiente diagrama de flujo básico de fácil uso y metodológico para la realización de un diagnóstico energético:

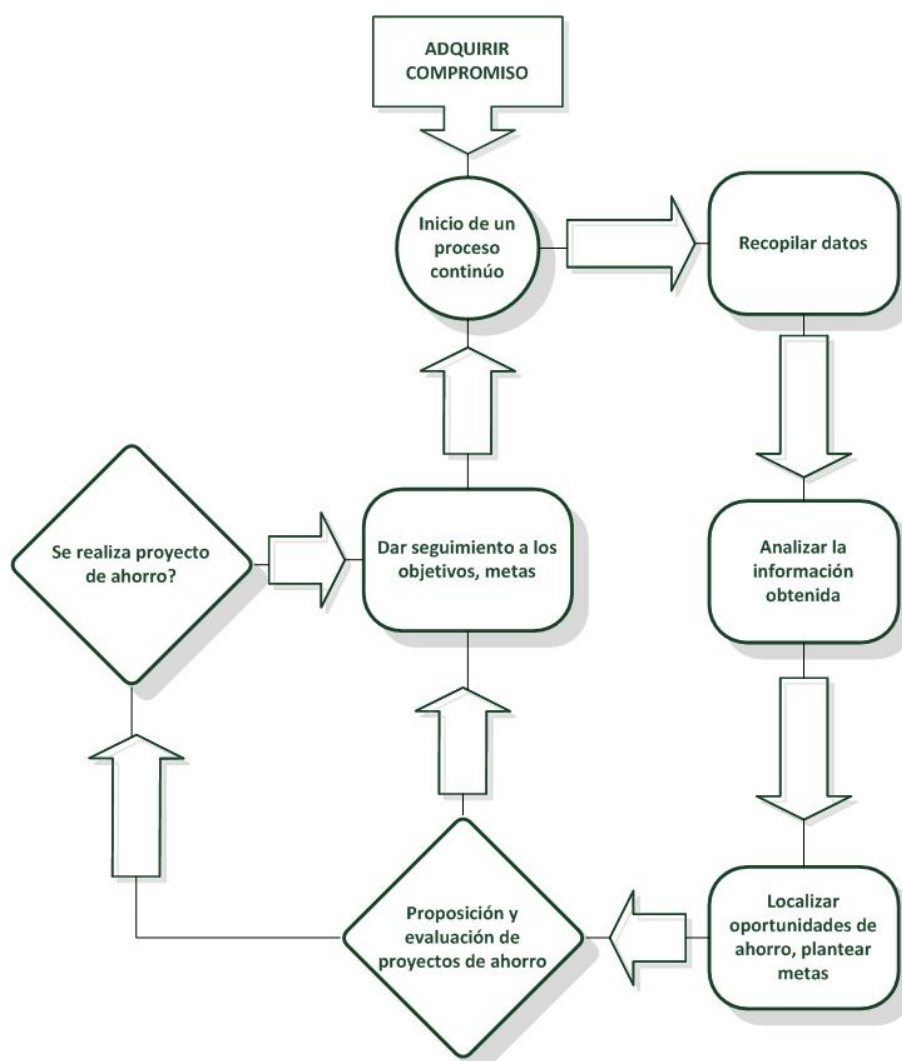


Figura 21. Proceso básico de un diagnóstico (fuente este estudio)

La metodología en si es sencilla y pretende que el usuario sea capaz de realizar un autodiagnóstico del consumo de energía eléctrica.

Los objetivos alcanzables con la práctica continua de un autodiagnóstico son los siguientes:

- Conocimiento del comportamiento del consumo de energía eléctrica en la empresa.
- Reducción de egresos por concepto de facturación de energía eléctrica.
- Reducción de consumos energéticos (en este caso energía eléctrica), y recíprocamente
- Reducción de emisión de contaminantes

Para el alcance de estos objetivos se requiere en esencia del compromiso de los usuarios, de información, del análisis, y de la puesta en marcha de medidas de ahorro. Se pretende entonces con este proyecto de tesis apoyar al usuario a alcanzar los objetivos establecidos con el autodiagnóstico. Se deja en claro que gran labor depende de los recursos humanos propios del usuario; otra parte de las labores necesarias depende de la forma de captura, cálculo y muestra de datos, esto es ***El manejo de la información*** para esta última parte se ha creado una herramienta soporte para la realización de un autodiagnóstico.

De la importancia de la información

El pilar de un diagnóstico es la información obtenida de la misma. La recopilación de esta información dependerá básicamente del nivel de diagnóstico deseado. Podemos definir niveles de diagnóstico: Básico, intermedio y avanzado. Cada uno más costoso y complejo que el anterior.

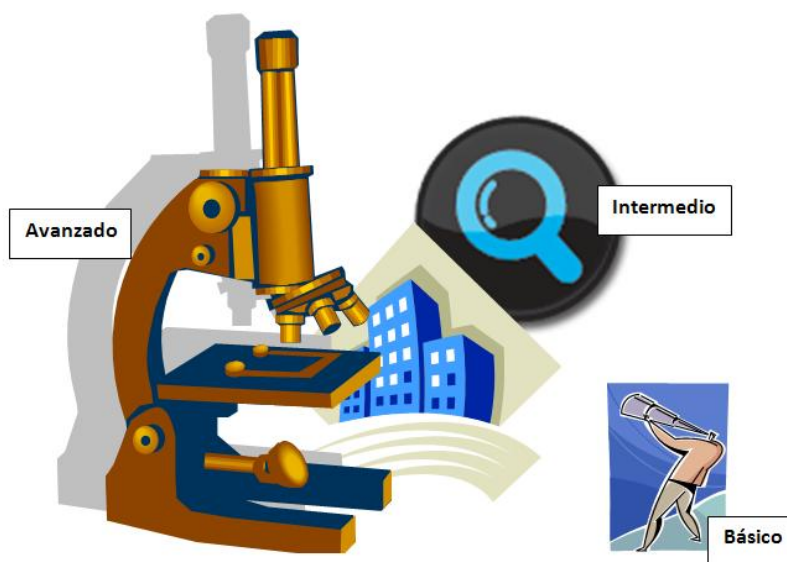


Figura 22. Niveles de diagnóstico (fuente este estudio)

Un diagnóstico de **nivel básico** (diagnóstico general), es aquel que puede ser obtenido sólo con el análisis de la facturación de energía eléctrica ya sea mensual o comparando históricos de consumo. Quizá incluya realizar alguna inspección en sitio de las instalaciones eléctricas y equipos. Y generalmente se obtiene una idea cualitativa de los ahorros potenciales. Este nivel es el menos costoso y que implica un menor tiempo en las labores.

En un **nivel intermedio** (macrodiagnóstico) se pueden recabar datos de placa de equipos y cantidades. Para así hacer análisis de la información y ver en general la eficiencia de los equipos, así como cálculos de retorno de inversión si es factible hacer cambio de equipos. Este nivel de diagnóstico proporciona una idea cuantitativa de los ahorros potenciales de energía y en general características energéticas de cada equipo o sistemas. Además de requerir mayor tiempo laboral es necesario considerar la utilización de equipos de medición, y la participación de un grupo de personas en la empresa.

Un diagnóstico de **nivel avanzado** (microdiagnóstico) puede introducir el uso de equipos de medición de última generación como analizadores de redes, así como instrumentos de medición de unidades no eléctricas como presión, temperatura, nivel de iluminación entre otros. Analizando hasta el último eslabón del uso y transformación de la energía. Totalmente fuera del alcance de una PYME, a menos de que se contraten servicios externos los cuales pueden variar en un amplio rango de precios. Siendo el más costoso y laborioso de los tres niveles, permite recabar suficiente información para justificar los proyectos de inversión de capital que intenten obtener un uso eficiente de la energía eléctrica.

El objetivo de la creación de una herramienta de autodiagnóstico es apoyar a los usuarios PYME facilitando en ellas el proceso de diagnóstico, contrariamente la complejidad de los diagnósticos elimina la practicidad y recurrencia de ellos, es por eso que una herramienta de auto diagnóstico contendrá metodologías sencillas de un máximo nivel de diagnóstico intermedio. Además de lo anterior es necesario capacitar al sector PYME a un bajo costo para ellas mismas, actualmente pueden encontrar bastante información para auto capacitarse por medio de los recursos disponibles en páginas de internet como las de FIDE, CONUEE y CFE.

De los límites prácticos para la captura de la información

La energía es comprada a la compañía suministradora en forma de energía eléctrica pero el uso que le da el usuario es distinto en sus diferentes cargas, así mismo el uso que le da el usuario puede variar dentro de las necesidades de cada uno para la elaboración de productos o prestación de servicios. La energía eléctrica después de su compra pasa por un proceso de conversión para

hacer uso de ella, siendo algunas formas comunes de uso: iluminación, cargas motrices, aire acondicionado y confort. Por tanto no es posible crear una herramienta de autodiagnóstico de fácil uso y comprensión para los usuarios, capaz de trabajar con todas las formas de uso final de la energía, por lo que la herramienta tendrá la limitante de manejar información a un nivel de conversión de la misma (ver Figura 23). La herramienta brindará información básica del donde y cuanta energía se está utilizando, se delegará en el usuario investigar posteriormente su uso final y cuantificar pérdidas si así lo requiere.

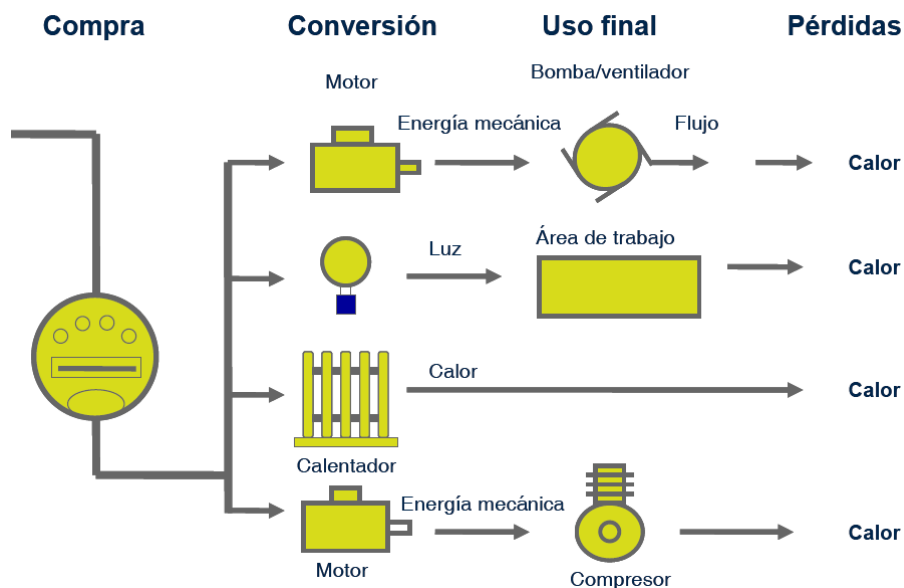


Figura 23. Electricidad de la compra al uso final (fuente CONUEE)

A manera de ejemplo se tomará de la Figura 23 la primera línea de uso final (sistema de bombeo), donde sería ideal más no práctico analizar y recabar datos de:

- Motor
 - Resistencia eléctrica, fricción, pérdidas magnéticas
- Cople y baleros

- Bombeo
 - Fricción en el fluido y fricción mecánica
- Tuberías
 - Fricción del fluido
 - Fugas

Para el usuario sería tedioso e impráctico recabar información de este tipo para todos sus equipos eléctricos. Necesitaría incluso tener amplio conocimiento en todos sus sistemas y requerir de personal altamente capacitado.

De la recopilación de herramientas

Se han recopilado herramientas y metodologías para ayudar a los usuarios a conocer el uso final que le dan a la energía, para así poder por inspección y análisis reducir la cantidad de energía utilizada para satisfacer sus necesidades sin la necesidad de afectar los procesos, servicios o propiamente dicho las necesidades reales de consumo. Promoviendo así un uso responsable y sustentable de la energía, reduciendo de manera eficaz el uso de la misma y por tanto también reducir la facturación por concepto de energía eléctrica.

Otro aliciente favorable no sólo para el usuario y el medio ambiente, es que el conocimiento de los consumos y demandas energéticas permiten no sólo reducirlos a nivel usuario, sino que también es posible reducir el constante crecimiento de la capacidad de generación de la región, conveniente para la compañía suministradora. Un MW ahorrado, es mucho mejor que un MW a generar.

De las capacidades y opciones de la herramienta

Las capacidades de la herramienta de autodiagnóstico creada, se seleccionaron escuchando los requerimientos de LASE, la IEEE, CONUEE, otros documentos y herramientas consultadas. Son enumeradas en los siguientes puntos:

- Cuantificación de la emisión de gases de efecto invernadero. (LASE)
- Cuantificación de emisiones evitadas (reducidas) debido a la incorporación de acciones para el aprovechamiento sustentable de la energía. (LASE)
- Cuantificar el uso de energéticos (Megajoules) y determinación del valor económico del consumo (LASE).
- Cuantificar el consumo de energía en los principales usos finales de la misma. (LASE)
- Uso de indicadores de eficiencia energética, siendo este el Índice de Consumo de Energía Eléctrica. (LASE)
- Por inspección y análisis del usuario, implementación de medidas de conservación de energía. (LASE)
- Cuantificación de resultados del punto anterior, determinando, los beneficios energéticos, económicos, ambientales, así como establecer la inversión requerida para su aplicación. (LASE, IEEE)
- Por análisis del usuario y límites de este mismo, establecer el nivel de eficiencia de acuerdo a índices energéticos. (LASE)
- Creación de tablas con la siguiente información: (LASE, CONUEE, IEEE, otros)
 - Historial por fechas

- Ubicación de tarifa
 - Consumo de energía
 - Demanda de energía
 - Factor de potencia
 - Facturación
 - Horario de trabajo (implícito en funciones gráficas)
 - Número y cantidad de equipos.
 - Nivel de producción, nivel de ocupación (IEEE), pudiendo ser referido como un índice energético (LASE)
- Inclusión de mediciones reales, pudiendo ser introducidas en funciones gráficas. (IEEE)
- Fijar herramientas de control y monitoreo, en este caso la herramienta creada en sí. (IEEE)
- Identificar cargas por:
 - Tipo de carga, desde críticas hasta innecesarias (IEEE)
 - Por uso final (LASE, ENERGY DEPOT)
 - Por ubicación de la carga o área
- Etapas lógicas con el objetivo de identificar y evaluar las oportunidades de ahorro de energía más rentables. Incluyéndose implícitamente en la herramienta y su proceso metodológico de captura y muestra de datos (IEEE)
- Formato de medidas de ahorro energético (CONUEE)
- Evaluación diaria del consumo y demanda de energía (ENERGY LENS)
- Cálculo de elementos de facturación de energía eléctrica por tarifa. Promoviendo la correcta y óptima selección de la tarifa de acuerdo a inspección y análisis del usuario.

La herramienta creada contiene, la integración de las herramientas y metodologías mostradas en los puntos anteriores, muchas de ellas se encuentran en forma de datos y gráficas, y otras más son implícitas, quedando estas últimas a responsabilidad del usuario con el uso de la herramienta.

De la creación de la herramienta

La herramienta fue creada en Excel con el fin de que esta pueda ser usada en cualquier computadora debido a que Excel forma parte de una paquetería de programas básicos, y la mayoría de los profesionistas conoce la forma de trabajar con hojas de cálculo.

