

REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
CEEMA



Trabajo de diploma en opción al título de ingeniero Mecánico

Título: Estudio sobre indicadores de desempeño energético efectivos para el caso de hoteles en Cuba

Autor: Rui da Conceicao Bartolomeu Feijó

Tutor: Dr. Mario Álvarez Guerra Plasencia

Pensamientos:

"La mente que se abre para nuevos desafíos, jamás volverá a su tamaño original"

Albert Einstein

"No importa lo lejos que podáis llegar. En algún momento estáis destinados a tropezar. Si os estáis empujando constantemente hacia lo más alto la ley de los promedios, por no mencionar el mito de Ícaro, predice que caeréis en algún momento. Y cuando lo hagáis, debéis recordar una cosa: no hay nada como el fracaso. El fracaso es simplemente la vida tratando de movernos en otra dirección"

Oprah Winfrey,

"La sabiduría no es un producto de la educación, sino del intento de toda la vida para adquirirla".

Albert Einstein

Agradecimientos

A Dios

Al creador del universo, al dueño de todo el conocimiento, al que me ha sostenido, sustentado y dándome fuerzas para encarar y vencer las dificultades de la vida; a este soberano Dios van todos mis más sinceros agradecimientos. Gracias por esa conquista Señor Dios.

A mis padres

A los segundos dioses de mi vida, a los protagonistas del hombre que me he tornado, a la razón de mis batallas; a mis padres se los agradezco con toda la vida y le pido a Dios que siga los bendiciendo.

A los profesores

A los protagonistas del conocimiento científico que he adquirido durante estos cinco años, a los maestros por excelencia; a todos los profesores que han contribuido en mi carrera ingenieril, en especial a mi tutor Dr. Mario Álvarez Guerra Plasencia gracias por todo.

A mi novia

A la niña de mis ojos Nuria Esperanca Miguel Caxinda, a ti mis sinceros agradecimientos por tus consejos y apoyo que me has dado, mismo lejos pero siempre te siento cerca,

A mis amigos y compañeros

A todos amigos que nos hicimos hermanos y compañeros de batalla, a todos aquellos que directa o indirectamente acreditaron en mí y me dieron un voto de confianza que sí lo iba a lograr y por los más mínimos gesto de aporte durante la carrera; a todos ustedes van los mis más sinceros agradecimientos.

¡Gracias a todos!

Resumen

La práctica actual para evaluar la eficiencia del uso de la energía eléctrica en los hoteles, basada en la relación existente entre la Energía Consumida (EC) y las Habitaciones Diarias Ocupadas (HDO) no garantiza la adecuada efectividad de este indicador, dado que el coeficiente de Determinación R^2 de los modelos de regresión generados son menores al 75 % y no explican adecuadamente las variaciones de la EC respecto a las HDO. El objetivo de esta investigación es proponer un nuevo indicador de regresión que satisfaga la relación existente entre las HDO con relación al consumo. Refiriendo los consumos de energía eléctrica del resto de las áreas del hotel a los consumos de energía de las habitaciones físicas, es posible calcular un nuevo valor de HDO utilizando la variable "habitaciones diarias equivalentes" HDOequiv, obteniéndose modelos de regresión más efectivos con coeficientes superiores al 75%, así como valores más adecuados de la correlación lineal entre ambas variables. La aplicación de esta metodología contribuye a un análisis más confiable en la evaluación del desempeño energético del sector hotelero.

Summary

The current practice to evaluate the efficiency of the use of electric energy in hotels, based on the relationship between Energy Consumption (EC) and Daily Rooms Occupied (HDO) does not guarantee the adequate effectiveness of this indicator, given that the coefficient of Determination R^2 of the regression models generated are less than 75% and do not adequately explain the variations of the CE with respect to the HDO. The objective of this research is to propose a new regression indicator that satisfies the existing relationship between the HDO in relation to consumption. Referring the consumption of electrical energy from the rest of the hotel areas to the energy consumption of the physical rooms, it is possible to calculate a new HDO value using the variable "daily equivalent rooms" HDOequiv, obtaining more effective regression models with higher coefficients 75%, as well as more adequate values of the linear correlation between both variables. The application of this methodology contributes to a more reliable analysis in the evaluation of the energy performance of the hotel sector.

Índice

Contents

Introducción	1
Problema científico:	3
Hipótesis:	4
Objetivo general:	4
Objetivos específicos:	4
Justificación de la investigación:	5
Capítulo I: Revisión bibliográfica	6
1.1. Importancia del consumo energético en el sector hotelero	6
1.2. Variables que influyen en el consumo energético de hoteles	8
1.2.1- Influencia de la ocupación sobre el consumo energético	10
1.2.2- Influencia del factor climático sobre el consumo energético	11
1.2.3- Determinación de la temperatura base	13
1.3. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)	15
1.4. Dificultades sobre los IDEn utilizados actualmente	18
1.5- Conclusiones parciales	19
Capítulo II- Materiales y Métodos	21
2.1- Caracterización de la muestra de los hoteles	21
2.2- Obtención de los datos estadísticos de consumo y ocupación de los hoteles	26
2.3- Determinación de los Días Grados de Enfriamiento	27
2.4- Cálculo de los IDEn	33
2.5- Conclusiones parciales	34
Capítulo III: Cálculo y Análisis de resultado de los IDEn	35
3.1. Análisis de correlación de los IDEn por hotel	35
3.1.1. Análisis de correlación del IDEn kWh/HDO	35
3.1.2 Análisis de correlación del IDEn kWh/HDO*DG.	48
3.2- Conclusiones parciales	59
Conclusiones generales	60
Recomendaciones	61
Bibliografías	62
Anexos	65

Introducción

En el actual contexto socio-económico existen dos factores que necesariamente influirán en el panorama mundial futuro: la creciente escasez de combustibles fósiles (circunstancia agravada por la creciente demanda energética derivada, no sólo por la actividad económica de los países industrializados, sino también por la entrada en escena de países en desarrollo, como China o la India), y el ritmo vertiginoso del calentamiento del planeta (cambio climático), cuyo origen antropogénico parece cada vez más indiscutible (Efiener, 2009).

En dicho contexto, la necesidad de asegurar el abastecimiento energético en el S. XXI y la urgencia de no incrementar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, hacen que las energías renovables cobren fuerza, constituyendo un recurso seguro e inagotable: el consumo de este recurso no perjudica a la “salud” del planeta Tierra y no hipoteca el medio ambiente que entregaremos a las generaciones futuras, como sí ocurre con otras alternativas energéticas como la energía nuclear. (Efiener, 2009).

A nivel internacional, el sector energético se enfrenta a retos y desafíos que afectan a todos los países, de una manera u otra, debido al paulatino agotamiento de los combustibles fósiles, como fuente fundamental para la generación de la energía eléctrica a nivel mundial; el debilitamiento sufrido por el planeta debido a la explotación desmedida de dichos combustibles; lo cual lleva a buscar fuentes alternativas para la generación de electricidad y una satisfacción insuficiente de la demanda, donde el desarrollo de tecnologías de eficiencia energética en áreas tales como la iluminación y el aire acondicionado ha ayudado a limitar el crecimiento de la demanda de energía mundial al 1,8% anual, por debajo del 3% en el periodo 1990-2012 (Daniel Cisnero, 2017).

Las edificaciones destinadas a los hoteles poseen características propias que las diferencian de otro tipo de edificios. Son instalaciones con un uso permanente a lo largo de cada año y donde su principal objetivo reside en garantizar confort y calidad para los huéspedes en todos sus servicios. En esas instalaciones predomina el movimiento de los ocupantes desde la habitación hacia las áreas exteriores, la

presencia de cristales, la diversidad entre habitaciones, así como el amplio uso del sistema de aire acondicionado durante todo el día. Estos factores inciden decisivamente en los altos niveles de carga térmica. Inmersos en la situación energética global, el sector hotelero en todos los países se impone objetivos relacionados con el control de la demanda y el ahorro de energía. (González, 1996), (Castilla et al., 2010).

La eficiencia competitiva de los recursos, en el caso de la energía eléctrica, es la base para un aprovechamiento óptimo e integral de los insumos con los que cuenta cualquier organización, así como los costos energéticos y la tecnología empleada en su consumo constituyen verdaderos elementos de competitividad. Bajo estas condiciones, los líderes de este tipo de empresas (turísticas) deben ser capaces de identificar escenarios (oportunidades y debilidades) a fin de abrirse a nuevas ideas y fomentar innovaciones tecnológicas que induzcan a lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos. Deben adoptar un compromiso para el cambio, con una mejora continua. Las compañías exitosas son aquellas que crean constantemente nuevo conocimiento y lo aplican rápidamente en nuevas tecnologías, nuevos productos o nuevos servicios (Morales-Zamorano L.A., 2008)

Por su parte el turismo es uno de los sectores con mayor demanda de energía; en particular el área hotelera que se caracteriza por un alto consumo de energía eléctrica, generada fundamentalmente a partir de combustibles fósiles y el consumo de otros portadores energéticos, necesarios para proveer servicios de altos estándares de calidad a sus huéspedes.

Internacionalmente, se aplica la norma ISO 50001 (Organización Internacional de Normalización), que en Cuba se estableció en el año 2011 bajo la denominación NC ISO 50001:2011 Sistemas de gestión de la energía — requisitos con orientación para su uso. Esta norma instituye los requisitos que deben cumplir los SGEs (Sistema de Gestión de la Energía) y se basa en el establecimiento de la mejora continua del desempeño energético y el propio sistema de gestión energética en la organización, que facilita a las instituciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta para la reducción de los consumos de energía, los costes

financieros asociados al uso de la misma y consecuentemente a la disminución de los efectos negativos sobre el medio ambiente.

La consideración de indicadores de desempeño energético reales es un elemento indispensable para la correcta evaluación de la eficiencia energética de una empresa (Pineda Insuasti, 2017).

En Cuba, el 91% de los hoteles son propiedad estatal y el Ministerio de Turismo (MINTUR) es responsable de su gestión. Para administrar la eficiencia energética sobre una base mensual, el mismo estableció un IDEn basado en la relación del consumo eléctrico (kWh) y la ocupación de las instalaciones medida como el número de habitaciones día ocupadas (HDO).

Una investigación previa desarrollada con el objetivo de definir la influencia de las HDO en el consumo de electricidad en 8 hoteles cubanos dio como resultado una baja correlación, sobre todo porque según Cabrera et al. (Cabrera et al., 2004) no tuvieron en cuenta la influencia de la temperatura exterior, las diferencias entre las habitaciones, los servicios proporcionados a los no huéspedes y las diferencias entre los servicios y actividades que se ofrecen a turistas. Si bien numerosos estudios demostraron que parámetros como el nivel de ocupación y las condiciones climáticas influyen fuertemente en el consumo de energía, aún la mayoría de los indicadores de eficiencia energética discutidos en la literatura no consideran la temperatura exterior.

No todos los indicadores que actualmente utilizan las instalaciones hoteleras en Cuba son adecuados para los fines propuestos, de ahí se plantea el siguiente problema científico:

Problema científico:

El indicador de desempeño energético utilizado por el MINTUR (kWh/HDO) no refleja adecuadamente el comportamiento de las instalaciones hoteleras; muestra baja correlación en los análisis realizados en varios estudios. En la literatura especializada se han propuesto otros indicadores que introducen otras variables como los días

grados, la temperatura media, etc. Es necesario demostrar cual o cuales son los más indicados.

Hipótesis:

A partir de los requisitos definidos en la NC ISO 50001 para identificar los indicadores de desempeño energético (IDEn), es posible definir IDEn los más adecuados para las instalaciones hoteleras en Cuba que consideren otras variables además de la ocupación.

Objetivo general:

Realizar un análisis comparativo de diferentes indicadores de desempeño energético en hoteles y definir los más adecuados, a partir de su evaluación en instalaciones hoteleras de diferentes tipos y localización.

Objetivos específicos:

1. Realizar búsqueda bibliográfica sobre el tema para identificar los IDEn más utilizados.
2. Identificar variables que influyen en el consumo energético de las instalaciones hoteleras.
3. Realizar estudio comparativo de los IDEn utilizados en el sector hotelero, a partir de los requisitos establecidos en la NC ISO 50001.
4. Definir los IDEn más adecuados en función de los resultados del estudio realizado.

Justificación de la investigación:

La investigación planteada contribuirá a generar un nuevo modelo para entender y gestionar el consumo energético en las instalaciones hoteleras del país. Así mismo, los resultados del estudio ayudarán a obtener una mejor relación entre el consumo energético relacionado a las habitaciones días ocupadas.

Palabras claves: Desempeño energético, Indicador de desempeño energético, Eficiencia Energética, hoteles.

Capítulo I: Revisión bibliográfica

1.1. Importancia del consumo energético en el sector hotelero

El sector turístico es uno de los sectores de más rápido crecimiento en la economía mundial con un aumento anual estimado del 3,3% hasta 2030 (UNWTO, 2014; Williams et al, 2016). Es un sector energéticamente intensivo que contribuye con alrededor del 5% a las emisiones de gases de efecto invernadero mundial (Chia-Wei et al, 2014).

Cuando un cliente entra en un hotel y disfruta de un delicioso desayuno de buffet, una piscina climatizada o una larga ducha caliente en su habitación, o entra en un restaurante y prueba los exquisitos platos de un chef, no suele pensar qué hay detrás de esas comodidades, pero para ofrecer esos servicios los hoteles deben tener unas importantes estructuras de servicios que suponen un gasto energético y que deben funcionar de forma eficiente y proporcionar confort. La evolución de la industria hotelera está íntimamente relacionada con la capacidad del sector para identificar las posibilidades de mejora en la gestión energética.(Lillo, 2016)

La actividad turística por su propia definición, supone que un visitante ocupe un espacio geográfico distinto de aquél en el que tiene su residencia habitual durante un período de tiempo limitado, para posibilitar y potenciar el uso con fines turísticos de los recursos naturales de un territorio. El hombre debe entonces desarrollar una infraestructura que permita acoger a los visitantes, de modo que se adecue el territorio para su uso como destino turístico; es decir, se construya un espacio turístico. A los huéspedes de los hoteles no se les puede negar la comodidad y conveniencia que esperan durante su estadía. Ellos desean controlar la temperatura de su cuarto, tener agua caliente a cualquier hora y salir de sus cuartos sin preocuparse que las luces estén apagadas, desean que el servicio de habitación sea las 24 horas al día y tener acceso a los restaurantes, oficinas, salas de conferencia, tiendas, etc., sin ningún problema. El objetivo principal de los propietarios y de los encargados de los hoteles es entregarles estas comodidades, y éstas habitualmente significan el consumo de enormes cantidades de energía.

Reducir los costos energéticos y atender todos los requisitos de los clientes es un reto digno de tomar. El reto que enfrentan los gerentes de hoteles es encontrar el tiempo, los conocimientos técnicos y los recursos financieros para identificar y poder implementar medidas de desempeño rentables.

