

Herramienta web libre para el cálculo del consumo eléctrico residencial en Panamá: Tecnología para el Aprendizaje y Conocimiento

A. Garcia-Gonzalez*^a, J. Guevara-Cedeño^a, H. Alvarez^b, A. Berbey-Álvarez^a

^aUniversidad Tecnológica de Panamá, Ave. Universidad Tecnológica de Panamá, Edificio 1, Facultad de Ingeniería Eléctrica, apdo.0819-07289, Panamá, República de Panamá

^bUniversidad Tecnológica de Panamá, Ave. Universidad Tecnológica de Panamá, Edificio 1, CINEMI, apdo.0819-07289, Panamá, República de Panamá

ABSTRACT

Este artículo presenta una herramienta web para el cálculo del consumo energético residencial en Panamá. Dicha herramienta ha sido utilizada como herramienta web libre por consumidores, consultores, asesores energéticos, periodistas, público en general a través de una página web. También en el sector docente en el aula de clases en los cursos de Ingeniería de la carrera de ingeniería electromecánica de la Facultad de Ingeniería eléctrica en la Universidad Tecnológica de Panamá, ha sido utilizada como herramienta de aprendizaje en temas de consumo eléctrico residencial. Se diseñó y aplicó una encuesta a estudiantes de ingeniería y se presentan los resultados obtenidos.

Keywords: uso de tecnologías abiertas para el aprendizaje y conocimiento.

I. INTRODUCCION

Existen una serie de publicaciones relativas al uso de modelos, aplicaciones, estudios, metodologías, análisis de hábitos de consumo de energía eléctrica en el entorno residencial. En Tsanas *et al.*,¹ se desarrolló un marco estadístico de aprendizaje automático para estudiar el efecto de ocho variables de entrada (compacidad relativa, área superficial, área de la pared, área del techo, altura total, orientación, área de acristalamiento, distribución del área de acristalamiento) en dos variables de salida, es decir carga de calentamiento (HL) y carga de enfriamiento (CL), de edificios residenciales.

Para Ameri Sianaki *et al.*,² Smart Grid fue una iniciativa novedosa cuyo objetivo es entregar energía a los usuarios y también lograr eficiencia en el consumo por medio de comunicación bidireccional (consumidores y la red de consumo). Smart Grid⁴ Es una red que integra de manera inteligente las acciones de los usuarios que se encuentran conectados a ella – generadores, consumidores y aquellos que son ambas cosas a la vez-, con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.³ Para Kelly⁴, el consumo de energía del sector residencial es un complejo problema sociotécnico que se puede explicar usando una combinación de características demográficas y de comportamiento de una vivienda y sus ocupantes. Kelly⁴ utilizó una encuesta sobre la condiciones de la casa en inglés (EHCS) que consta de 2531 casos únicos.

Faruqui *et al.*,⁵ Los “*In-Home Displays*” IHD brindan a los consumidores información directa sobre el tiempo real sobre el consumo de energía y los costos, y convertir de una vez la opacidad de la factura de electricidad estática en un proceso transparente, dinámico y controlable. Sin embargo, Faruqui *et al.*,⁵ se preguntaba ¿en qué medida los consumidores realmente respondieron a la retroalimentación directa proporcionada por IHDs? Para responder a esta pregunta Faruqui *et al.*,⁵ indagó mediante la revisión de una docena de programas piloto de utilidad en América del Norte y en el extranjero que se centran en el impacto de la conservación de energía de los IHD. También se revisó las opiniones y actitudes generales de los clientes hacia los IHD y la retroalimentación directa en la medida en que esto la información está disponible a partir de los estudios piloto. Nuestra revisión indicó que la retroalimentación directa proporcionada por IHD alienta a los consumidores a hacer más eficiente el uso de la energía. Faruqui *et al.*,⁵ encontró que los consumidores que usan activamente una IHD pueden reducir su consumo de energía eléctrica en promedio en alrededor del 7 % cuando el prepagado de la electricidad no está involucrado

*antony.garcia@utp.ac.pa, <http://panamahitek.com/usuario/antony-garcia-gonzalezgmail-com/>

Jessica.guevara@utp.ac.pa, <http://www.academia.utp.ac.pa/jessica-guevara/hoja-de-vida>

Aranzazu.berbey@utp.ac.pa, <http://www.academia.utp.ac.pa/aranzazu-berbey>

Costanza *et al.*,⁶ presentó un diseño, implementación y evaluación de FigureEnergy, una nueva visualización interactiva que permite a los usuarios anotar y manipular una representación gráfica de sus propios datos de consumo de electricidad, y por lo tanto, dar sentido a su uso de energía pasado y entender cuándo, cómo y con qué fin, cierta cantidad de energía se utilizó. Pierce *et al.*,⁷ presentó los hallazgos de un estudio cualitativo de las interacciones cotidianas de las personas con el consumo de energía productos y sistemas en el hogar. Pierce *et al.*,⁷ presenta los resultados iniciales de una encuesta en línea. Esta investigación se enfocó no solo en el "comportamiento de conservación" sino investiga de manera importante las interacciones con la tecnología que puede caracterizarse como "consumo normal" o "consumo excesivo".