La herramienta fue compuesta en varias secciones con vínculos de datos entre libros y hojas de cálculo, lo anterior con fines prácticos y dividir la herramienta en secciones ya sea de entrada de datos, muestra de datos, y cálculos. La Tabla 28 muestra en mayor detalle la composición de la herramienta de autodiagnóstico.

Tabla 28. Descripción de archivos que conforman la herramienta de autodiagnóstico

COD	NOMBRE	LIBRO	HOJA DE CÁLCULO	DESCRIPCION
A	CENSO	A CENSO	ALTA	Entrada de datos; censo de carga (equipo, cantidad, carga unitaria, carga total, área, uso final, tipo de carga, uso día semana, uso día fin de semana)
			DESPLEGABLES	Entrada de datos (áreas, uso final, tipo de carga); muestra datos de funciones gráficas
B	FUNCIONES	B FUNCIONES	01 a la 20 (20 hojas)	Entrada de datos de funciones gráficas (manuales o por datos de mediciones reales)
C	DATOS	C DATOS	1F, T2, T3, OM, HM (5 hojas)	Entrada de datos para calcular facturación en tarifa; segundo paso manipular datos para comparar opciones
			RESUMENDATOS	Muestra de resumen de facturación y consumo; entrada de datos de unidades de producción o servicios (UPS) para cálculo de índice energético; muestra datos de emisión de contaminantes; comparación entre opciones

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

			KWKWH	Muestra datos de demanda cada 15 minutos y consumo cada hora; compara datos entre opciones (por medio de gráficas en libro D)
			COMPFACT	Resumen facturación anual y comparación entre facturación de tarifas
			ROI	Entrada de datos para calcular una inversión con un periodo de retorno de inversión; muestra datos de amortización de acuerdo a préstamos de FIDE
			DIAS	Hoja de cálculo a eliminar, usada temporalmente para disgregación de cantidad de días en laborales y no laborales
			RESUMEN, RESUMEN2 (2 hojas)	Hojas de cálculo a mejorar en formato, extraen los datos de archivos X. No es necesario que el usuario observe esta hoja
D	GRÁFICAS	D GRÁFICAS	COMP S KWH	COMPARATIVO DEL CONSUMO (KWH) ENTRE ORIGINAL Y OPCION (POR DIA DE L-V)
			COMP S KW	COMPARATIVO DE LA DEMANDA (KW) ENTRE ORIGINAL Y OPCION (POR DIA DE L-V)
			COMP FDS KWH	COMPARATIVO DEL CONSUMO (KWH) ENTRE ORIGINAL Y OPCION (POR DIA S,D,F)
			COMP FDS KW	COMPARATIVO DE LA DEMANDA (KW) ENTRE ORIGINAL Y OPCION (POR DIA S,D,F)
			COMP M FACT	COMPARATIVO DE FACTURACION (\$) MES A MES ENTRE ORIGINAL Y OPCION
			COMP M MJ	COMPARATIVO DEL CONSUMO ENERGETICO (MJOULES) MES A MES ENTRE ORIGINAL Y OPCION
			IE1 ANUAL	COMPARATIVO DEL INDICE ENERGETICO [MJ/UNIDAD DE PRODUCCION 1] ENTRE ORIGINAL Y OPCION (PUNTOS MENSUALES)
			IE2 ANUAL	COMPARATIVO DEL INDICE ENERGETICO [MJ/UNIDAD DE PRODUCCION 2] ENTRE ORIGINAL Y OPCION (PUNTOS MENSUALES)
			REDUCCION MJ ANUAL	COMPARATIVO PORCENTUAL ANUAL DEL CONSUMO ENERGETICO (Megajoules anual) (DIFERENCIA+OPCION = ORIGINAL) [sección roja = ahorro MJ = disminución de contaminantes]
			REDUCCION FACT ANUAL	COMPARATIVO PORCENTUAL ANUAL DE FACTURACION (\$) (DIFERENCIA+OPCION = ORIGINAL) [sección roja = ahorro \$]
			CSAP	CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR AREAS (POR DIA DE L-V)
			CSCP	CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR TIPO DE CARGA (POR DIA DE L-V)
			CSUP	CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA DE L-V)
			CFAP	CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR AREAS (POR

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

				DIA S,D,F)
		CFCP		CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR TIPO DE CARGA (POR DIA S,D,F)
		CFUP		CONSUMO PORCENTUAL (KWH) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA S,D,F)
		CSA		CONSUMO (KWH) POR AREAS (POR DIA DE L-V)
		CSC		CONSUMO (KWH) POR TIPO DE CARGA (POR DIA DE L-V)
		CSU		CONSUMO (KWH) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA DE L-V)
		CFA		CONSUMO (KWH) POR AREAS (POR DIA S,D,F)
		CFC		CONSUMO (KWH) POR TIPO DE CARGA (POR DIA S,D,F)
		CFU		CONSUMO (KWH) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA S,D,F)
		DSA		DEMANDA (KW) POR AREAS (POR DIA DE L-V)
		DSC		DEMANDA (KW) POR TIPO DE CARGA (POR DIA DE L-V)
		DSU		DEMANDA (KW) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA DE L-V)
		DFA		DEMANDA (KW) POR AREAS (POR DIA S,D,F)
		DFC		DEMANDA (KW) POR TIPO DE CARGA (POR DIA S,D,F)
		DFU		DEMANDA (KW) POR USO FINAL DE LA ENERGIA (POR DIA S,D,F)
		CTAR CARGOS		COMPARACION ENTRE TARIFAS Y CARGOS (TOTAL ANUAL)
		CTAR PORC		COMPARACION ENTRE TARIFAS PORCENTUAL (TOTAL ANUAL)
X	KW FG A LAB	X KW FG A LAB	Varias hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma
X	KW FG A NOLAB	X KW FG A NOLAB	Varias hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma
X	KW FG C LAB	X KW FG C LAB	Varias hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma
X	KW FG C NOLAB	X KW FG C NOLAB	Varias hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra

				al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma
X	KW FG U LAB	X KW FG U LAB	Varías hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma
X	KW FG U NOLAB	X KW FG U NOLAB	Varías hojas	Archivo operativo para cálculos y disgregación de datos, no es necesario que el usuario vea este archivo, pero es de suma importancia que se abra al momento de la corrida, y se cierre al final de la misma

Aunque se pretenda crear una herramienta de fácil uso, con un mínimo requisito de conocimientos por parte del usuario, este mismo deberá contar con conocimientos previos mínimos y habilidades de:

- Computación
- Paquetería office
- Conocimiento de unidades de medida eléctrica, primordialmente watt y watt-hora, y prefijos para las unidades (kilo, mega)
- Conocimiento tanto de sus consumos, facturación, y modo de empleo de la energía
- Tener el soporte de contratistas o servicios externos para apoyarse e implementar las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía, o contar con personal capacitado para el mismo fin
- Compromiso para implementar medidas de ahorro de baja o nula inversión (cambiar hábitos de consumo)
- Compromiso para la realización de autodiagnósticos recurrentes (mínimo mes a mes)

De cómo funciona la herramienta

Expresando el uso de la herramienta con una notación similar a la matricial, y relacionando el proceso con los nombres de los archivos, se procede a realizar la siguiente explicación de su funcionamiento. Dividiendo su funcionamiento en tres secciones:

- Entrada de datos
- Cálculo de datos
- Muestra de datos (Salida)

Entrada de datos

La parte toral de un proceso de diagnóstico es la información, para un óptimo funcionamiento de la herramienta se requiere una confiable y veraz **entrada de datos**. Se tienen 3 principales entradas de datos:

- Funciones gráficas.
- Censo de carga
- Costos CFE

Creación de **funciones gráficas**, estas funciones representan la demanda de energía en intervalos de 15 minutos durante un periodo de 1 día, y están dadas en valores en por unidad. Pueden ser creadas 20 de ellas, y nombrarlas de acuerdo a su uso y ocasiones de uso. Se incluye para la creación de las funciones gráficas una opción para la inclusión de datos medidos, sólo se requiere colocar los valores en la misma dimensión de tiempo (intervalos de 15 minutos). Aunque las funciones gráficas son matrices con dimensión de 1x96, estas se consideraran con fines

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

prácticos como un valor constante y único, siendo su notación EXFG[1], siendo 20 de estas. Las funciones gráficas son introducidas en el libro “B FUNCIONES”.

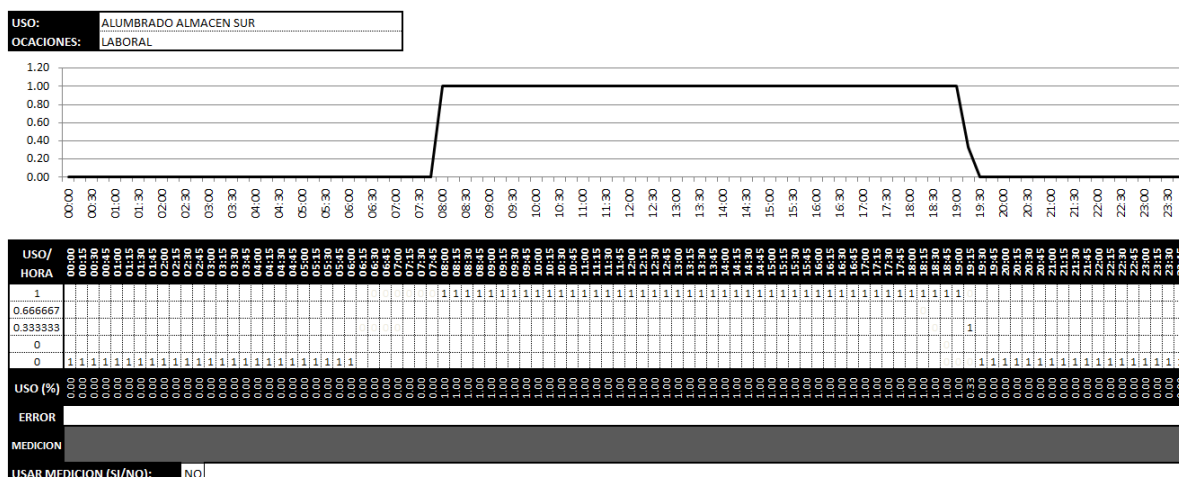


Figura 24. Ejemplo de Función gráfica (fuente este estudio)

La principal entrada de datos es el **censo de carga** realizado en la empresa, los datos son capturados teniendo en consideración varios aspectos.

Se da de alta el equipo (carga), la cantidad, la capacidad en watts, y se calcula la carga total. Esta sección lleva implícito el conocimiento de todos los equipos del usuario, siendo información de gran importancia para cuestiones de inventarios, control de activos, y mantenimientos programados, entre otros. Para cuestiones del autodiagnóstico de este punto en adelante la importancia de las columnas A, B, C pierden interés. La entrada de estos datos se hace en el libro “A CENSO”.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	EQUIPO	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	ÁREA	USO FINAL	TIPO DE CARGA	USO DIA SEMANA	USO DIA FIN DE SEMANA
2	LUMINARIA FLUORESCENTE LAMPARA T8 (18 432)	24	110	2640	01 ALMACEN SUR	ALUMBRADO	02 NECESARIAS	01 ALUMBRADO ALMACEN SUR, LABORAL	02 ALUMBRADO INTERIOR, NO LABORAL
3	LUMINARIA HIGH BAY 400W	12	440	5280	02 ALMACEN NORTE	ALUMBRADO	03 REMOVIBLES	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN	02 ALUMBRADO INTERIOR, NO LABORAL
4	LUMINARIA HIGH BAY 400W	12	440	5280	03 ANDEN	ALUMBRADO	01 CRITICAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCTO	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
5	LUMINARIA FLUORESCENTE 2X75W	15	165	2475	04 SANITARIOS	ALUMBRADO	01 CRITICAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
6	LUMINARIA PARA ANDENES (LUMINAR TRAILA)	7	100	700	05 EXTERIOR	ALUMBRADO	01 CRITICAS	05 ALUMBRADO ANDEN (CAIAS), LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
7	EXTRACTOR DE AIRE	1	1170	1170		EQUIPOS	02 NECESARIAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
8	EXTRACTOR DE AIRE	1	1170	1170	02 ALMACEN NORTE	02 EQUIPOS	02 NECESARIAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
9	BOMBA JOKEY (SIST. VS INCENDIO)	1	2875	2875	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	03 REMOVIBLES	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO	08 SISTEMA VS INCENDIO, DIAS DE PRUEBA
10	MOTOR SIST VS INCENDIO (SIST. VS INCENDIO)	1	6055	6055	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	03 REMOVIBLES	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO	08 SISTEMA VS INCENDIO, DIAS DE PRUEBA
11	COMPRESOR DE AIRE	1	11840	11840	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	01 CRITICAS	06 COMPRESOR DE AIRE, LABORAL	07 COMPRESOR DE AIRE, NO LABORAL
12	LUMINARIA FLUORESCENTE 4X40W	6	170	1020	04 SANITARIOS	01 ALUMBRADO	02 NECESARIAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCTO	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
13	EQUIPO COMPUTO E INTERNET	1	450	450	02 ALMACEN NORTE	05 COMPUTO, ELECTR.	02 NECESARIAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCTO	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
14	LUMINARIAS WALL PACK 250 W	6	275	1650	05 EXTERIOR	01 ALUMBRADO	02 NECESARIAS	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO
15	LUMINARIA FLUORESCENTE 2X75W	3	165	495	05 EXTERIOR	01 ALUMBRADO	04 INNECESARIAS	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO
16								11 X, X	11 X, X
17								11 X, X	11 X, X
18								11 X, X	11 X, X

Figura 25. Ejemplo de entrada de datos en censo de cargas (fuente este estudio)

En esta sección se relacionan los equipos en varias dimensiones, siendo estas:

- **ÁREA.** Donde se establecen las áreas o secciones de la empresa donde es localizado el equipo.
- **USO FINAL.** Se relaciona el uso de la energía, ya sea en iluminación, aire acondicionado, aire comprimido, entre otros similares dados de alta por el usuario.
- **TIPO DE CARGA.** Donde se establece la importancia de cada carga y su flexibilidad.
- **USO DIA SEMANA.** Se asigna el comportamiento del equipo de acuerdo a su uso entre semana, con las funciones gráficas.
- **USO DIA FIN DE SEMANA.** Similar al punto anterior pero en fin de semana.

ÁREAS		USO FINAL		TIPO DE CARGA	
NUM	NOMBRE	NUM	NOMBRE	NUM	CARGA
01	ALMACEN SUR	01	ALUMBRADO	01	CRITICAS
02	ALMACEN NORTE	02	EQUIPOS	02	NECESARIAS
03	ANDEN	03	ENTRETENIMIENTO	03	REMOVIBLES
04	SANITARIOS	04	SIST VS INCENDIO	04	INNECESARIAS
05	EXTERIOR	05	COMPUTO, ELECTR.		

Figura 26. Alta de áreas, uso final, tipo de carga (fuente este estudio)

Para no afectar la variación de las dimensiones previas, se crearon menús desplegables para la introducción de los datos en las columnas E, F, G, H e I (Figura 25). Los menús desplegables están ligados y delimitados en otra sección del libro, la cual debe ser llenada también por el usuario

desde la hoja de cálculo “DESPLEGABLES” (Figura 26); salvo las dimensiones de uso día semana y fin de semana las cuales están vinculadas al libro “B FUNCIONES”. Los menús desplegables también fueron creados para concatenar un número consecutivo a cada dimensión, esto es por ejemplo el área en el primer campo, es nombrada de acuerdo al nombre escrito por el usuario y se concatena un numero consecutivo en este caso “01”, lo anterior con el fin de posteriormente ligar este consecutivo a los cálculos y no tomar toda la cadena de caracteres de cada dato.