El hotel ecológico es aquel que, a la hora de planificar y ejecutar su gestión, plantea medidas medioambientales que ayuden a preservar el entorno que les rodea, asegurándose de esta manera, un producto turístico de calidad y de larga duración, exento de fenómenos externos incontrolables que puedan afectar a su cuenta de resultados. (Efiener, 2009)

Los portadores energéticos comúnmente utilizados en las instalaciones hoteleras son: **energía eléctrica, agua, gas y combustible**. Generalmente el consumo de energía eléctrica en los hoteles es el principal consumo energético y se destina a proporcionar servicios de climatización, alumbrado, bombeo de agua, ascensores, maquinaria eléctrica de cocina, restaurante, lavandería, etc.(Lillo, 2016) (Fels, Borroto)

Los costes energéticos ocupan el segundo lugar en importancia en los costes de las empresas hoteleras, tras los costes de personal, según se ha puesto de manifiesto en la jornada “Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Hoteleras”, organizada por la “Cámara de Comercio de Madrid”. Según (DrC. Juan Valentín García Ruano), en Cuba un hotel de unas 350 habitaciones con una ocupación de un 75 % llega a consumir un volumen de energía eléctrica que representa un gasto de más de 40 000 CUC al mes, incluso cuando haga un uso eficiente en el aprovechamiento de la energía.

En Cuba, y en especial el hotelero, representa uno de los rubros importantes de generación de divisas, pero al mismo tiempo y debido a las características climáticas del país, el aspecto de climatización es uno de los principales factores de consumo eléctrico. Una de las prioridades en este sector es la de aprovechar lo más eficientemente la energía eléctrica disponible. Por ello investigadores del Centro de Estudios en Energía y Medio Ambiente de la Universidad de Cienfuegos (CEEMA) han investigado el comportamiento energético de tales edificaciones y establecido índices que permiten plantear las bases de programas de planeación y gestión energética en

instalaciones turísticas. (Carlos Perez Tello. Héctor E. Campbell R. Aníbal Borroto Nordelo, 2016)

1.2. Variables que influyen en el consumo energético de hoteles

Una idea generalizada en el sector turístico es que el consumo de energía de un hotel debería ser proporcional a la ocupación del mismo y al uso que el huésped de a la instalación. Pero en la práctica existen otros factores que influyen en el consumo de energía, tanto exteriores e interiores. Resulta, por tanto, indispensable conocer las variables que influyen en el consumo de energía de los hoteles para minimizar su impacto sobre el consumo total. (Pineda Insuasti, 2017)

La actividad turística es por naturaleza cíclica, con meses de mayores incrementos en esta actividad y otros en los cuales la ocupación decrece de forma ostensible. En los países del Caribe donde las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort son los mismos para todas las personas, las variables de mayor incidencia en el consumo son **“el clima, la categoría y el tipo de turismo”**. (Efiener, 2009)

En general, el mayor gasto de electricidad en los hoteles proviene de la iluminación y la climatización, mientras que el agua caliente es la que demanda más gas natural. Estos consumos y sus fluctuaciones están determinados por factores técnicos, arquitectónicos, locales y de gestión. A continuación, se presenta una tabla de los factores más comunes y sus posibles efectos:

Tabla 1.1- Factores que influyen en el consumo energético de hoteles

Fuente: Hotel Plaza San Francisco (2017)

FACTOR	EFFECTOS	IMPACTO
CONSTRUCCIÓN		
Tamaño	Cuanto más grande sea el hotel, más energía se necesita.	Medio
Forma	Si las instalaciones están dispersas en varias construcciones serán menos eficientes que si se concentran en una.	Medio
Fecha de construcción	Un edificio nuevo estará mejor aislado que uno antiguo.	Medio
Equipamiento técnico	Es importante que los aparatos técnicos y electrónicos sean eficientes.	Alto
CARACTERÍSTICAS DEL HOTEL		
Categoría	Cuanta más categoría tenga, más energía se consume (desde 17,30kwh/habitación en clase económica(3 estrellas) a 89,35kwh/habitación en lujo(4 y 5 estrellas).	Alto
Instalaciones y servicios	Cuantas más instalaciones y servicios, mayor consumo.	Alto
LOCALIZACIÓN		
Clima	Esta variable es la más importante en el consumo de energía eléctrica y en los países del trópico en ocasiones se puede consumir en una misma habitación hasta 10 veces más energía en verano comparándolo con el consumo de invierno. Ella está muy relacionada en el caso de Cuba con la época del año donde los meses de julio y agosto son los de mayor calor del país, y meses como mayo, junio, septiembre y octubre las temperaturas promedios son inferiores debido al efecto del incremento de la lluvia y con ello ocurre un refrescamiento de las temperaturas exteriores.	Alto
Políticas locales	Políticas energéticas locales pueden afectar en materia de precio y emisiones CO2, determinando el tipo de energía a emplear (gas, electricidad, eólica, etc.)	Alto
OPERACIONES		

Gestión energética	La política de gestión energética es crucial a la hora de controlar los costes, porque implica a todas las partes (empleados, inversores, huéspedes) y va a establecer los objetivos y mejores prácticas	Alto
Ocupación	Una alta ocupación significa más demanda de energía. No obstante, algunos espacios requieren mucha energía independientemente de la ocupación	Medio
Horas de operatividad	Un hotel está activo las 24 horas. Sin embargo, las horas de mayor movimiento pueden influir en el precio de la energía.	Bajo

1.2.1- Influencia de la ocupación sobre el consumo energético

Como se expresó anteriormente una idea generalizada en el sector turístico es que el consumo de energía de un hotel debería ser proporcional a la ocupación del mismo y al uso que el huésped de a la instalación.

En las estadísticas del sector se pueden apreciar las siguientes definiciones:

- Habitaciones disponibles: Son las habitaciones totales que tiene el hotel menos las habitaciones ocupadas por personal del hotel y las habitaciones bloqueadas por estar en trabajos de mantenimiento. Lo que da como resultado las habitaciones susceptibles a ser vendidas.
- Habitaciones ocupadas: Son las habitaciones disponibles que están siendo ocupadas por clientes. Como norma general, en las habitaciones ocupadas se incluirán también aquellas que se facilitan gratuitamente a determinados clientes.
- Coeficiente de ocupación: Es uno de los ratios más importantes en cualquier hotel. Esta ratio, al igual que cualquier otro que éste referido a las habitaciones, se pueden calcular distinguiendo los tipos de habitaciones (individual, doble, etc.) y los tipos de clientes (individuales, grupos, etc.), aunque normalmente se determina en el ámbito global del hotel de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de ocupación} = \frac{\text{Número de habitaciones ocupadas}}{\text{Número de habitaciones disponibles}}$$

Ec.1

En la literatura consultada también se encuentran otras variables relacionadas con la ocupación como: turistas-noches vendidas, servicios gastronómicos vendidos o número de trabajadores en diferentes unidades de tiempo (días, semanas, meses, años).

En Cuba, el Ministerio de Turismo (MINTUR) tiene establecida como variable de ocupación la habitación día ocupada (HDO).

1.2.2- Influencia del factor climático sobre el consumo energético

Dado que la ganancia de calor de un edificio es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura exterior e interior, se deduce que el consumo energético de un edificio con climatización durante un período de tiempo debe estar relacionado con la suma de estas diferencias de temperatura en este período. (ONE, 2009)

El factor clima 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 evalúa el término Grados Día de Enfriamiento, GDE (Colling degree day en inglés) el cual se considera a partir de las temperaturas máximas, mínimas y de confort. Desde un punto de vista estrictamente matemático, los grados días de enfriamiento son una parte integral del tiempo de las diferencias de temperatura entre una temperatura base definida y las temperaturas del aire exterior por encima de ella. Por lo tanto, solo se considera el área positiva entre la curva de temperatura exterior y la línea de temperatura base como se puede observar en la figura a continuación.

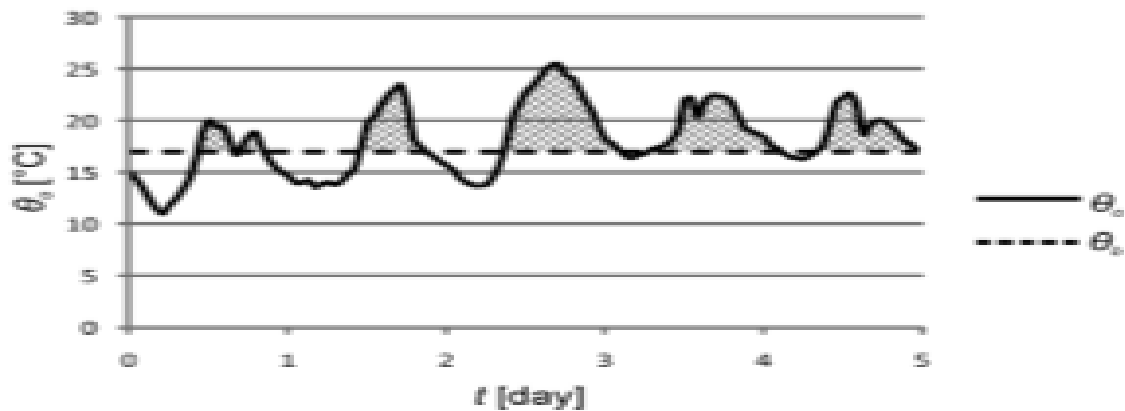


Fig 1.1- Principio del cálculo de grados día enfriamiento

Fuente: Improved Cooling Degree Day Method

En la literatura consultada se adoptan varios métodos para calcular los grados día de Enfriamiento. En general, la elección depende estrictamente de la disponibilidad de datos climáticos de cada ubicación, debido a las limitaciones de los datos de temperatura externos disponibles. Cuando se dispone de datos de temperatura horarias, los GDE se pueden calcular simplemente restando la temperatura base de la temperatura del aire exterior hora a hora, y sumando las diferencias horarias positivas en un periodo determinado, generalmente 24 horas.

En el caso más común solo se dispone de un conjunto de datos climáticos reducidos, por lo que varios autores han desarrollado diferentes métodos, a menudo basados en datos diarios o de temperatura media mensual.

Con el criterio del grado días de enfriamiento es posible determinar si un mes fue más (o menos) caluroso que en otra ciudad o que en otro año y cuánta energía se requiere por climatización en base a una temperatura de referencia considerada de confort.

Los grados día calculados por cualquier técnica se pueden aplicar ya sea para crecimiento de los cultivos o en aplicaciones de cálculos de sistemas energéticos. Lo que hace los dos usos diferentes es la elección de la temperatura base de referencia, la

forma en que se selecciona, y lo que luego se hace con el total resultante de los grados día.

1.2.3- Determinación de la temperatura base

La temperatura base es la temperatura de referencia que se utiliza para el cálculo de los grados día. La misma es diferente para cada edificación, es una temperatura del punto de equilibrio, es decir, la temperatura exterior en el que los sistemas de calentamiento (o enfriamiento), deben utilizarse con el fin de mantener condiciones de confort. La temperatura base para aplicaciones de refrigeración se puede definir también como la temperatura exterior en que es necesario operar la planta de refrigeración para satisfacer las necesidades de espacio de refrigeración.

Esta temperatura del punto de equilibrio depende de las características del edificio (masa térmica, orientación, etc.), las ganancias de calor internas (personas, luces, aparatos y equipos) y externas (a través de la estructura, ventilación, infiltración), así como la temperatura interior fijada y, es como tal, específico para cada edificio, por lo que la temperatura base debe determinarse por separado. Dado que las ganancias de calor y la temperatura interna varían a lo largo de la temporada de enfriamiento e incluso durante el día, la principal dificultad para aplicar los grados día de enfriamiento al uso de energía en el edificio reside en cómo definir la temperatura base. (Gorazd Krese, Analysis of Building Electric Energy Consumption Data Using an Improved Cooling Degree Day Method, 2011)

Aunque se puede determinar analíticamente la temperatura base para sistemas de aire acondicionado con un solo volumen de aire constante (CAV) de zona simple, los métodos estadísticos son los preferidos, ya que la determinación analítica para sistemas más complejos es difícil y temporal.

Un enfoque más práctico para la mayoría de los usuarios es determinar la temperatura base a través del método de la línea de rendimiento. Las líneas de rendimiento son

esencialmente mejores líneas rectas a través de los datos en diagramas de dispersión del consumo mensual de energía eléctrica contra los grados día de enfriamiento mensuales DGE_m y se utilizan principalmente para monitorear y analizar el consumo de energía de los edificios existentes por medio de los grados día.

La temperatura base de un edificio se determina al colocar un polinomio de segundo orden de mejor ajuste a través de los datos en un diagrama de dispersión CDD_m contra Em y variando la base hasta que el mejor polinomio sea casi igual a lineal, es decir, la regresión del término cuadrático se vuelve cero como se muestra en la figura 2. (Gorazd Krese, Analysis of Building Electric Energy Consumption Data Using an Improved Cooling Degree Day Method, 2011)

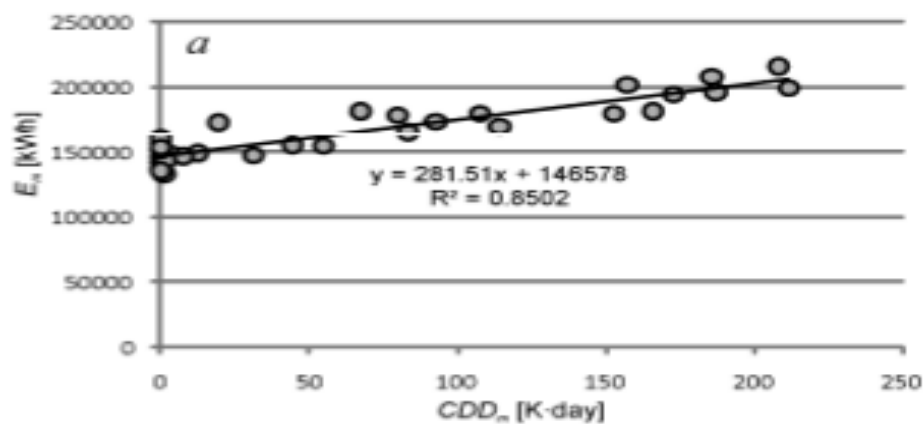


Fig 1.2: Determinación de la temperatura base

Fuente: Improved Cooling Degree Day Method

1.3. Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

Según (Roxana Tapia Santisteban, 2013), los indicadores son los medios, instrumentos o mecanismos que sirven para evaluar en qué medida las empresas están logrando sus objetivos estratégicos propuestos. Estos indicadores informan la marcha general de una organización, así mismo nos indican el grado de aprovechamiento de los recursos disponibles frente a los resultados de las actividades puntuales y según el interés de los empresarios pueden proporcionar la facilidad de marcar la diferencia frente a otras empresas del mismo rubro.

La norma NC ISO 50001: 2011 (ONEI, 2011), define como conceptos básicos:

Desempeño energético de una organización; definido como aquellos resultados medibles en relación con la eficiencia energética, uso y el consumo de la energía.

Indicador de desempeño energético (IDEn); referido como aquel valor cuantitativo que pretende medir y aportar información sobre el desempeño energético de una organización.