Ippolito *et al.*,⁸ se muestra cómo el control, monitoreo y las funciones de automatización consideradas por la Norma Europea EN 15232 pueden influir considerablemente en el rendimiento energético de una casa de pruebas unifamiliar y, en consecuencia, su clase de rendimiento energético.

Al-Ghandoor *et al.*,⁹ identificó los principales factores que se encuentran detrás de los cambios en los consumos de electricidad y combustible en el sector del hogar en Jordania y desarrolló dos modelos empíricos basados en análisis de regresión lineal multivariante. Yu *et al.*,¹⁰ desarrolló una metodología para examinar la influencia de los hábitos de consumo energéticos de los ocupantes de una residencia. La metodología empleada por Yu *et al.*,¹⁰ corresponde a la técnica de minería de datos aplicada al análisis de conglomerados. Wilson and Dowlatabadi¹¹, se revisaron cuatro perspectivas diversas: convencional la economía del comportamiento en el sector del consumo eléctrico residencial, la teoría de la adopción de tecnología y toma de decisiones basada en la actitud, psicología social y ambiental, y sociología.

Marszal *et al.*,¹² presentó un documento sobre la revisión de la mayoría de las definiciones de "Zero Energy Building" ZEB existentes y de los diversos enfoques hacia posibles metodologías de cálculo ZEB. Marszal *et al.*,¹² presentó y discutió posibles respuestas a las cuestiones mencionadas anteriormente para facilitar el desarrollo de una ZEB coherente definición y una metodología de cálculo de energía robusta.

Guevara-Cedeño *et al.*,^{13,14} se propuso un diseño de economía experimental basado en un juego que simula una bolsa de energía mediante un simulador de mercado para la enseñanza de los mercados eléctricos a estudiantes de ingeniería eléctrica en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá. El simulador propuesto considera como referencia el modelo de mercado mayorista de electricidad español, en el cual los grupos de estudiantes actúan como agentes del mercado y tienen la libertad de crear sus propias estrategias a la hora de ofertar o de vender energía en el mercado diario. El análisis de los resultados se basa en una caracterización de la conducta de los agentes y el impacto de sus decisiones en la evolución del precio del mercado. Se concluyó que la economía experimental ofrece un mecanismo idóneo para explicar los fenómenos observados en un trabajo práctico llevado a cabo por alumnos. Posteriormente, en Guevara-Cedeño *et al.*,¹⁵ se propuso un análisis comparativo de la metodología utilizada para obtener los resultados de aprendizaje a través de herramienta educativa con simuladores a nivel universitario, utilizando la taxonomía de Bloom, que permite desarrollar un modelo explicativo de cómo progresar en el aprendizaje, y de las fases que hay que trabajar para alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes, de esta manera se define el nivel de profundidad en el aprendizaje obtenido con esta herramienta.

II. DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO.

2.1. Calculadora de consumo eléctrico residencial.

La respuesta a la pregunta: ¿Cómo se calcula la tarifa eléctrica en Panamá? ha sido explicada ampliamente por Garcia-Gonzalez¹⁶. A continuación se presenta un resumen muy general del cálculo de la factura eléctrica en Panamá. Es una aplicación de uso libre y gratuito. Esta calculadora permite conocer el valor de la facturación de energía eléctrica a partir de los datos de consumo de energía del cliente. De acuerdo a Garcia-Gonzalez¹⁶, esta calculadora es válida solamente para los clientes residenciales que no pagan demanda, es decir, con una carga menor a 15 kW. Es necesario especificar el consumo de energía, el mes, el año y el área de concesión (empresa distribuidora). La factura se calcula a partir de los datos proporcionados por la Autoridad Nacional de Los Servicios Públicos (ASEP) que es la autoridad encargada de establecer y publicar las tarifas de energía eléctrica en Panamá¹⁷. De acuerdo a la legislación panameña, los subsidios y descuentos por parte del Estado Panameño solamente aplican a clientes con un consumo menor a 300 kWh por cada 30

días ¹⁶. El Fondo de estabilización tarifaria (FET) es válido para los clientes en todo el país, mientras que el FTO es válido solo para los clientes de la empresa distribuidora EDECHI En Panamá, la distribución y facturación de la energía eléctrica residencial está bajo la operación de tres empresas distribuidoras privadas que son: ENSA, EDEMET y EDECHI, estos dos últimas forman parte de Unión Fenosa. La factura de consumo energético residencial de Panamá, tiene cargos como: cargo fijo, cargo por variación de energía (301-750), cargo por variación del combustible, subtotal y los descuentos y subsidios, otros cargos y de allí el total de la factura del mes correspondiente. Todos los porcentajes de subsidios y descuentos se calculan en base al subtotal de la factura antes del total. A continuación se detalle las definiciones de los cargos que componen la factura eléctrica residencial panameña:

- **Cargo fijo:** Es un monto que se cobra a todos los clientes, independientemente de si consumen o no. Es equivalente a los primeros 10 kWh total. Esto quiere decir que si no se registra consumo energético en una instalación durante un mes, la factura vendrá por B/. 2,16. Si se registra un consumo mayor a 10 kWh, los primeros 10kWh costarán B/. 2,16 y el resto se cobrará al precio establecido por la tarifa.
- **Cargo por energía:** es el resultado de multiplicar los kWh consumidos, menos 10 (cargo fijo), por la tarifa. En mi caso, la tarifa para el mes en cuestión fue BTS1 (Baja Tensión sin Demanda), es decir, B/. 0,14534 por cada kWh.
- **Variación por combustible (CVC):** es el resultado de multiplicar el consumo total por una tarifa preestablecida por la ASEP (Autoridad de los Servicios Públicos), la cual varía de mes a mes. En mi caso, la tarifa es **B/. 0,00864** (junio 2017).
- **Subsidios:** los subsidios aplican para los clientes que se mantienen dentro de la tarifa BTS1, es decir, aquellos que consumen menos de 300 kWh al mes. El principal subsidio es el Fondo de Estabilización Tarifaria (**FET**) y el Fondo Tarifario de Occidente (**FTO**), aplicable exclusivamente a los clientes de EDECHI. Éstos subsidios varían dependiendo del consumo del cliente en intervalos de 50kWh entre 0 y 300 kWh. El FTO varía en intervalos de 50 kWh hasta los 1000 kWh. También existe el subsidio de la Ley 15 de 2001, aplicable solamente a clientes con consumos menores a 100 kWh. Los clientes jubilados y de tercera edad también reciben un descuento del 25% en su factura, con un consumo menor a 600 kWh.

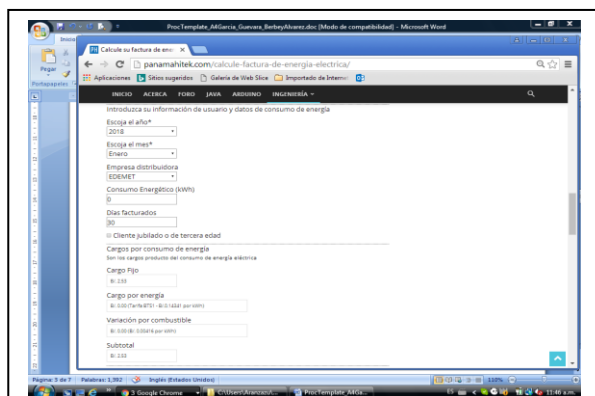


Figura 1a. Captura de pantalla de la aplicación web.
Fuente: A. Garcia-Gonzalez.

<http://panamahitek.com/calculador-de-energia-electrica/>[21]

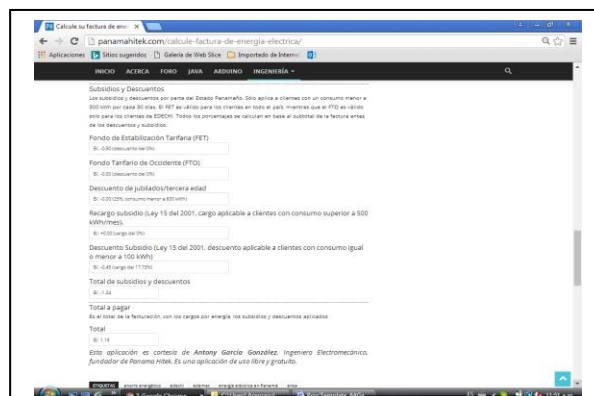


Figura 1b. Captura de pantalla de la aplicación web.
Fuente: A. Garcia-Gonzalez.

<http://panamahitek.com/calculador-de-energia-electrica/>[21]

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis cuantitativo.

