



APLICACIONES INDUSTRIALES

Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales

New energy indicators for tropical hotels

Arnaldo Molina González¹

Aníbal E. Borroto Nordelo²

José P. Monteagudo Yanes³

Héctor R. Velarde Bedregal⁴

Cosme E. Santiesteban Toca¹

¹ Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

² Universidad Central de Las Villas, Cuba

³ Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos. Cuba.

⁴ Universidad Católica de Santa María de Arequipa, Perú.

RESUMEN/ABSTRACT

Los hoteles de regiones tropicales emplean el 60% y más de la energía eléctrica en satisfacer las demandas de climatización. Estudios realizados demuestran que el índice kWh/HDO, usado tradicionalmente por el sector hotelero, no resulta adecuado, debido a que es baja la correlación entre el consumo energético y la ocupación habitacional diaria, alcanzando solo un 1,4% en un hotel de ciudad. Esto se debe a que el indicador no considera el efecto de las variables climatológicas. Es por ello que se propone un nuevo índice de consumo ajustado ($I_{c_{ajustado}}$), el cual toma en cuenta el Factor de Temperatura de Horas Grado Positivas (F_{tHG^+}). Se propone también un índice de consumo base ($I_{c_{base}}$), capaz de caracterizar el consumo energético de la instalación específica y que apunta a su desempeño óptimo. Como resultado, se logra describir el consumo electro energético con una precisión de hasta el 65%, lo cual es significativamente superior.

Palabras clave: Control energético, eficiencia energética, índice de consumo energético, factor de temperatura, Horas Grado.

Tropical and subtropical hotels, even others hotels in hot conditions, employs about 60% or more of its energy on climate demand satisfaction. Several studies demonstrate kWh/HDO index traditionally used in the hotel sector, it is not adequate. It is due to the low correlation between energetic consumption and the daily habitational occupation, achieving just a 1,4% for hotels in the city. This low correlation could be related to the omission of the weather impact. In this research, we propose a new adjusted energy indicator ($I_{c_{adjusted}}$) that takes into account the Temperature Factor of Positives Hours Degree (F_{tHG^+}). By the other hand, we propose another index with the aim of the optimal energy consumption characterization, called ($I_{c_{base}}$). As a result, the employment of new energy consumption indexes able to describe the energy consumption with an accuracy of 65%, significantly higher to the energy consumption index ($I_{c_{actual}}$), actually employed by the sector.

Key words: Energy control, energy efficiency, index of energy consumption, temperature factor, Hours Degree.

INTRODUCCIÓN

El turismo es el responsable del 5 % de las emisiones globales de dióxido de carbono. Con las tecnologías actuales estas emisiones pudieran aumentar el doble. El sector está siendo monitorizado por altos consumos energéticos y su aporte al calentamiento global [1]. En la actualidad, Cuba se encuentra entre los países donde el turismo figura en el plan de desarrollo como la fuente principal de divisas.

A la par del crecimiento del sector turístico, tanto hotelero como extra hotelero, éste ha debutado como una de las empresas más consumidoras de electro energía en el país [2]. El ahorro y uso racional de la energía se define en tres dimensiones: técnica, social y medio ambiental [3]. La primera referida a la capacidad de un equipamiento de ser novedoso en cuanto a eficiencia en su consumo energético. La segunda referida a la cantidad de energía consumida por unidad de servicio obtenido. La tercera referida a la cuantificación de los daños ocasionados al medioambiente en el proceso de producción de bienes o servicios. Todo lo cual tributa al concepto de Gestión Energética [4].

Entre las etapas necesarias para establecer un sistema de gestión energética en una empresa, entidad económica o inmueble, una de las principales es implementar un sistema de monitoreo y control. En éste, la demanda por períodos, el factor de potencia y el consumo de la energía, deben ser controlados de forma apropiada para reducir al máximo el costo energético [5]. Los índices de consumo energético cumplen una variedad de funciones que van desde el monitoreo de la eficiencia energética, el análisis y la evaluación de políticas energéticas, hasta la valoración de nuevas tecnologías. Sin una indicación de la eficiencia con que se usa la energía, una instalación podrá avanzar muy poco en un programa de gestión de la energía [6]. A partir de estudios realizados en hoteles de la ciudad de Cienfuegos, se evidencia que el índice de consumo utilizado en la actualidad para medir la eficiencia energética en las instalaciones hoteleras, no es adecuado [7]. Aun cuando las variables climatológicas ejercen una influencia relevante sobre el consumo energético hotelero, éstas no están reflejadas en el índice de consumo aplicado en el país para evaluar la efectividad en el uso de la energía de las instalaciones [8].