ISO 50004 y 50006 (ISO, 2012, ISO, 2014) proponen una guía para la implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión energética (SGE), y para el uso de líneas base de energía e indicadores de desempeño energético como una medida del desempeño energético.

Los IDEn son herramientas necesarias para la adecuada gestión energética de las instalaciones. Algunos autores (Priyadarshihi et al., 2009) sugieren utilizar el consumo de energía por unidad de producción, definido como la razón del consumo de la energía con un valor de referencia.

En búsqueda de indicadores más convenientes otros estudios (Hui y Wong, 2010) intentaron correlacionar el consumo de electricidad diario, mensual o anual con los factores pertinentes (número de habitaciones alquiladas por año, número de trabajadores, número de huéspedes por noche, etc.). Sin embargo, la mayoría de esos estudios muestran poca correlación con los factores pertinentes o los resultados

alcanzados no pueden ser reproducidos en otros hoteles. Se considera que indicadores con una correlación $R^2 > 0,6$ son indicadores potenciales, y aquellos con $R^2 > 0,8$ son indicadores potencialmente fuertes (Deng, 2003).

En lo referido anteriormente, en Cuba, el 91% de los hoteles son propiedad estatal y el Ministerio de Turismo (MINTUR) es responsable de su gestión. Para administrar la eficiencia energética sobre una base mensual, el mismo estableció un IDEn basado en las HDO como parámetro de referencia:

$$\eta_{HDO} = \frac{E}{HDO} (kWh/HDO) \quad \text{Ec.2}$$

donde E representa el consumo de electricidad.

Una investigación desarrollada con el objetivo de definir la influencia de las HDO en el consumo de electricidad en 8 hoteles cubanos dio como resultado una baja correlación, sobre todo porque según Cabrera et al. (Cabrera et al., 2004) no tuvieron en cuenta la influencia de la temperatura exterior, las diferencias entre las habitaciones, los servicios proporcionados a los huéspedes y las diferencias entre los servicios y actividades que se ofrecen a turistas.

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.

Los hoteles de campo y playa, presentan características diferentes, predominando las estructuras horizontales y distribuidas. Los sistemas de climatización centralizada se han generalizado y no es frecuente la realización de eventos ni actividades extra hoteleras en locales climatizados, sino al aire libre.

Sin embargo, estos elementos no pueden ser garantizados si el indicador utilizado para la evaluación del desempeño energético distorsiona la realidad, desestimulando el esfuerzo por la eficiencia energética.

Si bien numerosos estudios demostraron que parámetros como el nivel de ocupación y las condiciones climáticas influyen fuertemente en el consumo de energía, aún la mayoría de los indicadores de eficiencia energética discutidos en la literatura no consideran la temperatura exterior.

Investigaciones previas del CEEMA establecieron un nuevo indicador de desempeño energético (IDEn) para hoteles (Cabello, 2017), definido utilizando la normalización propuesta en las normas ISO 50001 y 50006 (ISO, 2011, ISO, 2014), que recomienda la introducción de variables que afectan al consumo de energía y que no están directamente relacionadas con la producción. Una de las variables recomendadas para este fin es los Grados Días de Enfriamiento (ISO, 2011; ISO, 2014; Styles et al, 2013).

Para ello en ese estudio, el producto de las habitaciones ocupadas por los grados días de enfriamiento (DG) se introduce como valor de referencia para calcular el IDEn, de forma que se considera tanto la ocupación hotelera como la temperatura exterior:

$$HDG = HDO * GDE$$

El IDEn para este estudio es:

$$\eta_{HDG} = \frac{E}{HDG} (kWh/HDG) \quad \text{Ec.3}$$

Rayal et al, 2018 realizaron un estudio al respecto siguiendo las directrices de la etapa de planificación energética, incluidos en la implementación de un SGE en la norma ISO 50001 (ISO 2011), para definir el o los indicadores de desempeño energético (IDEn) apropiados para instalaciones hoteleras de la provincia de Cienfuegos. Para ello el estudio se desarrolla en dos etapas:

Etapa I. Objetivo: Evaluar la eficacia del sistema actual para controlar y planificar el consumo total de energía.

Etapa II. Objetivo: Proponer un IDEn efectivo que asegure una buena correlación del consumo de energía y el valor de referencia.

El estudio de caso realizado por Rayal et al en el Hotel Faro Luna demostró la validez de la utilización del indicador propuesto por Cabello et al. (kWh/HGD) utilizando los días grados con temperatura base 20°C calculados en ese trabajo. Sin embargo, los resultados alcanzados tienen un valor limitado pues la muestra analizada incluyó solamente hoteles de la provincia de Cienfuegos y datos climáticos de las dos estaciones meteorológicas disponibles: Cienfuegos y Aguada de Pasajeros.

1.4. Dificultades sobre los IDEn utilizados actualmente

Un análisis de la efectividad de un índice de consumo para caracterizar la eficiencia energética de una instalación o un proceso se puede realizar determinando la correlación que existe entre el consumo de energía y la variable que expresa el nivel de producción o de servicio.

Las dificultades principales que afectan la validez de los IDEn utilizados actualmente son:

1. No consideran la influencia de la temperatura ambiente sobre el consumo de electricidad del sistema de climatización. Esta variable es la más importante en el consumo de energía eléctrica en un hotel turístico, en el que el consumo en climatización puede representar más del 60 % del consumo total de electricidad. La temperatura y la humedad del aire ambiente son determinantes en la carga térmica a vencer por el equipo de climatización e influyen además en la eficiencia del mismo.
2. No consideran las diferencias en la tipología de habitaciones comercializadas. En un hotel las cargas de enfriamiento pueden ser muy diferentes entre habitaciones, dependiendo de su tamaño y características, su orientación, etc.
3. No consideran la influencia de otros servicios que presta el hotel y que tienen alto consumo energético, como son los salones de eventos, tiendas, etc. Estos

servicios representan una demanda adicional de energía, en muchos casos elevada, y sin embargo no se reflejan en las HDO.

4. No consideran el tipo de turismo que utiliza la instalación. Los hábitos de consumo varían mucho en dependencia del origen del destino analizado, así como el tiempo de permanencia en la instalación hotelera en función del tipo de turismo (especialidad, de negocio, etc.).

1.5- Conclusiones parciales

- La actividad turística va en ascenso en Cuba y uno de los mayores costos lo representa el consumo energético de su propia actividad. La electricidad es el portador de mayor incidencia en esos costos y toda acción encaminada a la reducción de su consumo incrementaría las utilidades de las instalaciones turísticas.
- Existen variables que pueden influir en el consumo de electricidad de los hoteles las cuales deben ser estudiadas con profundidad en la búsqueda de instrumentos de control adecuado en el uso de electricidad en los hoteles.
- Para definir un IDEn efectivo se requiere incluir parámetros físicos como la temperatura exterior y parámetros operativos, como el nivel de ocupación. En los hoteles cubanos, las prácticas actuales hacen que el alto consumo de electricidad y los altos costos de energía, sea debido en parte, a la ausencia de IDEn eficaces.
- Los Días Grado de Enfriamiento son esencialmente una representación simplificada de los datos de temperatura del aire exterior y ampliamente utilizados en la industria de la energía para cálculos relacionados con el efecto de la temperatura del aire exterior en el consumo de energía en edificios.

- Los indicadores de desempeño energético utilizados en la actualidad por las instalaciones hoteleras no son capaces de evaluar la eficiencia energética de esas instalaciones y presentan dificultades como instrumentos de control.

Capítulo II- Materiales y Métodos

En este Capítulo se resumen los materiales y métodos empleados en la investigación.

2.1- Caracterización de la muestra de los hoteles

La muestra a estudiar estará compuesta por 18 hoteles ubicados en seis provincias del país, incluyendo una representación de los principales polos turísticos, los cuales serán descritos y analizados de acuerdo a los parámetros seleccionados. Su elección se debe a su importancia por sus capacidades, categorías, disponibilidad de datos, etc. La tabla siguiente muestra las instalaciones contempladas en el estudio.

Tabla 2.1- Instalaciones hoteleras

Fuente: Elaboración propia

Provincia	Cant. Hoteles	Nombre del Hotel
Cienfuegos	1	Hotel Jagua
Holguín	1	Hotel Ordoño
Isla. Juventud	2	Rancho del Tesoro, Colony
Matanzas	7	Meliá las Américas, Meliá Varadero, MGM Muthu, Sol Palmeras, Barceló Solymar, Las Morlas Villa Cuba, Blau Varadero, Paradisus Princesa del Mar.
Santiago	3	Balcón del Caribe, Las Américas, Villa San Juan,
Villa Clara	3	Villa la Granjita, Los Canayes, Meliá las Dunas.

A continuación, se ofrece una breve reseña de las características principales de cada hotel incluido en el estudio.

Provincia: Cienfuegos

Hotel Jagua: El Hotel Jagua está localizado en la Calle 37, e/ 0 y 2, Cienfuegos, se subordina al Grupo Hotelero Gran Caribe, S.A., fue inaugurado el día 28 de diciembre de 1959. Desde entonces brinda servicios turísticos nacionales e internacionales, bajo la modalidad de Hotel Convencional. El mismo fue remodelado en el año 2002 y en el 2008 se categorizó como Hotel 4 estrellas. Desde el punto de vista energético, el hotel presenta un trabajo sistemático en la búsqueda de oportunidades de ahorro y mejoras en la eficiencia energética, destacándose como antecedente, la implantación de Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía en el año 2008. Con el objetivo de continuar mejorando la eficiencia energética del hotel, la entidad se propuso la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía, basado en la norma NC ISO 50001.

Provincia: Holguín

Hotel Ordoño: Está localizado en el casco histórico de la ciudad de Gibara (Monumento Nacional) en la Calle J. Peralta, % Donato Mármol e Independencia, Gibara, Holguín. Es un hotel con categoría 4 estrellas donde se hospedan los turistas, está conformada por: 27 habitaciones, de ellas 24 estándar, 1 junior suite, 1 mini suite y 1 lujosa suite. Todas las habitaciones tienen aire acondicionado (Split), agua caliente, baño con secador de cabello, TV vía satélite y minibar.

Provincia: Matanzas

Hotel Meliá Las Américas: Altamente reconocido como vacacional y de playa, líder en el segmento de Golf en Cuba, donde el confort, la seguridad, la atención personalizada y el servicio distinguido superan las expectativas del cliente. Es un hotel para adultos, generalmente parejas y con incentivos específicos para jugadores de golf.

Categoría: 5 estrellas. Ubicado en el kilómetro 8 y medio de la Autopista Sur de Varadero y con acceso exclusivo a las instalaciones del Varadero Golf Club, ocupa un área total de 63 621 metros cuadrados. Inaugurado el 29 de Julio de 1994. Posee 340 habitaciones, 250 en el edificio central (4 niveles) y 90 Bungalós; sistema de clima central para el edificio central con 3 enfriadoras y su correspondiente sistema de bombeo de agua helada, por bloques habitacionales; el clima en los Bungalós se garantiza con enfriadoras por bloques de 12-15 habitaciones.

Hotel Meliá Varadero: Meliá Varadero forma parte del complejo Las Américas Resort y se encuentra ubicado entre los hoteles Meliá Las Américas y Sol Palmeras, junto al Centro de Convenciones Plaza América y el Campo de Golf de Varadero, a media hora del Aeropuerto Internacional de Varadero, a 140 Km del Aeropuerto José Martí de la Habana y a solo 7 Km del centro de la ciudad.

Desde su inauguración ha sido testigo de una constante renovación, que lo posiciona como uno de los Hoteles Vacacionales. El Hotel es un edificio compacto de 5 pisos y cuenta con un total de 490 Habitaciones, con la categoría 5 estrellas de la Compañía Meliá Hoteles International, líder en la operación de Grupos, Eventos e Incentivos.

Hotel MGM MUTHU Playa Varadero: Pertenecce a la cadena hotelera Gran Caribe con una dirección Mixta y operada por la Compañía MGM Muthu bajo contrato de administración. Fue inaugurado el 14 de agosto de 1999 con categoría de cuatro estrellas. Constituye un hotel de Todo Incluido que opera con la modalidad de Sol y Playa. El mismo se encuentra situado en Carretera "Las Morlas", Km. 12 ½, a 40 Km. del Aeropuerto Internacional de Varadero, en la primera línea de playa y colindando por el Sur con la avenida autopista, por el Este con el Hotel RIU Turquesa y por el Oeste con el Hotel Arenas Doradas. Cuenta con una capacidad total de

385 habitaciones y 770 pax. Ocupa un área total aproximada de 80 000 m², de ellos 25 000 m² de estructura arquitectónica y el resto de área verde y césped.

Hotel Sol Palmeras: Situado en carretera Las Morlas kilómetro 14.5 que ocupa un área de 60125 metros cuadrados labora desde el año 1990 fecha en la cual fue inaugurado. Su estructura está compuesta por un total de 408 habitaciones con la categoría 4 estrellas, ubicadas en el área del Hotel, edificio principal y un total de 200 bungalós situados en los alrededores de la instalación principal.

Hotel Barceló Solymar: Situado en la Carretera Las Américas Km 3½, Varadero. Cárdenas. Matanzas. Hotel 5 estrellas de 883 habitaciones, de ellas 328 son Standard Hotel, 8 son Suite Hotel, 120 son Standard Bungalós, y 73 son Suite Bungalós; el resto estándar, las cuales cuentan con vista al mar, vista piscina o vista al jardín, teléfono, TV vía satélite, cafetera, baño privado, secador de pelo, agua caliente y fría, caja de seguridad, minibar, aire acondicionado, refrigerador, corriente 220 volt, balcón o terraza, plancha con su tabla, facilidades para minusválidos en el edificio principal, jacuzzi disponibles en las suites del Hotel, cunas para bebés (3 años máx.) y camas para niños (12 años máx.).

Hotel Las Morlas Villa Cuba: Complejo Hotelero las Morlas Villa Cuba, atendido por el Ministerio de Turismo (MINTUR), pertenece al Grupo Hotelero Gran Caribe S.A., con categoría de cuatro estrellas y un total de 513 habitaciones en el complejo, que trabaja bajo la modalidad del Todo Incluido en contrato de administración Extranjera. Se encuentra situado en la carretera Las Américas, Reparto La Torre, en el Municipio de Varadero, justamente en los límites entre el Varadero tradicional de restaurantes, discotecas, comercios y áreas de esparcimientos, y la zona más moderna, con numerosos hoteles y un campo de golf de 18 hoyos.

Hotel Blau Varadero: Hotel 4 estrellas de 395 habitaciones, operado por la compañía hotelera Cubanacan. Fundado el 23 de octubre del año 2005, presta servicios de alojamiento en la modalidad de todo incluido. Limita al norte con las áreas de la playa de Varadero, al sur con terrenos desprovistos de construcciones y posterior a estos la Autopista Sur, al oeste con el hotel Meliá Las Antillas y al este con el Hotel Aguas Azules. Su área total es de 5.6 hectáreas,

construido sobre la Parcela Hotelera Taínos 11 A. Conformado por un edificio principal de 13 plantas en tres alas o bloques Este, Centro y Oeste, siendo los bloques extremos de solo 9 plantas, dedicado fundamentalmente a la planta habitacional y en los niveles inferiores, las áreas administrativas, tecnológicas y de servicios.