Se tomaron una muestras de las facturas de consumo eléctrico residencial de varios docentes, investigadores, administrativos de la Universidad Tecnológica de Panamá de distintas regiones del país, que aportaron voluntariamente a este estudio sus facturas residenciales y se procedió a su comprobación utilizando las herramientas de calculadora del consumo energético¹⁶. Los resultados comparativos se presentan en la tabla 1, donde se evidencia que la diferencia de los valores económicos de pago de la factura eléctrica original y el valor de pago dado por la aplicación en la página web PANAMA HITEK es muy pequeño de valor de centavos, lo que indica que efectivamente hay una correspondencia entre el valor facturado de la factura original y el valor dado por la aplicación.

Tabla 1. Resumen de resultados comparativos entre la facture eléctrica original y la aplicación web.

Cod	Descripción	Cod	Descripción			
1	Consumo	4	Resultado Aplicación (en dólares americanos)			
2	Días facturados	5	Diferencia			
3	Factura (en dólares Americanos)	-----	-----			
Caso residencial, Brisas del Golf, Brisas Norte, Distribuidora Ensa						
año	Mes	1	2	3	4	5
2018	Mayo	287	32	26.79	26.8	-0.01
	Abril	280	31	25.54	26.01	-0.47
	Marzo	390	2	56.07	56.08	-0.01
	Febrero	241	28	22.81	22.81	0
	Enero	277	31	25.94	25.93	0.01
2017	Diciembre	261	31	24.56	24.71	-0.15
	Noviembre	434	30	59.84	59.84	0
	Octubre	556	31	75.79	75.8	-0.01
	Agosto	543	32	76.66	76.66	0
Caso residencial, El Varital Calle Nuñez David, Chiriqui, Empresa Union Fenosa-Edemet						
año	Mes	1	2	3	4	5
2018	junio	176	30	23.12	23.12	0
	Julio	163	30	21.45	21.32	0.13
	abril	240	31	35.28	35.28	0
	Febrero	171	28	22.49	22.68	-0.19
2017	junio	161	29	21.25	21.44	-0.19
	noviembre	247	32	32.29	32.29	0
Caso residencial, Urbanizacion La Perla, David -Chiriqui, Empresa Union Fenosa-Edemet						
año	Mes	1	2	3	4	5
2018	julio	377	30	43.82	43.82	0
	junio	449	32	48.62	48.62	0
	marzo	646	30	103.54	103.54	0
	enero	477	31	51.16	51.59	-0.43
Caso residencial, Casco Antiguo, San Felipe-Union Fenosa Edemet						
año	Mes	1	2	3	4	5
2018	abril	830	32	166.9	166.72	0.18
	Mayo	930	28	185.4	185.5	-0.1
	Junio	952	34	192.78	192.78	0
	Julio	925	29	202.46	202.46	0
	Agosto	1033	30	220.54	220.54	0
Caso residencial, Villa La Fuente, Panamá Ensa						
año	Fecha	1	2	3	4	5
2018	abril	315	31	60.38	60.84	-0.46
	Marzo	314	29	60.26	60.27	-0.01
	febrero	320	29	61.15	61.14	0.01
	enero	308	31	40.08	40.83	-0.75
2017	diciembre	368	32	67.24	67.23	0.01
	noviembre	306	29	56.35	56.35	0.00
	octubre	357	30	64.71	64.73	-0.02
	septiembre	361	31	66.14	66.18	-0.04
	agosto	326	31	60.82	61.23	-0.41

Por ejemplo, para el caso residencial Brisas del Golf, Brisas Norte, Distribuidora Ensa, para el año 2018, el mes mayo, se consumió 287 kwh (mensual) en 32 días facturas, la factura original del mes de mayo corresponde a: 26.79 dólares americanos, y el valor de respuesta de la aplicación Panamá. Hitek, fue de 26.80 dólares americanos, con solo una diferencia de 0.01 centavo de dólar americano, que se puede atribuir a cuestiones matemáticas de redondeo. Otro caso residencial, fue una residencia ubicada en el Casco Antiguo, San Felipe-Unión Fenosa Edemet, para el año 2018, el intervalo de meses de abril a agosto, la dos primeras diferencias de los mes de abril y mayo, corresponde a valores de 0.18 y -0.01 centavos de dólares americanos, el resto de los casos (junio, julio y agosto) la diferencia fue nula (cero) entre ambos valores, la factura original y el valor dado por la aplicación. Un tercer caso, en la Ciudad de David, provincia de Chiriquí, es una residencia ubicada Urbanización La Perla, David -Chiriquí, Distribuidora Empresa Unión

Fenosa-Edechí, para el año 2018, los meses de julio, junio, marzo y enero, la diferencia entre el valor facturado en dólares americanos de la factura emitida por la Distribuidora Edechí y el valor dado por la aplicación es nula(cero) para los meses de marzo, junio y julio, en el caso del mes de enero la diferencia corresponde a -0.43 dólares americanos, que atribuimos los autores a el efecto matemático de redondeo.