Posteriormente el censo de cargas es vinculado a otros libros para iniciar los procesos de cálculo. Haciendo una notación práctica del mismo como WTOT[A, U, C, LAB, NOLAB], equivalente a decir CARGA TOTAL EN WATTS por [área, uso final, tipo de carga, uso en día semana, uso en día fin de semana]. De este arreglo matricial (WTOT) se tienen 100 distintos, y de cada dimensión de WTOT se tienen 20 distintas opciones (ej. 20 áreas, 20 usos finales).

La entrada de datos de **costos CFE**, se realiza de acuerdo a la tarifa y costos de CFE, los valores pueden ser tomados en la página de internet de CFE. La entrada de estos datos se hace en el libro “C DATOS”, y en la hoja de cálculo de la tarifa de interés. Otra entrada de datos importante, son los días totales, semanales y de fin de semana así como días festivos del mes.

Al momento sólo se han capturado los datos que alimentan a la herramienta de autodiagnóstico. Los únicos cálculos elaborados al momento fueron para calcular la carga total de cada equipo, el siguiente procedimiento es el “motor de cálculo” de la herramienta.

Cálculo de datos

Para el cálculo de datos y teniendo en cuenta la notación matricial mencionada en la sección entrada de datos. Aunque no es una correcta notación matricial, esta servirá para expresar de la manera más sencilla el proceso de cálculo.

Se han creado varios libros de cálculo para tratar las distintas dimensiones dadas a los equipos en el censo de cargas (matriz WTOT). Los libros son nombrados iniciando con la letra “X” para separarlos de los demás libros. Estos libros sólo necesitan permanecer abiertos durante el proceso de cálculo, no es necesario hacer modificaciones a los mismos. Los libros son nombrados:

- X KW FG A LAB. Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por área, de acuerdo al comportamiento de día entre semana.
- X KW FG A NOLAB Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por área, de acuerdo al comportamiento de día fin de semana.
- X KW FG C LAB. Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por carga, de acuerdo al comportamiento de día entre semana.
- X KW FG C NOLAB. Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por carga, de acuerdo al comportamiento de día fin de semana.
- X KW FG U LAB. Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por uso final, de acuerdo al comportamiento de día entre semana.
- X KW FG U NOLAB. Se separan las combinaciones de consumo y demanda de cada equipo por uso final, de acuerdo al comportamiento de día fin de semana.

Como los libros de cálculo previos son totalmente iguales se procederá a explicar el funcionamiento de sólo uno de ellos. Tomando el libro “X KW FG A LAB” como base.

El libro de cálculo "X KW FG A LAB", consta de 24 hojas de cálculo, nombradas consecutivamente de "00" a "20"; y otras más nombradas "KW A", "KWH A", "KWH AG".

La hoja de cálculo "00" está vinculada al libro "A CENSO", y toma los datos necesarios de la hoja "ALTA", desde columna EQUIPO, hasta USO DIA FIN DE SEMANA.

Las hojas de cálculo de 01 a 20 representan las 20 áreas dadas de alta por el usuario (en caso de los otros archivos se toman en cuenta: el uso final o tipo de carga). Por tanto en cada hoja de cálculo se separa cada área (número consecutivo de hoja de cálculo = consecutivo de área).

Para hacer la separación de cada dimensión de "área" se utilizan funciones condicionantes de Excel, y dan por resultado un valor de verdadero o falso. Posteriormente se procede a comparar el uso que se le da a cada equipo con cada función gráfica, y se busca la correspondencia del uso con cada función (recordando que la función gráfica representa el uso de la carga), en caso de existir la relación se multiplica la función por la carga total del equipo. Dando por resultado una curva de demanda ya no en por unidad si no con valores de acuerdo a la carga total del equipo. Expresado con formulas:

SI (WTOT [AREA] = "el nombre de la hoja de cálculo", SI (LAB = EXFG, WTOT*EXFG, 0))

Lo anterior aplicable para cada equipo en cada área. Se entrega un valor de demanda en intervalos de 15 minutos durante el día para cada área.

En la hoja de cálculo "KW A", se resumen todas las 20 áreas, se suma el total (demanda provocada por todos los equipos), y se separan dos matrices de datos las cuales sirven para

calcular posteriormente las demandas en verano e invierno en los distintos periodos (base, intermedia, punta).

En la hoja de cálculo “KWH A” y de manera similar a “KW A”, se procede a resumir todas las áreas, salvo que en esta hoja de cálculo se integra el área bajo la curva de la demanda para obtener así el consumo de cada área. Los datos obtenidos son consumos en intervalos de 15 minutos, pero resulta impráctico tener un dato de este tipo, por lo que son sumados cada hora en la hoja de cálculo “KWH AG”. Partiendo de “KWH AG”, se procede a separar los valores de consumo en dos matrices (de manera idéntica a la separación en “KW A”), y se obtienen los consumos en los distintos horarios punta, intermedia, y base tanto en días de verano o invierno.

Se repite el anterior proceso (del libro “X KW FG A LAB”) para el resto de los libros “X” y se obtiene en resumen una disgregación de datos con capacidad de ser separados en demanda y consumo por:

- Área
- Uso final
- Tipo de carga
- En días entre semana como en fin de semana.
- Tanto en horarios punta, intermedia y base, de acuerdo a si es día de verano o invierno.

El siguiente proceso de cálculo tiene lugar en el archivo “C DATOS”, donde son enviados los datos previamente disgregados a una hoja resumen, y se envían posteriormente a cada hoja de cálculo de cada tarifa, donde el usuario deberá copiar y pegar como valores los datos en las

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

respectivas celdas donde requiera hacer uso de la corrida de cálculos realizada. Como ejemplo se tomará la hoja de cálculo correspondiente a la tarifa OM.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1						360.73	115.75	32.03	14.53	COPIAR COMO VALORES EN EL MES CORRESPONDIENTE					
2															
3															
4	EN ESTA TABLA SE DESCARGAN LOS DATOS DE AUTO D	MES	INTRODUCCION DE DIAS		NO LABORALES Y FESTIVOS	INTRODUZCA VALORES DE LA CORRIDA (COPIANDOLOS COMO VALORES DE RENGLON 1)				INTRODUCCION CONSUMOS				CARGOS	
5			MES	LABORALES (L-V)						KWH TOTAL	KW DEMANDA	KVARH TOTAL	CALC. F.P.	KW	KWH
6		Enero	31	20	11	360.73	115.75	32.03	14.53	8487.85	33.0	5941.5	81.92	\$ 115.20	\$ 0.93
7		Febrero	28	19	9	360.73	115.75	32.03	14.53	7895.62	33.0	5526.9	81.92	\$ 115.41	\$ 1.02
8		Marzo	31	22	9	360.73	115.75	32.03	14.53	8977.81	33.0	6284.5	81.92	\$ 116.34	\$ 1.03
9		Abril	30	22	8	360.73	115.75	32.03	14.53	8862.06	33.0	6203.4	81.92	\$ 117.12	\$ 1.01
10		Mayo	31	21	10	360.73	115.75	32.03	14.53	8732.83	33.0	6113.0	81.92	\$ 129.92	\$ 1.16
11		Junio	30	22	8	360.73	115.75	32.03	14.53	8862.06	33.0	6203.4	81.92	\$ 130.13	\$ 1.16
12		Julio	31	22	9	360.73	115.75	32.03	14.53	8977.81	33.0	6284.5	81.92	\$ 130.83	\$ 1.18
13		Agosto	31	22	9	360.73	115.75	32.03	14.53	8977.81	33.0	6284.5	81.92	\$ 131.07	\$ 1.20
14		Septiembre	30	22	8	360.73	115.75	32.03	14.53	8862.06	33.0	6203.4	81.92	\$ 131.31	\$ 1.19
15		Octubre (1)	30	21	9	360.73	115.75	32.03	14.53	8617.08	33.0	6032.0	81.92	\$ 131.38	\$ 1.13
16		Octubre (2)	1	0	1	360.73	115.75	32.03	14.53	115.75	33.0	81.0	81.92	\$ 119.02	\$ 0.93
17		Noviembre	30	21	9	360.73	115.75	32.03	14.53	8617.08	33.0	6032.0	81.92	\$ 119.48	\$ 0.94
18		Diciembre	31	23	8	360.73	115.75	32.03	14.53	9222.79	33.0	6456.0	81.92	\$ 119.92	\$ 0.91
19		TOTAL	365	257	108					105208.61					

Figura 27. Ejemplo de entrada de datos en tarifa OM (fuente este estudio)

Se muestra en cada hoja de cálculo de tarifa, una sección para introducir datos de cantidad de días (en este caso columnas C a E); una sección para introducción de datos provenientes de los libros “X”, donde se tiene en el renglón 1 los datos tomados desde los libros “X” estos se copian como valores en las respectivas celdas desde la columna F a I (para este caso se aplicaron los mismos valores para todos los meses).

Con la introducción de datos entre las columnas C a I, la hoja de cálculo realiza las respectivas operaciones para cuantificar el consumo y demanda máxima o facturable en caso único para la tarifa HM.

En esta misma sección se tiene dos columnas para cálculo de FP, pudiendo ser calculado este ingresando KVARh (energía reactiva) o directamente como valores en la columna M. Posteriormente se calcula el importe por concepto de bonificación o penalización por factor de potencia.

La siguiente sección es para la introducción de datos de cargos de la compañía suministradora para los conceptos de demanda y energía, los cuales pueden ser tomados de la página de internet

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

de CFE. Con los cuales posteriormente se calculan los distintos factores que afectan la facturación de energía eléctrica para cada tarifa.

	A	B	P	Q	R	S	T	U	V
1									
2									
3	EN ESTA TABLA SE DESCARGAN LOS DATOS DE AUTO D	MES	IMPORTES						
4			KWH	KW	CARGO 2% B.T.	FACTOR DE POTENCIA	SUB TOTAL	I.V.A. 11%	FACTURACION
5		Enero	\$ 7,885.21	\$ 3,801.60	\$ 233.74	\$ 705.15	\$ 12,625.70	\$ 1,388.83	\$ 14,014.52
6		Febrero	\$ 8,021.95	\$ 3,808.53	\$ 236.61	\$ 713.82	\$ 12,780.91	\$ 1,405.90	\$ 14,186.81
7		Marzo	\$ 9,256.12	\$ 3,839.22	\$ 261.91	\$ 790.13	\$ 14,147.38	\$ 1,556.21	\$ 15,703.60
8		Abril	\$ 8,968.40	\$ 3,864.96	\$ 256.67	\$ 774.33	\$ 13,864.36	\$ 1,525.08	\$ 15,389.44
9		Mayo	\$ 10,086.42	\$ 4,287.36	\$ 287.48	\$ 867.27	\$ 15,528.53	\$ 1,708.14	\$ 17,236.66
10		Junio	\$ 10,271.13	\$ 4,294.29	\$ 291.31	\$ 878.83	\$ 15,735.56	\$ 1,730.91	\$ 17,466.47
11		Julio	\$ 10,602.79	\$ 4,317.39	\$ 298.40	\$ 900.24	\$ 16,118.83	\$ 1,773.07	\$ 17,891.90
12		Agosto	\$ 10,737.46	\$ 4,325.31	\$ 301.26	\$ 908.84	\$ 16,272.87	\$ 1,790.02	\$ 18,062.89
13		Septiembre	\$ 10,554.71	\$ 4,333.23	\$ 297.76	\$ 898.30	\$ 16,084.00	\$ 1,769.24	\$ 17,853.24
14		Octubre (1)	\$ 9,711.45	\$ 4,195.68	\$ 278.14	\$ 839.12	\$ 15,024.39	\$ 1,652.68	\$ 16,677.07
15		Octubre (2)	\$ 107.18	\$ 126.70	\$ 4.68	\$ 14.11	\$ 252.67	\$ 27.79	\$ 280.47
16		Noviembre	\$ 8,100.06	\$ 3,942.84	\$ 240.86	\$ 726.63	\$ 13,010.39	\$ 1,431.14	\$ 14,441.53
17		Diciembre	\$ 8,392.74	\$ 3,957.36	\$ 247.00	\$ 745.17	\$ 13,342.27	\$ 1,467.65	\$ 14,809.92
18		TOTAL	\$ 112,695.63	\$ 49,094.47	\$ 3,235.80	\$ 9,761.94	\$ 174,787.85	\$ 19,226.66	\$ 194,014.51

Figura 28. Ejemplo de muestra de datos en tarifa OM (fuente este estudio)

En caso de tarifa OM (Figura 28) se tiene cargos por KWH, KW, por medición en baja tensión, FP, IVA, y la suma de todo en facturación.

Este libro (C DATOS) también cuantifica en la hoja de cálculo “RESUMENDATOS” la cantidad de energía consumida y la emisión de contaminantes debido al consumo de energía. Y se toma en cuenta el concepto de Índice Energético en los cálculos.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	EN ESTA TABLA SE DESCARGAN LOS DATOS DE AUTO D	MES	UNIDAD DE PRODUCCION O SERVICIOS 1							
3			FACTURACION OPCION (\$)	CONSUMO TOTAL OPCION (KWH)	DEMANDA MAXIMA (KW)	CONSUMO ENERGETICO OPCION (MJ)	METROS CUADRADOS	INDICE ENERGETICO [KWH/UPS1]	INDICE ENERGETICO 1 OPCION [MJ/UPS1]	INDICE FACTURABLE (\$/UPS1)
4			Enero \$ 14,014.52	8,487.85	33.00	30,556.26	2400	3.54	12.73	5.84
5			Febrero \$ 14,186.81	7,895.62	33.00	28,424.23	2400	3.29	11.84	5.91
6			Marzo \$ 15,703.60	8,977.81	33.00	32,320.12	2400	3.74	13.47	6.54
7			Abril \$ 15,389.44	8,862.06	33.00	31,903.42	2400	3.69	13.29	6.41
8			Mayo \$ 17,236.66	8,732.83	33.00	31,438.19	2400	3.64	13.10	7.18
9			Junio \$ 17,466.47	8,862.06	33.00	31,903.42	2400	3.69	13.29	7.28
10			Julio \$ 17,891.90	8,977.81	33.00	32,320.12	2400	3.74	13.47	7.45
11			Agosto \$ 18,062.89	8,977.81	33.00	32,320.12	2400	3.74	13.47	7.53
12			Septiembre \$ 17,853.24	8,862.06	33.00	31,903.42	2400	3.69	13.29	7.44
13			Octubre (1) \$ 16,677.07	8,617.08	33.00	31,021.49	2400	3.59	12.93	6.95
14			Octubre (2) \$ 280.47	115.75	33.00	416.70	2400	0.05	0.17	0.12
15			Noviembre \$ 14,441.53	8,617.08	33.00	31,021.49	2400	3.59	12.93	6.02
16			Diciembre \$ 14,809.92	9,222.79	33.00	33,202.04	2400	3.84	13.83	6.17
17			TOTAL \$ 194,014.51	105,208.61		378,751.00	2,400.00	3.37	12.14	6.22
	A	B	K	L	M	N	O	P	Q	
1										
2	EN ESTA TABLA SE DESCARGAN LOS DATOS DE AUTO D	MES	UNIDAD DE PRODUCCION O SERVICIOS 2				EMISION DE CONTAMINANTES (KG)			
3			TARIMAS ENSAMBLADAS	INDICE ENERGETICO [KWH/UPS2]	INDICE ENERGETICO OPCION [MJ/UPS2]	INDICE FACTURABLE (\$/UPS2)	Emisión SO2 OPCION	Emisión Nox OPCION	Emisión C O2 OPCION	
4			Enero 500	16.98	61.11	28.03	6.562	5.644	3,824.374	
5			Febrero 300	26.32	94.75	47.29	6.104	5.251	3,557.533	
6			Marzo 200	44.89	161.60	78.52	6.940	5.970	4,045.135	
7			Abril 150	59.08	212.69	102.60	6.851	5.893	3,992.982	
8			Mayo 600	14.55	52.40	28.73	6.751	5.807	3,934.755	
9			Junio 400	22.16	79.76	43.67	6.851	5.893	3,992.982	
10			Julio 500	17.96	64.64	35.78	6.940	5.970	4,045.135	
11			Agosto 400	22.44	80.80	45.16	6.940	5.970	4,045.135	
12			Septiembre 350	25.32	91.15	51.01	6.851	5.893	3,992.982	
13			Octubre (1) 250	34.47	124.09	66.71	6.662	5.730	3,882.601	
14			Octubre (2) 20	5.79	20.84	14.02	0.089	0.077	52.154	
15			Noviembre 300	28.72	103.40	48.14	6.662	5.730	3,882.601	
16			Diciembre 400	23.06	83.01	37.02	7.130	6.133	4,155.516	
17			TOTAL 336.15	26.29	94.63	48.21	81.3334	69.9644	47,403.8836	

Figura 29. Ejemplo de entrada y muestra de datos en hoja de cálculo RESUMENDATOS (fuente este estudio)

Las columnas C, D, E están vinculadas a la hoja de cálculo de la tarifa (en este caso OM), por lo que no es necesario ingresar datos en esta hoja. Se calcula el consumo energético en Megajoules de acuerdo al sistema de unidades utilizado en México. Posteriormente se tienen dos secciones idénticas para cálculo de índices energéticos en base a dos distintos tipos de unidades de producción o servicios (UPS), esto es KWH/UPS; y de manera análoga el índice facturable \$/UPS.

