

# Herramienta para análisis de consumo energético e integración de un sistema de generación de energía renovable, bajo el esquema tarifario de la CFE

Díaz España-Jimena<sup>1</sup>, Santibáñez-Barrientos Jorge Andrés<sup>1</sup>, Landín-Mosqueda Miguel Efraín<sup>1</sup>  
Rubio-Jiménez Carlos Alberto<sup>1</sup>, Origel-Vázquez José Daniel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato Salamanca, División Ciencias de la Vida, Irapuato, Guanajuato, México.

## Resumen

En México la producción de energía eléctrica presenta diversas problemáticas en materia ambiental, debido a que la mayor parte de la energía eléctrica se genera mediante recursos no renovables, por lo cual el uso eficiente de este energético es de suma importancia. En este trabajo se propone una herramienta digital con base en las metodologías de diagnóstico energético y normativa disponible a nivel nacional que permiten hacer diagnósticos eficientes de segundo nivel en una instalación doméstica o industrial a partir del consumo y la demanda de los equipos eléctricos disponible. Con el uso de esta herramienta, la ejecución de este tipo de diagnósticos se reduce considerablemente, teniendo indicadores claros que permitan buscar alternativas para la mejora de la instalación, y en un paso siguiente, buscar alternativas de energías renovables que permitan ser adaptadas a la instalación acorde a sus necesidades

**Palabras clave:** Energía eléctrica; diagnóstico energético; ahorro y uso eficiente de energía.

## Introducción

A finales del siglo pasado, el cambio climático se posicionó en la mira de sectores clave de las sociedades a nivel mundial (comunidad científica, gobiernos y población en general). Los potenciales impactos negativos que este fenómeno tiene sobre aspectos socioeconómicos lo ha convertido rápidamente en uno de los más importantes y amenazantes a considerar (Messina López, 2012). Uno de los principales indicadores asociados a este fenómeno son las emisiones de CO<sub>2</sub> o CO<sub>2eq</sub>, de acuerdo con el último informe de la Organización Meteorológica Mundial, en el 2018, la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera fue la más alta de la historia. Las ciudades más contaminadas a nivel mundial son China con 9.8 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, Estados Unidos con 4.9 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>, e India con 2.4 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>. Alemania es el país europeo con las mayores emisiones de CO<sub>2</sub> debido a su gran dependencia del carbón (El Universo, 2021). Por otra parte, un porcentaje importante de la energía eléctrica producida y demandada a nivel global, pero principalmente en países desarrollados y subdesarrollados, es a base de combustibles fósiles, teniendo por consiguiente un impacto en el volumen de emisiones de CO<sub>2</sub> arrojadas a la atmósfera y, por lo tanto, generando los impactos negativos ya conocidos (Escudero, 2021).

En el 2015, la Organización de las Naciones Unidas, ONU, dentro de la Agenda para el Desarrollo Sostenible planteó una agenda para el 2030 de 17 objetivos con metas específicas que constituyen una agenda integral y multisectorial, diseñadas para erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad para todos sin comprometer los recursos para las futuras generaciones. Dentro de estos objetivos se busca atender problemáticas en áreas tales como la salud, la alimentación, la educación, la economía, la naturaleza y el medio ambiente a través de objetivos concretos. (ONU, 2019). Particularmente, el Objetivo siete se centra en buscar estrategias para generar energía asequible y no contaminante; el Objetivo once se enfoca en estrategias para ciudades y comunidades sostenibles, el Objetivo doce se enfoca en la producción y consumo responsable y, el Objetivo trece en realizar acciones por el clima. Así, el uso adecuado y sostenible del consumo eléctrico en los diferentes sectores de la población contribuye a estos objetivos particulares en vías de generar un planeta sostenible para las actuales y futuras generaciones (Gobierno de México, 2020).

Dentro de las acciones y metas concretas establecidas por la ONU para los diferentes actores sociales enfocados a atender estos objetivos y en específico, en materia de energía, se establecen las siguientes:

- **Sociedad:** Ahorrar electricidad y, de ser posible, instalar paneles solares, o algún otro tipo de energía renovable en los hogares.
- **Iniciativa privada:** En las prácticas de producción y en el lugar de trabajo, transitar hacia una economía baja en carbono.
- **Academia:** Fortalecer la investigación, así como colaborar para crear soluciones innovadoras y apoyar en la medición del impacto.
- **Gobiernos:** Promover y facilitar un mayor y mejor uso de energía no contaminante.