3.2 Discusión de los comentarios del Foro mediante un enfoque cualitativo.

Panama Hitek es un sitio web dedicado a la enseñanza de la electrónica y la programación en general de forma gratuita. La página web ha recibido un total de 1619 visitas (septiembre 6, 2018) y los usuarios han dejado comentarios positivos en el apartado web correspondiente. En dicha página web, se encuentra un link que hospeda a la herramienta de cálculo de la factura energética residencial en Panamá. Entre estos comentarios podemos citar:

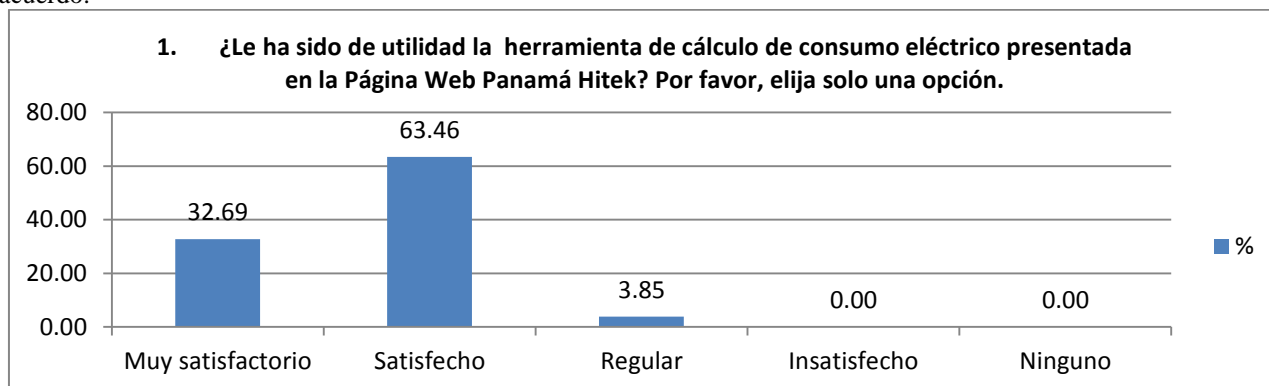
“Bueno los comentario estoy consumiendo 268 kwh al mes como cálculo eso en plata, se multiplica por algún múltiplo específico?”(Agosto, 2018) “Excelente artículo; muy ilustrativo para comprender mejor el tema. Saludos desde Chile” (Julio, 2018). “ Buenas tardes. mi consumo promedio es de 12 kwh . no tengo aire acondicionado. Durante el día solo esta una persona en casa. Con la tv encendida todo el día y un abanico de techo. ya en la noche se activan 1 tv más. Mi nevera es inverter. pero ya no sé qué hacer...” (Mayo, 2018). También se realizan consultas a través del formulario de comentarios de la aplicación web tales como: “Excelente artículo, sumamente útil y fácil de entender. Podrías ampliarme el tema de los 10kwh por día que mantienen a un cliente subsidiado, no logré comprender ese aspecto. Saludos.”(enero, 2018). “Cuál es la energía que entregan...cual es el voltaje efectivo que entregan...cual es la corriente efectiva que entregan? ¿Cuál es la calidad que entregan?”(Enero, 2018). Ambas interrogantes fueron respondidas en su día por el autor de la aplicación web y se evidencian en PANAMA Hitek¹⁸. Entre algunas de estas respuestas, que da el autor de la herramienta alojada en la página web PANAMA hitek, están: “Hola amigo. Como Ingeniero Electromecánico te puedo ofrecer asesoría profesional para tratar de reducir tu consumo energético. Puedes escribirme a antony.garcia.gonzalez@panamahitek.com y podemos coordinar una visita a su residencia para tratar de corregir su problema. Si situación es tal como usted me cuenta fácilmente podríamos alcanzar un ahorro en su factura de hasta 25 dólares mensuales. Saludos.”(Mayo 17, 2018). “Cuando te mantienes consumiendo menos de 10kWh cada día, asumiendo que el mes tiene 30 días, tendrás un consumo menor a 300 kWh al final del mes. Es por esta razón que se te aplicará la tarifa BTS1 y serás un cliente subsidiado. Por supuesto que si un día consumes 0 kWh y al día siguiente consumes 20 kWh, para efectos prácticos eso equivale a un consumo de 10 kWh al día en promedio. Lo importante es no superar los 300 kWh al final del mes.”(Enero 12, 2018).