Provincia: Santiago de Cuba

Hotel Balcón del Caribe: Fue inaugurado en 1978, con la categoría de 3 estrellas, es una de las entidades de mayor ocupación en la provincia, de la Corporación Islazul en la zona oriental del país. El objeto social del hotel es, brindar un servicio con máxima calidad, para el disfrute de los clientes. Esta instalación está compuesta por: carpeta, bloques habitacionales con 94 habitaciones, servicio de restaurante, piscina, lobby –bar, cafetería, tienda y otras áreas.

Hotel Las Américas Santiago

El Hotel Las Américas fue inaugurado en 1975, con la categoría de 3 estrellas, es una de las entidades de mayor ocupación en la provincia de Santiago de la Corporación Islazul en la zona oriental del país. El objeto social del hotel es, brindar un servicio con máxima calidad, para el disfrute de los clientes. Esta instalación está compuesta por 70 habitaciones, servicio de restaurante, discoteca, piscina, lobby –bar, cafetería, parrillada y otras áreas.

Hotel Villa San Juan: Inaugurado en 1981 y remodelado en 1993, con la categoría de 3 estrellas, es una de las entidades de mayor ocupación de la Corporación Islazul en la zona oriental del país. El objeto social del hotel es, brindar un servicio con máxima calidad, para el disfrute de los clientes. Esta instalación está compuesta por: carpeta, bloques habitacionales con 112 habitaciones, servicio de restaurante, piscina, lobby –bar, cafetería, tienda y otras áreas.

Provincia: Villa Clara

Hotel Villa La Granjita: Está localizado en la Carretera de Maleza, km 2 ½, Santa Clara. Es un hotel con categoría 3 estrellas, para un total de 73 habitaciones climatizadas, con servicios tales como, TV satélite, telefonía nacional e internacional, radio y caja de seguridad, brindando servicio fundamentalmente al turismo.

Hotel Los Caneyes: Localizado en la Avenida Los Eucaliptos y Circunvalación Sur, Santa Clara. Es un hotel con categoría 3 estrellas, con un total de 96 habitaciones.

Hotel Meliá Las Dunas: Situado en Cayo Santa María, en el municipio de Caibarién, provincia de Villa Clara, entidad subordinada a la Delegación Territorial Centro de Gaviota S.A, tiene como objeto social la prestación de servicios hoteleros y turísticos con la finalidad de brindar un producto con calidad al mercado. Es un hotel con categoría 5 estrellas, se divide en dos zonas: Dunas 3, zona para familias, y Dunas 4, zona para adultos, con 2 tipologías de habitaciones, estándares y superiores. En el centro de cada zona se encuentra ubicada una piscina. Los bungalós son bloques habitacionales de 2 niveles, los estándares con 24 habitaciones en total con acceso a 12 habitaciones por cada lado, los superiores con 16 habitaciones y total acceso a ellas por ambos lados. En total el hotel cuenta con 944 habitaciones.

2.2- Obtención de los datos estadísticos de consumo y ocupación de los hoteles

Los datos estadísticos sobre el consumo eléctrico y ocupación de los hoteles objeto de estudio se obtuvieron a través de la Oficina Nacional para el Uso Racional de la Energía (ONURE) a partir de los resultados de las revisiones energéticas que realizan sus técnicos en cada una de las oficinas provinciales. La data utilizada corresponde al Informe 2018, que comprende datos estadísticos desde 2015 hasta 2018.

2.3- Determinación de los Días Grados de Enfriamiento

Para la determinación de los días grados, se utilizó el software Degree Days.net, disponible en el sitio web www.degreedays.net. Este software utiliza información meteorológica de los registros de los aeropuertos internacionales (www.wunderground.com) y permite diferentes variantes de cálculo.

Para el estudio se determinaron los Días Grado de Enfriamiento utilizando los valores promedios de temperatura de un periodo de 5 años (2014 to 2018) y para temperaturas base en un rango de 18 y 22 °C, considerando una temperatura de confort en los locales climatizados de 24 °C.

Las tablas a continuación muestran los resultados obtenidos para los grados día de enfriamiento en las localidades objeto de estudio.

Varadero, Matanzas

Tabla 2.2: Promedio de los días grado Varadero

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	106	94	82	72	62	53	44
feb	119	108	96	86	76	67	58
mar	154	142	128	116	104	93	82
abr	197	183	168	155	142	129	116
may	224	209	194	179	164	150	135
jun	242	227	212	197	182	167	152
jul	274	258	243	227	212	196	181
ago	271	256	240	225	209	194	178
sep	251	236	221	206	191	176	161
oct	223	208	193	178	163	148	134
nov	166	152	139	126	113	101	88
dic	148	134	120	108	95	83	71

Cienfuegos

Tabla 2.3: Promedio de los días grados de Cienfuegos

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	156	143	129	117	105	95	84
feb	163	150	138	126	114	104	93
mar	202	187	173	160	146	134	122
abr	242	227	212	197	183	169	155
may	260	245	229	214	199	183	168
jun	278	264	248	234	218	204	188
jul	310	295	279	264	248	233	217
ago	301	285	270	254	239	223	208
sep	280	266	250	236	220	206	190
oct	252	236	221	205	190	175	160
nov	188	174	160	146	133	120	107
dic	179	165	150	137	124	111	99

Holguín

Tabla 2.4: Promedio de los días grados de Holguín

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	170	156	141	128	114	102	90
feb	165	152	139	126	114	103	91
mar	204	190	175	161	147	134	120
abr	238	223	208	194	179	164	150
may	246	231	215	200	184	169	154
jun	273	258	243	228	213	198	183
jul	307	292	276	261	245	230	214
ago	305	289	274	258	242	227	212
sep	271	256	241	226	211	196	181
oct	251	235	220	204	189	173	158
nov	206	191	176	162	148	134	120
dic	197	182	167	152	137	124	110

Santiago de Cuba

Tabla 2.5: Promedio de los días grados de Santiago de Cuba

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	198	182	167	152	136	122	107
feb	184	170	156	142	128	115	102
mar	216	201	186	170	155	140	125
abr	235	220	205	190	175	160	145
may	255	240	224	209	193	178	162
jun	276	261	246	231	216	201	186
jul	303	287	272	256	241	225	210
ago	309	293	278	262	247	231	216
sep	284	269	254	239	224	209	194
oct	270	254	238	223	208	192	176
nov	234	219	204	189	174	159	144
dic	221	205	190	174	159	144	128

Villa Clara

Tabla 2.6: Promedio de los días grados de Villa Clara

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	112	100	89	78	68	60	51
feb	119	108	97	87	77	68	59
mar	157	145	132	120	109	98	88
abr	199	185	171	158	145	132	120
may	220	205	189	174	160	145	131
jun	244	229	214	199	184	169	154
jul	275	260	244	228	213	198	182
ago	270	255	239	224	208	193	177
sep	248	233	218	203	188	173	158
oct	216	201	186	171	156	142	127
nov	158	145	132	120	107	96	84
dic	147	134	121	109	96	85	74

Municipio especial Isla de la Juventud

Tabla 2.7: Promedio de los días grados de Isla de la Juventud

Fuente: www.degreedays.net

Temp. Base(°C) Meses	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21
ene	187	172	157	142	127	112	98
feb	188	175	161	147	134	120	107
mar	228	212	197	182	166	151	136
abr	264	249	234	219	204	189	174
may	294	279	263	248	232	217	201
jun	316	301	286	271	256	241	226
jul	357	342	326	311	295	280	264
ago	353	338	322	307	291	276	260
sep	334	319	304	289	274	259	244
oct	310	295	280	264	248	233	218
nov	248	233	218	203	188	173	158
dic	231	216	200	185	170	155	140

2.4- Cálculo de los IDEn

Como se refirió en el capítulo anterior, según lo establecido por el MINTUR las producciones de los hoteles se miden como habitaciones días ocupadas y el indicador como:

$$\eta_{HDO} = \frac{E}{HDO} (kWh/HDO)$$

Para el estudio se propone el indicador desarrollado por el CEEMA (Cabello, 2017), definido como:

$$\eta_{HDG} = \frac{E}{HDG} (kWh/HDG)$$

Este indicador se calculará utilizando diferentes días grado de Enfriamiento en función del rango descrito de temperaturas base y posteriormente se compararán en función del valor del coeficiente de correlación R^2 obtenido.

Cuando el valor del coeficiente R^2 sea inferior a 0.75 se procederá al filtrado de los datos, estableciendo un límite del 30 por ciento de los datos para esa operación.

Finalmente, se seleccionará como más adecuado el valor del IDEn que alcance el mejor coeficiente de correlación.

2.5- Conclusiones parciales

1. A partir de la información meteorológica disponible en el software para las provincias en caso de estudio, se seleccionaron los datos de la Estación Meteorológica, en particular los días grado mensual de los últimos 5 años (desde 2014 hasta 2018).
2. Se determinaron los días grado promedio mensuales para los hoteles a un rango de temperaturas base desde 19°C hasta 21°C (valores referidos desde la tabla 1 hasta la tabla 6).

Capítulo III: Cálculo y Análisis de resultado de los IDEn

Siguiendo el procedimiento descrito en el capítulo anterior, se realiza aquí el cálculo de correlación de los IDEn definidos para cada instalación hotelera y su comparación.

3.1. Análisis de correlación de los IDEn por hotel

En este epígrafe se muestran primero los resultados de la correlación del IDEn kWh/HDO y posteriormente del IDEn kWh/DG*HDO, calculado este último para temperaturas base en el rango entre 19 y 21 °C.

3.1.1. Análisis de correlación del IDEn kWh/HDO

La tabla siguiente resume los resultados del coeficiente de correlación obtenido en cada hotel para el IDEn kWh/HDO.

Tabla 3.1- Resume de los resultados del coeficiente de correlación (kWh/HDO)

Fuente: Elaboración propia

Hotel	KWh/HDO
Jagua	$R^2 = 0.0051$
Ordoño	$R^2 = 0.1379$
Rancho del Tesoro	$R^2 = 0.004$
Colony	$R^2 = 0.70$
Meliá las Américas	$R^2 = 0.2807$
Meliá Varadero	$R^2 = 0.1407$
MGM Muthu	$R^2 = 0.0548$
Sol Palmares	$R^2 = 0.0642$
Barceló Solymar	$R^2 = 0.0033$
Las Morlas villas Cuba	$R^2 = 0.1697$
Blau Varadero	$R^2 = 0.483$
Villa la Granjita	$R^2 = 0.483$
Los Caneyes	$R^2 = 0.0838$
Meliá Las Dunas	$R^2 = 0.0641$
Balcón del Caribe	$R^2 = 0.4357$
Villa San Juan	$R^2 = 0.0387$

Las Américas	$R^2 = 0.1034$
Paradisus Princesa del Mar	$R^2 = 0.1426$

Como se observa en la tabla anterior, el coeficiente de correlación entre las habitaciones días ocupadas y el consumo de energía eléctrica de modo general no cumple con las exigencias requeridas para que sea considerado un indicador por un sistema de gestión ($R^2 \geq 0,75$).

A continuación, se muestran los gráficos de correlación correspondientes a cada instalación:

Provincia: Cienfuegos

Hotel Jagua

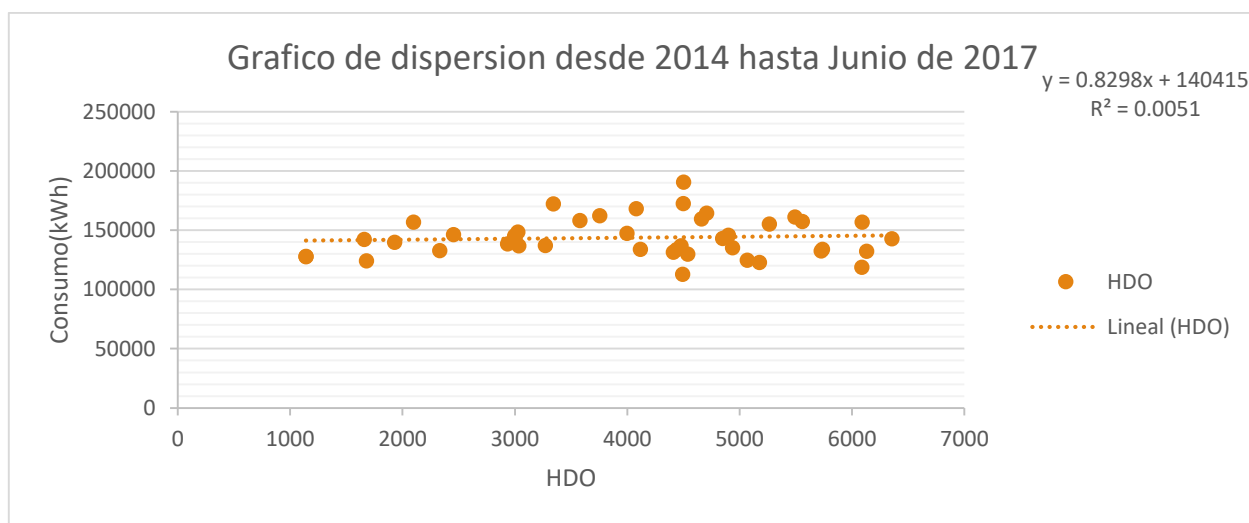


Fig 3.1- Gráfico de dispersión del Hotel Jagua desde 2014 hasta junio de 2017

Fuente: Elaboración propia

Provincia: Holguín

Hotel Ordoño

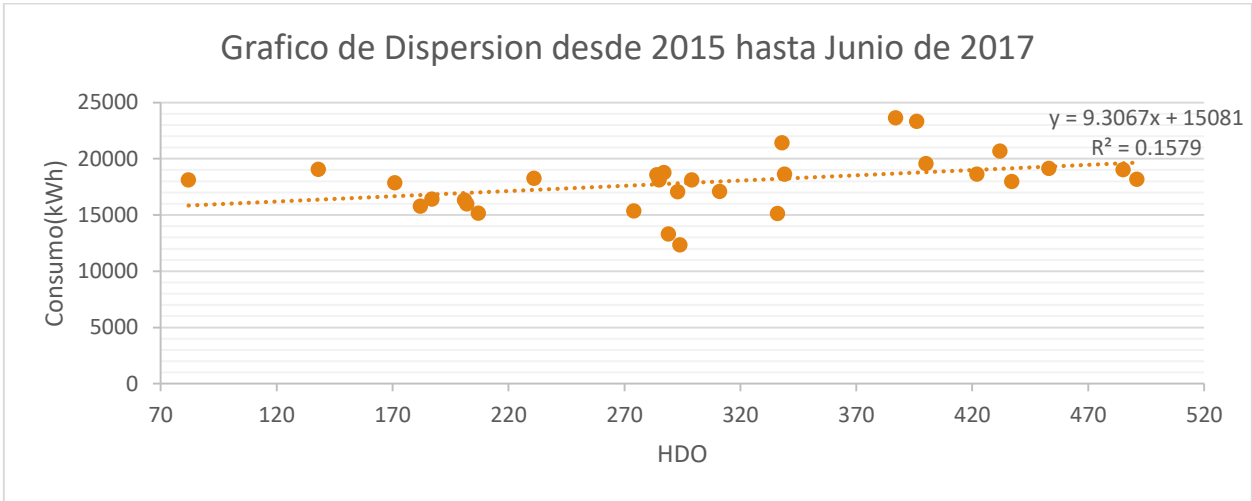


Fig 3.2- Gráfico de dispersión del Hotel Ordoñodesde 2015 hasta junio de 2017

Fuente: Elaboración propia

Municipio especial Isla de la Juventud:

Hotel Rancho del tesoro

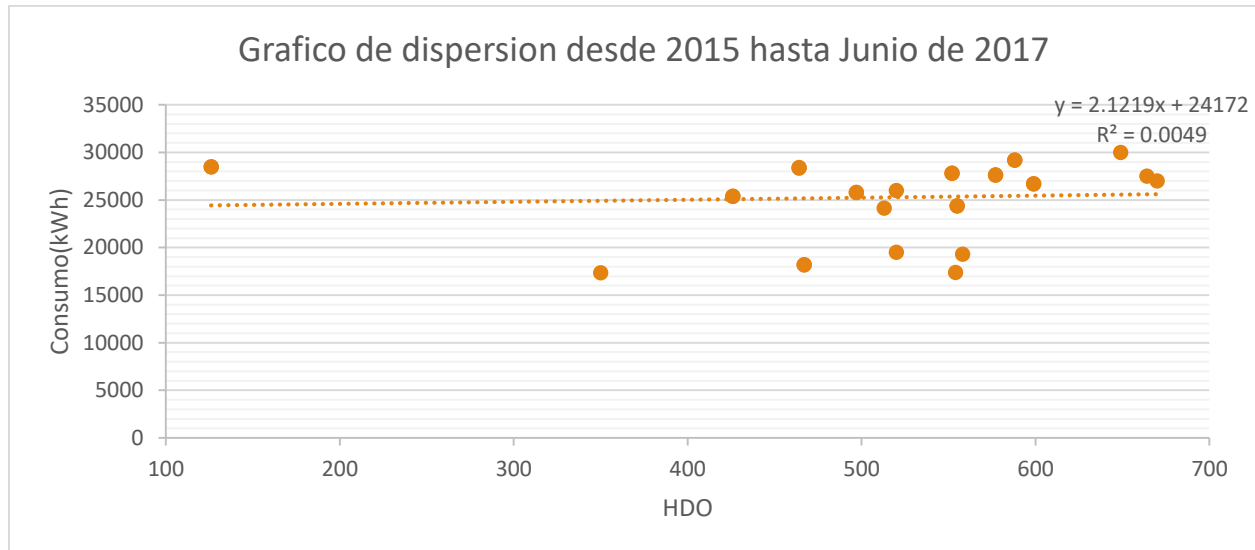


Fig 3.3- Gráfico de dispersión del Hotel Rancho del Tesoro desde 2015 hasta junio de 2017

Fuente: Elaboración propia

Hotel Colony

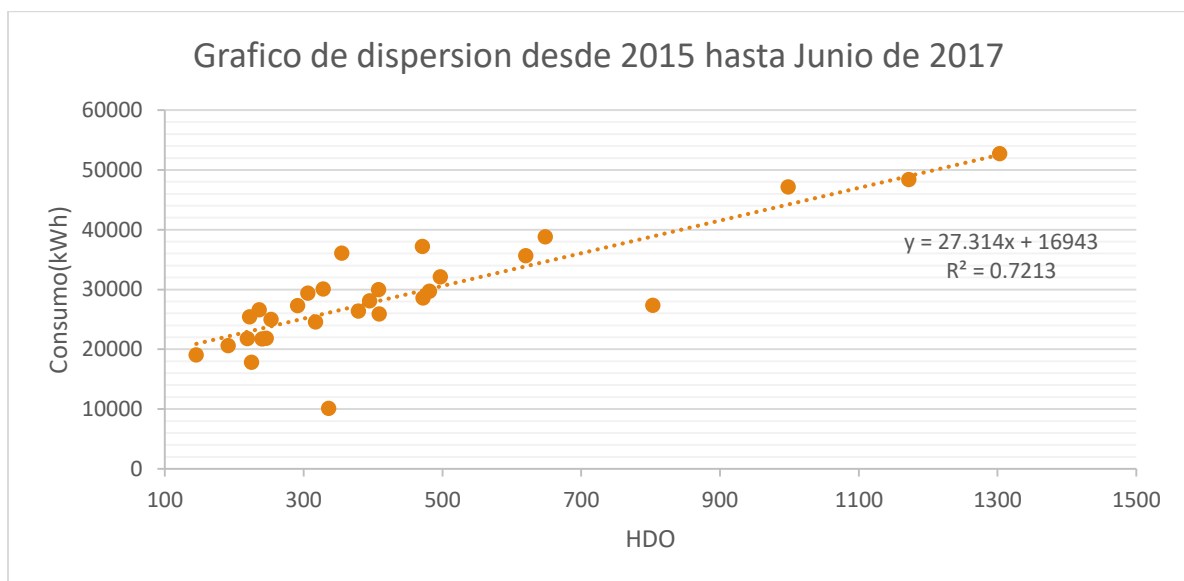


Fig 3.4- Gráfico de dispersión del Hotel Colony desde 2015 hasta junio de 2017

Fuente: Elaboración propia

Provincia: Matanzas

Hotel Meliá Las Américas

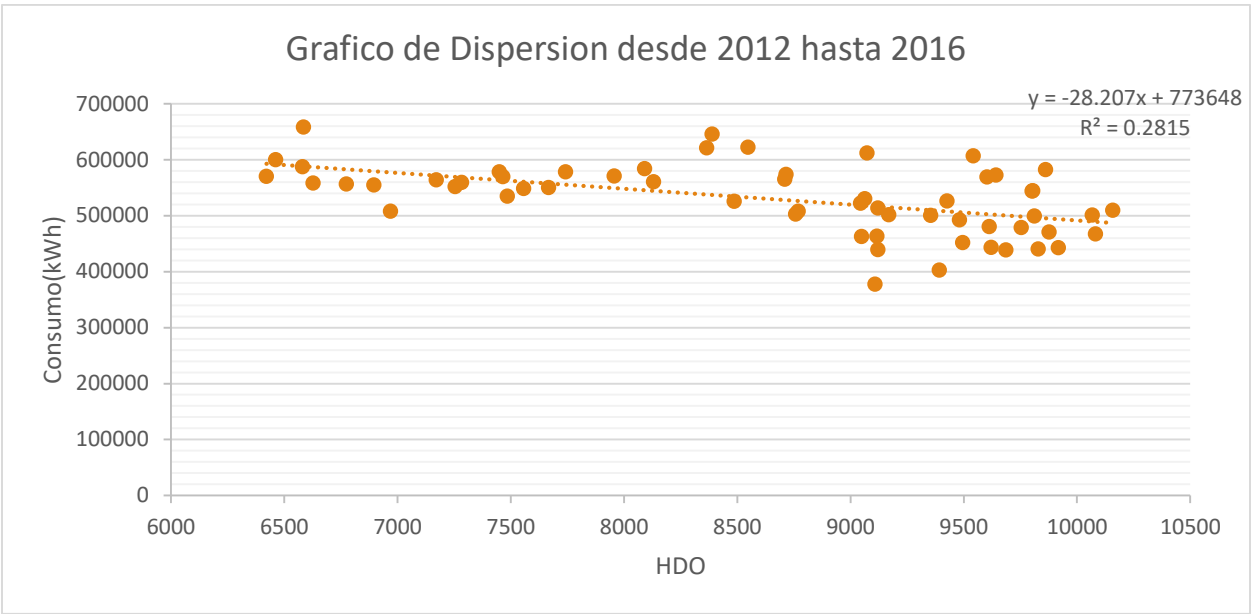


Fig 3.5- Gráfico de dispersión del Hotel Meliá Las Américas desde 2012 hasta 2017

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Meliá Varadero

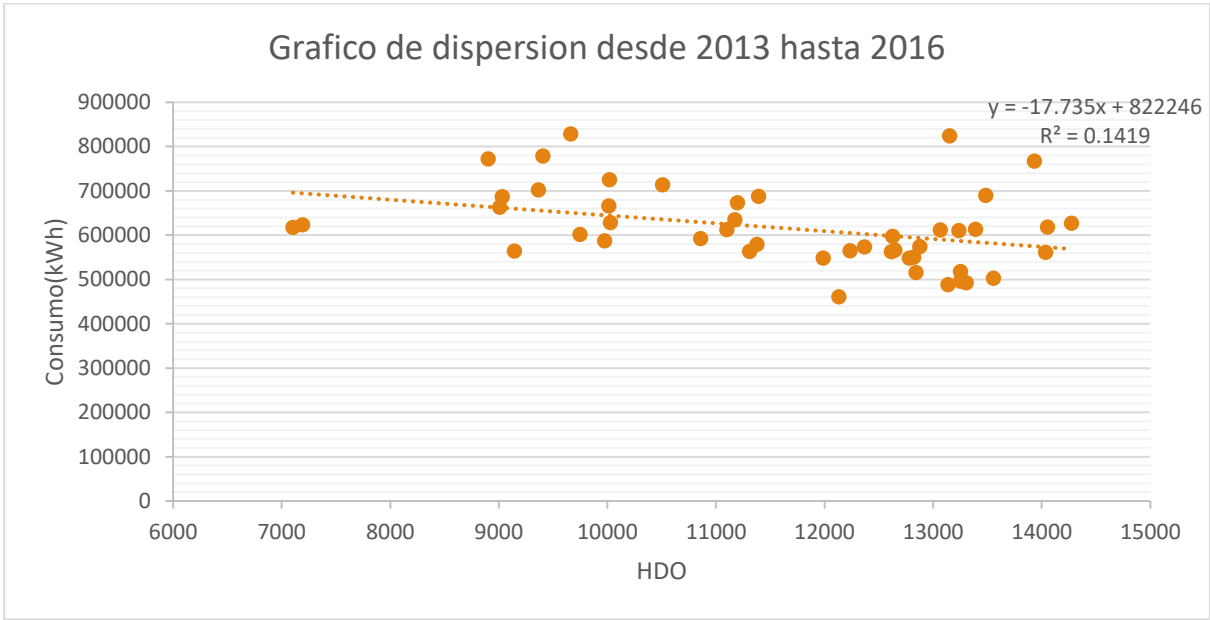


Fig 3.6- Gráfico de dispersión del Hotel Meliá Varadero desde 2016 hasta 2016

Fuente: Elaboración propia.

