

# 09

Fecha de presentación: enero, 2023  
Fecha de aceptación: mayo, 2023  
Fecha de publicación: septiembre, 2023

## DETERMINACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LÍNEA BASE ENERGÉTICA Y DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN HOTELES DE VARADERO, CUBA

### **DETERMINATION AND BEHAVIOR OF ENERGY BASELINE AND PERFORMANCE INDICATORS IN HOTEL FACILITIES IN VARADERO, CUBA**

Osvaldo Fidel García Morales<sup>1</sup>

Email: [osvaldo.garcia@umcc.cu](mailto:osvaldo.garcia@umcc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5895-8033>

Gabriel Roque Villalonga<sup>1</sup>

Email: [gabriel.roque@umcc.cu](mailto:gabriel.roque@umcc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8120-7200>

Yanán Camaraza Medina<sup>1</sup>

Email: [yanan.camaraza@umcc.cu](mailto:yanan.camaraza@umcc.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2287-7519>

Mario Antonio Álvarez-Guerra Plasencia<sup>2</sup>

Email: [maguerra@ucf.edu.cu](mailto:maguerra@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5476-3471>

<sup>1</sup>Universidad de Matanzas. Cuba

<sup>2</sup>Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

García Morales, O. F.; Roque Villalonga, G.; Camaraza Medina, Y. & Álvarez-Guerra Plasencia, M. A. (2023). Determinación y comportamiento de línea base energética y de indicadores de desempeño energético en hoteles de Varadero, Cuba. *Universidad y Sociedad*, 15(5), 85-92.

#### RESUMEN

Este trabajo se realizó en un conjunto de 10 hoteles situados en el balneario de Varadero. Teniendo en cuenta que el portador energético que más se consume en estos hoteles es la electricidad (más del 90%), se evaluaron indicadores relacionados con el consumo de este portador. Para ello se utilizaron datos de consumo eléctrico general y de habitaciones-día ocupados (HDO) por mes en dichos hoteles, durante dos años consecutivos. También se utilizaron los datos de temperatura de bulbo seco media diaria, tomados de la estación meteorológica de Varadero de esos años. A partir de los datos anteriores se determinó la temperatura base, los días grado de enfriamiento (DGE) y la línea base de consumo eléctrico en dichos hoteles en función de la variable combinada (HDG). Entonces se determinaron dos indicadores de desempeño energético, a saber: Índice de consumo de electricidad general (kWh/HDG), Energía no asociada al servicio (%), se determinaron dos modos de reportar el desempeño energético: gráfico de varianza de energía calculada/energía real (%) y tendencia (CUSUM) de la varianza de energía (kWh), comprobándose que son factibles de utilizarse y demostrándose el sobreconsumo existente en algunos hoteles.

**Palabras clave:** hoteles, indicadores de desempeño energético, temperatura base, días grado de enfriamiento.

#### ABSTRACT

This work was carried out in a group of 10 hotels located in the Varadero resort. Considering that the energy carrier that is most consumed in these hotels is electricity (more than 90%), indicators related to the consumption of this carrier were evaluated. For this, data on general electricity consumption and occupied rooms-day (HDO) per month in these hotels were used, for two consecutive years. The daily mean dry bulb temperature data, taken from the Varadero meteorological station of those years, were also used. From the previous data, the base temperature, cooling degree days (DGE) and the base line of electricity consumption in said hotels were determined based on the combined variable (HDG). Then two energy performance indicators were determined, namely: General electricity consumption index (kWh / RDD) and Energy not associated with the service (%), two ways of reporting energy performance were also determined: Variance graph of target energy/ actual energy (%) and trend (CUSUM) of energy variance (kWh), verifying that they are feasible to use and demonstrating the existing overconsumption in some hotels.

**Keywords:** hotels, energy performance indicators, base temperature, cooling degree days.

## INTRODUCCIÓN

El sector turístico es uno de los de mayor crecimiento de la economía global. Este es un sector energéticamente intensivo que contribuye en alrededor del 5% de los gases de efecto invernadero. En algunos países los hoteles se encuentran entre los edificios de mayor consumo de energía y consecuentemente el uso eficiente de energía en los hoteles es una oportunidad no sólo para mejorar su desempeño económico, sino para disminuir su impacto ambiental (Cunha & Oliveira, 2020; Eras et al., 2016). Si el consumo de energía de los edificios no se puede evaluar de forma objetiva el diagnóstico para el ahorro energético y la renovación de edificios públicos a gran escala se afectará (Wu et al., 2020). Por esa razón se ha prestado tanta atención a llevar a cabo la predicción energética diaria en el sector de las edificaciones, para alcanzar gestión energética inteligente en los aspectos de detección de desviaciones, diagnóstico y optimización de la operación eficiente (Chen et al., 2017).