En este sentido utilizando un enfoque de investigación cualitativa (¹⁹, ²⁰, ²¹, ²² y ²³) se discuten algunos hallazgos de estas respuestas, comentarios, impresiones, textos emitidos en este formulario web. Cabe señalar que según ¹⁹ las entrevistas son difíciles de hacer porque la gente no siempre es honesta o puede que a veces no se dé cuenta o sepa que sabe algo. Sin embargo, para efectos de este trabajo de investigación, la respuestas o los comentarios recogidos fueron emitidos mediante un formulario web por lo cual no ha habido interacciones directa entre el autor de la aplicación y los usuarios permite el clima impersonal de confianza necesaria que propicia la seguridad de plasmar la opinión de los usuarios. ¿Por qué añadir un enfoque cualitativo, a los resultados de este desarrollo y trabajo de investigación? Los enfoques cuantitativo y cualitativo deben considerarse como métodos complementario más que competitivos ²⁰. Jones ²¹ considera que un diálogo creativo entre las dos tradiciones, es decir, los enfoques cualitativos y cuantitativos, es un beneficio mutuo considerable para la investigación. Del mismo modo, Sofaer ²² considera que los métodos cualitativos y cuantitativos pueden ser complementarios, utilizados en secuencia. Por ejemplo, en Cortanza *et al.*,⁶ los resultados sugirieron que el enfoque de cuantitativo y cualitativo fue exitoso. Y es que en general: al interactuar con los datos, los usuarios comenzaron a relacionar la energía consumo a actividades en lugar de solo ver los datos de los electrodomésticos. Además, pudieron descubrir que algunos electrodomésticos consumen más de lo que esperaban. Como se aprecia, en los comentarios emitidos en el formulario web de la aplicación se crea una conciencia de consumo energético y el usuario es consciente de su consumo y entonces puede realizar cambios en los hábitos y acciones de consumo para reducir de esta manera la factura mensual correspondiente. En este sentido, es importante comentar que, de acuerdo a Yu *et al.*,¹⁰ los resultados muestran que la metodología de evaluación para ahorros energéticos potenciales mejora gracias a los hábitos de consumo de sus ocupantes. Yu *et al.*,¹⁰ considera que los resultados obtenidos en sus investigaciones ayudan a priorizar los esfuerzos para la modificación de conductas de ahorro energéticos en los ocupantes de una residencia.

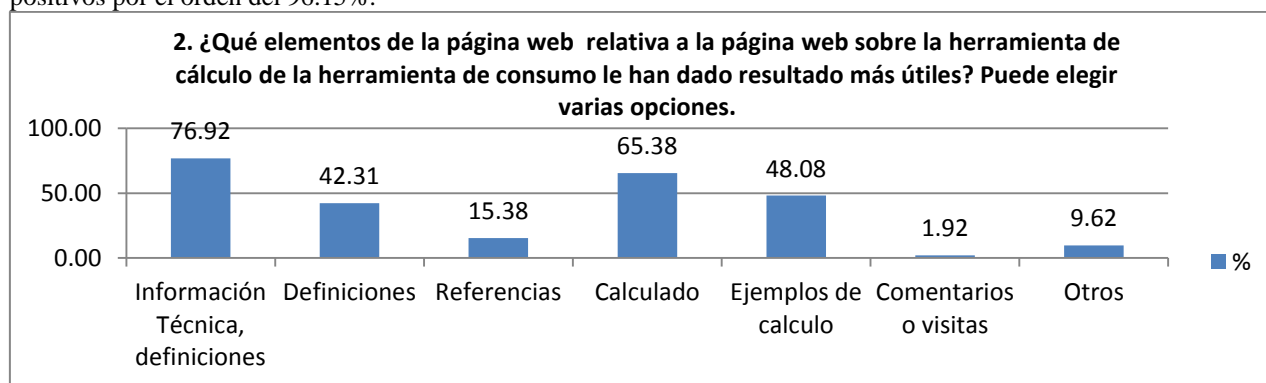
3.3 Diseño y aplicación de encuesta piloto para estudiantes de cursos de ingeniería.

Se diseñó y aplicó una encuesta piloto a un grupo de 52 estudiantes de cursos de ingeniería en la Facultad de Ingeniería eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá. A continuación se presenta la estructura, aplicación y resultados obtenidos de la encuesta sobre *Encuesta sobre la herramienta de cálculo de la página web*: <http://panamahitek.com/calculador-de-energia-electrica/>