El siguiente proceso de cálculo toma lugar en esta misma hoja de cálculo y da como resultado la cuantificación de emisión de contaminantes en kilogramos por tipo de contaminante. Para este cálculo se toma en cuenta:

- La matriz energética de la región (porcentajes por tipo de central generadora)
- Eficiencia porcentual por el tipo de generación
- Poder calorífico del energético utilizado
- Factor de emisión de cada contaminante relacionado con cada tipo de central generadora

Los factores anteriores son resumidos en uno sólo y es multiplicado por el consumo energético, dando por resultado la cuantificación de contaminantes.

Hasta este momento se tienen cuantificadas las variables de nuestro interés. Y se llevaría elaborada la metodología hasta “Recopilar datos” de acuerdo a la metodología básica propuesta en la Figura 21. El siguiente paso es el análisis de la información obtenida.

Muestra de datos

Los datos mostrados como resultado del uso de la herramienta de autodiagnóstico pueden ser las mismas tablas creadas en “A CENSO”, en específico la hoja “ALTA”, donde obtenemos un listado de equipos instalados. Es considerado un inventario de cargas, y puede ser utilizado de distintas maneras, ejemplo de ello es que puede ser utilizada por un área de mantenimiento para programar mantenimientos, o si se desea conseguir una cantidad de lámparas de repuesto (focos fluorescentes), por citar algunas ideas, la utilidad que se le pueda dar depende del usuario.

Se puede obtener otra muestra de datos (resultados) desde el libro “C DATOS”, como lo es el histórico de consumo, demanda, y facturación de energía eléctrica; tablas con valores de índices energéticos, emisión de contaminantes, entre otros.

El usuario puede tomar cualquier tabla dentro de las hojas de cálculo y generar reportes, pero la lectura de las distintas tablas puede resultar tediosa y difícil de analizar. Es por eso que la mayor parte de datos se muestra en un libro distinto llamada “D GRÁFICAS”. En este libro se generan 30 gráficas de algunos datos de interés para el usuario (Figura 34 a la Figura 63).

Las gráficas mostradas fueron creadas para que el usuario analice con mayor facilidad la información que previamente ha recabado. Las gráficas pueden ser catalogadas de dos maneras:

- Gráficas de corrida actual
- Gráficas de corrida opción y original (opción equivale siempre a la corrida actual)

Las gráficas de corrida actual representan datos de las condiciones automáticas de cálculo. Las gráficas son actualizadas automáticamente al tener los archivos correspondientes abiertos. El óptimo beneficio de la inspección de los datos gráficos depende de la capacidad del usuario para localizar oportunidades de ahorro de consumo y facturación.

Parcialmente se ha indicado en esta sección la forma en que actúan las entradas de y salidas de datos. El siguiente paso es evaluar medidas de ahorro y uso eficiente de energía, para ello es necesario que el usuario de entrada a más datos y obtenga más resultados, para ello requiere el usuario realizar comparaciones entre su corrida original (en este caso actual) y una corrida opción.

Entrada y salida de datos opción vs. original

Hasta el momento se ha hablado de las principales entradas y salidas de datos, pero sólo para la primera corrida (corrida actual o condición original). El siguiente paso es evaluar posibles MAUEE, por lo que se requiere más entradas y salidas de datos, muchas de ellas utilizan las descripciones antes mencionadas y sólo requieren de manipular los datos para realizar una comparación.

Para crear una condición opción, es necesario modificar la manera en que usa la energía, esto puede hacerse desde las funciones gráficas, y en el censo de cargas. Suponiendo que se evalúe una MAUEE, el procedimiento es el siguiente:

Entrada de datos

Se requiere manualmente copiar los datos de la condición original en otras celdas, esto en el libro “C DATOS”, lo cual es tomado como una entrada de datos. Para esto se tienen tres secciones, la primera de ellas (superior) es la descrita en la entrada de datos original o primera, la segunda (central) es donde se realiza la entrada de datos para comparación (Figura 30).

Cálculo y muestra de datos

En la última sección (inferior) se calculan y muestran los datos correspondientes. Obteniendo como resultado las diferencias entre ambas condiciones (opción y original).

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

[illegible]

Figura 30. Ejemplo de entrada y muestra de datos posterior a la aplicación de una MAUEE (fuente este estudio)

De manera similar se realiza copia de datos en otras hojas de cálculo de este libro. Y se calculan y muestran los datos en cada hoja de cálculo. Debido a que sólo son sumas y restas los cálculos se realizan en la misma hoja.

Para poder tomar una decisión que nos resuelva la incógnita de si la aplicación de la medida de ahorro es factible o no, se procede entonces a dar entrada de datos en la hoja de cálculo “ROI” (siglas en Inglés de Return of investment).

Muestra de datos

Comenzando con la muestra de datos, la primera sección de hoja de cálculo “ROI” es un breve resumen vinculado a datos de otras hojas de cálculo, donde se comparan aspectos financieros, energéticos y ambientales.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

La siguiente sección (Figura 31) requiere de una **entrada de datos**, localizada en la celda B8, con la cual se calcula un presupuesto disponible para aplicar la medida de ahorro mostrado en la celda B10.

	A	B	C	D	E	F
1				EMISION DE CONTAMINANTES (KG)		
2		FACTURACION (\$)	CONSUMO (KWH)	Emisión SO2	Emisión Nox	Emisión CO2
3	OPCION	\$ 194,014.51	105,208.61	81	70	47,404
4	ORIGINAL	\$ 244,907.58	135,119.81	104	90	60,881
5	DIFERENCIA	\$ 50,893.06	29,911.20	23	20	13,477
6						
7		CALCULO DEL RETORNO DE INVERSION				
8	Retorno de inversion	24	meses requeridos (introducir dato)			
9	Ahorro	\$ 4,241.09	mensual promedio(\$)			
10	Inversion	\$ 101,786.13	Presupuesto disponible para aplicar la medida de ahorro			
11						
12		DESCRIPCION DE LA MEDIDA DE AHORRO ADOPTADA (OPCION VS. ORIGINAL)				
13		Cambio de luminarias del almacen sur, de aditivos metalicos 400 watts a fluorescentes de 4x32 watts. Cambio directo de 24 luminarias.				
14						
15		CALCULO PRESTAMO FIDE				
16	Prestamo	\$ 101,786.13				
17	Tasa (preferencial)	9.63%				
18	IVA	1.11				
19	Tasa + IVA	10.69% anual fija				
20	Pagos	mensuales				
21	Horizonte del prestamo	24				
22	Pago	\$4,729.36				

Figura 31. Ejemplo de cálculo Préstamo FIDE para la aplicación de una MAUEE (fuente este estudio, con datos de procedimiento de préstamo FIDE)

Se tiene un campo específico como entrada de datos para colocar una descripción de la medida de ahorro en el renglón 13.

Se ha incluido una sección para cálculo de un préstamo de FIDE, la cual maneja una tasa preferencial del 9.63%, este es un único dato de entrada en esta sección con ello se calculan los pagos mensuales de acuerdo a un modelo de cálculo en base a saldos insolutos. La sección final muestra datos de la respectiva tabla de amortización.

24	TABLA DE AMORTIZACION				
25	Periodo	Pago mensual	Intereses	Amortizacion	Saldo insoluto
26	0				101,786.13
27	1	4,729.36	906.69	3,822.67	97,963.46
28	2	4,729.36	872.63	3,856.73	94,106.72
29	3	4,729.36	838.28	3,891.08	90,215.64
30	4	4,729.36	803.62	3,925.74	86,289.90
31	5	4,729.36	768.65	3,960.71	82,329.19
32	6	4,729.36	733.37	3,995.99	78,333.19
33	7	4,729.36	697.77	4,031.59	74,301.60
34	8	4,729.36	661.86	4,067.50	70,234.10
35	9	4,729.36	625.63	4,103.73	66,130.37
36	10	4,729.36	589.07	4,140.29	61,990.08
37	11	4,729.36	552.19	4,177.17	57,812.90
38	12	4,729.36	514.98	4,214.38	53,598.52
39	13	4,729.36	477.44	4,251.92	49,346.60
40	14	4,729.36	439.57	4,289.79	45,056.81
41	15	4,729.36	401.35	4,328.01	40,728.80
42	16	4,729.36	362.80	4,366.56	36,362.23
43	17	4,729.36	323.91	4,405.45	31,956.78
44	18	4,729.36	284.66	4,444.70	27,512.08
45	19	4,729.36	245.07	4,484.29	23,027.79
46	20	4,729.36	205.13	4,524.23	18,503.56
47	21	4,729.36	164.83	4,564.53	13,939.02
48	22	4,729.36	124.17	4,605.19	9,333.83
49	23	4,729.36	83.14	4,646.22	4,687.61
50	24	4,729.36	41.76	4,687.60	0.01
51					

Figura 32. Ejemplo de cálculo de amortización de acuerdo a préstamo de FIDE (fuente este estudio)

Además de esta entrada y salida de datos, se tienen de nueva cuenta otras gráficas de utilidad para analizar las medidas de ahorro opción. Las cuales son ubicadas en “D GRÁFICAS”. Destacando algunas como las siguientes:

- Figura 35. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP S KW
- Figura 41. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo IE2 ANUAL
- Figura 42. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo REDUCCION MJ ANUAL
- Figura 43. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo REDUCCION FACT ANUAL

Donde la salida o muestra de datos, permite evaluar gráficamente la implementación de la MAUEE.

Propuesta Metodológica de Autodiagnóstico del Consumo y Facturación de Energía Eléctrica a Pequeñas y Medianas Empresas en la Ciudad de Mexicali, B. C.

Se deja al usuario la labor de analizar y justificar las MAUEE, así como de deducir las mismas con la ayuda de las distintas salidas de datos gráficas y de tablas.

Gráficos obtenidos en el proceso de autodiagnóstico

Las gráficas mostradas en esta sección son resultado de un ejemplo práctico de la recolección de información de un diagnóstico y la aplicación de una MAUEE. Para tener una óptima comprensión de las gráficas es necesario conocer algunos datos de entrada, considerando los datos de la Figura 26, Figura 31 y Figura 33.

EQUIPO	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	AREA	USO FINAL	TIPO DE CARGA	USO DIA SEMANA	USO DIA FIN DE SEMANA
LUMINARIA FLUORESCENTE LAMPARA T8 (18 432)	24	110	2640	01 ALMACEN SUR	01 ALUMBRADO	02 NECESARIAS	01 ALUMBRADO ALMACEN SUR, LABORAL	02 ALUMBRADO INTERIOR, NO LABORAL
LUMINARIA HIGH BAY 400W	12	440	5280	02 ALMACEN NORTE	01 ALUMBRADO	03 REMOVIBLES	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN, LABORAL	02 ALUMBRADO INTERIOR, NO LABORAL
LUMINARIA HIGH BAY 400W	12	440	5280	02 ALMACEN NORTE	01 ALUMBRADO	01 CRITICAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCCION, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
LUMINARIA FLUORESCENTE 2X75W	15	165	2475	03 ANDEN	01 ALUMBRADO	01 CRITICAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
LUMINARIA PARA ANDENES (LUMINAR TRAILA)	7	100	700	03 ANDEN	01 ALUMBRADO	01 CRITICAS	05 ALUMBRADO ANDEN (CAJAS), LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
EXTRACTOR DE AIRE	1	1170	1170	01 ALMACEN SUR	02 EQUIPOS	02 NECESARIAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
EXTRACTOR DE AIRE	1	1170	1170	02 ALMACEN NORTE	02 EQUIPOS	02 NECESARIAS	04 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, ALMACEN, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
BOMBA JOKEY (SIST. VS INCENDIO)	1	2875	2875	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	03 REMOVIBLES	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO	08 SISTEMA VS INCENDIO, DIAS DE PRUEBA
MOTOR SIST VS INCENDIO (SIST. VS INCENDIO)	1	6055	6055	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	03 REMOVIBLES	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO	08 SISTEMA VS INCENDIO, DIAS DE PRUEBA
COMPRESOR DE AIRE	1	11840	11840	05 EXTERIOR	02 EQUIPOS	01 CRITICAS	06 COMPRESOR DE AIRE, LABORAL	07 COMPRESOR DE AIRE, NO LABORAL
LUMINARIA FLUORESCENTE 4X40W	6	170	1020	04 SANITARIOS	01 ALUMBRADO	02 NECESARIAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCCION, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
EQUIPO COMPUTO E INTERNET	1	450	450	02 ALMACEN NORTE	05 COMPUTO, ELECTR.	02 NECESARIAS	03 ALUMBRADO ALMACEN NORTE, PRODUCCION, LABORAL	09 TOTALMENTE FUERA, SIN USO
LUMINARIAS WALL PACK 250 W	6	275	1650	05 EXTERIOR	01 ALUMBRADO	02 NECESARIAS	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO
LUMINARIA FLUORESCENTE 2X75W	3	165	495	05 EXTERIOR	01 ALUMBRADO	04 INNECESARIAS	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO	10 ALUMBRADO EXTERIOR, DIARIO

Figura 33. Censo de cargas

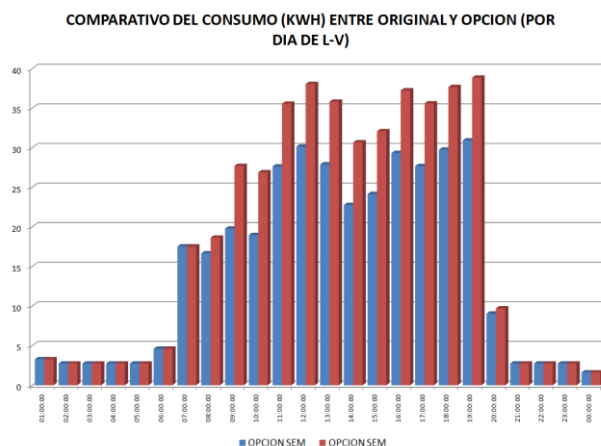


Figura 34. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP S KWH

MUESTRA. Consumo total (KWh), comparativo.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativamente el consumo de energía eléctrica al aplicar una medida de ahorro.