Con el objetivo de equilibrar los intereses económicos y las preocupaciones ambientales, el sector turístico ha implementado varias estrategias para aumentar la eficiencia energética y reducir la generación de residuos (Acosta et al., 2016; Mihalic, 2016; Pace, 2016). Se han realizado interesantes estudios relacionados con los visitantes para esos objetivos (Filimonau & Magklaropoulou, 2020; Navratil et al., 2019).

Para estudiar el desempeño energético de los edificios de hoteles se han establecido algunos indicadores como la energía total por unidad de área (kWh/m<sup>2</sup>/año), la energía total por habitación (MWh/H/año), la energía total por habitación noche ocupada (kWh/HDO), la energía total por turista noche (kWh/TDT), sin embargo el consumo de energía se presenta más relacionado con la temperatura, especialmente en verano (Wang et al., 2017; Wang, 2012). Otro trabajo mostró (Wang & Huang, 2013) que hoteles diseñados y operados para turistas de varias regiones pueden tener variados comportamientos en el consumo energético.

El consumo de electricidad no correlaciona bien con la ocupación; algunas razones posibles pueden deberse a lo anterior, pero también sugiere que los gerentes de hoteles deben mejorar la gestión energética cuando la ocupación es baja. Ya sea que se trate de un método de grado-día o del modelo de regresión simple, se deben tener muy en cuenta sus limitaciones, especialmente cuando se aplica a un clima en el que predomina el enfriamiento (Priyadarsini et al., 2009). Justificar el consumo energético y de agua del hotel puede ser muy específico, dependiendo de las condiciones climáticas y la demanda de los

consumidores (Kularatne et al., 2019). Los resultados de Pablo-Romero et al (Pablo-Romero et al., 2019) muestran que existe una creciente relación entre el consumo de electricidad en el sector de hospitalidad y las estancias nocturnas y una influencia notable de las variables de temperatura en el consumo eléctrico, ya que este aumenta con el incremento de los días grado de enfriamiento (DGE) y los días grado de calentamiento (DGC).

El indicador de desempeño tradicional de estos hoteles es el kWh/HDO. Como emplear indicadores para estimar y evaluar el consumo eléctrico (mensual o anual) sobre la base de las habitaciones/día ocupadas (HDO) como parámetro de referencia no permiten detectar y mitigar rápidamente las malas prácticas y los sobreconsumos en las instalaciones del hotel, ni tampoco tienen en cuenta la influencia que ejercen los parámetros físicos como la temperatura exterior, se han desarrollado investigaciones para implementar indicadores más adecuados (Eras et al., 2016; Pazo et al., 2018). Basado en el comportamiento energético establecido inicialmente y en las acciones como parte de la política de gestión energética, es importante evaluar los progresos que se logran en el camino de alcanzar las metas establecidas en la política energética. Esto implica la medición de resultados, el análisis del desempeño y su comparación con las líneas base, considerando la mejor opción para alcanzar un alto nivel de gestión energética en los hoteles es el monitoreo del uso de la energía y las auditorías energéticas. (Mardani et al., 2016). Los hoteles deben ser abanderados en el uso de tecnología de información avanzada para mejorar su eficiencia energética, ya que se ha demostrado que la tecnología de información puede reducir grandemente el consumo de energía de los edificios (Wang et al., 2018).

Según Craig (Craig, 2016) se han desarrollado grandes trabajos empíricos que demuestran que el consumo de electricidad y gas natural están fuertemente relacionados con parámetros climáticos como los días grado de calentamiento (DGC) y los de enfriamiento (DGE). El indicador de días grados podría ser uno de los más prácticos y simples para determinar la energía requerida de confort (Roshan et al., 2017). Los días-grado de enfriamiento o climatización (DGE) se pueden determinar como la suma de diferencias positivas entre la temperatura ambiente y una temperatura base o de referencia, en un período determinado.