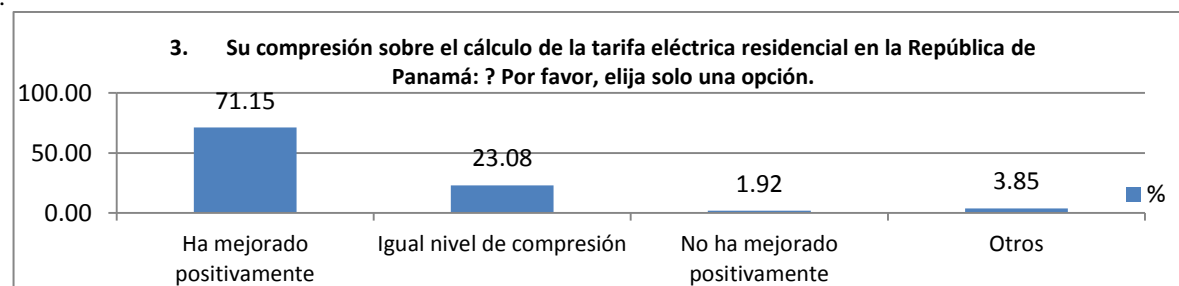
Estimado Estudiante: Por favor, de acuerdo a la indicaciones dadas en la página web indicada arriba, introduzca los valores correspondientes a año, mes de facturación, días facturados, consumo en kwh mensual y seleccione el nombre de la empresa que le suministra el servicio de electricidad. En relación a esto conteste las siguientes cuatro preguntas, de acuerdo:



Como se puede apreciar en la figura 1, los estudiantes han indicado estar un 32.69% muy satisfechos, y un 63.46% satisfechos con la utilidad de la herramienta de cálculo de consumo eléctrico, es decir, la encuesta arroja resultados positivos por el orden del 96.15%.



Como se aprecia en la figura 2, el elemento de la herramienta que resultó más útil para los estudiantes corresponde a: Información técnica y definiciones con un 76.92%, seguido de los resultados calculados que arroja la misma herramienta web con un 65.38%, y en tercer lugar se encuentra los ejemplos de cálculo proporcionados por la página web con un 48.08%. Resulta interesante destacar que incluso las definiciones presentadas allí, le han resultado útiles a los estudiantes de ingeniería con un 42.31%.



En general, la herramienta web, de acuerdo a las respuestas de los estudiantes encuestados de ingeniería, ha mejorado positivamente un 71.15 % la comprensión sobre el cálculo de la tarifa eléctrica residencial en la República de Panamá. En segundo lugar, luego del uso de la herramienta web por parte de los estudiantes, ha resultado con igual nivel de comprensión con un 23.08%, y la encuesta ha arrojado un porcentaje muy bajo de estudiantes que no han mejorado su nivel de comprensión con un 1.92 %.

4. ¿Qué sugerencia puede usted aportar al desarrollo y actualización de la herramienta de cálculo para consumo eléctrico residencial en Panamá en esta página web? En general, las respuestas emitirlas por los estudiantes de ingeniera en la encuestas han indicado una serie de sugerencias para mejorar la herramienta de cálculo del consumo eléctrico tales como:

- Solicitud de presentación de la información de forma pictórica para una mejor comprensión.
- La aplicación y pueda estar en el apps store o play store.
- Mejorar la parte grafica de la parte de cálculo de consumo.

CONCLUSIONES

Panama Hitek es un sitio web dedicado a la enseñanza de la electrónica y la programación en general de forma gratuita. Allí, se encuentra, esta calculadora de la factura eléctrica residencial es válida solamente para los clientes residenciales que no pagan demanda, es decir, con una carga menor a 15 kW. La herramienta ha sido verificada, validada y la data se encuentra a disposición de cualquier internauta que acceda a este artículo. Los comentarios, respuestas de los usuarios recogidos en formulario web, complementan el análisis cualitativo de la pruebas realizadas que demuestran que los resultados de la herramientas se corresponde con la realidad de las facturas originales para las distintas compañías (ENSA, EDEMET, EDECHI) en función del año, mes, zona del país, consumo mensual y días de facturación. Adicionalmente, con los resultados de la aplicación de la encuestas a estudiantes de ingeniería se ha podido constatar que, la encuestas arroja resultados positivos por el orden del 96.15% para el aspecto de utilidad. La información técnica y definiciones han arrojado un 76.92 % como elemento principal de utilidad. En general, la herramienta web, de acuerdo a las respuestas de los estudiantes encuestados de ingeniería, ha mejorado positivamente un 71.15 % la comprensión sobre el cálculo de la tarifa eléctrica residencial en la República de Panamá. También los estudiantes en calidad de usuario han indicado en la última pregunta de la encuesta sugerencias para mejorar la herramienta de cálculo de la tarifa residencial en Panamá.