ANALISIS (ej.). Significante reducción del consumo en horas de ocupación.

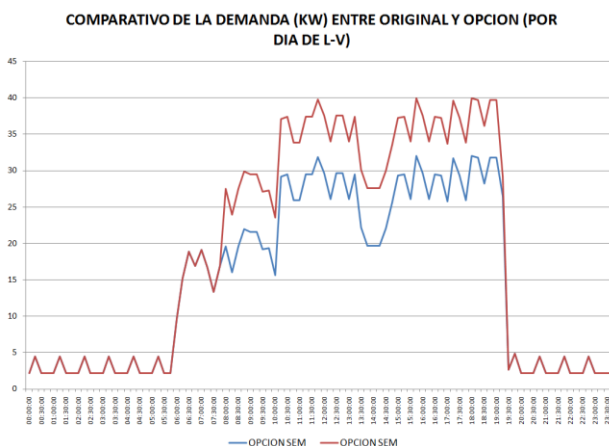


Figura 35. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP S KW

MUESTRA. Demanda total (KW), comparativo.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativamente la curva de demanda al aplicar una medida de ahorro.

ANALISIS (ej.). Significante reducción de la demanda en horas de ocupación.

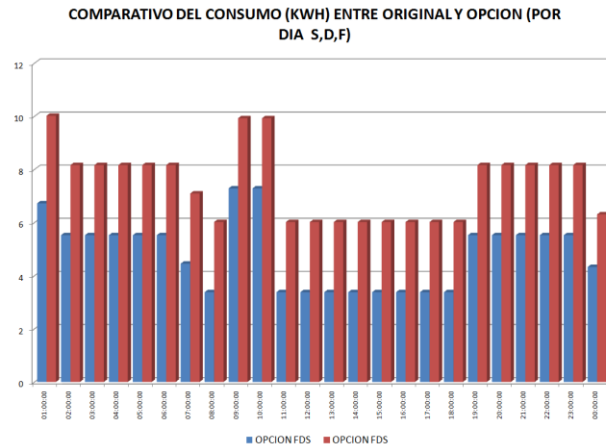


Figura 36. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP FDS KWH

MUESTRA. Consumo total (KWh), comparativo.

FORMATO. Día fin de semana, y festivo (S, D y festivo), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativamente el consumo de energía eléctrica al aplicar una medida de ahorro.

ANALISIS (ej.). Significante reducción del consumo a toda hora.

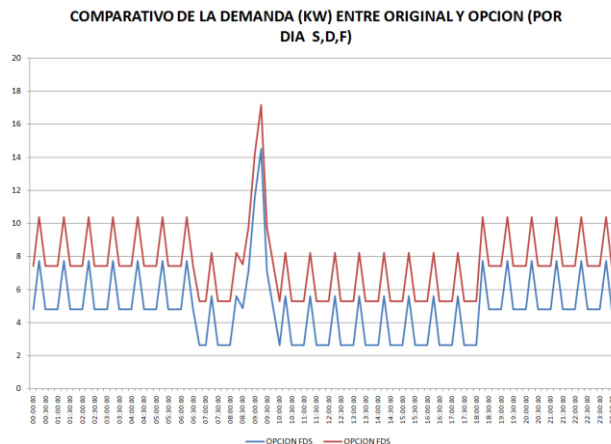


Figura 37. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP FDS KW

MUESTRA. Demanda total (KW), comparativo.

FORMATO. Día fin de semana, y festivo (S, D y festivo), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativamente la curva de demanda al aplicar una medida de ahorro.

ANALISIS (ej.). Significante reducción de la demanda a toda hora.

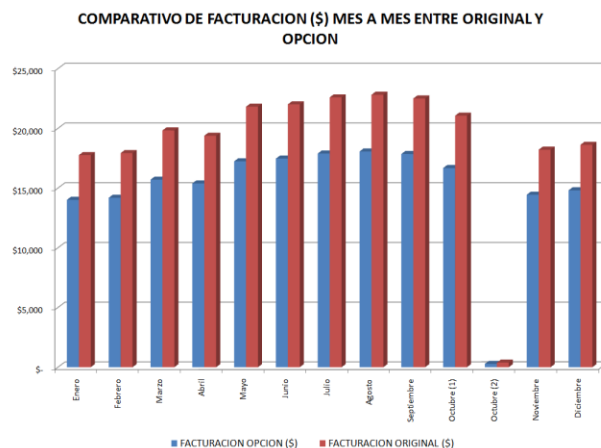


Figura 38. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP M FACT

MUESTRA. Facturación de energía total (\$).

FORMATO. Anual, con intervalos mensuales. Se muestran 2 intervalos para el mes de Octubre debido al proceso de facturación de la compañía suministradora.

USO. Compara cualitativamente la facturación de energía eléctrica.

ANALISIS (ej.). Significante reducción de los consumos en todo el año, útil para procurar la implementación de una medida de ahorro y uso eficiente de energía.

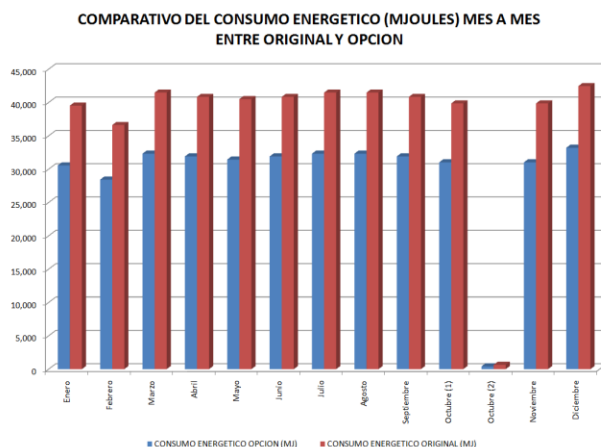


Figura 39. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo COMP M MJ

MUESTRA. Consumo energético total, en unidades energéticas generales (joules).

FORMATO. Anual, con intervalos mensuales. Se muestran 2 intervalos para el mes de Octubre debido al proceso de facturación de la compañía suministradora.

USO. Compara cualitativamente el consumo de energía, también equivale en porcentajes a las emisiones de contaminantes.

ANALISIS (ej.). Puede servir para comparar con la gráfica de facturación total mes a mes, y observar que aunque se consuma la misma energía la facturación difiere, principalmente por los costos de energía y demanda de la compañía suministradora. Puede incluso el usuario crear gráficas similares y comparar si lo desea la facturación de energía y el consumo de la misma, en la misma gráfica.

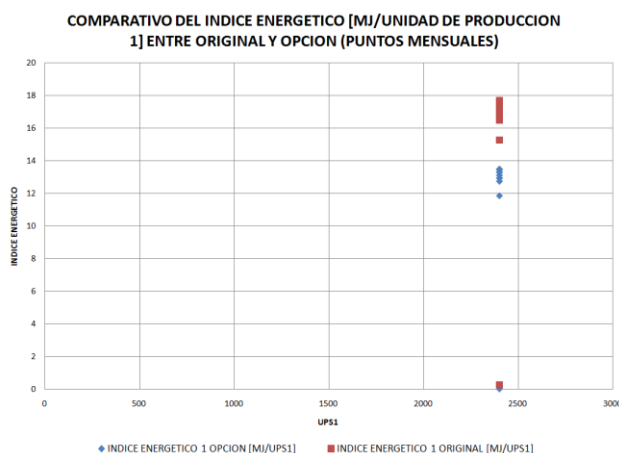


Figura 40. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo IE1 ANUAL

MUESTRA. Índice energético en base a unidad de producción o servicios 1 y consumo energético.

FORMATO. Gráfica XY con puntos muestrales referenciados a cada mes.

USO. Compara cualitativamente el índice energético.

ANÁLISIS (ej.). En este caso se tiene una unidad de producción o servicios (UPS) fija (metros cuadrados), por tanto los puntos se muestran en línea recta paralela al eje vertical. No representa una gráfica de mucho interés debido a la condición de la misma, se sugiere la implementación de UPS que provoquen una variación directa con el consumo de energía.

NOTA: De lo anterior se infiere la decisión impráctica de usar una unidad de metros cuadrados para medir los índices energéticos de acuerdo a la LASE para los inmuebles de la APF.

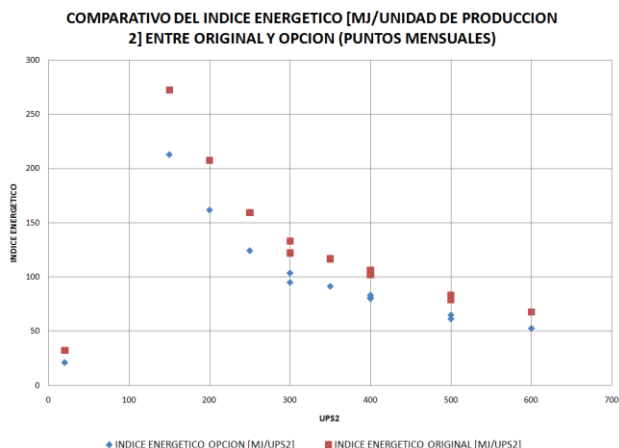


Figura 41. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo IE2 ANUAL

MUESTRA. Índice energético en base a unidad de producción o servicios 2 y consumo energético.

FORMATO. Gráfica XY con puntos muestrales referenciados a cada mes.

USO. Compara cualitativamente el índice energético.

ANÁLISIS (ej.). En este caso se tiene una unidad de producción o servicios (UPS) variable (ensamble de un producto). Este tipo de gráficas permite aproximar el consumo energético para las UPS y estimar en dado caso un consumo de energía conociendo una producción esperada.

COMPARATIVO PORCENTUAL ANUAL DEL CONSUMO ENERGETICO
(Mj anual) (DIFERENCIA+OPCION = ORIGINAL) [seccion roja = ahorro MJ
= disminucion de contaminantes]

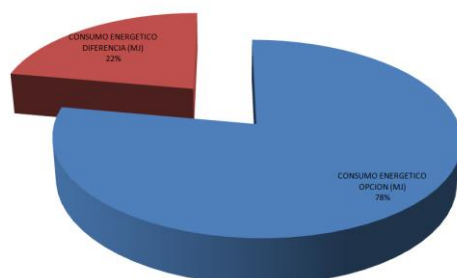


Figura 42. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo REDUCCION MJ ANUAL

MUESTRA. Consumo energético total, en unidades energéticas generales (joules).

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total Anual original, mostrando diferencia y opción.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía, describiéndose la relación como sigue: el 100% equivale al consumo original, en azul se muestra el consumo con la nueva opción y en rojo es representado el ahorro porcentual (diferencia). También equivale en porcentajes a las emisiones de contaminantes.

ANALISIS (ej.). La sección en rojo muestra directamente el porcentaje de ahorro (diferencia) al aplicar una medida de ahorro y uso eficiente de energía. En este caso se aprecia que al aplicar la medida de ahorro se tiene una reducción anual del 22%. Es de suma importancia su inclusión en un reporte o diagnóstico.

COMPARATIVO PORCENTUAL ANUAL DE FACTURACION (\$)
(DIFERENCIA+OPCION = ORIGINAL) [seccion roja = ahorro \$]

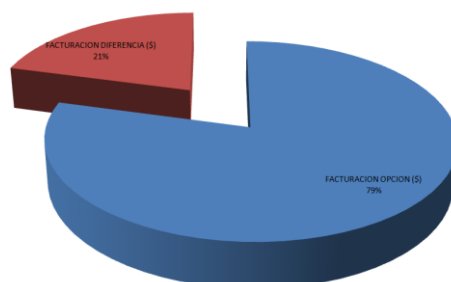


Figura 43. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo REDUCCION FACT ANUAL

MUESTRA. Facturación de energía total (\$).

FORMATO. Porcentual de acuerdo a la facturación total Anual original, mostrando diferencia y opción.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la facturación de energía, describiéndose la relación como sigue: el 100% equivale a la facturación original, en azul se muestra la facturación con la nueva opción y en rojo se presenta el ahorro porcentual (diferencia).

ANALISIS (ej.). La sección en rojo muestra directamente el porcentaje de ahorro (diferencia) al aplicar una medida de ahorro y uso eficiente de energía. En este caso se aprecia que al aplicar la medida de ahorro se tiene una reducción anual del 21%. Es de suma importancia su inclusión en un reporte o diagnóstico si se desea convencer de aplicar la MAUEE.

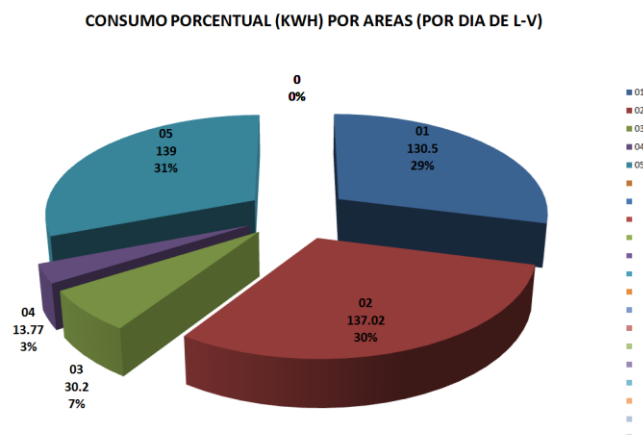


Figura 44. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSAP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por áreas.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día entre semana (L-V).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Se detecta que 3 de las 5 áreas dadas de alta representan el 90% del consumo de energía en un día. El área de mayor consumo es el área exterior, que en su mayoría es compuesta por alumbrado nocturno, representando una oportunidad de ahorro.

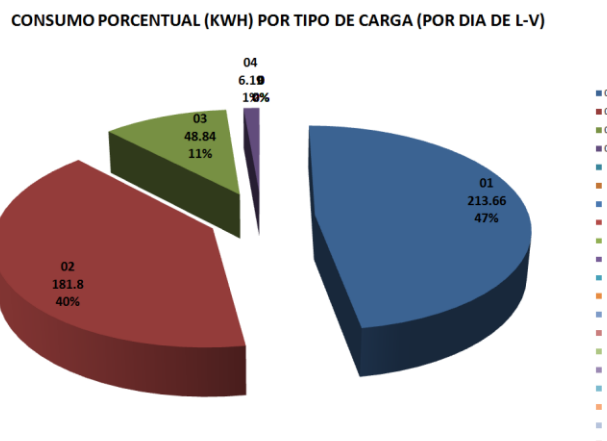


Figura 45. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSCP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por tipo de carga.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día entre semana (L-V).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por tipo de carga.

ANÁLISIS (ej.). Se aprecia que las cargas de mayor importancia (01 críticas, 02 necesarias) necesarias para el proceso de UPS representan casi el 90%. Las cuales pueden ser objeto de inspección y análisis para hacer un uso más eficiente de las mismas.