Teóricamente, un diagnóstico energético es un procedimiento sistemático (medición, análisis, análisis) que proporciona información real y suficientemente fiable del consumo energético de una instalación, con la finalidad de detectar los factores que la afectan, tanto positiva como negativamente en función de los diferentes puntos que demandan energía en el proceso. Con ello, se pueden identificar las diferentes oportunidades de ahorro que se pueden evaluar, dependiendo de la rentabilidad. De igual forma, permiten determinar con exactitud el balance de energía de los principales equipos que la consumen (Ministerio de Energía y Minería, 2020) (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, 2010). Claramente, este tipo de análisis contribuyen a las acciones planteadas por la ONU para la agenda 2030 en materia energética. En general, los diagnósticos energéticos se clasifican de acuerdo con la profundidad de estudio a realizar, teniendo con ello tres niveles: Diagnósticos de Primer Nivel (estimaciones básicas de posibles alternativas a partir de un análisis visual), Diagnóstico de Segundo Nivel (identificación de áreas de oportunidad a partir de mediciones), y Diagnóstico de Tercer Nivel (cartera de proyectos a partir de la medición exhaustiva de la instalación).

En este trabajo se considera únicamente el Diagnóstico de Segundo Nivel ya que es el más útil para conocer los potenciales de ahorro de energía, tanto térmica como eléctrica, de una instalación a partir de analizar entre el 75% y 80% de los equipos consumidores energéticos en la instalación, así como su comportamiento. La información generada permite identificar los equipos o sistemas que poseen mayor consumo, dando prioridad a los que dan como resultado una potencia superior y un mayor tiempo de utilización. En la aplicación del diagnóstico, a este nivel, será importante contar con los equipos e instrumentos necesarios para la evaluación de parámetros energéticos que conlleven a determinar los potenciales de ahorro de energía. Una cartera de proyectos de aplicación y la gestión de metas a corto y largo plazo son ofertados al sector bajo estudio (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, 2010) (Secretaría de Energía, 2019).

Actualmente, un número considerable de profesionales independientes y empresas especializadas generan ganancias a partir de realizar este tipo de diagnósticos, principalmente a instalaciones industriales. Un punto clave de este proceso es el levantamiento y procesamiento de la información, lo cual, dependiendo de la instalación, involucra un costo importante del presupuesto del proyecto. Por ello, el uso de tecnologías en informática y comunicación que permitan realizar mediciones, procesamiento y, en su caso, control de los sistemas, conlleva una mejora en la eficiencia de la instalación con costos menores. Algunos de los profesionales y empresas privadas dedicadas a estas actividades han apostado por la innovación en el proceso a partir de aplicar tecnologías (herramientas) que permiten su mejora, siendo el objetivo primario la reducción en el tiempo de ejecución. Un ejemplo de esto es la herramienta desarrollada por Monteagudo Yañez y Gaytán (Yanes, 2005), la cual se basa en la metodología para el estudio de la tecnología de gestión total eficiente de la energía. En términos generales, su uso consiste en la aplicación de modelos técnico-organizativos que, aplicadas de forma continua con la filosofía y procedimientos de la gestión total de la calidad, permiten utilizar todas las oportunidades de ahorro, conservación de energía y reducción de los gastos en los distintos sistemas energéticos de una empresa. Otra herramienta conocida mundialmente es la herramienta de autodiagnóstico energético desarrollada por el Instituto Tecnológico de Galicia (Ortega, 2014), la cual tiene como objetivo permitir a las empresas, vía remota, realizar un diagnóstico energético y dar a conocer en tiempo real una serie de medidas y soluciones existentes en materia de gestión inteligente de la energía. Claramente, estas herramientas generan bondades importantes al usuario; sin embargo, su uso es restringido debido a que se encuentran desarrolladas en paquetes compilados los cuales no permiten ser modificados. Adicionalmente, estas herramientas se centran en el procesamiento de datos a partir de la facturación o del levantamiento de información sin realizar una revisión entre ellos. De igual manera, la información generada al usuario se centra en la matriz energética de la instalación, dejando a un lado algún otro tipo de revisiones o indicativos de interés para el diagnóstico y las posibles alternativas que se pueden ofrecer. Así, el presente trabajo se enfoca en generar una herramienta informática interactiva con la capacidad de proporcionar un panorama general acerca del consumo eléctrico en una instalación residencial o industrial, esto bajo