Para un edificio enfriado activamente, la temperatura base es la temperatura exterior a la que la planta de enfriamiento no necesita funcionar, y nuevamente está relacionada con las ganancias de calor ocasionales en el espacio (que ahora se suman a la carga de enfriamiento). En este caso, los grados-día de enfriamiento están relacionados

con las diferencias de temperatura por encima de esta base (Day, 2006).

Teniendo en cuenta los aspectos anteriores, este trabajo presenta la determinación de la línea base energética de 10 hoteles del polo turístico de Varadero, dos indicadores del desempeño energético y dos modos de reportar el desempeño energético, usando los datos de HDO y consumo eléctrico de cada hotel, así como la temperatura de bulbo seco media de la estación meteorológica de Varadero.

#### Materiales y métodos:

Los días-grado de enfriamiento o climatización (DGE) se pueden determinar como la suma de diferencias positivas entre la temperatura ambiente y una temperatura de referencia, en un período determinado.

$$DGE = \sum_{1}^{n} (\overline{T_o} - T_b) \quad (1)$$

Donde  $(\overline{T_o})$  es la temperatura de bulbo seco media en el período y  $T_b$  es la temperatura base o de referencia.

Para determinar la temperatura base se usó una herramienta creada con este fin, la cual se basa en cuatro métodos de determinación de los DGE. El primer método que se aplica es el indicado por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire acondicionado (ASHRAE), por sus siglas en inglés, que se basa solamente en datos meteorológicos y consiste en la suma positiva de las diferencias entre la temperatura ambiente y la de referencia en un período de tiempo dado (Indraganti & Boussaa, 2017; Krese et al., 2012). El segundo método aplicado usa la desviación estándar de la temperatura media diaria alrededor de la media mensual para estimar la variabilidad dentro del mes y calcula la desviación estándar de la media mensual durante el año. Este es presentado por Erbs en 1983 (Erbs et al., 1983).

El tercer método se basa en la temperatura media mensual y la desviación estándar durante el mes. Este es presentado por Hitchin en 1983 (Hitchin, 1983). El último método usado fue desarrollado por Schoenau-Kehrig en 1990 (Schoenau & Kehrig, 1990), el cual es uno de los métodos más ampliamente adoptados. Este método usa la desviación de la temperatura media diaria alrededor de la media mensual, es considerada la desviación estándar

más apropiada para los cálculos, el único hecho asumido es que para cada mes las temperaturas medias diarias se encuentran dispersas alrededor de la temperatura media mensual con una distribución normal.

Después de seleccionar la temperatura base correcta, esta herramienta grafica el comportamiento de la línea (Et) como una función de la variable combinada HDG(HDO·DGE) y provee el dato del coeficiente de determinación (R2) de la función. Es importante que se obtenga una correlación de moderada a fuerte, que es adecuada para este tipo de estudio, de acuerdo con Prias y Campos (Prias & Campos, 2013) y Molina et al (Molina González et al., 2017), también Cabello et al (Eras et al., 2016) y Meng and Mourshed (Meng & Mourshed, 2017) consideran que debe alcanzar 0.7. Se calculan tres indicadores estadísticos para analizar la bondad del ajuste de los valores predichos por el modelo a los valores medidos, como Meng and Mourshed (Meng & Mourshed, 2017): El coeficiente de determinación (R2), el coeficiente de variación del error medio cuadrático (CV-RMSE) y el coeficiente normalizado medio del error (NMBE).

Si la línea de comportamiento cumple con los requisitos establecidos por la bondad del ajuste puede tomarse como línea base (LBEn) y su ecuación:

$$E_t = E_o + m.HDG \quad (2)$$

Utilizarse para determinar la energía no asociada al servicio  $E_o$  y determinar la ecuación del índice de consumo (Ic):

$$I_c = \frac{E_o}{HDG} + m \quad (3)$$

También permite obtener y reportar la varianza energética como:

$$E_v = \frac{E_t}{E_a} \cdot 100 \quad (4)$$

Y reportar la tendencia de la varianza energética, para el cual se usa el método de la suma acumulativa de las desviaciones (CUSUM) entre el valor real de consumo y el predicho por la línea base.