El índice de consumo actual (I_{actual}) tiene en cuenta solamente el consumo de energía por unidad de alojamiento rentada, o sea, kilo Watt hora por Habitación Día Ocupada, ecuación (1).

$$I_{actual} = kWh/HDO \quad (1)$$

A nivel global, en el sector hotelero, existe la tendencia a expresar el índice en esta unidad. No obstante, existen diferencias en magnitudes. Por ejemplo, en la Florida, el índice oscila entre 75 – 95 kWh/HDO, mientras que para Cuba oscila entre 30 – 60 kWh/HDO [7].

En la actualidad no existe uniformidad en los umbrales establecidos para estos índices de consumo. Solo en el caso del portador agua existe una norma general de proyecto que rige el suministro en las instalaciones. El resto de los índices de consumo se han establecido sobre bases empíricas, y se manejan como parámetros fijos sin que medie un estudio minucioso en cada hotel, ni se haya validado la efectividad de estos índices de consumo para caracterizar la eficiencia energética [9]. Por ello se considera que la evaluación que se realiza en el sector, con respecto a los portadores energéticos, es poco efectiva. Hoteles que realizan un esfuerzo significativo en función del ahorro podrían ser evaluados como deficientes, mientras otros que derrochan recursos energéticos podrían resultar congratulados. Este índice de consumo, además, se emplea por igual para todas las instalaciones hoteleras. No se particularizan agrupamientos de hoteles por: tipo de tecnologías, estructuras de construcción, o ubicación geográfica (ciudad, campo o playa).

- Los hoteles de ciudad suelen tener estructuras verticales y centralizadas. Generalmente, tienen un alto por ciento de gastos en servicios no habitacionales como: salones de reuniones, salas de fiestas públicas y departamentos comerciales. Esta característica hace que la relación entre consumo energético y habitaciones ocupadas sea débil.
- Los hoteles de campo y playa, presentan características diferentes, predominando las estructuras horizontales y distribuidas. Los sistemas de clima centralizado se han generalizado y no es frecuente la realización de eventos ni actividades extra hoteleras en locales climatizados, sino al aire libre. Estos elementos justifican una fuerte relación entre la ocupación habitacional y el consumo energético, estableciéndose coeficientes de determinación del orden de 56% [9]. Lo cual se corroboró en polos turísticos como Jardines del Rey, en Ciego de Ávila y Santa Lucía, en Camagüey. No obstante, los factores de clima también repercuten directamente en el desempeño energético de estos hoteles [5].

Sin embargo, estos elementos no pueden ser garantizados si el índice de consumo utilizado para la evaluación del desempeño energético distorsiona la realidad, desestimulando el esfuerzo por la eficiencia energética. Por ello, en el artículo se presentan dos nuevos índices de consumo para el control energético en la hotelería turística: (1) el índice

de consumo ajustado, el cual toma en cuenta la variable de completamiento ocupacional y la influencia de los factores climáticos; (2) el índice de consumo base, el cual brinda al explotador la posibilidad de comparar su desempeño no contra un índice de consumo global y ajeno, si no, con el índice de consumo ideal para el período evaluado y para su instalación. El documento está estructurado de la siguiente forma. En la sección de materiales y métodos, se presenta el estudio realizado en hoteles de Cienfuegos. Se expone la base teórica que sustenta la inclusión de las condiciones climáticas y, se proponen los nuevos índices de consumo para el control energético. En la sección de resultados, se muestran los análisis de la relación entre el consumo energético y las horas grado positivas. Luego, se comparan los resultados del empleo del índice propuesto con el índice empleado actualmente. Por último, se muestran las conclusiones y los trabajos futuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se muestran los estudios iniciales en un hotel de ciudad. Así como también se muestra el cálculo de Horas Grado Positivas, como índice que toma en cuenta la temperatura como factor climático. Además, se analiza la base de los índices de consumo energético propuestos.

Análisis del índice de consumo actual

Con el objetivo de evaluar la calidad del índice de consumo empleado actualmente y la incidencia de las variables con frecuencia mensual, fue recopilado el nivel ocupacional y el consumo energético del Hotel Unión de la ciudad de Cienfuegos, por el período de un año. En la tabla 1, se muestra el comportamiento mensual de estas variables, durante el año estudiado.

Tabla 1. Valores de las variables ocupación y consumo durante el año de evaluación.