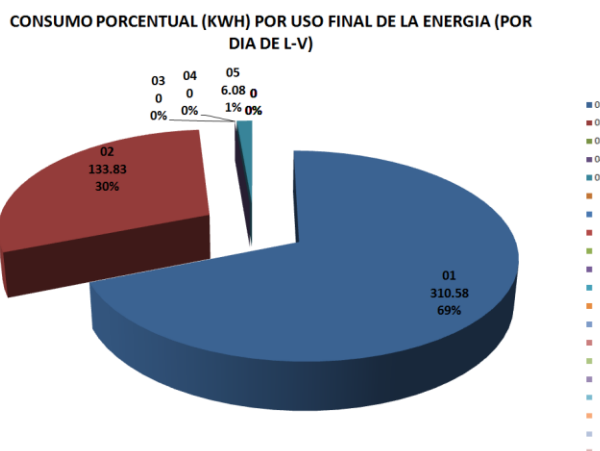


Figura 46. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSUP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por uso final.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día entre semana (L-V).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por uso final.

ANALISIS (ej.). Se tiene para este caso 2 principales usos finales de la energía eléctrica siendo alumbrado (01) y equipos (02). Para el caso en particular de este ejemplo el alumbrado tiene más de 10 años de uso, por lo que una propuesta de ahorro sería el reemplazo total del alumbrado por luminarias más eficientes. En el caso de equipos, el más crítico de estos es un compresor de aire, y este mismo es operado en horas de no uso por lo que la adición de algún controlador automático puede ser de gran ayuda para reducir el consumo.

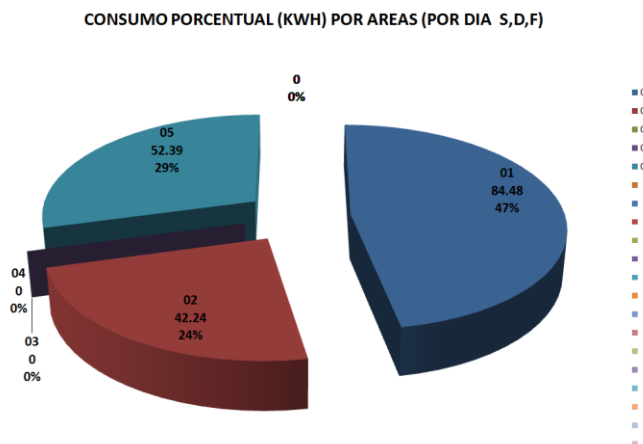


Figura 47. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFAP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por áreas.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día inhábil (sábado, domingo o festivo).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por áreas.

ANALISIS (ej.). Las áreas de almacén sin uso práctico en días inhábiles representan el 70% del consumo en esos días, con un análisis más a fondo de la situación se puede aplicar alguna medida de ahorro.

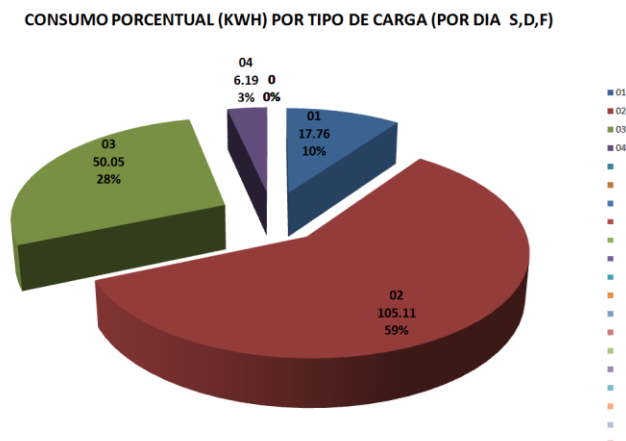


Figura 48. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFCP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por tipo de carga.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día inhábil (sábado, domingo o festivo).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por tipo de carga.

ANALISIS (ej.). Siendo que son días inhábiles es ilógico que se tenga 60% del consumo en cargas necesarias (02), será por tanto necesario inspeccionar si realmente son necesarias las cargas que operan en esos días.

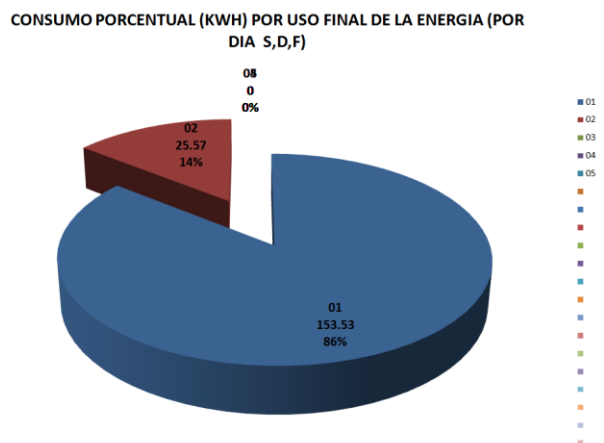


Figura 49. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFUP

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) porcentual por uso final.

FORMATO. Porcentual de acuerdo al consumo total para un día inhábil (sábado, domingo o festivo).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por uso final.

ANALISIS (ej.). Para los días inhábiles se tiene que el 86% de la carga es utilizada en los sistemas de alumbrado (01) los cuales son catalogados también como necesarios. Por tanto y visto junto con otras gráficas, la carga de alumbrado con más de 10 años en operación representa una gran oportunidad de ahorro en días inhábiles. Bastaría quizá alguna medida de ahorro para catalogar esta carga en removible, dejándola sin utilizar en esos días con la adición de algún control automático en las instalaciones.

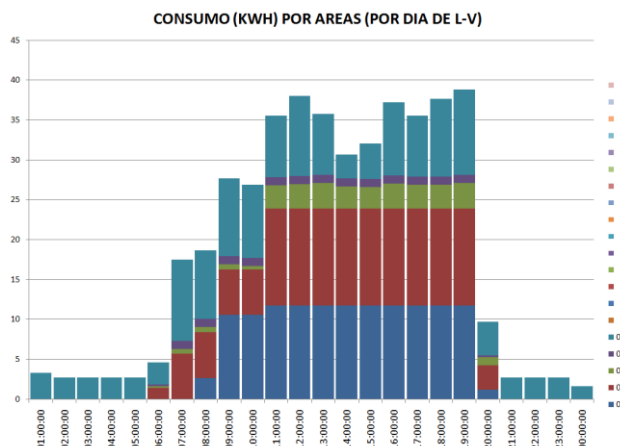


Figura 50. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSA

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por áreas.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los mismos datos. Dando por resultado un análisis tanto total diario como en intervalos de tiempo.

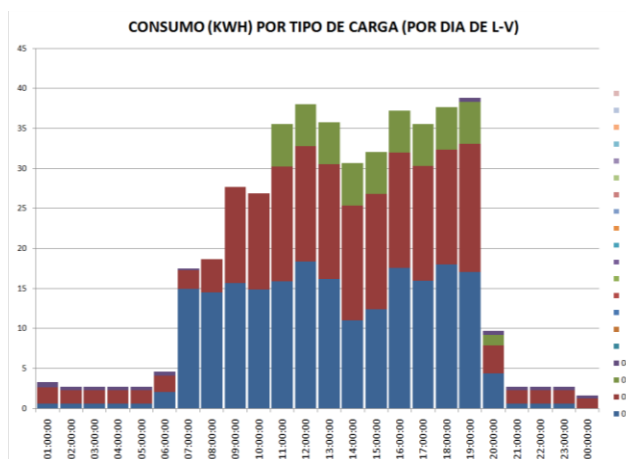


Figura 51. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSC

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por tipo de carga.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por tipo de carga.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los mismos datos. Dando por resultado un análisis tanto total diario como en intervalos de tiempo.

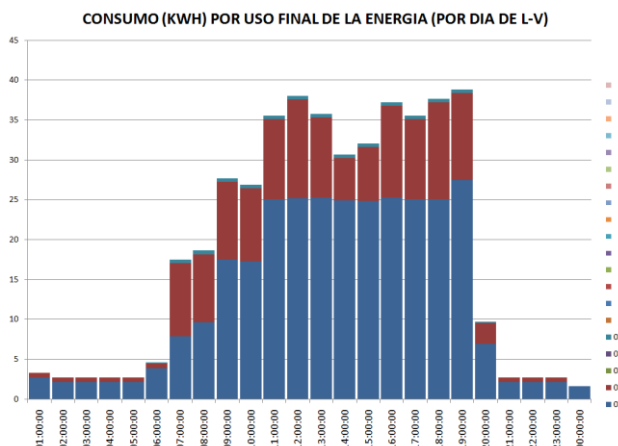


Figura 52. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CSU

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por uso final.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por uso final.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los mismos datos. Dando por resultado un análisis tanto total diario como en intervalos de tiempo. En este caso se tiene una mejor percepción de que la carga de alumbrado (01) representa la mayor carga en todos los intervalos de tiempo.

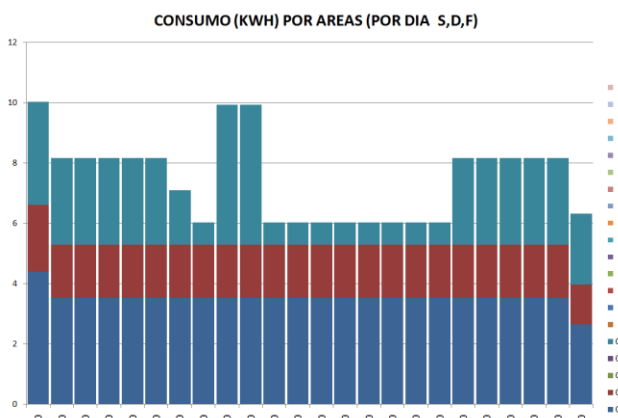


Figura 53. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFA

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por áreas.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los mismos datos. Dando por resultado un análisis tanto total diario como en intervalos de tiempo.

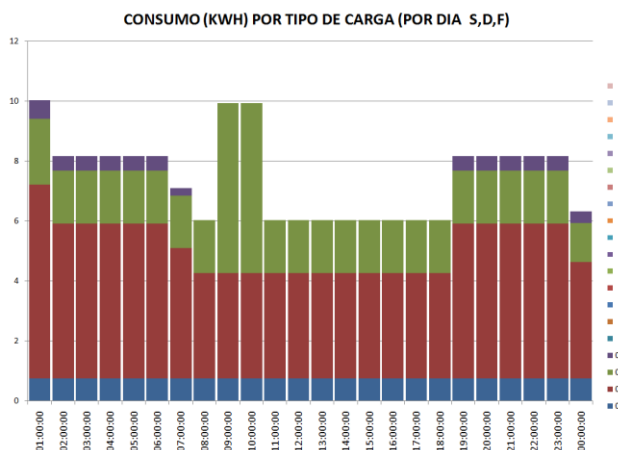


Figura 54. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFC

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por tipo de carga.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por tipo de carga.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los

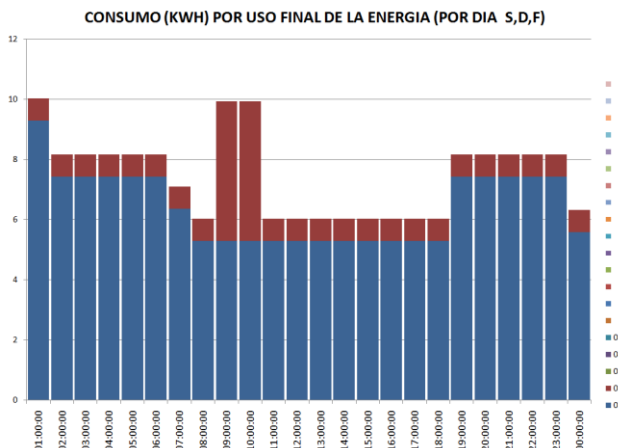


Figura 55. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CFU

MUESTRA. Consumo de energía eléctrica (KWh) por uso final.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 1 hora.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía eléctrica por uso final.

ANÁLISIS (ej.). Útil para uso en conjunto con la gráfica porcentual (tipo pastel) referente a los mismos datos. Dando por resultado un análisis tanto total diario como en intervalos de tiempo. En este caso se tiene una mejor percepción de que la carga de alumbrado (01) representa la mayor carga en todos los intervalos de tiempo.

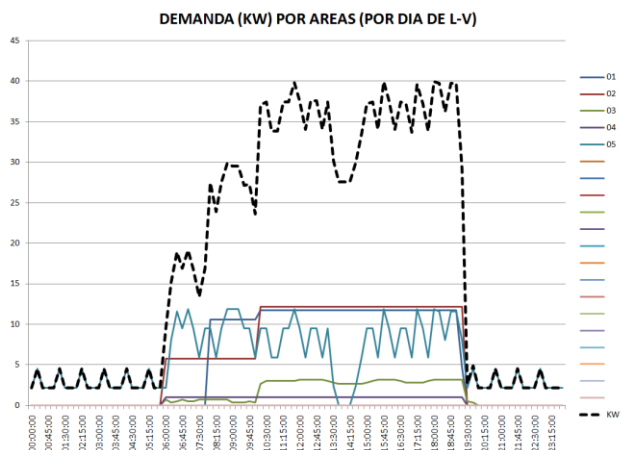


Figura 56. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DSA

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por áreas.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Principalmente útil para usuarios en tarifa horario.

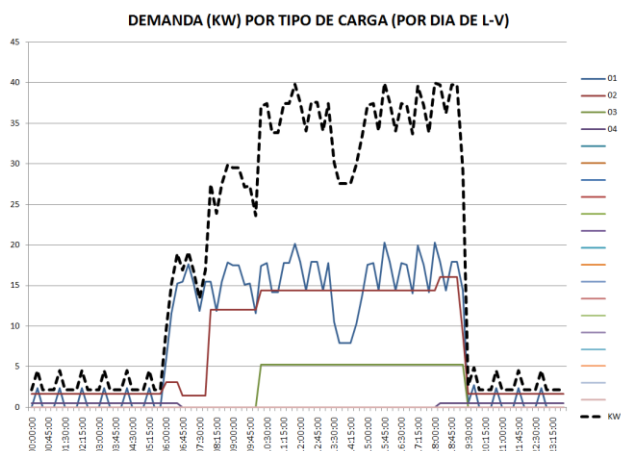


Figura 57. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DSC

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por tipo de carga.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Principalmente útil para usuarios en tarifa horario. Se aprecia fácilmente un nivel de carga removible e innecesaria la cual pudiera ser controlada para reducir la facturación de energía eléctrica por concepto de demanda.

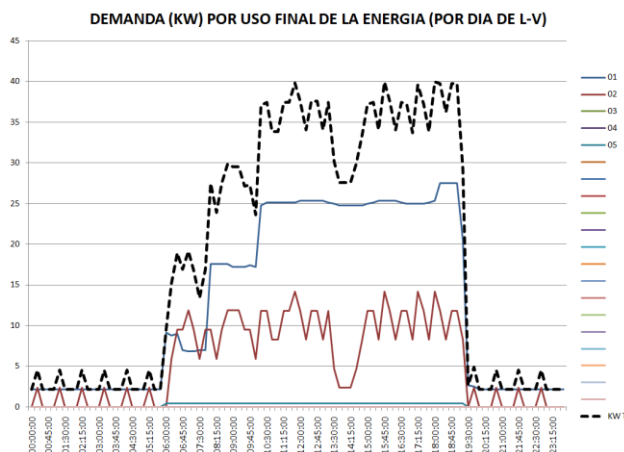


Figura 58. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DSU

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por uso final.

FORMATO. Día semana (L-V), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por uso final.

ANÁLISIS (ej.). Principalmente útil para usuarios en tarifa horario. Se observa un comportamiento variable en equipos (02), principalmente por el uso de un compresor de aire, siendo tan variable puede ser controlado de una manera más eficaz de manera automática, reduciendo por tanto la facturación de energía por concepto de demanda.