## Resultados y Discusión

Tabla 1: Ecuaciones y sus valores de ajuste en los diferentes hoteles

Hotel	Ecuación	R <sup>2</sup>	CV-RMSE	NMBE
A		0,71	13,86	0,0094
B		0,93	7,63	0,0115
C		0,72	10,00	3,0299
D		0,92	4,64	0,0060
E		0,80	7,68	0,0255
F		0,86	5,40	0,0021
G		0,92	3,09	0,0191
H		0,83	5,81	0,0052
I		0,71	16,27	1,1836
J		0,89	4,15	0,0005

Fuente: los autores

En la tabla anterior se puede ver que el hotel I no cumple con el indicador CV-RMSE, ya que para datos mensuales este debe ser menor que 15. Todos cumplen NMBE, ya que el máximo valor para datos mensuales es 5 (Meng & Mourshed, 2017).

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se decidió realizar un proceso de filtrado de datos para el hotel I.

Para llevar a cabo el filtrado de datos se ha considerado que para este caso solamente los valores de dos meses pueden ser eliminados, que se encuentran por debajo de la línea inferior y por encima de la línea superior, las cuales se determinan según las ecuaciones siguientes:

$$L_s = E + Z * S_e \quad (5)$$

$$L_i = E - Z * S_e \quad (6)$$

Donde  $L_s$  es la franja de filtrado superior y  $L_i$  es el error estándar de estimación.

Después de filtrar los datos, se obtienen los siguientes resultados para el hotel I:

Tabla 2: Resultados obtenidos después del filtrado

Hotel	Ecuación	R <sup>2</sup>	CV-RMSE	NMBE
I		0,95	4,7687	0,0021

Fuente: los autores

Después de haber determinado la ecuación para el comportamiento de la electricidad en función de HDG para los 10 hoteles y haber analizado la bondad del ajuste y verificar que está dentro del rango aceptado por la literatura, se analizaron los indicadores propuestos más arriba, de los cuales se muestra un resumen en la tabla 3. Los resultados denotan ser variables dependiendo del hotel analizado.

Tabla 3: Resumen de indicadores y reportes analizados en diferentes hoteles

Hoteles	Rango de Índice de consumo, kWh/HDG	Energía no asociada al servicio, %	Varianza de energía, %	Tendencia (CUSUM) de la varianza de energía/valor final, MWh
A	0,15-1,255	97,34	92,68-162	Decreciendo/-546,5

B	0,39-1,461	78,68	82,99-126,18	Decreciendo hasta junio y después incrementando/-65
C	0,1296-0,382	61,95	89,2-117,1	Decreciendo hasta junio, después creciendo hasta octubre y después decreciendo hasta diciembre/-302,3
D	0,2352-0,674	70,68	100,3-122,4	Decreciendo/ -471
E	0,2185-0,5151	56,8	89,1-109,3	Decreciendo hasta junio, después creciendo/ -1,3
F	0,32-0,76	73,8	96,4-116,8	Decreciendo/-251,3
G	0,25-2,0	66,92	83,5-98,17	Incrementando /461
H	0,2434-0,5182	56,6	83,8-145,	Decreciendo hasta julio, después creciendo hasta octubre y después decreciendo/-543,7
I	0,213-0,504	57,16	77,7-96,	Creciendo/1107
J	0,2471-0,7418	65,37	70,8-126,3	Decreciendo/-1016

Fuente: los autores

El hotel A trabajó con baja ocupación y por tanto la mayoría de sus indicadores de desempeño se encuentran por encima de 0,4 kWh/HDG, solamente en diciembre se recuperó y trabajó con más ocupación y mejoró su indicador. Por lo primero tiene una energía no asociada al servicio demasiado alta. A pesar de lo señalado, trabajó con energía por debajo de la calculada para la línea base y por tanto su tendencia de varianza energética es decreciente, ahorrándose al final de año 546,5 MWh.

En el hotel B sucede algo similar a lo ocurrido en el hotel A, sin embargo, en este caso trabajó con menores valores de eficiencia y por tanto al final el ahorro fue solamente de 65 MWh.

El hotel C trabajó la mayoría de los meses con indicadores entre 0,1296 y 0,3 kWh/HDG y por debajo de la línea base, como puede observarse en la figura 1, su consumo de energía no asociada al servicio es relativamente bajo. Al final del año tuvo un ahorro de 302,3 MWh.