<i>Mes</i>	<i>HDO</i>	<i>kWh</i>	<i>Ic_{actual}</i>
Enero	1147	46870	40,85
Febrero	979	54601	55,77
Marzo	1209	70329	58,17
Abril	1062	75664	51,90
Mayo	966	55114	57,05
Junio	952	87779	92,20
Julio	1104	81838	74,13
Agosto	1097	84715	77,22
Septiembre	936	76893	82,15
Octubre	780	69643	89,29
Noviembre	1034	47836	46,26
Diciembre	780	52097	66,79
Promedio anual	1004	66948	66,68

Si se toma en cuenta que, para los hoteles de ciudad en la región tropical, se establece un rango para el índice de consumo que está entre 30 y 60, una simple observación de la tabla 1 evidencia la poca correspondencia que existe entre el completamiento habitacional (*HDO*) y el índice de consumo energético (*Ic_{actual}*). Enero y marzo son los meses de mayor HDO en el año, con 1147 y 1209 respectivamente. El índice de consumo de enero es el menor de todo el año, 40,86 (por debajo de la media del rango permitido) y el índice de consumo del mes de marzo es de 58,17 (cercano al valor máximo permitido). Al comparar los meses de mayo y junio, de similar comportamiento en niveles de ocupación, es notable la diferencia entre los índices de consumo. Un comportamiento de igual manera errático presupone la comparación entre los meses de octubre y diciembre. Este alto nivel de incongruencia sugiere que se realice un análisis gráfico del nivel de correlación entre *HDO* e *Ic_{actual}*, el cual se muestra en la figura 1.

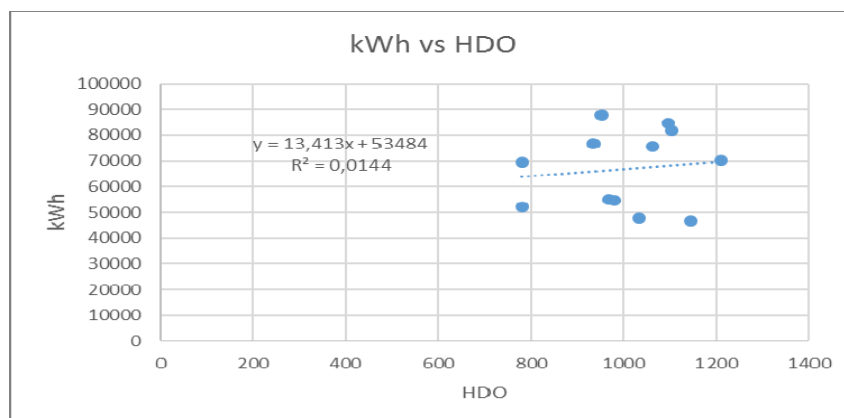


Fig. 1. Gráfico de dispersión relacionando consumo energético vs ocupación.

Como se observa en la figura 1, existe una gran dispersión con respecto a la línea de tendencia central. El coeficiente de determinación R^2 es de 0.014, o sea, la variable ocupación influye sobre el consumo energético en apenas un 1.4 %. Lo cual demuestra que el índice de consumo actual (Ic_{actual}) no debe ser el patrón básico para evaluar el desempeño energético, en este tipo de hoteles. A partir de este análisis se procedió a construir una base de datos con las mediciones tri horarias de las variables climatológicas fundamentales, medidas en las estaciones meteorológicas del país. Existen tres momentos importantes en el día con marcadas diferencias: el horario de la mañana (temperatura fresca, cercana al confort), el medio día (punto máximo de la temperatura) y el anochecer (caída de la temperatura, con una inercia térmica importante sobre las instalaciones). Para ello, fueron tomadas en cuenta la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento, la dirección del viento, la luminosidad y la nubosidad. Estudios realizados por el Centro de Estudios de Energía y Medioambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA), en hoteles de la región, así como, por La Universidad de Matanzas en el polo turístico de Varadero, demuestran la influencia determinante de la temperatura en el consumo energético [9].

Influencia de la temperatura sobre el consumo energético

El análisis anterior sugiere la necesidad de registrar la magnitud temperatura, de forma tal que sea representativa de su intensidad en valor y de la duración en el tiempo. Para ello, se evaluó el término *Colling degree day* o grados día de enfriamiento. El cual se calcula a partir de las temperaturas máximas, mínimas y de confort. No se obtuvieron los resultados esperados. Entonces se evaluó la magnitud Horas Grado. [7] La temperatura ambiente de una región se registra de manera horaria durante un determinado periodo de tiempo. Mientras más se aleje dicha temperatura de las condiciones de confort, mayor es la necesidad de climatización de un espacio. Esto puede ocurrir tanto en un sentido como en el otro, es decir, puede requerirse enfriamiento en climas cálidos o calefacción en climas fríos. Por tanto, las Horas Grado reflejan no sólo el alejamiento de las condiciones de confort, sino también el tiempo que cada nivel de temperatura permanece en el ambiente. De manera formal, las Horas Grado se definen en la ecuación (2) como:

$$HG = \int_{T_{ref}}^{T_{ext}} \int_{t=1}^{24} T(t) dt dT \quad (2)$$

Donde T_{ref} y T_{ext} son la temperatura de referencia o de confort, y la temperatura ambiente exterior, respectivamente. La integración se efectúa para cada día por lo que el intervalo de tiempo es de la hora 1 a la 24 en intervalos de 1 hora. En la figura 2, se muestra el concepto de Horas Grado en forma gráfica y donde TH y TL definen las temperaturas límite consideradas de confort en verano e invierno, respectivamente. [10].

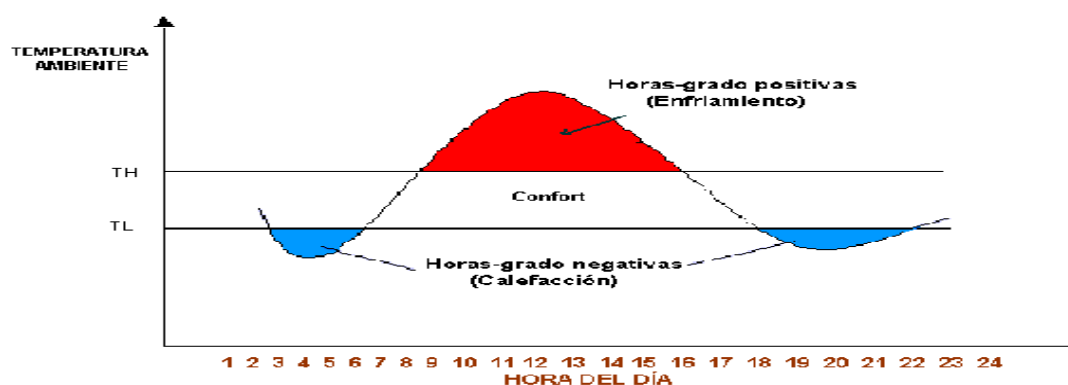


Fig. 2. Visualización gráfica del concepto de horas-grado [10].

La relación entre la Temperatura y las horas del día se encuentra a partir de la función de Fourier ecuación (3), a partir de la cual se expresa la ecuación (4).

$$\theta(t) = \langle m \rangle + A \cos\left(\frac{2\pi t}{24}\right) + B \sin\left(\frac{2\pi t}{24}\right) \quad (3)$$

Donde:

$t = 1, 2, 3, \dots, 24$ (horas)

$\theta(t)$ – Factor adimensional de temperatura.

$$\theta(t) = \frac{T_{\max} - T(t)}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (4)$$

Se sustituye (4) en (3), y luego el resultado en ecuación (2), pudiendo calcular las horas grado diarias y luego por suma algebraica las horas grado mensuales.

$$\langle m \rangle = 0,494687$$

$$A = 0,213005$$

$$B = 0,246524$$

Donde, el % de error es menor de 1,5 % y la desviación estándar es ± 3 .

El procesamiento de datos para obtener las Horas Grado mensual, correspondientes al año evaluado se realiza a partir de los valores de temperaturas máximas y mínimas suministrados por el Instituto de Meteorología (tabla 2).

Tabla 2. Relación entre el consumo energético (kWh) y la temperatura expresada en Horas Grado (HG).

Mes	HG	kWh	Ft
Enero	-5921,8	46870	0,3206
Febrero	479,3	54601	1,0550
Marzo	-430,0	70329	0,9507
Abril	1984,9	75664	1,2277
Mayo	1906,7	55114	1,2187
Junio	4677,4	87779	1,5366
Julio	5056,8	81838	1,5801
Agosto	5689,7	84715	1,6528
Septiembre	4363,1	76893	1,5006
Octubre	3530,9	69643	1,4051
Noviembre	-912,6	47839	0,8953
Diciembre	-168,3	52097	0,9807

Con la intención de analizar la correlación que pueda existir entre el consumo energético (kWh) y la temperatura en Horas Grado, fueron graficados estos parámetros para cada mes correspondiente al año evaluado (figura 3).