Hotel MGM Muthu

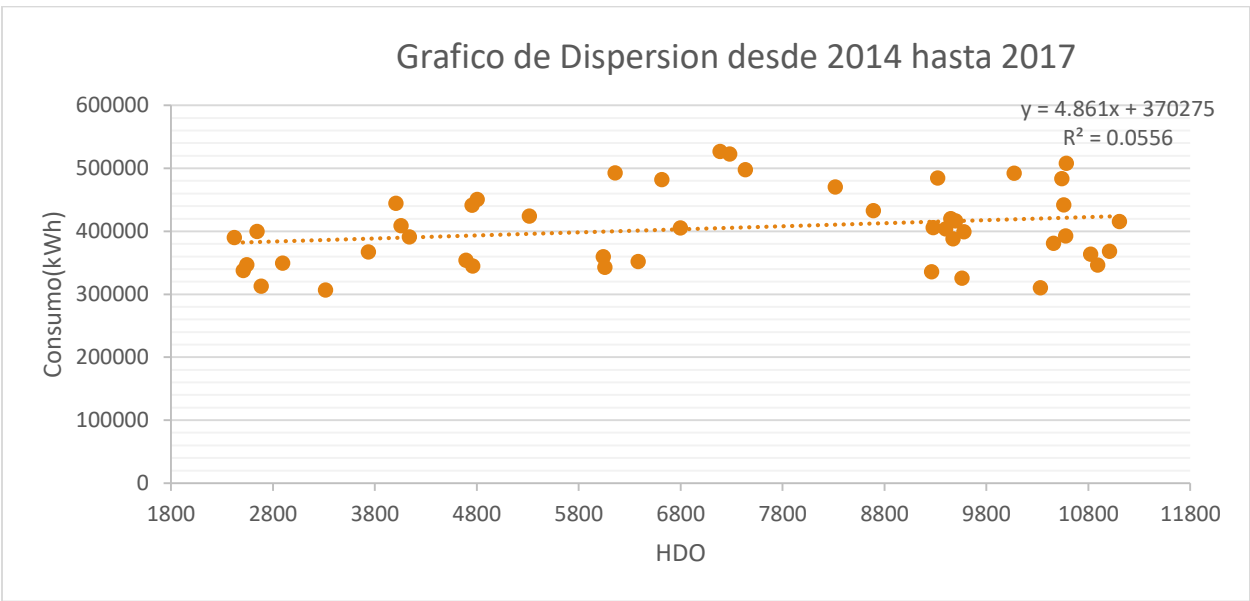


Fig 3.7- Gráfico de dispersión del Hotel MGM Muthu desde 2016 hasta 2016

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Sol Palmeras

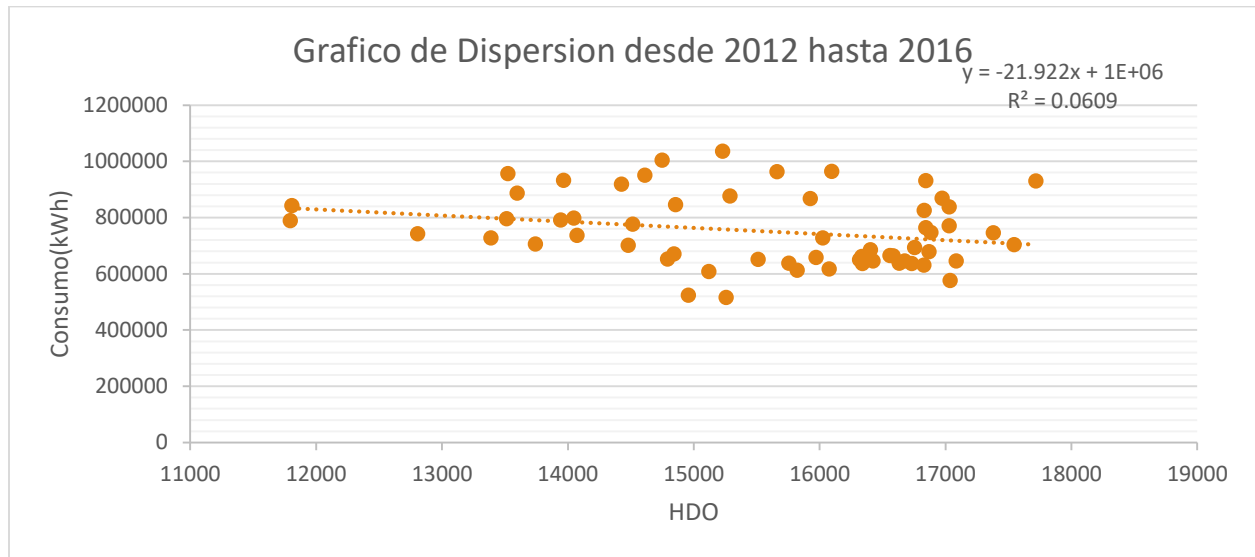


Fig 3.8- Gráfico de dispersión del Hotel Sol Palmeras desde 2012 hasta 2016

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Barceló Solymar

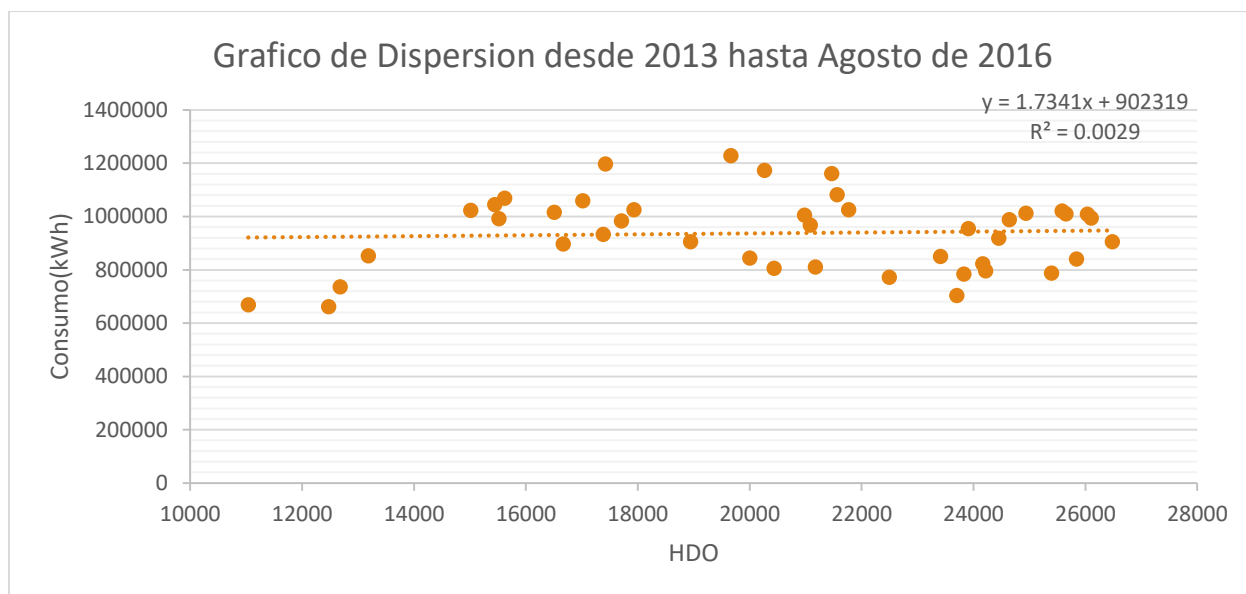


Fig 3.9- Gráfico de dispersión del Hotel Barceló Solymar desde 2013 hasta agosto de 2016

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Las Morlas Villa Cuba

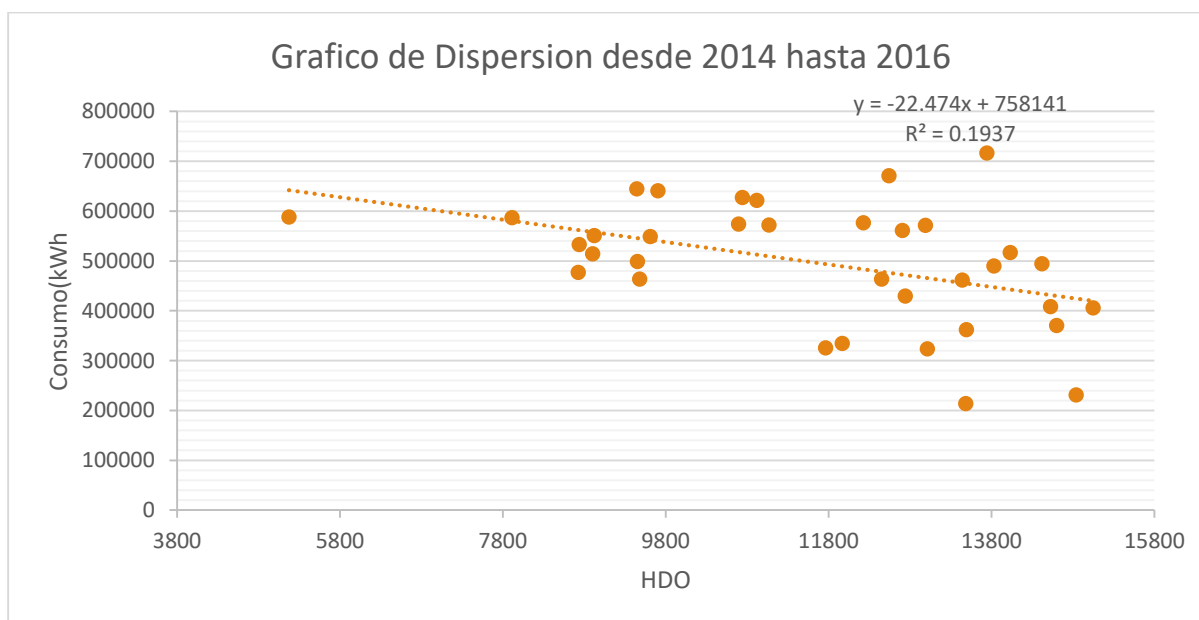


Fig 3.10- Gráfico de dispersión del Hotel Las Morlas Villa Cuba desde 2014 hasta agosto de 2016

Fuente: Elaboración propia

Hotel Blau Varadero

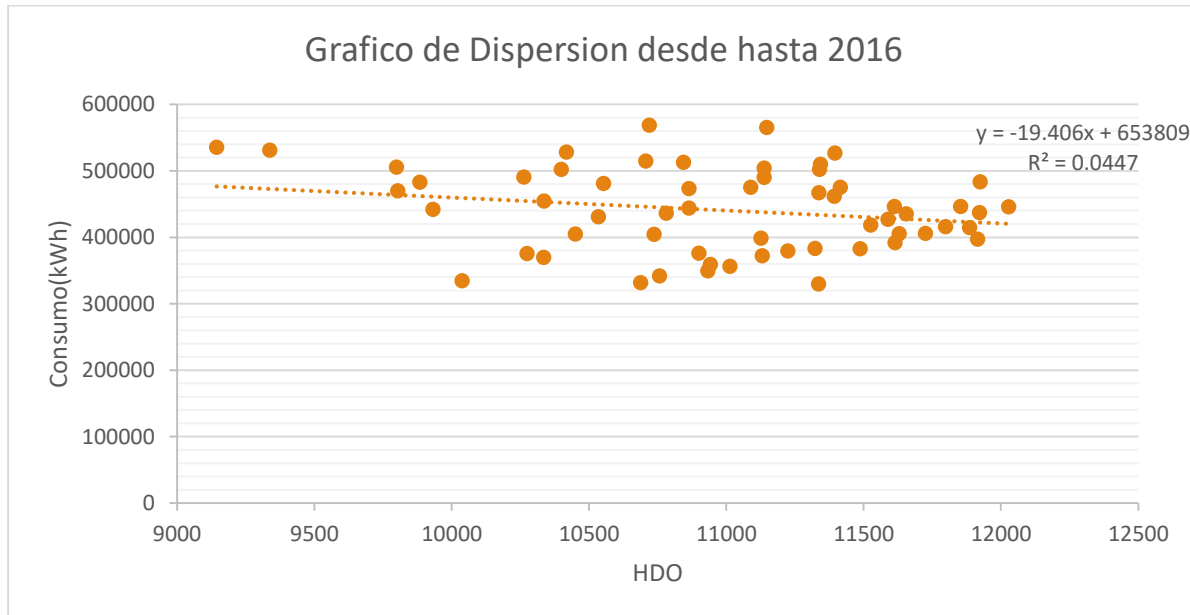


Fig 3.11- Gráfico de dispersión del Hotel Blau Varadero desde 2012 hasta 2016

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Paradisus princesa del Mar

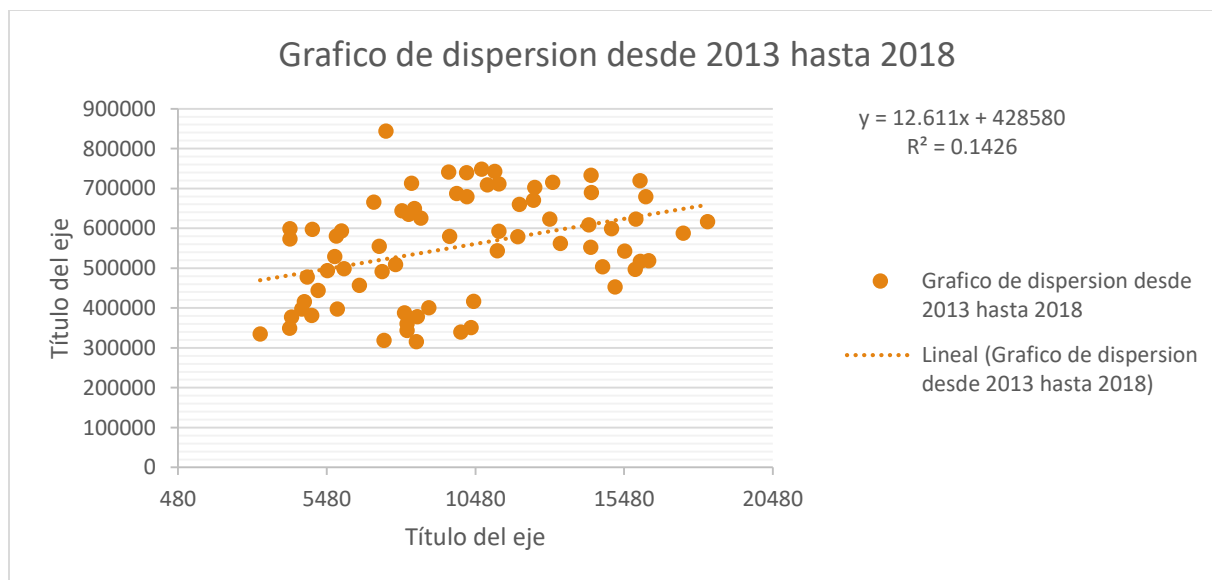


Fig 3.12- Gráfico de dispersión del Hotel Paradisus princesa del Mar desde 2013 hasta 2018

Fuente: Elaboración propia.

Provincia: Santiago:

Hotel Balcón del Caribe

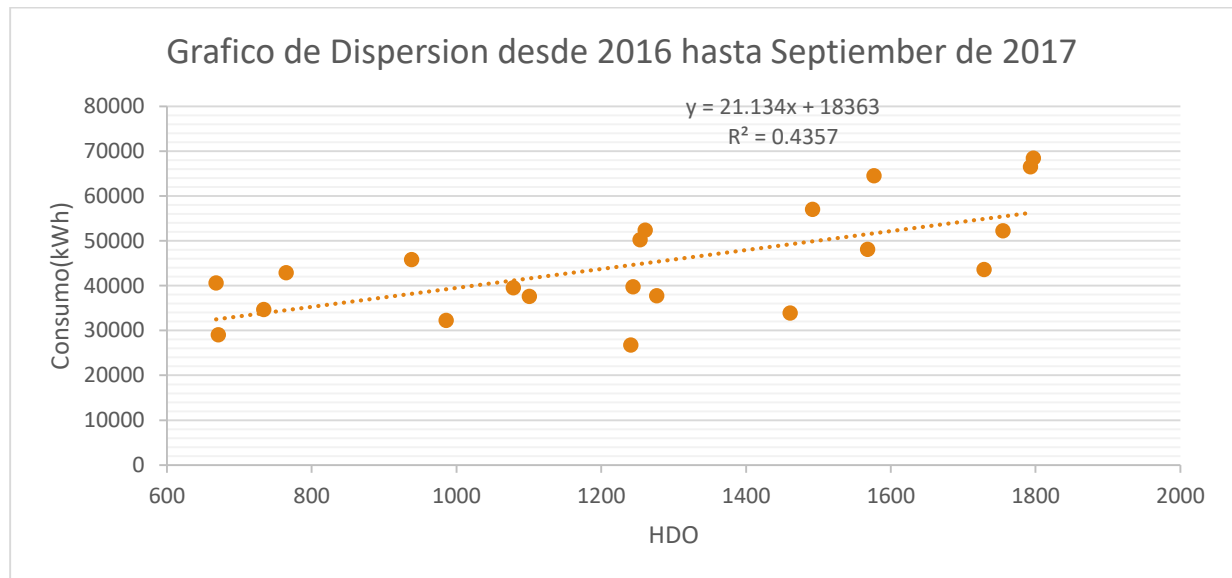


Fig 3.13- Gráfico de dispersión del HotelBalcón del Caribe desde 2016 hasta septiembre de 2017

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Las Américas

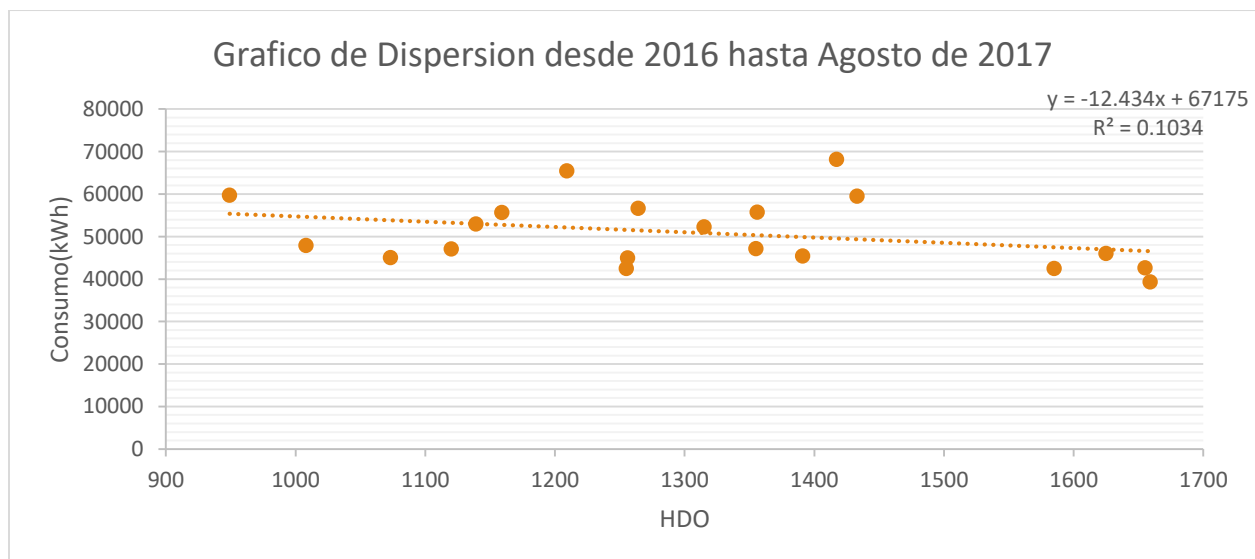


Fig 3.14- Gráfico de dispersión del Hotel Las Américas desde 2016 hasta agosto de 2017