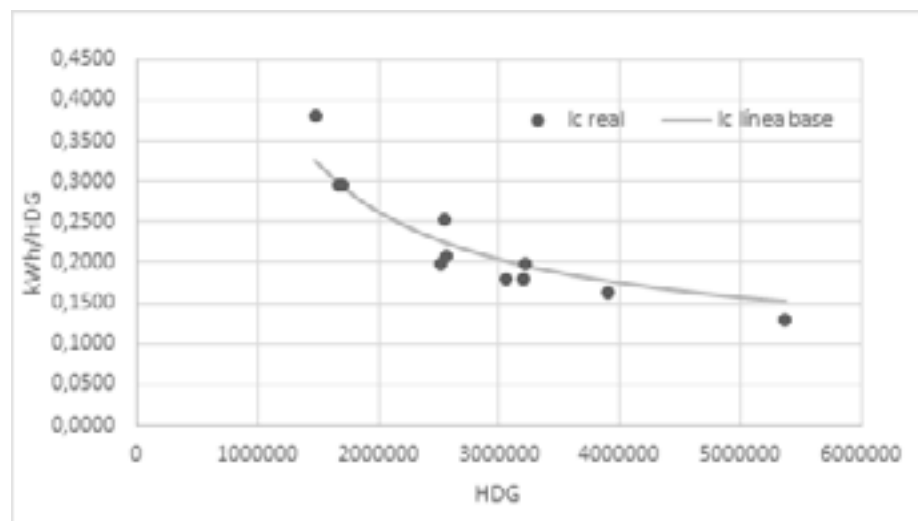


Figura 1: Índice de consumo del hotel C.

Fuente: los autores

El hotel D trabajó en todos los meses por debajo de su línea base y por tanto sus indicadores dan bien, ahorrándose al final del año 471 MWh. Su energía no asociada al servicio fue relativamente alta, debido al menor consumo promedio del año.

El hotel E trabajó en unos meses con mejores valores que la línea base y en otros con peores, por esa razón el ahorro pudo ser solamente de 1,3 MWh en el año.

El hotel F trabajó la mayoría de los meses con mejores valores que la línea base, como puede observarse en el gráfico de varianza energética representado en la figura 2, por tanto, ahorró 251,3 MWh. Su energía no asociada al servicio es alta, debido fundamentalmente a los bajos valores de servicio de la mayoría de los meses.

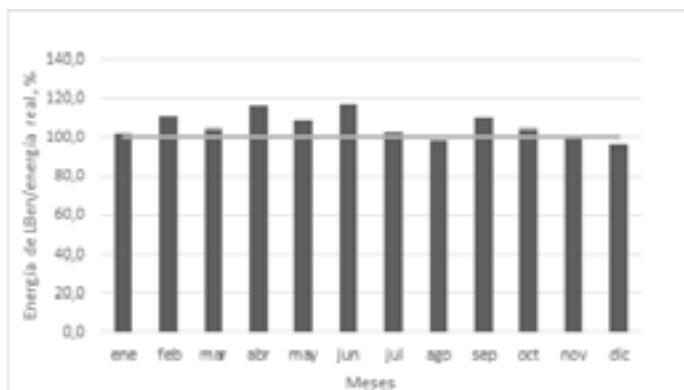


Figura 2: Gráfico de varianza del consumo de energía del hotel F

Fuente: los autores

El hotel G trabajó todo el tiempo por encima de su línea base por tanto gastó más que lo previsto y al final del año el sobreconsumo fue de 461 MWh.

El hotel H trabajó algunos meses por encima de su línea base y otros por debajo, por tanto, su tendencia (CUSUM) de varianza energética primero tendió a bajar hasta julio, luego subió hasta octubre y después volvió a bajar hasta diciembre, como se observa en la figura 3. Finalmente ahorró 543,7 MWh en el año.

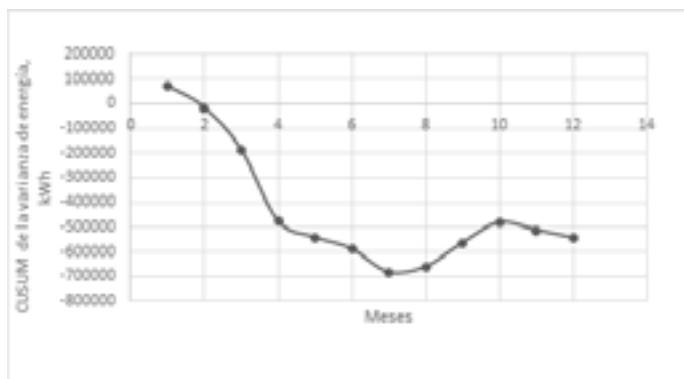


Figura 3: Tendencia (CUSUM) de la varianza de energía del hotel H

Fuente: los autores

El hotel I en todo momento trabajó por encima de su línea base, por tanto, se mantuvo consumiendo más energía que la prevista durante todo el año, al final el sobreconsumo fue de 1107 MWh.