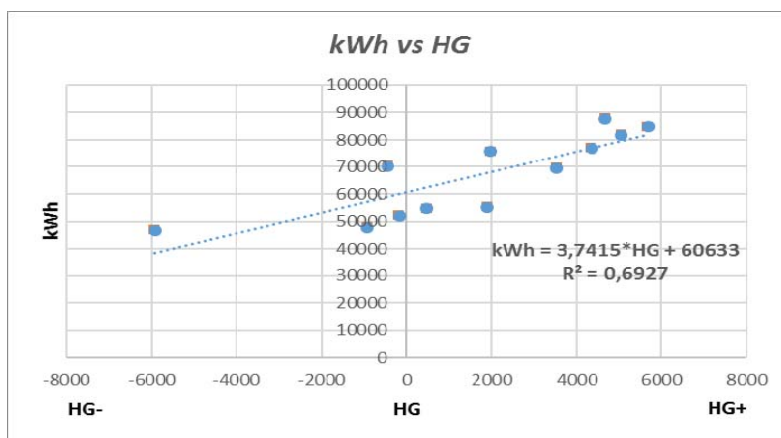


Fig. 3. Relación entre el consumo energético (kWh) y la temperatura en Horas Grado (HG).

Como se puede observar en la figura 3, existe una mayor correlación entre el consumo energético y la temperatura expresada en Horas Grado. Empleando la ecuación de regresión lineal (5), se logra alcanzar un nivel de correlación de un 69%.

$$kWh = 3.7415 HG + 60633 \quad R^2 = 0.6927 \quad (5)$$

Índices de consumo propuestos

Para poder proponer un nuevo índice de consumo energético que se ajuste a las condiciones de los hoteles de la zona tropical y subtropical, es necesario conocer cómo se comportan tanto el consumo energético como la temperatura (HG), para cada mes del año (figura 4).

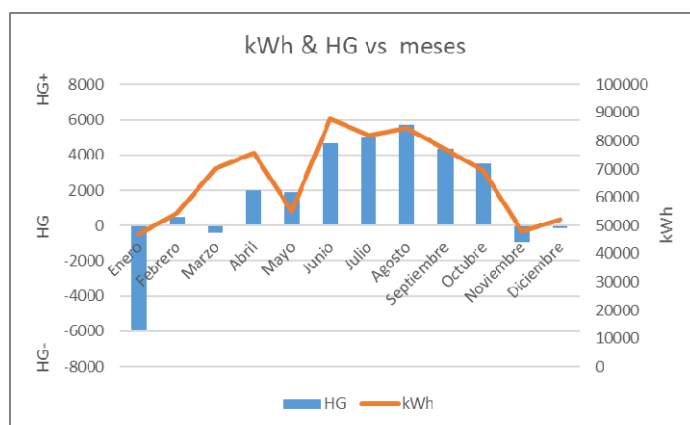


Fig. 4. Comportamiento anual del consumo energético y la temperatura.

Como se puede apreciar en la figura 4, existen cuatro meses del año (noviembre, diciembre, enero y marzo), donde las Horas Grado resultan negativas. Lo cual se debe a que estos meses resultaron fríos y el valor de temperatura descendió por debajo del índice de confort. Es necesario tomar en cuenta que estos hoteles no incorporan sistemas de calefacción sino solo sistemas de enfriamiento. Por tal motivo, resultaría interesante tomar en cuenta exclusivamente las Horas Grado positivas (HG^+).

Siguiendo este razonamiento como guía se decide entonces:

- Trabajar solo con las Horas Grado positivas (HG^+), pues las negativas son necesarias para el caso de calefacción. Lo cual incrementa la correlación de un 68% a un 74%, lo que representa 6 puntos porcentuales (figura 5).
- Lograr un Factor de Horas Grado Positivas que afecte lo menos posible la interpretación física del índice de consumo.

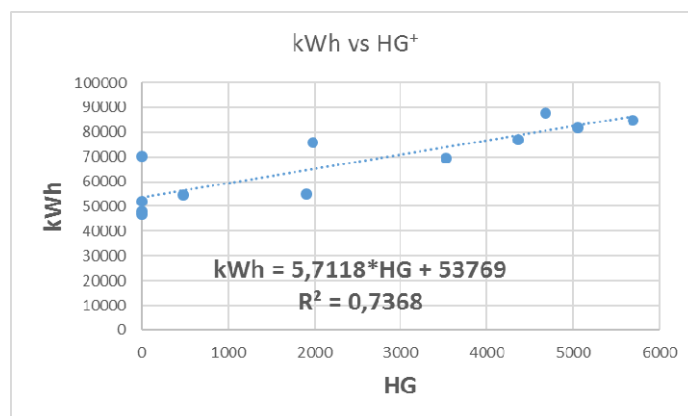


Fig. 5. Relación entre consumo y las horas grado positivas.