Fuente: Elaboración propia

Hotel Villa San Juan

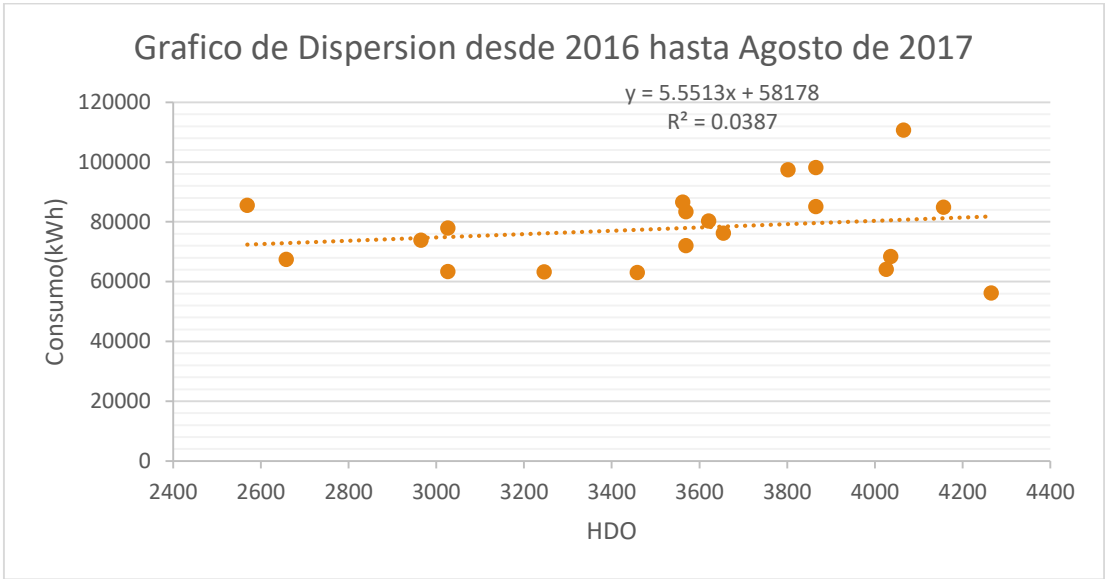


Fig 3.15- Gráfico de dispersión del HotelVilla San Juan desde2016 hasta agosto de 2017

Fuente: Elaboración propia.

Provincia: Villa Clara

Hotel Villa La Granjita

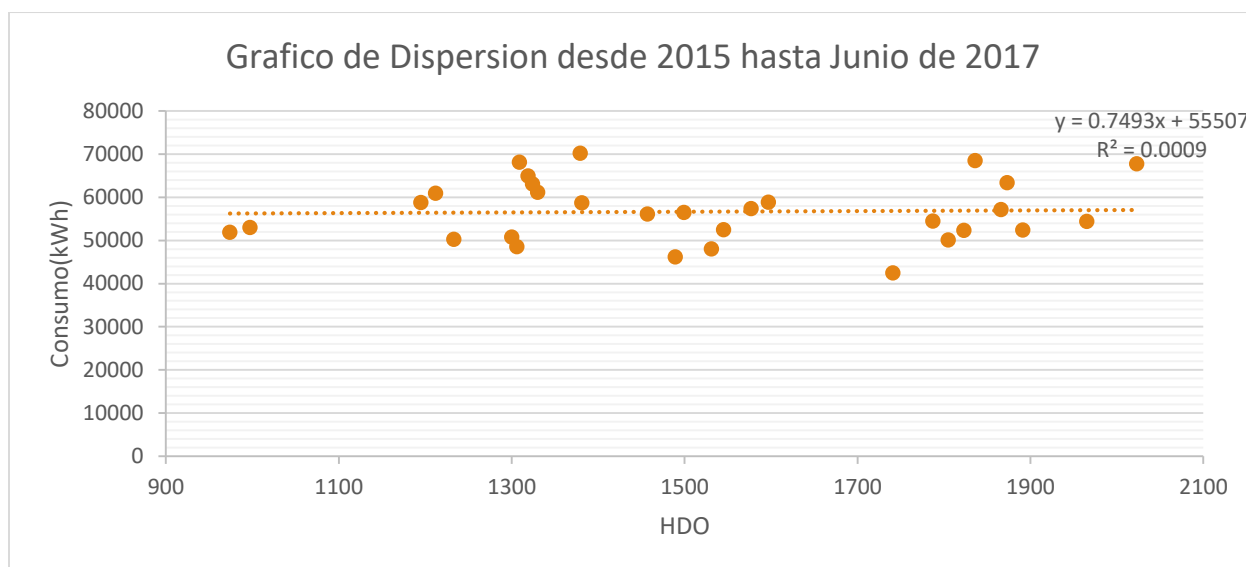


Fig 3.16- Gráfico de dispersión del HotelVilla La Granjita desde 2015 hasta junio de 2017

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Los Caneyes

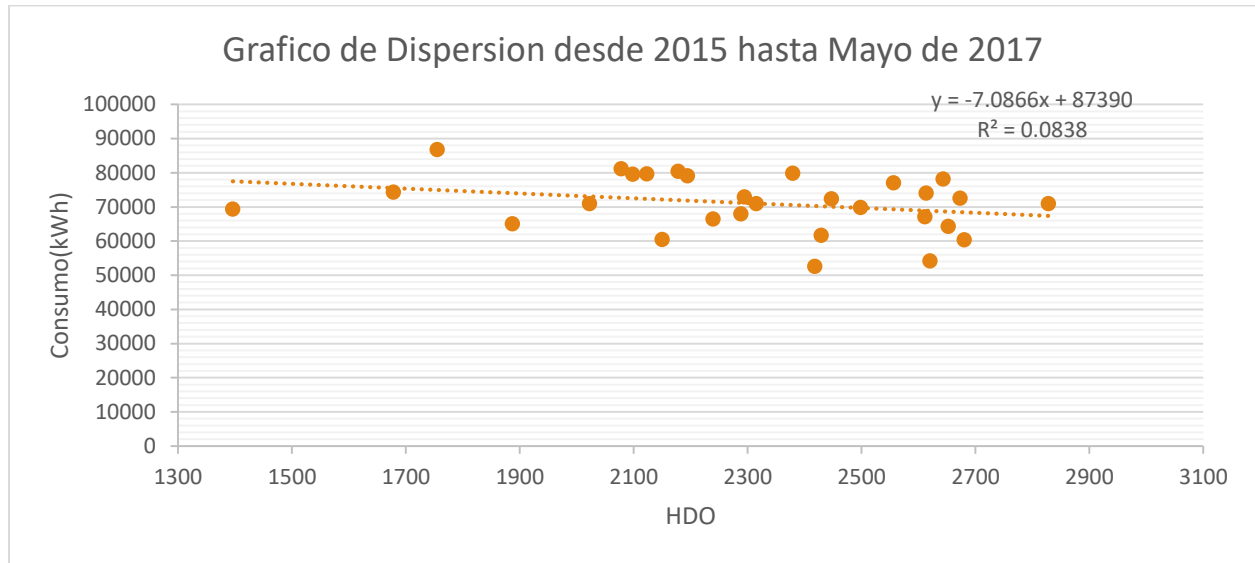


Fig 3.17- Gráfico de dispersión del Hotel Los Caneyes desde 2015 hasta mayo de 2017

Fuente: Elaboración propia

Hotel Meliá Las Dunas

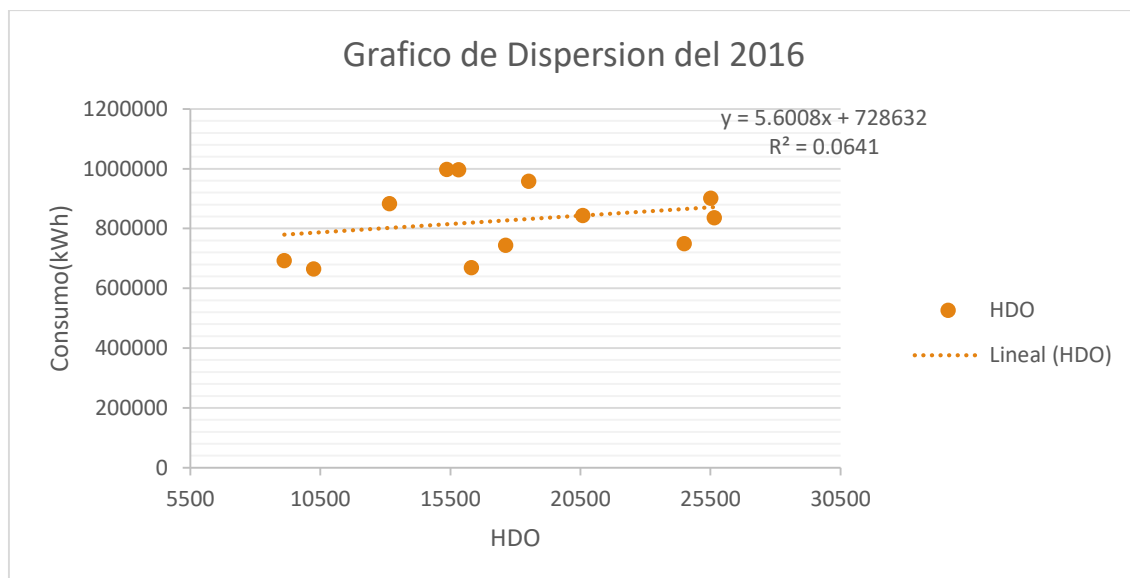


Fig 3.18- Gráfico de dispersión del Hotel Meliá Las Dunas de 2016

Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos de dispersión se observa que el coeficiente de correlación entre las habitaciones días ocupadas y el consumo de energía eléctrica de modo general no cumple con las exigencias requeridas para que sea considerado un indicador por un sistema de gestión ($R^2 \geq 0,75$).

3.1.2 Análisis de correlación del IDEn kWh/HDO*DG.

Para la validación del nuevo indicador se utilizan los valores de días grado correspondientes a cada provincia para diferentes temperaturas base. La tabla siguiente resume los resultados obtenido.

Tabla 3.2: Resumen de los resultados del coeficiente de correlación(kWh/HDO*DG)

Fuente: Elaboración propia

Hotel	KWh/HDO R ²	KWh/HDO*DG19 R ²	KWh/HDO*DG19.5 R ²	KWh/HDO*DG 20 R ²	KWh/HDO*DG20.5 R ²	KWh/HDO*DG21 R ²
Jagua	0.0051	0.0556(Filt 25%)	0.3556(Filt 30%)	0.3856(Filt30%)	0.4681(Filt 30%)	0.8799(Filt 30%)
Ordoño	0.1379	0.206(Filt 30%)	0.2205(Filt 30%)	0.4011(Filt 30%)	0.701(filt 20%)	0.9364(filt30%)
Rancho del Tesoro	0.004	0.3955(filt 30%)	0.3361(filt 30%)	0.4011(Filt 25%)	0.5302(Filt 30%)	0.3839(filt 30%)
Colony	0.69	0.71(Filt 30%)	0.72(Filt 30%)	0.8287		
Meliá Las Américas	0.2807	0.6548(filt 25%)	0.699(filt 25%)	0.8491(filt 20%)		
Meliá Varadero	0.1407	0.698(Filt 25%)	0.7156(filt 30%)	0.7559(filt 30%)		
MGM Muthu	0.0548	0.6056(filt 25%)	0.8115(filt 25%)			

Sol Palmeras	0.0642	0.7227(filt 25%)	0.7397(filt 25%)	0.7732(filt 25%)		
Barceló Solymar	0.0033	0.6472(filt 30%)	0.68602(filt 30%)	0.763(filt 20%)		
Las Morlas Villa Cuba	0.1697	0.5947(filt 30%)	0.6247(filt 30%)	0.8875(filt 20%)		
Blau Varadero	0.0483	0.5697(Filt 30%)	0.8589(filt 30%)			
Villa La Granjita	0.483	0.607(filt 30%)	0.6425(filt 30%)	0.853(filt 25%)		
Los Caneyes	0.0838	0.8443(filt 30%)				
Meliá Las Dunas	0.0641	0.8447				
Balcón del Caribe	0.4357	0.6883(Filt 30%)	0.8586			
Villa San Juan	0.0387	0.4357(25%)	0.4942(30%)	0.5754(30%)	0.6063(30%)	0.9583(filt 30%)
Las Américas	0.1034	0.463(filt 30%)	0.483(filt 30%)	0.5145(filt 30%)	0.5954(25%)	0.7915(filt 30%)
Paradise princ. del Mar	0.4743	0.8204(Filt 30%)				

Al analizar los resultados mostrados en la tabla, puede concluirse que en todos los casos se logra una mejora sustancial en el coeficiente de correlación al introducir la variable Días Grado de Enfriamiento, lo que evidencia la efectividad del índice propuesto por el CEEMA.

Otra conclusión que se infiere de la tabla anterior es que se obtuvo una evidencia concluyente acerca de cuál temperatura base es la más adecuada para el cálculo de la variable Días Grado de Enfriamiento. Así 7 hoteles obtuvieron los mejores resultados con los DG base 20, mientras 4 los obtuvieron con los DG base 21.

Es importante señalar también que en todos esos casos fue necesario recurrir al filtrado de los datos para aumentar el coeficiente de correlación.

A continuación, se muestran los gráficos de correlación de la mejor opción identificada para cada hotel.

Cienfuegos

Hotel Jagua

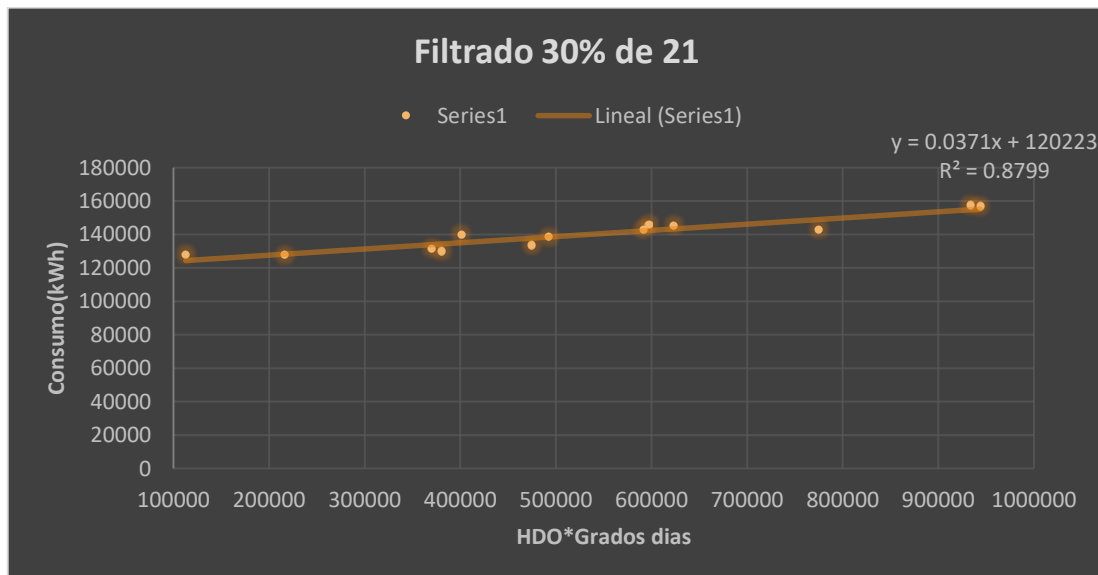


Fig 3.19- Gráfico de dispersión del HotelJagua para una temperatura base de 21°C

Fuente: Elaboración propia.