el esquema tarifario PDBT de la Comisión Federal de Electricidad, CFE, (Comisión Federal de Electricidad, 2021). El principal objetivo de esta herramienta es procesar y proporcionar información de manera rápida al usuario acerca de los puntos críticos del uso de energía eléctrica de cada equipo utilizado y determinar la importancia que estos poseen tomando en cuenta el consumo eléctrico total de un determinado sistema.

## Metodología

La Figura 1. Muestra el diagrama de flujo considerado en este trabajo para el desarrollo de la herramienta de diagnóstico con base en las normativas nacionales. En general, cuatro etapas son consideradas para este análisis: *i)* alimentación de información a la herramienta, *ii)* revisión de la información, *iii)* jerarquización de equipos y, *iv)* identificación de equipos de alto interés y posibles problemas.

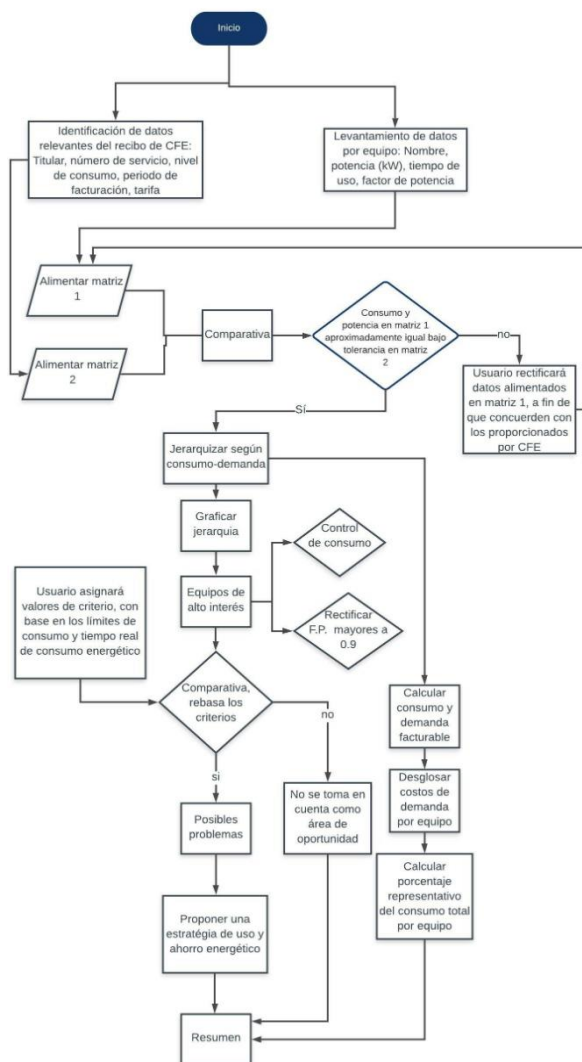


Figura 1. Diagrama de flujo para el desarrollo de la herramienta para el Diagnóstico Energético de Segundo Nivel.

Alimentación de información a la herramienta. A partir de la información relevante de la instalación, se alimentan dos matrices. La primera matriz considera la información puntual de los equipos que operan en la instalación tales como sus

características (potencia, voltaje, amperaje, etc.) y periodos de uso. La segunda matriz es alimentada con los datos de facturación emitidos por la CFE, en particular la potencia contratada y el consumo realizado en el periodo de facturación. Como resultado de esta etapa se tienen dos matrices de información disponibles para el proceso.

Comparativa de datos (revisión de la información). Los datos ingresados en ambas matrices son contrastados entre sí, para lo cual se consideran los costos de facturación en el periodo, así como el nivel de consumo y la demanda de energía, a fin de determinar la validez de la información proporcionada a la herramienta. Internamente, se realiza una comparativa considerando un nivel de tolerancia dependiente de la magnitud de estos niveles. Los niveles de tolerancia han sido propuestos para este trabajo acordes a verificaciones elaboradas en instalaciones residenciales, en las cuales se realizó un cálculo de potencia y consumo esperado, el cual fue contrastado con lo indicado por la facturación de CFE. Se consideran como datos correctos si los niveles se encuentran dentro de la tolerancia asignada; en caso contrario, se consideran incorrectos, por lo cual se le invita al usuario a revisar la información con la que fue alimentada la primera matriz. Como resultado de esta etapa se tiene un indicador que manifiesta la veracidad de la información dentro del nivel de tolerancia esperado.