El hotel J trabajó algunos meses por encima de su línea base y otros por debajo de la misma, pero su tendencia de varianza energética se mantuvo disminuyendo y al final del año su ahorro fue de 1016 MWh.

## CONCLUSIONES

En el trabajo se determinan las líneas base de consumo eléctrico de 10 hoteles del polo turístico de Varadero a partir de la variable combinada habitaciones día ocupadas-días grado de enfriamiento (HDG), resultado de gran importancia para los análisis adecuados de gestión de la energía.

A partir del resultado anterior y de valores del siguiente año, se analizan dos indicadores de desempeño energético, es decir: el índice de consumo, la energía no asociada al servicio y dos formas de reportar el desempeño energético: la varianza energética y la tendencia (CUSUM) de la varianza energética. Este resultado permite concluir sobre el desempeño energético de cada hotel en el año. Como ejemplos se puede señalar que los hoteles G e I trabajaron de forma ineficiente y el hotel que más ahorró fue el J.

## REFERENCIAS

- Acosta, A., González, A. I., Zamarreno, J. M., & Alvarez, V. (2016). Energy savings and guaranteed thermal comfort in hotel rooms through nonlinear model predictive controllers. *Energy and Buildings*, *129*, 59-68. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816306715>
- Craig, C. A. (2016). Energy consumption, energy efficiency, and consumer perceptions: a case study for the Southeast United States. *Applied Energy*, *165*, 660-669. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261915016426>
- Cunha, F. O., & Oliveira, A. C. (2020). Benchmarking for realistic nZEB hotel buildings. *Journal of Building Engineering*, *30*, 101298. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710220302850>
- Chen, Y., Tan, H., & Berardi, U. (2017). Day-ahead prediction of hourly electric demand in non-stationary operated commercial buildings: A clustering-based hybrid approach. *Energy and Buildings*, *148*, 228-237. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778816313792>

- Day, T. (2006). Degree-days: theory and application. *The Chartered Institution of Building Services Engineers, London*, 106. <https://www.cibse.org/knowledge-research/knowledge-portal/technical-memorandum-41-degree-days-theory-and-application-2006-pdf>
- Eras, J. J. C., Santos, V. S., Gutiérrez, A. S., Plasencia, M. Á. G., Haeseldonckx, D., & Vandecasteele, C. (2016). Tools to improve forecasting and control of the electricity consumption in hotels. *Journal of cleaner production*, 137, 803-812. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616310988>
- Erbs, D. G., Beckman, W., & Klein, S. (1983). Estimation of degree-days and ambient temperature bin data from monthly-average temperatures. *ASHRAE J.;(United States)*, 25(6). <http://amet-me.mnsu.edu/UserFilesShared/SolarWall/Degree%20Day%20Analysis/Estimation%20of%20Degree-Days%20and%20ambient%20temperature%20bin%20data%20from%20monthly-average%20temperature%20-%20Erbs,%20Klein%20and%20Beckman.pdf>
- Filimonau, V., & Magklaropoulou, A. (2020). Exploring the viability of a new 'pay-as-you-use' energy management model in budget hotels. *International Journal of Hospitality Management*, 89, 102538. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278431920300906>
- Hitchin, E. (1983). Estimating monthly degree-days. *Building Services Engineering Research and Technology*, 4(4), 159-162. [https://www.researchgate.net/publication/239405317\\_Estimating\\_monthly\\_degree-days](https://www.researchgate.net/publication/239405317_Estimating_monthly_degree-days)
- Indraganti, M., & Boussaa, D. (2017). A method to estimate the heating and cooling degree-days for different climatic zones of Saudi Arabia. *Building Services Engineering Research and Technology*, 38(3), 327-350. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0143624416681383>
- Krese, G., Prek, M., & Butala, V. (2012). Analysis of building electric energy consumption data using an improved cooling degree day method. *Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 58(2), 107-114. [https://www.sv-jme.eu/?ns\\_articles\\_pdf=/ns\\_articles/files/ojs/393/submission/copyedit/393-955-1-CE.pdf&id=2944](https://www.sv-jme.eu/?ns_articles_pdf=/ns_articles/files/ojs/393/submission/copyedit/393-955-1-CE.pdf&id=2944)
- Kularatne, T., Wilson, C., Månsson, J., Hoang, V., & Lee, B. (2019). Do environmentally sustainable practices make hotels more efficient? A study of major hotels in Sri Lanka. *Tourism Management*, 71, 213-225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517718302176>
- Mardani, A., Zavadskas, E. K., Streimikiene, D., Jusoh, A., Nor, K. M., & Khoshnoudi, M. (2016). Using fuzzy multiple criteria decision making approaches for evaluating energy saving technologies and solutions in five star hotels: A new hierarchical framework. *Energy*, 117, 131-148. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216315031>
- Meng, Q., & Mourshed, M. (2017). Degree-day based non-domestic building energy analytics and modelling should use building and type specific base temperatures. *Energy and Buildings*, 155, 260-268. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817317498>
- Mihalic, T. (2016). Sustainable-responsible tourism discourse—Towards 'responsustainable'tourism. *Journal of cleaner production*, 111, 461-470. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614013596>
- Molina González, A., Velarde Bedregal, H. R., Borroto Nordelo, A. E., Santiesteban Toca, C. E., & Monteagudo Yanes, J. P. (2017). Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales. *Ingeniería Energética*, 38(3), 198-207. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59012017000300005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012017000300005)
- Navratil, J., Picha, K., Buchecker, M., Martinat, S., Svec, R., Brezinova, M., & Knotek, J. (2019). Visitors' preferences of renewable energy options in "green" hotels. *Renewable energy*, 138, 1065-1077. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.043>
- Pablo-Romero, M. d. P., Pozo-Barajas, R., & Sanchez-Rivas, J. (2019). Tourism and temperature effects on the electricity consumption of the hospitality sector. *Journal of cleaner production*, 240, 118168. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118168>
- Pace, L. A. (2016). How do tourism firms innovate for sustainable energy consumption? A capabilities perspective on the adoption of energy efficiency in tourism accommodation establishments. *Journal of cleaner production*, 111, 409-420. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652615002000>