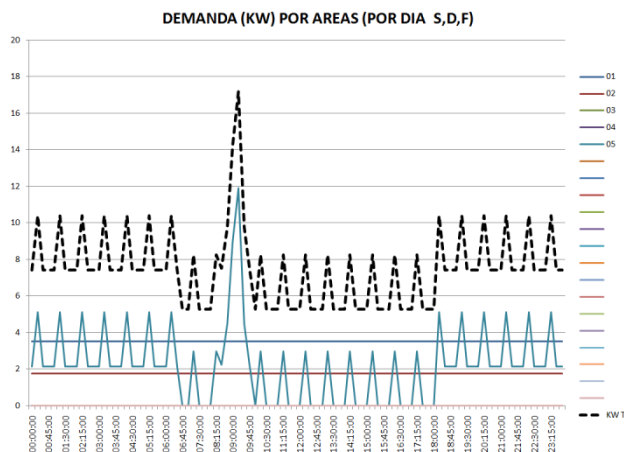


Figura 59. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DFA

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por áreas.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por áreas.

ANÁLISIS (ej.). Útil para mejorar el uso de la energía en días inhábiles.

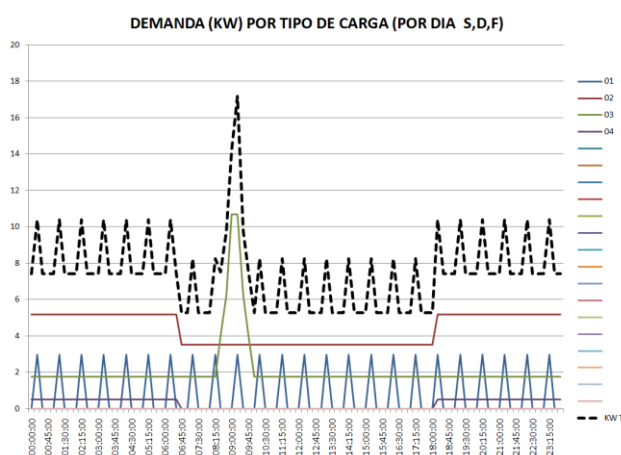


Figura 60. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DFC

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por tipo de carga.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por tipo de carga.

ANÁLISIS (ej.). Útil para mejorar el uso de la energía en días inhábiles.

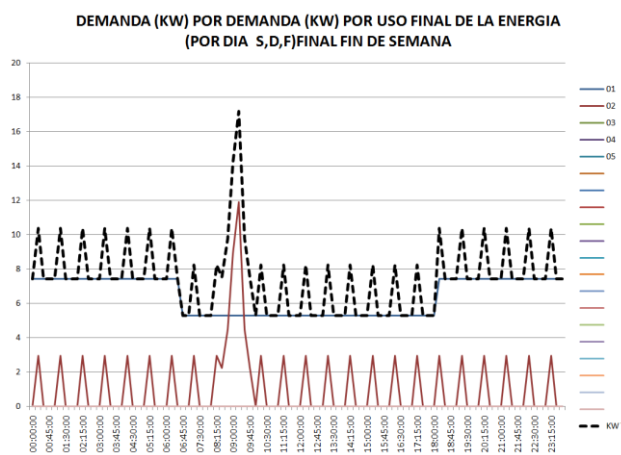


Figura 61. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo DFU

MUESTRA. Demanda de energía eléctrica (KW) por uso final.

FORMATO. Día inhábil (sábado, domingo o festivo), intervalo de 15 minutos.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación a la demanda de energía eléctrica por uso final.

ANÁLISIS (ej.). Útil para mejorar el uso de la energía en días inhábiles.

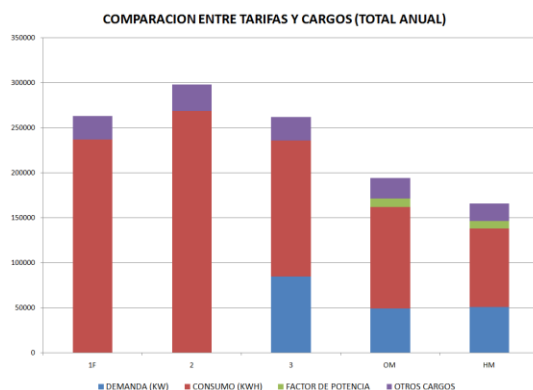


Figura 62. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CTAR CARGOS

MUESTRA. Facturación de energía eléctrica (\$).

FORMATO. Total anual, conformado por distintos factores que afectan la facturación de energía.

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la aportación de cada factor de facturación para cada tarifa.

ANALISIS (ej.). Útil primordialmente cuando el usuario tiene la facilidad de hacer cambio de tarifa. Siendo el caso actual en tarifa OM, un cambio a tarifa HM es factible, pero la carga mínima requerida para este cambio sería 100 KW más del doble de la demanda máxima requerida actualmente.

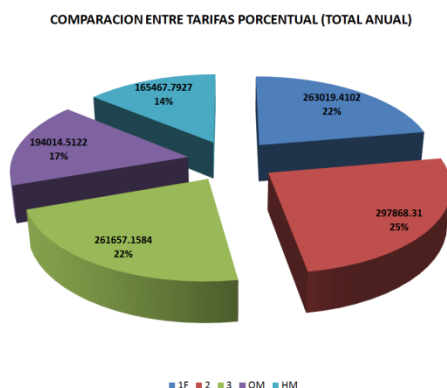


Figura 63. Muestra de datos en libro D GRAFICAS, hoja de cálculo CTAR PORC

MUESTRA. Facturación de energía eléctrica (\$).

FORMATO. Total anual, mostrando porcentaje y facturación (\$).

USO. Compara cualitativa y cuantitativamente la diferencia en facturación entre tarifas.

ANALISIS (ej.). Útil primordialmente cuando el usuario tiene la facilidad de hacer cambio de tarifa. El uso de esta gráfica no es de gran importancia, y puede ser utilizada como complemento en otras gráficas similares

Del proceso de uso de la herramienta

La siguiente sección denota el proceso o metodología usado para utilizar la herramienta de autodiagnóstico, la Tabla 28 muestra la descripción de cada libro y hoja de cálculo a que se hace mención en esta sección. El presente proceso de uso de la herramienta considera que los libros originales tendrán datos precargados, tomándose como guía sin modificación alguna para explicar el siguiente proceso. Los nombres de los archivos (libros) han sido descritos sólo con la primer letra de control del mismo (ej. "A CENSO" será solamente A).

- Abrir A
 - Dar de alta los menús desplegables (hoja de cálculo DESPLEGABLES):
 - Áreas: nombrar las áreas de la empresa.
 - Uso final: dar de alta los usos finales que se le da a la energía eléctrica.
 - Carga: están precargadas cuatro clasificaciones de carga, para proporcionar una administración de la misma.
 - Función gráfica: es un menú desplegable vinculado, no es necesario modificarlo, ya que se actualiza automáticamente al modificar el archivo B.
- Cierre A
- Abrir F1, e imprimir hojas de acuerdo a necesidades para realizar un censo de cargas en sitio. O crear un formato de acuerdo a las necesidades propias del usuario.
 - Recorrer las instalaciones, realizar censo de carga.

- Conocer como son utilizadas las cargas eléctricas o equipos (se recomienda realizar esta práctica todos los días para detectar desperdicios).
- Abrir A
 - Introducir el censo en formato digital en hoja de cálculo ALTA.
- Abrir B
 - Crear funciones gráficas, o si se cuenta con mediciones reales, se pueden colocar estas en el respectivo campo, y seleccionar en la correspondiente celda si se quiere usar los datos medidos. Nombrar funciones con uso y la ocasión de ese uso en los respectivos campos, a manera de guía.
 - Volver a archivo A
 - En ALTA ahora se puede colocar la función gráfica de acuerdo al uso de cada equipo o carga que se dio de alta.
- Abrir todos los archivos X y mantenerlos abiertos hasta terminar la corrida.
- Abrir C
 - Ir a la hoja de cálculo de acuerdo a la tarifa eléctrica de la empresa. Por default están precargados datos para el año 2010. Tanto en costos de energía eléctrica de acuerdo a CFE, como en días laborales y no labores, de acuerdo a días entre semana o fin de semana y días festivos.
 - En este momento están cargados los datos de acuerdo a la hoja de cálculo ALTA de archivo A. Por igual en todos los meses del año.
 - Se pueden modificar los datos de costos de energía, los días laborales, y copiar al mes que se requiera los datos de KW y KWH de acuerdo a la corrida. Los datos de la corrida aparecen en el renglón 1, sólo se debe copiar estos datos

como valores en las celdas que requiera de la primera tabla. Más adelante se explica el uso de las otras tablas (central e inferior).

En este momento se debe tener una tabla similar a un historial de consumo de CFE, es recomendable la primera vez que se usa la herramienta de autodiagnóstico colocar los mismos valores para todos los meses, tal y como están precargados para observar su efecto.

Se observa que la hoja de cálculo KWKWH del archivo C, contiene los valores de consumo y demanda para los días de entre semana y fin de semana, en cuatro tablas. Más adelante se explica el uso de estas tablas.

Hasta este momento en archivo C se están cargando datos en las tablas (primeras) de las hojas de cálculo del archivo.

- Ir a la hoja de cálculo RESUMENDATOS.
- Por default la herramienta precarga los datos de la tarifa OM en la hoja de cálculo RESUMENDATOS, y como se puede figurar primero se llenan las hojas de cálculo de tarifa y después RESUMENDATOS.
- Se pueden dar de alta 2 indicadores energéticos de acuerdo a las unidades de producción o servicios (UPS) de la empresa, por default están precargados metros cuadrados (UPS1) y UPS llamado a manera de ejemplo TARIMAS ENSAMBLADAS (UPS2). Se pueden introducir valores que requiera la empresa para comparar el consumo energético contra su unidad de producción, dando por resultado un indicador o índice energético, tanto en unidades de energía como en facturación, para las dos UPS.

Hasta este momento deben estar abiertos los archivos A, B, C, y todos los archivos X. Por último se abrirá el archivo D. Este archivo cuenta con una serie de gráficas que ayudarán al usuario a comprender cuáles son sus mayores cargas y consumos de energía eléctrica, así como también cuales son las que afectan su demanda, tanto en áreas, usos finales o tipos de carga.

- Abrir D
 - Copiar en un archivo Word o similar las gráficas más significativas para presentar un resumen del diagnóstico. Si ve con detalle, muchas gráficas tienen 2 series de datos, una de ellas es OPCION y la otra ORIGINAL. Esto es porque las gráficas están diseñadas para comparar dos corridas en la misma gráfica.

Hasta este momento se tiene una herramienta de aproximación al comportamiento de la energía eléctrica en la empresa. Lo siguiente será detectar oportunidades de ahorro con la ayuda de las gráficas del archivo D. Y sobre ellas poder crear escenarios o corridas alternas para ver los distintos efectos en cuanto a valores como facturación (\$), consumo (KWh), demanda (KW), emisión de contaminantes (cuantificado en kilogramos), entre otros.

- Cerrar todos los archivos.

Para crear escenarios distintos al original, basta sólo con modificar el censo de cargas o las funciones gráficas. Citando dos ejemplos de opciones:

- Escenario OPCION A: donde se puede cambiar por sugerencia, el comportamiento del uso de las cargas al modificar manualmente sus funciones gráficas. Ejemplo: se detecta que no hay un medio de apagado de la carga eléctrica “compresor de aire”

cuando este no es utilizado, se detectan fugas de aire que obligan al compresor a operar en horas de no uso (ver la función gráfica correspondiente) donde por lo menos funciona aproximadamente 5 minutos de cada hora en desuso, aunque sólo es usado en ese tiempo para alimentar fugas innecesarias. Una MAUEE puede ser puesta en marcha si se delega en una persona el apagar el compresor de aire en horas de desocupación. Por tanto la función gráfica cambiaría a una forma donde se manda a 0 todo el horario de no uso.

- Escenario OPCION B: cómo resultado se sabe que el alumbrado es una de las cargas de mayor consumo de la instalación, es probable que se tenga un gran ahorro en energía si se reemplaza el sistema de alumbrado. Como sugerencia y en los datos precargados, se reemplazarán las 24 luminarias del almacén sur por unas de menor consumo y mayor eficiencia, suponiendo que esa área cuenta con un alto nivel de iluminación y no es requerido tal nivel para el uso final de almacén que se le da.

Resumiendo en este documento, se realizarán los pasos necesarios para correr la OPCION B, debido a que se espera un mayor ahorro con esta medida.

- Guardar una copia de los archivos A, B, C y D en un folder nuevo, y nombrarlo de acuerdo a la condición de la corrida, ejemplo: CONDICION ORIGINAL.
- Abrir C
 - Copiar los datos de las hojas de cálculo de la tarifa correspondiente, de la tabla superior a la tabla central, seleccionando la opción de pegado especial de los datos como valores para evitar copiar las formulas de las celdas. Realizar la misma operación para la hoja de cálculo RESUMENDATOS.

- Realizar una vez más el procedimiento anterior en la hoja de cálculo KWKWH, teniendo en consideración que esta vez se realizarán copias de columnas y no de filas.
- Guardar el archivo.

Recordando que la primera tabla representa la corrida actual (pasando a ser corrida opción), la tabla central es para copiar datos (pasando a ser corrida original), y la última tabla es donde se comparan las dos primeras.

- Abrir A
 - Ir a ALTA
 - Sobrescribir en el renglón de la carga a modificar los datos a como se requiera.

En este caso sería sobrescribir en el renglón 2, columnas de A a C.
- Abrir todos los archivos X y mantenerlos abiertos hasta terminar la corrida.
- Ir a archivo C
 - Copiar como valores los datos de renglón 1 de cada hoja de cálculo de tarifa en cada mes que lo requiera. Observar los valores de la tabla de diferencias (última tabla de cada hoja)
 - Ir a hoja de cálculo RESUMENDATOS, aquí no es necesario ya realizar algún cambio. Se puede observar las reducciones de distintas variables en el renglón 53, aclarando que esta hoja está comparando la empresa en tarifa OM.
 - Ir a hoja de cálculo ROI, aquí se presenta información para invertir en posibles medidas de ahorro y uso eficiente de energía, en este caso el reemplazo de luminarias. Haciendo un breve cálculo para obtener un presupuesto de gastos

a partir de un tiempo ingresado para recuperar la inversión. Debajo de estos cálculos aparece una sección la cual es acorde a los préstamos que realiza FIDE como medidas de apoyo a las empresas para reducir sus consumos, se presenta la información en una tabla de amortización de acuerdo al modelo de préstamo de FIDE el cual es en base a saldos insolutos. De aquí los usuarios pueden tomar decisiones comparando con presupuestos de proveedores, y poder observar si es factible aplicar la MAUEE.

- Abrir D
 - Observar todas las gráficas y tomar las de interés para elaborar un reporte, se sugiere como mínimo las siguientes gráficas en las hojas de cálculo:
 - IE1 ANUAL.
 - IE2 ANUAL
 - REDUCCION MJ ANUAL. Donde se aprecia una reducción del 22% de consumo energético, equivalente al mismo porcentaje de reducción de contaminantes.
 - REDUCCION FACT ANUAL. Similar a la anterior pero en facturación observando una disminución del 21%.
- Cerrar archivos X
- Después de copiar las gráficas y tablas requeridas y de interés para el usuario se procede a cerrar todos los archivos.