Jerarquización según consumo-demanda y selección de puntos críticos. En esta tercera etapa se priorizan los equipos a partir de realizar una jerarquización con base en el nivel máximo de consumo y demanda. Este proceso facilita el identificar los equipos que presentan el mayor consumo y/o mayor demanda (o una combinación de ambos) con respecto al resto de la instalación (matriz energética). Esta información es trascendental ya que permite al usuario identificar los equipos de interés sobre los cuales se pueden aplicar estrategias que permitan una mejora en eficiencia a fin de reducir su impacto energético en toda la instalación. Como resultado se tienen gráficos indicativos de esta jerarquización, los cuales son comúnmente conocidos como matriz energética.

Identificación de equipos de interés y posibles problemáticas. Finalmente, la información es procesada a fin de determinar los equipos que se encuentran fuera del rango de operación energética esperado (baja eficiencia). Para ello, se realiza la comparación de cada uno, tomando en cuenta la potencia esperada y contrastándola con la potencia consumida. Los resultados indican claramente los equipos de interés que requieren un análisis más profundo a fin de determinar si éstos son equipos que presenta problemáticas de interés para la instalación. Como resultado de esta última etapa se tienen un gráfico indicativo de estos equipos.

De acuerdo con la jerarquización y posterior selección de los puntos críticos, el usuario tendrá un panorama más amplio con datos reales sobre el consumo energético en la instalación, por lo que tendrá la facultad de proponer estrategias enfocadas a un uso más eficiente de la energía eléctrica en la misma. A partir de ello, el usuario puede realizar propuestas dirigidas a la implementación de sistemas de energía renovable que funja como alternativa al consumo energético. A nivel global, gran parte del mercado de equipo de cómputo en las áreas de ingeniería y administración energética se basan en la plataforma Microsoft®, por lo cual todos estos procesos son realizados dentro del paquete Office Excel® basado en funcionalidad de conjunto de comandos, los cuales se almacenan en lugares específicos del paquete a fin de tener operatividad continuamente. Este hecho permite tener una versión funcional de fácil edición para el usuario.

## Caso de Estudio

A fin de verificar la operatividad de la herramienta se procedió a analizar un caso de estudio basado en datos eléctricos obtenidos de una residencia unifamiliar ubicada en el estado de Guanajuato para el periodo de Enero-Febrero del 2021, con facturación PDBT a 25 kW. Previamente, un levantamiento y recopilación de información fue realizado *in-situ* considerando el tiempo promedio de consumo diario por equipo, así como sus especificaciones técnicas. La Tabla 1 muestra la información considerada como caso de estudio, la cual contemplan ocho equipos eléctricos y sus características, los cuales se discurren distintivos de este tipo de instalaciones. Todos los equipos operan a una frecuencia de 60 Hz y se considera el periodo de operación (facturación) de dos meses. Por otra parte, el nivel de consumo de por periodo de facturación emitido por la CFE dentro de periodo de interés es de 1300 kWh, siendo esta la información utilizada para alimentar la Matriz 2.

Tabla 1. Caso de estudio - Datos de levantamiento de equipos.

Equipo	Total de equipos	Potencia [W]	Tiempo de uso [h/día]	Voltaje nominal [V]	Corriente nominal [A]	Factor de potencia
A1	10	70	11	127	0.55	0.9
A2	1	180	1	127	1.4	0.89
A3	1	96	8	127	0.75	0.9
A4	3	70	4	127	0.55	0.9
A5	1	340	6	127	2.6	0.9
A6	1	1000	0.1	127	7.8	0.9
A7	30	180	0.167	127	1.5	0.9
A8	1	3000	6	220	13	0.9