Para esto, se utilizó la ecuación de la recta que caracteriza el consumo energético anual de la instalación, ecuación (6):

$$kWh = 5.7118HG + 53769 \quad (6)$$

Si se incorpora al índice de consumo energético el factor de las HDO y las HG y, posteriormente, se relacionan con el consumo, entonces, nótese que el cambio en la magnitud HDO HG con relación a HDO es de 4 cifras. Esto no es conveniente para la interpretación física que se espera del nuevo índice de consumo, pudiendo provocar el rechazo del explotador. El Factor de Temperatura de Horas Grado Positivas (F_{tHG^+}), se calcula al dividir ecuación (6), por la constante de desplazamiento C. Ver ecuaciones (7 y 8):

$$F_{tHG^+} = \frac{mHG^+ + C}{C} \quad (7)$$

$$F_{tHG^+} = 1 + \frac{mHG^+}{C} \quad (8)$$

De donde entonces sustituyendo valores, ecuación (9):

$$F_{tHG^+} = 1 + \frac{5.712HG^+}{53769} \quad (9)$$

Se arriba a la expresión deseada, el Factor de Temperatura de Horas Grado Positivas (F_{tHG^+}). El cual depende únicamente del valor que toma la magnitud Horas Grado. Posteriormente va a formar parte de la variable HDO F_{tHG^+} , que modificará el valor de ésta en proporción a la magnitud que alcancen las Horas Grado.

De este análisis se desprende la propuesta de un nuevo índice de consumo energético ajustado ($I_{c_{ajustado}}$) a las condiciones de los hoteles de ciudad de las zonas tropicales y subtropicales, ecuación (10). El cual relaciona el consumo energético con el factor entre el nivel de completamiento de la instalación hotelera (HDO) y la temperatura expresada en el Factor de Temperatura de Horas Grado Positivas ($F_{t_{HG}^+}$).

$$I_{c_{ajustado}} = \frac{kWh}{HDO \cdot F_{t_{HG}^+}} \quad (10)$$

En la figura 6, se muestra la relación entre el consumo energético (kWh) y la expresión completamiento habitacional por Factor de Temperatura Horas Grado positivas ($HDO \cdot F_{t_{HG}^+}$). Se logra un coeficiente de determinación de 65 %.

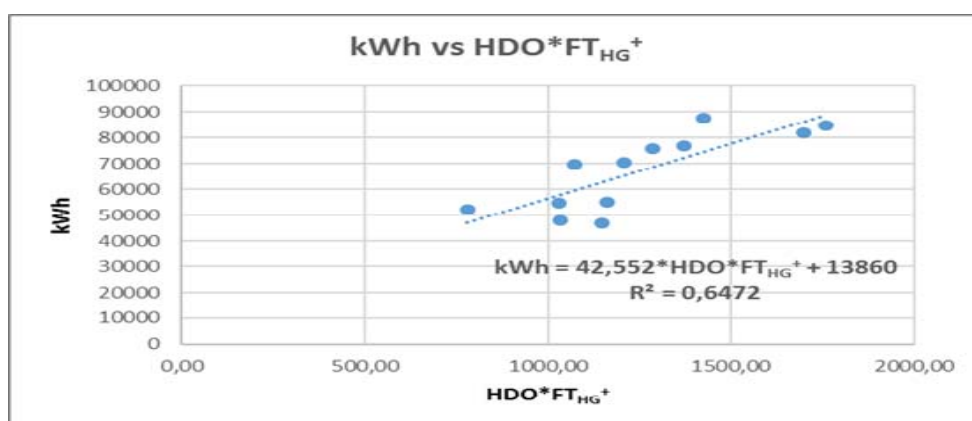


Fig. 6. Relación entre consumo energético (kWh) y la expresión $HDO \cdot F_{t_{HG}^+}$.

Sin embargo, se hace necesario establecer un punto de comparación que permita conocer cuál debe ser el índice de consumo energético óptimo de la instalación, para luego poder evaluar su índice de consumo energético real. A este nuevo índice se le denominó Índice de Consumo Base ($I_{c_{base}}$), el cual se muestra en la ecuación (11). Se obtiene a partir de la división de $HDO \cdot F_{t_{HG}^+}$ en la ecuación de la recta que describe la tendencia central.

$$I_{c_{base}} = 42.552 + \frac{13860}{HDO \cdot F_{t_{HG}^+}} \quad (11)$$

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de relacionar los datos del consumo energético con HDO, el completamiento habitacional y el factor $F_{t_{HG}^+}$, y de sustituir en la ecuación de la recta que caracteriza el desempeño energético de la instalación, se obtienen los valores del Índice de Consumo Actual, el Índice de Consumo Ajustado y el Índice de Consumo Base (tabla 3).