- Pazo, L., García, O., & Dobarganes, O. (2018). Propuesta y validación de indicador de desempeño energético en un hotel de Varadero. *Retos turísticos*, 17(2). <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v44n1/1815-5936-rii-44-01-197.pdf>
- Prías, O., & Campos, J. (2013). Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. *Guía con Base en la Norma ISO, 50001*. [https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/EEIColombia/Guia\\_estructura\\_ISO50001.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/EEIColombia/Guia_estructura_ISO50001.pdf)
- Priyadarsini, R., Xuchao, W., & Eang, L. S. (2009). A study on energy performance of hotel buildings in Singapore. *Energy and Buildings*, 41(12), 1319-1324. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778809001777>
- Roshan, G. R., Ghanghermeh, A., & Attia, S. (2017). Determining new threshold temperatures for cooling and heating degree day index of different climatic zones of Iran. *Renewable energy*, 101, 156-167. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148116307637>
- Schoenau, G. J., & Kehrig, R. A. (1990). Method for calculating degree-days to any base temperature. *Energy and Buildings*, 14(4), 299-302. [https://www.canr.msu.edu/uploads/files/Research\\_Center/NW\\_Mich\\_Hort/General/CalculatingGrowingDegreeDays.pdf](https://www.canr.msu.edu/uploads/files/Research_Center/NW_Mich_Hort/General/CalculatingGrowingDegreeDays.pdf)
- Wang, F., Lin, H., & Luo, J. (2017). Energy Consumption Analysis with a Weighted Energy Index for a Hotel Building. *Procedia Engineering*, 205, 1952-1958. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817346076>
- Wang, J. C. (2012). A study on the energy performance of hotel buildings in Taiwan. *Energy and Buildings*, 49, 268-275. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877881200093X>
- Wang, J. C., & Huang, K.-T. (2013). Energy consumption characteristics of hotel's marketing preference for guests from regions perspective. *Energy*, 52, 173-184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544213000728>
- Wang, X., Wu, N., Qiao, Y., & Song, Q. (2018). Assessment of energy-saving practices of the hospitality industry in Macau. *Sustainability*, 10(1), 255. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/255>
- Wu, J., Lian, Z., Zheng, Z., & Zhang, H. (2020). A method to evaluate building energy consumption based on energy use index of different functional sectors. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101893. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670719316506>