## Resultados

Visualmente, la herramienta de diagnóstico construida es una ventana dentro del paquete de Office Excel®, en la cual se muestran inicialmente las opciones para el llenado de las dos matrices de información. Los datos mostrada en la Tabla 1y 2 son usados en este caso para la evaluación de la herramienta (Figura 2). En tiempo real, la herramienta realiza los procesos internos, siendo el primero la comparación de la información usada para alimentar ambas matrices, con lo cual se indica al usuario la validez de ésta, así como el nivel de confianza que se está considerando en el proceso. En caso contrario, la leyenda invita al usuario a revisar la información con la que fue alimentada la herramienta. La Figura 3 muestra una impresión del proceso interno realizado por la herramienta para este propósito. Como se observa, la herramienta compara el consumo diario real, en kWh/día, contra el consumo teórico esperado; y de igual manera se compara la demanda teórica, en kW, contra la contratada con base en la tolerancia esperada.

**ENTRADA DE DATOS POR EQUIPO**

INGRESAR LOS SIGUIENTES DATOS POR CADA EQUIPO QUE SE DESEE ANALIZAR:

IDENTIFICADOR DE EQUIPO	
NÚMERO DE EQUIPOS	
POTENCIA (W)	
TIEMPO DE USO (h/día)	
FACTOR DE POTENCIA	
VOLTAJE NOMINAL (V)	
CORRIENTE NOMINAL (A)	
FRECUENCIA (Hz)	
NÚMERO DE MESES DENTRO DEL PERIODO DE FACTURACIÓN	

GUARDAR

MOSTRAR DATOS

ELIMINAR ÚLTIMO REGISTRO DE DATOS

---

**ENTRADA DE DATOS PROVENIENTES DEL RECIBO DE CFE**

INGRESAR LOS SIGUIENTES DATOS:

TITULAR	
NÚMERO DE SERVICIO	
TARIFA	
ESTADO DE LA REPÚBLICA	
POTENCIA CONTRATADA (kW/mes)	
NIVEL DE CONSUMO POR PERIODO DE FACTURACIÓN (kWh/periodo)	
NÚMERO DE MESES DEL PERIODO DEL FACTURACIÓN	
PERIODO DE FACTURACIÓN (DESGLOSAR MESES)	

GUARDAR

MOSTRAR DATOS

Figura 2. Ventana de llenado de información en la herramienta de diagnóstico.

Como siguiente resultado, la herramienta genera un gráfico de jerarquización de equipos con base a consumo, así como a potencia. La Figura 4 muestra este grafico para el caso de estudio. En general, el valor máximo de jerarquización es 1.0 debido a que todos los equipos están siendo analizados con base al equipo que presenta el máximo de demanda o de potencia. Así, para el caso de estudio, el equipo A8 (3,000 W, 220 V, 13 A, 6 horas/día) es el que presenta el nivel 1 de jerarquía ya que su potencia y consumo son los más elevados de toda la instalación.

MATRIZ 1	
CONSUMO DIARIO (kWh/día)	22.17
DEMANDA (kW)	3.00
MATRIZ 2	
CONSUMO DIARIO (kWh/día)	21.67
DEMANDA (kW)	25.00
COMPARACIÓN	
MÁX CONSUMO DIARIO	22.17
MÁX DEMANDA	25.00
DETERMINACIÓN DE % DE ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
ERROR ADMITIDO CON BASE EN CONSUMO	15.00%
ERROR ADMITIDO CON BASE EN DEMANDA	21.20%
RESULTADO DEL PROCESO	
CHECK CONSUMO	OK
CHECK DEMANDA	USTED ESTA UTILIZANDO EL 15% DE LA DEMANDA TOTAL CONTRATADA

Figura 3. Resultados de la comparación de la información alimentada en ambas matrices.