En la tabla 3, se muestran las correlaciones para los diferentes índices de consumo energético, para períodos mensuales, en los hoteles de ciudad. Donde, las correlaciones diarias para el índice de consumo que se emplea en la actualidad ($I_{c_{actual}}$) resultan inestables por períodos. Las causas son múltiples, pero de las principales están relacionadas con la manera en que se explota un hotel con estas características. Por tal motivo la correlación que se puede establecer entre $I_{c_{actual}}$ y el consumo energético es de apenas un 1,4%. Mientras que si se emplease el nuevo Índice de Consumo Ajustado ($I_{c_{ajustado}}$), se lograría alcanzar un nivel de correlación de un 65%. Lo cual significa que la expresión $HDO \cdot F_{t_{HG}^+}$ es realmente capaz de describir el comportamiento del consumo energético de la instalación. Si se considera que se tomó solamente la variable temperatura, que además, esta influye en el análisis directamente sobre el sistema de climatización que representa entre el 50 y el 70% del consumo electro energético de las instalaciones, entonces se considera satisfactorio este coeficiente de determinación.

Tabla 3. Valores de los índices de consumo: actual, base y ajustado.

Meses	KWh	HDO	HDO_{FtHG^+}	Ic_{actual}	Ic_{base}	$Ic_{ajustado}$
Enero	46870	1148	425,37	40,83	54,60	40,83
Febrero	54601	980	1028,85	55,74	55,98	53,03
Marzo	70329	1210	1153,77	58,13	53,98	58,13
Abril	75664	1062	1285,95	71,24	53,30	58,83
Mayo	55114	967	1161,68	57,00	54,44	47,40
Junio	87779	952	1425,08	92,18	52,25	61,58
Julio	81838	1104	1697,12	74,11	50,70	48,21
Agosto	84715	1097	1760,12	77,21	50,41	48,12
Septiembre	76893	936	1369,88	82,14	52,65	56,12
Octubre	69643	780	1072,60	89,18	55,42	64,85
Noviembre	47836	1034	933,74	46,26	55,92	46,26
Diciembre	52097	780	766,05	66,73	60,25	66,73
Promedio anual	66948,25	1004,17	1173,35	67,56	54,16	54,17
Correlación media				1,4%	99%	65%

En la figura 7, se representaron los valores que alcanzan el índice de consumo actual y los índices de consumo propuestos. El análisis de la misma, evidencia que el desempeño energético de esta instalación no fue de excelencia, pero tampoco fue caótico, como sería valorado a partir del comportamiento del índice de consumo actual. Esta situación ocurre en varias instalaciones del país y es motivo de análisis continuos por parte de las casas matrices y direcciones tecnológicas de las cadenas explotadoras de hoteles.

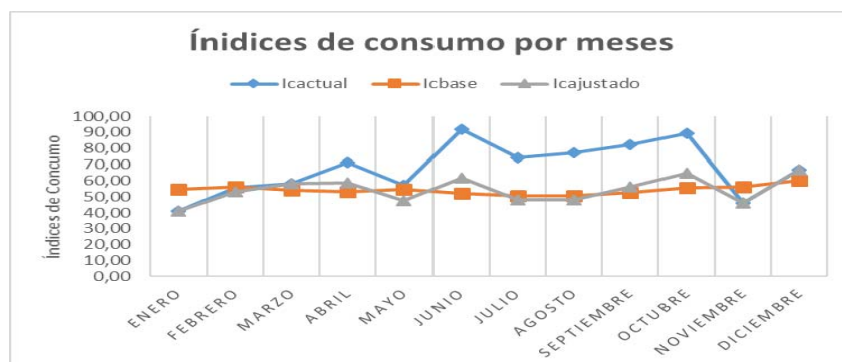


Fig. 7. Comparación gráfica anual entre índices de consumo.