REFERENCIAS

1. Tsanas A, Xifara A. Accurate quantitative estimation of energy performance of residential buildings using statistical machine learning tools. 2012;(August 2011):1-9.
2. Sianaki OA, Hussain O, Dillon T, Tabesh AR. © 2010 IEEE . Personal use of this material is permitted . Permission from IEEE must be obtained for all other uses , in any current or future media , including reprinting / republishing this material for advertising or promotional purposes , creating new collective works , for resale or redistribution to servers or lists , or reuse of any copyrighted component of this work in other works . Intelligent Decision Support System for Including Consumers ' Preferences in Residential Energy Consumption in Smart Grid. 2010. doi:10.1109/CIMSiM.2010.84.
3. Energía y Sociedad. Redes eléctricas inteligentes. 2010.
4. Kelly S, Kelly S. residential sector less energy ? : A structural equation model for. 2011;(May).
5. Faruqui A, Sergici S, Sharif A. The impact of informational feedback on energy consumption d A survey of the experimental evidence. *Energy*. 2010;35(4):1598-1608. doi:10.1016/j.energy.2009.07.042.
6. Costanza E, Ramchurn SD, Jennings NR. Understanding Domestic Energy Consumption through Interactive Visualisation : a Field Study. 2012:1-10.
7. Pierce J, Schiano DJ, Paulos E. Home , Habits , and Energy : Examining Domestic Interactions and Energy Consumption. 2013;(October 2010). doi:10.1145/1753326.1753627.
8. Ippolito MG, Sanseverino ER, Zizzo G. Impact of building automation control systems and technical building management systems on the energy performance class of residential buildings : An Italian case study. 2014;69:33-40.
9. Al-ghandoor A, Jaber JO, Al-hinti I, Mansour IM. Residential past and future energy consumption : Potential savings and environmental impact. 2009;13:1262-1274. doi:10.1016/j.rser.2008.09.008.
10. Yu Z, Fung BCM, Haghghat F, Yoshino H. A Systematic Procedure to Study the Influence of Occupant

- Behavior on Building Energy Consumption.
11. Wilson C, Dowlatabadi H. Models of Decision Making and Residential Energy Use. 2017;(November). doi:10.1146/annurev.energy.32.053006.141137.
 12. Marszal AJ, Heiselberg P, Bourrelle JS, et al. Article in press. 2011. doi:10.1016/j.enbuild.2010.12.022.
 13. Guevara-Cedeño J. “Indicadores energéticos para una planificación energética sostenible”,. In: *Memoria Del V Congreso Nacional de Ingeniería Ciencia y Tecnología (CONICYT), Con El Lema “La Cultura de La Innovación Como Motor Integrador Para Un Desarrollo Con Equidad”, September 23 -25, 2015.*; 2015.
 14. Guevara-Cedeño J. “Herramientas de Simulación en la Enseñanza de Tópicos Económicos en Ingeniería Eléctrica”,. In: *Proceedings of the 13th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?, Santo Domingo, Dominican Republic, July 29 - 31, 2015.* Santo Domingo, Republica Dominicana; 2015.
 15. Guevara-Cedeño J. Aprendizaje de Mercados Eléctricos Utilizando Simuladores-Experiencia docente. In: *Proceedings of the 14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering Innovations for Global Sustainability”, San José, Costa Rica, July 20-22, 2016.* San José, Costa Rica; 2016.
 16. Garcia-Gonzalez A. Calcule su factura de la luz electrica. 2017. <http://panamahitek.com/calcule-factura-de-energia-electrica/>.
 17. ASEP. *Resolución AN No.3479-Elec Del 10 de Mayo de 2010, Por La Cual Se Aprueba e Incorpora La Sección IV.6.12 Al Título IV Del Reglamento de Distribución y Comercialización, El Cual Fue Aprobado Mediante La Resolución JD-5863 de 17 de Febrero de 2006 y Sus Mod.* Panama, Republica de Panama
 18. Garcia-Gonzalez A. <http://panamahitek.com/la-tarifa-electrica-en-panama/>. *Pagina web PanamaHITEK.* 2017. <http://panamahitek.com/la-tarifa-electrica-en-panama/>.
 19. Kelly, K. and Bowe B. ASEE Annual Conference and Exposition, June 26-29, 2011. In: *Qualitative Research in Engineering Education. 118th.* Vancouver, Canada; 2011.
 20. C. Pope NM. Reaching the parts other methods cannot reach: an introduction to qualitative methods in health and health services research. *BMJ* 1995, 31142-5 1995. 1995.
 21. R. Jones. *Why Do Qualitative Research? It Should Begin to Close the Gap between the Sciences of Discovery and Implementation.*; 1995.
 22. S. Sofaer. Qualitative methods: What are they and Why use then) HSR: Health Services Research. 1999;34: 5(Part II):1101-1118.
 23. Berbey-álvarez A, Álvarez H, Guevara-cedeño J. Relación entre la investigación y la docencia activa . Un punto de vista cualitativo de estudiantes de ingeniería. 2018;(October 2017). doi:10.18502/keg.v3i1.1420.