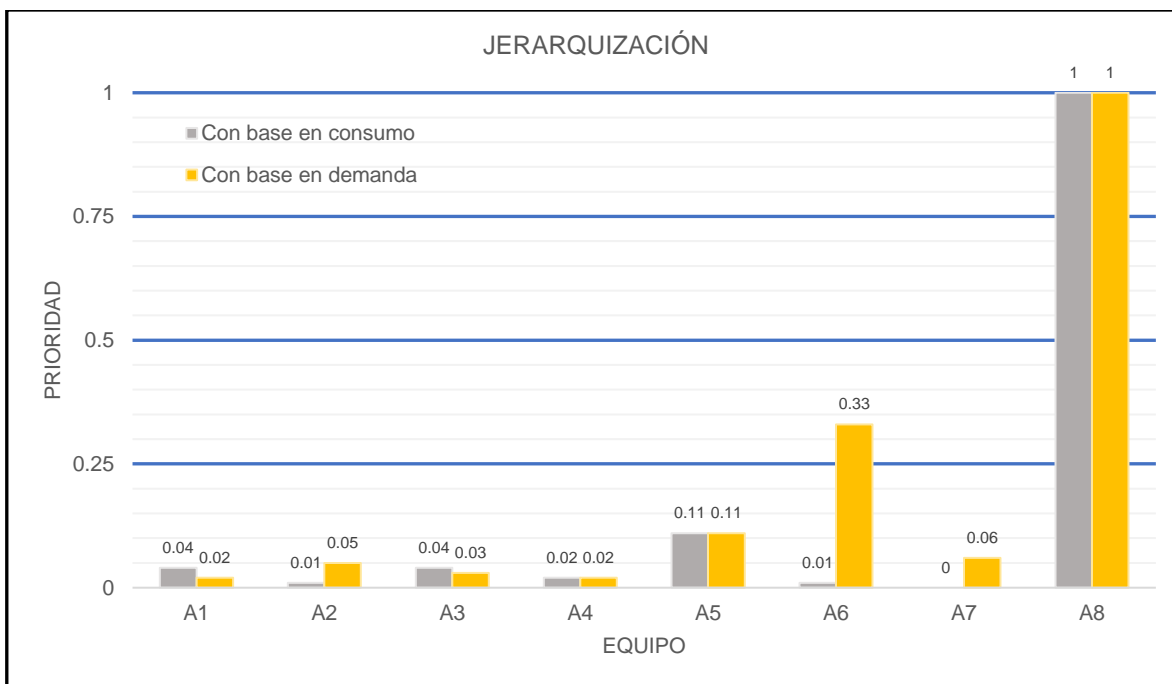


Figura 4. Gráfica de jerarquización.

Por otra parte, varios puntos de interés sobresalen ya que, para algunos equipos, la jerarquización por consumo es menor que cuando se considera la jerarquización por potencia (A6), y viceversa (A1). En el primer caso (A6 con 1,000 W, 127 V, 7.8 A, 0.1 horas/día), el grafico hace mención de que el consumo de energía del equipo en el lapso indicado es mínimo a pesar de su alta potencia, dejando un antecedente para la toma de decisiones del usuario. Caso

contrario ocurre en el segundo escenario (A1 con 70 W, 127 V, 0.55 A, 11 horas/día) en el cual la potencia del equipo es mínima, sin embargo, el consumo de energía es considerable, permitiendo nuevamente al usuario tomar decisiones referentes al equipo y su uso.

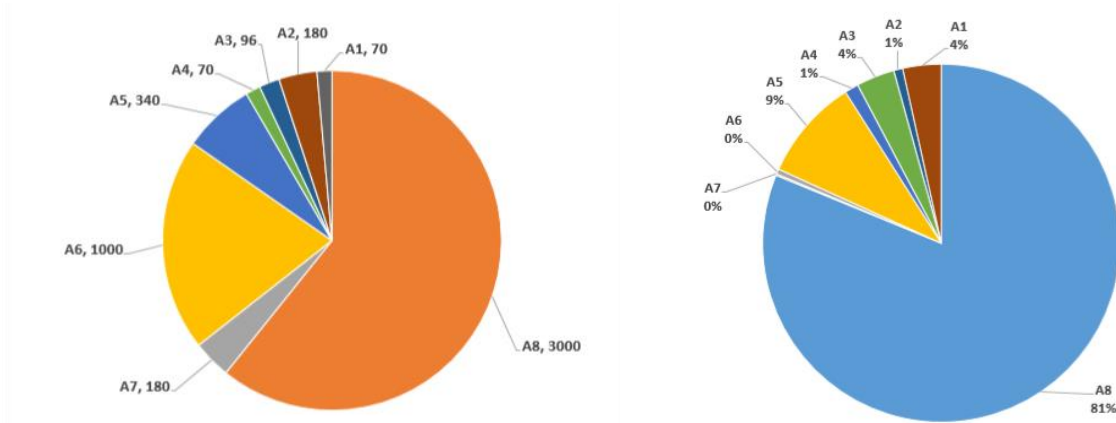


Figura 5. Matriz energética simplificada generada por la herramienta de diagnóstico.