CONCLUSIONES

En la presente investigación fueron propuestos dos nuevos índices para la evaluación del consumo energético de los hoteles de ciudad de las zonas tropicales. El índice de consumo ajustado ($Ic_{ajustado}$), el cual toma en cuenta el consumo que puede representar el empleo de los equipos de clima, en función de la temperatura de confort. El índice de consumo base (Ic_{base}), el cual actúa como medida para la evaluación de los niveles de consumo reales que puede alcanzar un hotel con estas características. Se evidenció, además, que los nuevos índices dan al traste con las dificultades creadas por la aplicación del índice de consumo que se emplea en la actualidad (Ic_{actual}). Como promedio, el $Ic_{ajustado}$ demostró ser capaz de describir el consumo energético de dichas instalaciones con un coeficiente de determinación del 65%, muy superior al pobre 1,4% que exhibe el Ic_{actual} . Además, el Ic_{base} , puede ser empleado para la elaboración de planes de consumo energético que se ajusten a cada tipo de instalación hotelera. Como trabajo futuro, se pretende evaluar estas mismas relaciones para hoteles de playa.

REFERENCIAS

- [1] CERUTTI, A.K., et al., Assessment methods for sustainable tourism declarations: the case of holiday farms, Journal of Cleaner Production (2014). [Consultado en junio 2016]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.032>.

- [2] MONTERO Laurencio, R. Predicción del consumo de electricidad y gas LP en un hotel mediante redes neuronales artificiales. Revista Energética, publicada por el Instituto de Energía de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Diciembre de 2011, n. 42, p. 2, ISSN 0120 – 9833.
- [3] BORROTO, Nordelo, Aníbal y otros. Gestión Energética Empresarial. Segunda edición. Impreso por el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba. Unión Eléctrica. Ministerio de Industria Básica. 2012, p 25. ISBN 959-257-040-X.
- [4] MOLINA, González, Arnaldo et al. Implicaciones energético-económicas de la espontánea gestión tecnológica en los hoteles turísticos del polo Jardines del Rey. Revista electrónica “TURyDES, Turismo y Desarrollo Local” junio de 2011, p.6, ISSN 1988-5261. [consultado en julio 2016]. Disponible en: <http://www.eumed.net/turydes/index.htm>.
- [5] CIRO, Quispe, Oqueña, Enrique et al. Nueva herramienta para la gestión de la eficiencia energética en los procesos empresariales. VII Taller de Energía y Medio Ambiente. Abril del 2012. p2. ISBN 978-959-257-323-9.
- [6] BORROTO, Nordelo, A. y otros autores. Gestión energética en hoteles turísticos: necesidad de una norma. Taller Internacional de energía y medio ambiente. Cienfuegos. Abril 2006, p. 3. ISBN 959-257-110-4.
- [7] CABRERA, O, Borroto, A y et.al. Evaluation of KWh/HDO electrical efficiency indicator in Cuban hotels facilities. 2, Matanzas: s.n., 2012, Retos Turísticos, vol. 3, p. 1-8, ISSN 1681-9713
- [8] BORGES, Davel. Hacia un indicador de consumo de energía eléctrica más efectivo en hoteles del grupo Cubanacán de la provincia de Camagüey. Ingeniería Energética. vol. XXXII, n. 1/2011, p 35-42. ISSN 1815 – 5901.
- [9] LANDA, García, Juan. Correlación lineal entre el consumo de energía eléctrica y parámetros climatológicos y ocupacionales. Revista Retos turísticos. vol. 3, n. 2, p 3, 2005. ISSN 1681-9713.
- [10] PÉREZ, Tello, Carlos y autores. Horas-grado, un criterio realista para caracterizar climatológicamente una región con propósitos de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México. (2006) p.3. [Consultado julio del 2016]. Disponible en <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar07/HTML/articulo04.htm>

AUTORES

Arnaldo Molina González

Ingeniero Mecánico, Máster en Ciencias Técnicas, Profesor Auxiliar, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

e-mail: amolina49@nauta.cu

Aníbal Borroto Nordelo

Ingeniero Mecánico, Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central de Las Villas, Cuba.

e-mail: aborroto@ucf.edu.cu

José Pedro Monteagudo Yanes

Ingeniero Mecánico. Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos. Cuba.

e-mail: jpmnyanes@ucf.edu.cu

Héctor R. Velarde Bedregal

Doctor en TIC, 2017, con Diploma de Estudios Avanzados en Soft Computing, 2010, por la Universidad de Granada, España. Magíster en Ingeniería de Software de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa y titulado como Ingeniero de Sistemas en la Universidad Católica LACH., Perú. Actualmente se desempeña como Docente Principal e Investigador en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa, Perú.

e-mail: hvelardeb@gmail.com

Cosme Ernesto Santiesteban Toca

Doctor en Ciencias de la Computación en la Universidad de Granada, España. Máster en Inteligencia Artificial e Informática Aplicada. Es Investigador en el Centro de Bioplantas y Profesor Titular Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

e-mail: cosme@bioplantas.cu