Ventajas y desventajas de la herramienta

El uso de la presente herramienta de autodiagnóstico le permite al usuario iniciarse en la detección y aplicación de MAUEE en su empresa. Forma parte de un proceso metodológico básico, facilitando al usuario herramientas necesarios para llevar a cabo las actividades de:

- Recopilar datos
- Análisis de la información
- Localización de oportunidades de ahorro
- Proposición y evaluación de MAUEE

No obstante el beneficio del uso de esta herramienta recae en las aptitudes del usuario, ya que al igual que cualquier otro tipo de herramienta, sino se sabe utilizar no brindará grandes resultados. Para ello es necesario que el usuario tenga tiempo para estudiar conceptos básicos relacionados con la facturación y la energía eléctrica, esto de manera general. Y a manera particular el usuario debe tener el suficiente conocimiento de los flujos de energía en su empresa, en particular conocer donde, como y cuanta energía utiliza. En el caso del ejemplo mostrado, para el usuario en tarifa OM se han detectado grandes oportunidades de ahorro si se aplican MAUEE, la herramienta creada le ha dado por resultado entender que el mayor uso de la energía se presenta en áreas de almacén, siendo cargas necesarias, y con uso final para alumbrado interior. Conociendo lo anterior gracias a la aplicación práctica de la herramienta, se deja al usuario la búsqueda y selección de propuestas de proyectos para ahorrar energía. Depende también de cada caso en particular la realización del proyecto de ahorro, ya que depende primordialmente de una decisión gerencial vinculada a beneficios y capacidad económica.

Las capacidades de la herramienta son principalmente en el manejo y muestra de la información, se han tenido en consideración unidades de medida económicas, energéticas y ambientales para incentivar a las empresas a aplicar MAUEE.

El nivel de disgregación de los datos toma en consideración varias dimensiones, siendo estas para las cargas dadas de alta:

- Áreas
- Uso final
- Por tipo de carga (entiéndase por esto la importancia de la carga para la empresa)
- Por uso diario
 - Día semanal o laboral
 - Día inhábil (aproximando este a sábado, domingo y días festivos)
- En cuanto a unidades eléctricas el uso de la energía se a disgregado en:
 - Demanda (KW)
 - Consumo (KWh)
 - Consumo energético (Megajoules)
 - Índices energéticos (en base a una relación con UPS)
- Facturación de energía eléctrica, disgregando a su vez en:
 - Cargos por consumo
 - Cargos por demanda
 - Factor de potencia
 - Otros cargos (por medición en baja tensión, e IVA)

Tal disgregación le permite al usuario conocer y analizar el consumo de energía eléctrica desde varios puntos de vista. Cada uno de ellos con características diferentes, pero que persiguen el mismo fin “el ahorro y uso eficiente de la energía”.

Las **desventajas** encontradas con el uso de la herramienta en cuanto a capacidad tienen las siguientes limitantes:

- Capacidad para generar 20 funciones gráficas.
- Captura de 20 distintas áreas, y de manera similar, uso final y tipo de carga.
- Captura de 100 equipos o cargas eléctricas.
- No todas las celdas de las hojas de cálculo están protegidas contra modificación involuntaria.
- Se delega en el usuario la selección y adaptación de proyectos de ahorro.

En cuanto a las **ventajas** de la herramienta se enumeran las siguientes:

- El uso de funciones gráficas que eliminan la necesidad de realizar mediciones reales.
- Disgregación de los datos en áreas, uso final y tipo de carga.
- Comparación entre distintas tarifas.
- Cuantificación de facturación, consumos, demanda y emisión de contaminantes.
- Uso de 30 gráficas como soporte en la elaboración de reportes y otros usos pertinentes.
- Control histórico de varios elementos.

A futuro se pretende crear una versión de la herramienta que elimine el límite de datos de captura (ej. funciones gráficas), así como también en nivel de programación, crear MACROS para facilitar al usuario los procesos; automatizar y facilitar el uso de la interfaz.

La creación de la herramienta ha sido persiguiendo el beneficio de las PYME, así como también de manera indirecta aporte beneficios a la compañía suministradora y el medio ambiente. Los resultados indican que esto es posible en mayor o menor medida con el análisis de la información obtenida y puesta en marcha de MAUEE, para el caso en particular del ejemplo mostrado, se detecta una reducción de facturación y uso de energía eléctrica del orden del 20%, equivalente también a la reducción de emisiones contaminantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente las PYME son el 99.5% de empresas en Baja California, las PYME además de ser superiores en cuanto a unidades económicas, también contribuyen en gran medida al consumo de energía eléctrica de la región observando incremento de consumos año con año. Es fácil inferir que también pueden ser catalogadas como el tipo de empresas que causan un mayor impacto al medio ambiente, no por los contaminantes que pudiera emitir en la propia empresa, sino indirectamente con el uso de la energía eléctrica.

La estructura tarifaria de la compañía suministradora ofrece a las PYME los costos unitarios de energía más castigados especialmente las tarifas ubicadas en baja tensión. Muchas PYME y en especial sólo las pequeñas están ubicadas en tarifa de baja tensión (2, 3), desconocen las mismas las ventajas de estar ubicadas en tarifas de media tensión (OM, HM), siendo una clara ventaja la reducción en facturación de energía eléctrica sin sacrificar el consumo de energía eléctrica.

La capacidad de las PYME para efectuar MAUEE es de acuerdo al interés de cada empresa así como también de la capacidad económica de las mismas. Superando estas y otras barreras que se pudieran encontrar es responsabilidad de las PYME diagnosticar el uso final de la energía eléctrica en la empresa.

El FIDE y la CONUEE son los principales elementos en la región que pueden dar soporte a las PYME para aplicar MAUEE, la manera de laborar de cada uno puede ser distinta pero parten del mismo punto, las auditorías energéticas.

Las auditorías energéticas dan como resultado un diagnóstico del consumo de energía en las empresas. Partiendo de un diagnóstico se pueden aplicar las respectivas MAUEE, pero para poder tener acceso a un diagnóstico se ocupa de la aplicación de una metodología y uso de herramientas de captura de información y cálculo de datos.

En su mayoría los diagnósticos energéticos son elaborados en las empresas por personal externo a la misma, muchas veces el flujo de información necesaria no es suficiente debido principalmente a que las empresas cuidan el manejo de la información procurando la integridad de sus intereses; otra causa de falta de información para un diagnóstico efectuado por personal externo, es que depende del tiempo de labores, esto quiere decir que se tiene una ventana de tiempo corta (ej. un mes) para recabar datos, elaborar y entregar un diagnóstico, eliminando así una parte importante del diagnóstico, su proceso continuo.

Las PYME no tienen acceso actualmente a herramientas que les permitan manejar la información necesaria para realizar un diagnóstico. Se encontraron herramientas (programas de cómputo) con capacidad para manejar la suficiente información y realizar un diagnóstico. La problemática del uso de estas herramientas es la limitante regional, no permitiendo un adecuado uso de la herramienta, como ejemplo de ello son el tipo de moneda, estructura tarifaria, clima, entre otros puntos. Es por ello la necesidad de crear herramientas similares adecuadas a la región de uso.

La creación de una herramienta de autodiagnóstico es la principal contribución de este trabajo. De acuerdo al nivel de aplicación de la herramienta creada es posible reducir los consumos de energía eléctrica de las empresas y en la región, así como la respectiva reducción de facturación y emisión de contaminantes.

La ventaja de esta herramienta es primordialmente la aplicación regional difiriendo en este punto de otras herramientas similares, tomando en consideración los siguientes puntos:

- Idioma
- Tipo de moneda
- Estructura tarifaria y facturación de la compañía suministradora
- Cuantificación de contaminantes de acuerdo a tipo de central eléctrica

Otra ventaja de suma importancia es el uso de una herramienta para crear un autodiagnóstico dentro de la misma empresa facilitando un mejor manejo y recurrencia de la información.

El uso de la presente herramienta no es exclusivo del sector PYME, también puede ser utilizada por cualquier usuario de energía eléctrica de la región, los beneficios del uso de la herramienta le permiten al usuario tener un conocimiento y control de:

- Facturación de energía eléctrica
- Consumo y demanda de energía eléctrica
- Cuantificación de contaminantes
- Conocer donde, como y cuanta energía está utilizando

- Posibles MAUEE que puede aplicar y cuantificación de reducción de facturación, consumos y emisión de contaminantes

Tener un conocimiento y control de los flujos de energía dentro de la empresa no sólo beneficia directamente al usuario, la compañía suministradora también encuentra beneficios al disminuir la demanda de energía eléctrica, y la sociedad es beneficiada también ya que la disminución de demanda de energía conlleva proporcionalmente a una reducción de emisión de contaminantes.

La siguiente etapa de este proyecto deberá ser capacitar a las PYME para que apliquen MAUEE facilitando a las mismas esta herramienta de autodiagnóstico.

ANEXOS

Siglas y abreviaturas

Tabla 29. Siglas y abreviaturas

Siglas / abreviaturas	Descripción
\$ x KWh	Precio del kilowatt hora
\$/KWh	Precio medio del kilowatt hora
\$/UPS	Precio medio de la energía eléctrica por unidad de producción o servicios
APF	Administración Publica Federal
B.C.	Baja California
BT	Baja tensión
CAE	Centro de Atención Empresarial
CEE	Consumo de energía eléctrica expresado en miles de pesos (k\$)
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAE	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DAC	Tarifa eléctrica aplicada a usuarios domésticos de alto consumo
DB	Demanda máxima integrada en intervalo de 15 minutos dentro del horario base (aplicable solo a tarifas horarias)
DI	Demanda máxima integrada en intervalo de 15 minutos dentro del horario intermedia (aplicable solo a tarifas horarias)
DM	Demanda máxima integrada en cualquier intervalo de 15 minutos
DP	Demanda máxima integrada en intervalo de 15 minutos dentro del horario punta (aplicable solo a tarifas horarias)
DPI	Demanda máxima integrada en intervalo de 15 minutos dentro del horario punta e intermedia (aplicable solo a tarifas horarias)
FC	Factor de carga
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FP	Factor de potencia
FRB	Factor de reducción para demandas máximas medidas en horario base (aplicable a calculo de demanda facturable para tarifas horarias)
FRI	Factor de reducción para demandas máximas medidas en horario intermedia (aplicable a calculo de demanda facturable para tarifas horarias)

GEI	Gases de efecto invernadero
HM	Tarifa eléctrica horaria en media tensión
ICEE	Índice de consumo de energía eléctrica (de aplicación en LASE)
IEEE	Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica, Inc.
IMCEE	Índice máximo de consumo de energía eléctrica (de aplicación en LASE)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
IVA	Impuesto al valor agregado
KW	Unidad de medida de la demanda de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts
KW (DF)	Unidad de medida de la demanda de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts, calculada de acuerdo al promedio máximo en cualquier intervalo de 15 minutos (aplicable solo a tarifas horarias)
KWh	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts por hora
KWh	Consumo de energía eléctrica reactiva con magnitud de miles (Kilo) de watts por hora (utilizada para el cálculo de FP)
KWh B	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts por hora en horario base (aplicable solo a tarifas horarias)
KWh I	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts por hora en horario intermedia (aplicable solo a tarifas horarias)
KWh P	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watts por hora en horario punta (aplicable solo a tarifas horarias)
KWh/año	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watt hora anual
KWh/m²	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watt hora por metro cuadrado (es un IC EE)
KWh/mes	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watt hora mensual
KWh/UPS	Consumo de energía eléctrica con magnitud de miles (Kilo) de watt hora por Unidad de producción o servicios
LASE	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
L-V	Días de la semana de lunes a viernes
MAUEE	Medidas de ahorro y uso eficiente de la energía
MiPYME	Micro, pequeña y mediana empresa
MJ	Consumo de energía eléctrica con magnitud de millones (Mega) de Joules
MJ/UPS	Consumo de energía eléctrica con magnitud de millones (Mega) de joules por Unidad de producción o servicios
MW	Unidad de medida de la demanda de energía eléctrica con magnitud de millones (Mega) de watts
MWh	Consumo de energía eléctrica con magnitud de millones (Mega) de watts por hora
Nox	Oxido de nitrógeno
OM	Tarifa eléctrica ordinaria en media tensión
ONU	Organización de las Naciones Unidas, ahora Naciones Unidas
POT	Personal ocupado total

PYME	Pequeña y mediana empresa
ROI	Retorno de inversión (por sus siglas en inglés)
S,D,F	Días de la semana sábado y domingo. Y días festivos oficiales
SAIC	Sistema Automatizado de Información Censal
SIEM	Sistema de Información Empresarial Mexicano
SO₂	Dióxido de azufre
UE	Unidades económicas
UPS	Unidad de producción o servicios (aplicable para cálculos de índices energéticos)
WTOT	Carga total instalada en watts

REFERENCIAS

1. Amory Lovins. Rocky Mountain Institute. <http://www.rmi.org/rmi/>
2. BizEE, 2010. Energy Audit Software. <http://www.energyauditsoftware.com/>
3. CAE, 2010. Centro de atención empresarial. <http://www.bajacalifornia.gob.mx/sedeco/cae/cae.html>
4. CFE, 2010. Comisión Federal de Electricidad. <http://www.cfe.gob.mx/>
5. CONAE, 2006. Administración de la energía.
6. CONAE, 2007. Sistema de control y seguimiento de indicadores del consumo de energía.
7. CONAE. Información básica de control de la demanda eléctrica.
8. CONUEE, 2009. Medición y registro de la energía en las Pequeñas y medianas empresas.
9. CONUEE, 2009. Proceso de identificación de oportunidades de ahorro de energía.
10. CONUEE, 2010. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. <http://www.conuee.gob.mx/wb/>
11. DOF, 2008. Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
12. DOF, 2009. Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
13. DOF, 2011. Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal.
14. EMPRESER, 2010. Más emprendedores para México. <http://empreser.org/>
15. ENERCOM, 2010. Customer management software and services. <http://www.enercomusa.com/index.asp>
16. Energy Audit Inc, 2010. Home of the Energy Audit Company. <http://www.energyaudit.org/EnergyAuditSoftware.htm>
17. Energy Depot. 2010. Enercom software demonstrations. <http://www.energydepot.com/>
18. FIDE, 2010. Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. <http://www.fide.org.mx/home/home.asp>
19. INEGI, 2004. Censos económicos.
20. INEGI, 2007. Sistema de clasificación industrial de América del Norte.
21. INTERGEN, 2010. Central Eléctrica La Rosita. <http://www.intergen.com/global/la%20rosita.php>
22. International Atomic Energy Agency, United Nations Department of Economic and Social Affairs, International Energy Agency, Eurostat and European Environment Agency; 2005. Energy indicators for sustainable development: guidelines and methodologies.
23. Martínez Aguilar, Ángel Eduardo, 2007. Energy Management.
24. Rangel Gaxiola, Ivan, 2009. Proyecto eléctrico 39924-PRY-Beltran subestación_EDW.
25. Rangel Gaxiola, Ivan, 2010. Proyecto eléctrico 40570-PRY-Nave 26 y 27_AISI.
26. SAIC, 2005. Sistema Automatizado de Información Censal.
27. SIE, 2010. Sistema de Información Energética. <http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController>
28. SIEM, 2008. Sistema de Información Empresarial Mexicali. <http://www.siem.gob.mx/siem2008/>
29. Universidad tecnología de Jalisco, 2007. Practica de laboratorio "Tablas y fondos de amortización". <http://www.utj.edu.mx/matematicas/archivos/ma3ad8.pdf>
30. Wikipedia. Varios documentos. <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>