Adicionalmente, la Figura 5 muestra la matriz energética simplificada generada por la herramienta de diagnóstico, en la cual se muestra el impacto por demanda [W] de cada equipo (izquierda), así como por consumo [kWh/día] (derecha). Estos gráficos son comúnmente mostrados en los reportes de diagnósticos energéticos, los cuales indican visualmente el rango de impacto que tiene cada equipo en la instalación tanto por consumo como por demanda. A pesar de que este resultado es similar a lo mostrado en la Figura 4, la herramienta lo considera a fin de permitir al usuario tener una visión familiar a lo desarrollado hasta el momento. Para el caso de estudio, nuevamente se ratifica el hecho de que el equipo A8 es el de mayor demanda y consumo en la instalación ya que 81% de la energía en tránsito dentro de ésta es dirigida para la operación de este equipo. Adicionalmente, retomando lo indicado referente a los equipos A6 y A1, los gráficos muestran visualmente el área de impacto que tienen en la instalación. El usuario puede usar esta información para discernir sobre estrategias que le permitan la mejora de la eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

Finalmente, la herramienta presenta una gráfica enfocada a mostrar los equipos identificados como equipos de interés. La Figura 6 muestra estos equipos para el caso de estudios propuesto en este trabajo. Este gráfico se enfoca en comparar el consumo de energía real del equipo contra su consumo teórico. Idealmente se espera que todos los equipos se encuentren en un valor cercano o igual a 1.0. A medida que el valor se aleja de éste con valores mayores, se está hablando de un equipo que consume más energía de la que se espera, lo cual lo vuelve un equipo de interés y posiblemente con problemáticas importantes. Por el contrario, si el equipo se encuentra alejado de 1.0 con valores menores, se considera un equipo que consume menos energía de la esperada. Si el proceso no se ve afectado en ningún momento, se puede considerar este tipo de equipos como favorables para la instalación.

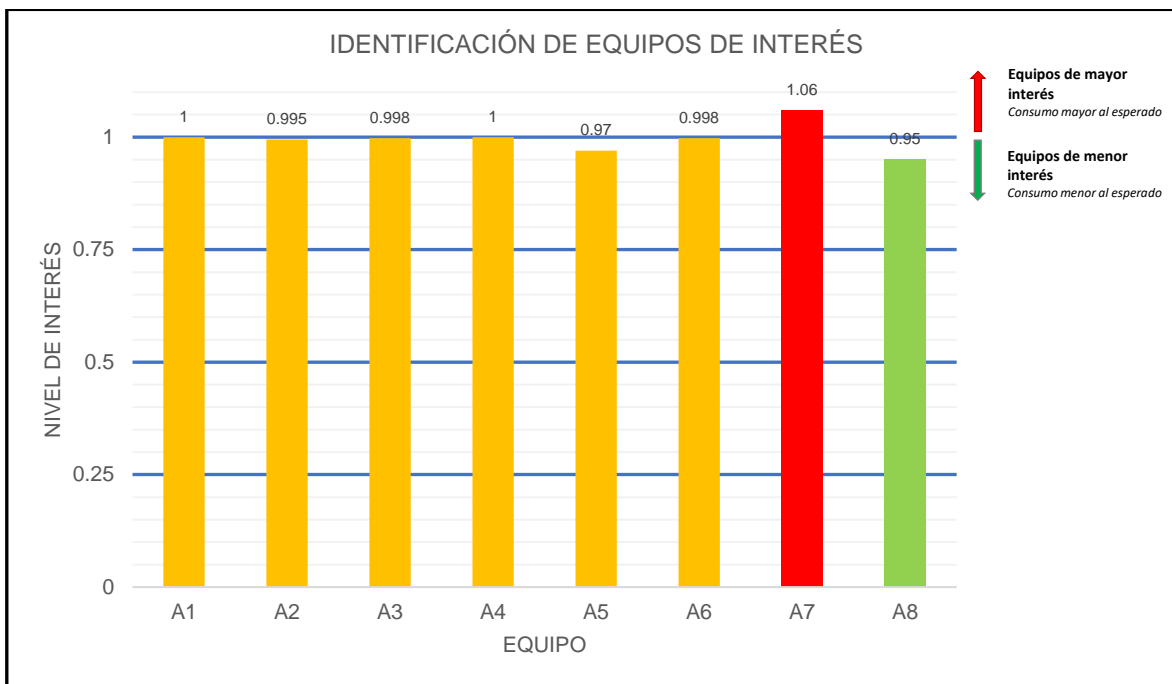


Figura 6. Gráfica de identificación de equipos de interés.

Para el caso de estudio, la mayoría de los equipos se encuentran cercanos a 1.0, a excepción del equipo A7, el cual se encuentra por arriba de este valor (1.06), y el equipo A8, el cual se encuentra por debajo de la unidad (0.95). En el caso del equipo A8, el consumo real es menor al consumo teórico, lo cual suma a favor de la instalación. Por ello, a pesar de que este equipo es el que mayor demanda de energía presenta en toda la residencia, su impacto es menor a lo que se esperaría, lo cual es favorable. Por otra parte, para el equipo A7, el consumo real es mayor al consumo esperado, lo cual lo convierte en un equipo de interés y posiblemente un problema para la instalación. Esta es la razón por la cual se encuentra resaltado en la gráfica. Esta información debe ser analizada por el usuario de la herramienta a fin de discernir sobre las alternativas y posibles acciones a implementar a fin de cuidar y mejorar la instalación considerando estos equipos de interés.

## Conclusiones

La herramienta desarrollada es funcional utilizando la tarifa PDBT de la CFE. Esta versión permite identificar ágilmente el consumo y la demanda eléctrica por equipo, así como el conocer la participación que se tiene en el consumo eléctrico total de cierto entorno. Además, la herramienta permite al usuario el seleccionar aquellos equipos de la instalación que generan mayores consumos y con ello generar estrategias que le permitan una mejora en la eficiencia de la instalación con base en el uso racional y eficiente de la energía eléctrica. De igual forma, dentro de las recomendaciones a ser emitidas como parte de un reporte de diagnóstico energético de segundo nivel, se pueden considerar perspectivas para considerar sistemas basados en fuentes alternas, así como su utilización para proyectos de diseño eléctrico, en los cuales proporciona un esquema general de las necesidades eléctricas que tendrá la futura estructura.

La herramienta fue diseñada para trabajar con base en una plataforma de uso común en los diferentes sectores productivos, como lo es Microsoft® Office Excel®, lo cual le permite versatilidad al momento de ser operada por el usuario. El uso de compilados se considerará para versiones futuras mejoradas.



## Bibliografía

- Comisión Federal de Electricidad, 2021, "Tarifa PDBT", Obtenido de <https://app.cfe.mx>
- Escudero, M. I., Scheeije Bravo, J.M., 2021, "El Cambio Climático - Principales Causantes, Consecuencias y Compromisos de los Países Involucrados", XII World Forestry Congress, FAO-UN, Quebec, Canadá.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, 2010, Curso "Taller Promotores De Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica", Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Guatemala, <https://www.cnee.gob.gt>.
- Gobierno de México, 2020, "¿Qué es La Agenda 2030?", Portal del Gobierno Federal, <https://www.gob.mx/agenda2030>.
- Messina López, V. M., 2012, "Diagnóstico Energético Eléctrico en la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas", Tesis, Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas.
- Ministerio de Energía y Minería, 2020, "Diagnósticos Energéticos", Presidencia de la Nación Argentina, <https://www.minem.gob.ar>
- Organización de las Naciones Unidas, 2019, "Objetivos de Desarrollo Sostenible", Obtenido de <https://www.un.org>.
- Ortega, P. C., 2014, "Proyecto ENTIC", Universidad Tecnológica de Galicia, España, <https://repositorio.usm.cl>.
- Redacción del diario el Universo, 2021, "Estos son los países más contaminantes del mundo", El Universo, <https://www.eluniverso.com>
- Secretaría de Energía, 2019, "Balance Nacional de Energía 2019", Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, Secretaría de Energía, México, <https://www.gob.mx>.
- Yanes, J. P., 2005, "Herramienta para la Gestión Energética Empresarial", *Scientia et Technica* Año XI, No 29, Diciembre de 2005, UTP, <https://dialnet.unirioja.es>.