Holguín:

Hotel Ordoño

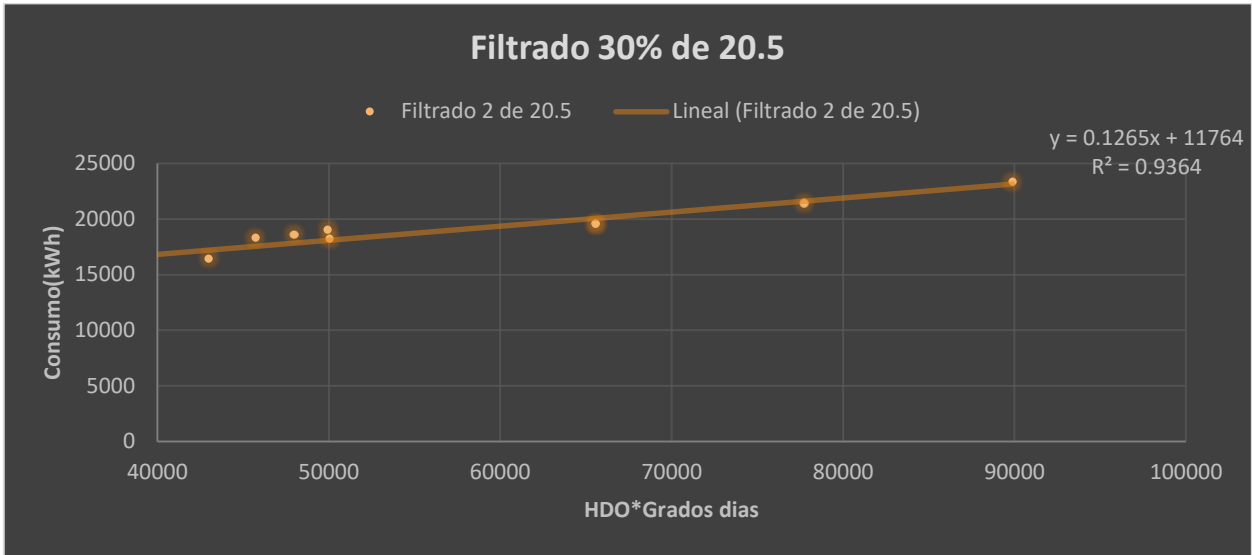


Fig 3.20- Gráfico de dispersión del Hotel Ordoño para una temperatura base de 20.5°C
Fuente: Elaboración propia.

Municipio especial Isla de la Juventud

Hotel Colony

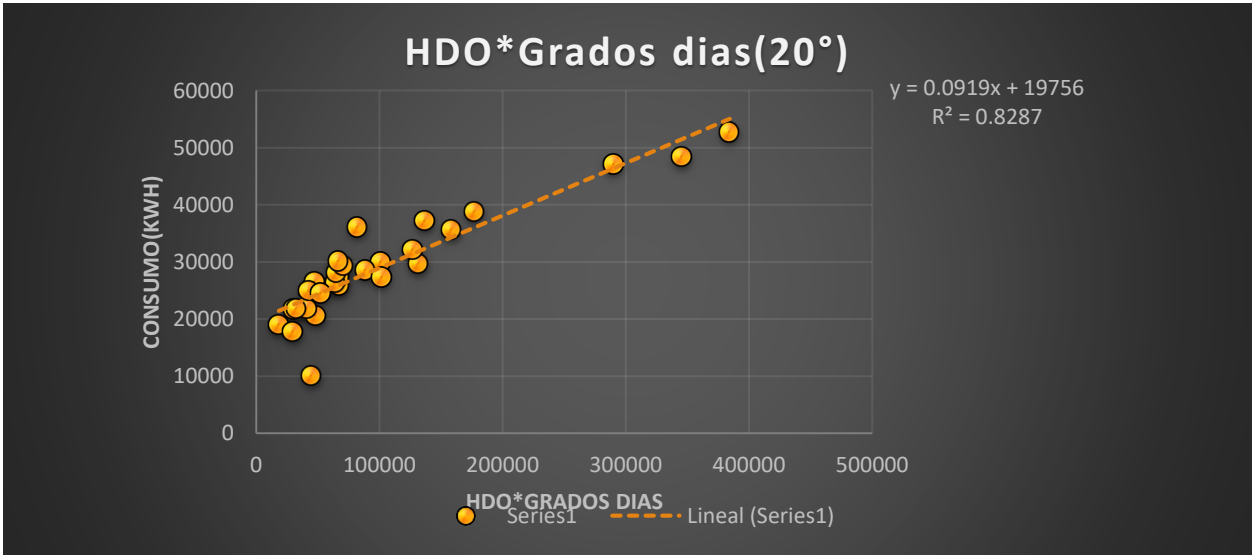


Fig 3.21- Gráfico de dispersión del Hotel Colony para una temperatura base de 20°C
Fuente: Elaboración propia.

Matanzas

Hotel Meliá Las Américas

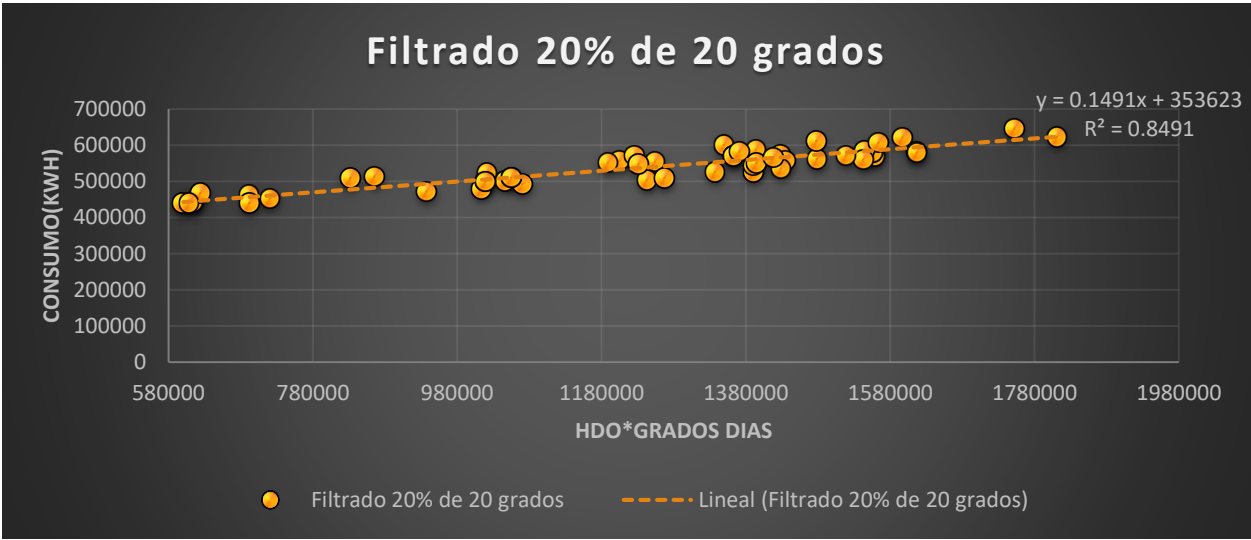


Fig 3.22-Gráfico de dispersión del Hotel Meliá Las Américas para una temperatura base de 20°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Meliá Varadero

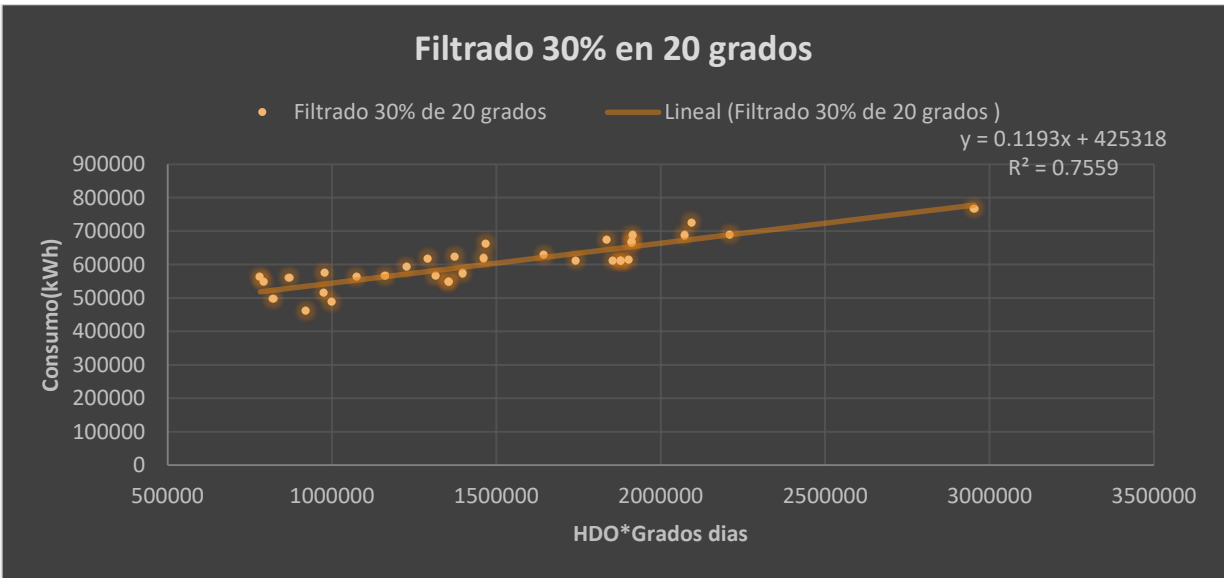


Fig 3.23-Gráfico de dispersión del Hotel Meliá Varaderopara una temperatura base de 20°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel MGM Muthu

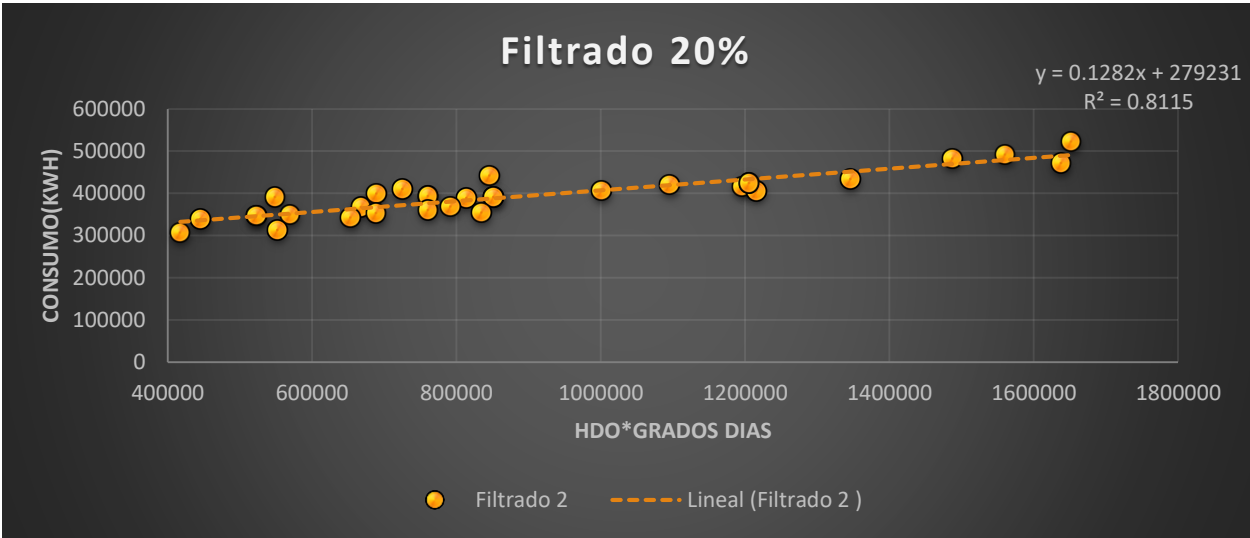


Fig 3.24-Gráfico de dispersión del Hotel MGM Muthu para una temperatura base de 19.5°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Sol Palmeras

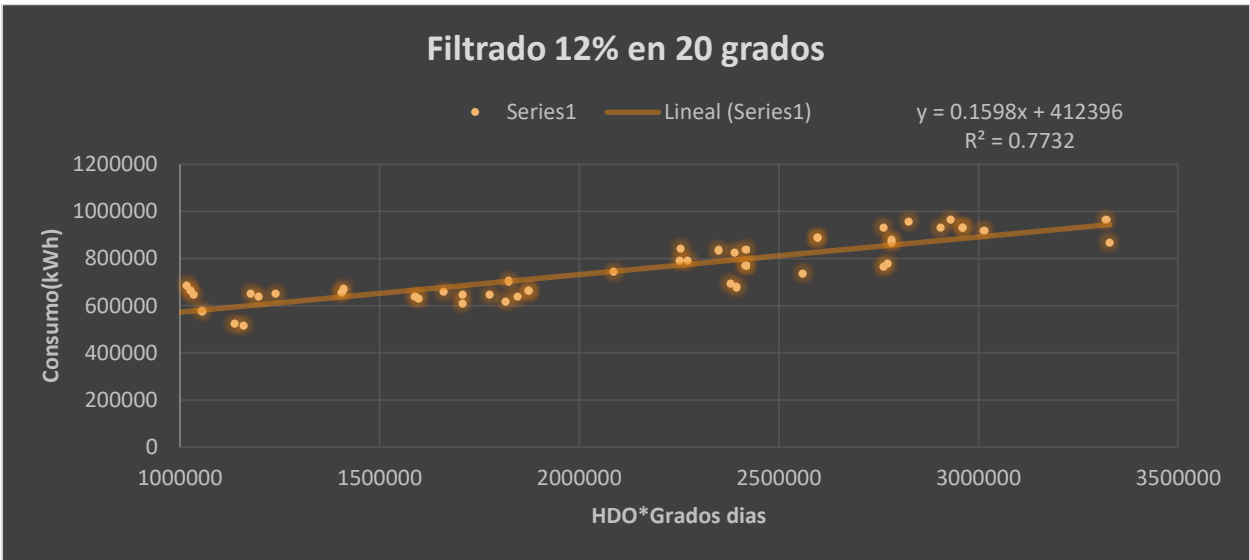


Fig 3.25-Gráfico de dispersión del Hotel Sol Palmeras para una temperatura base de 20°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Barceló Solymar

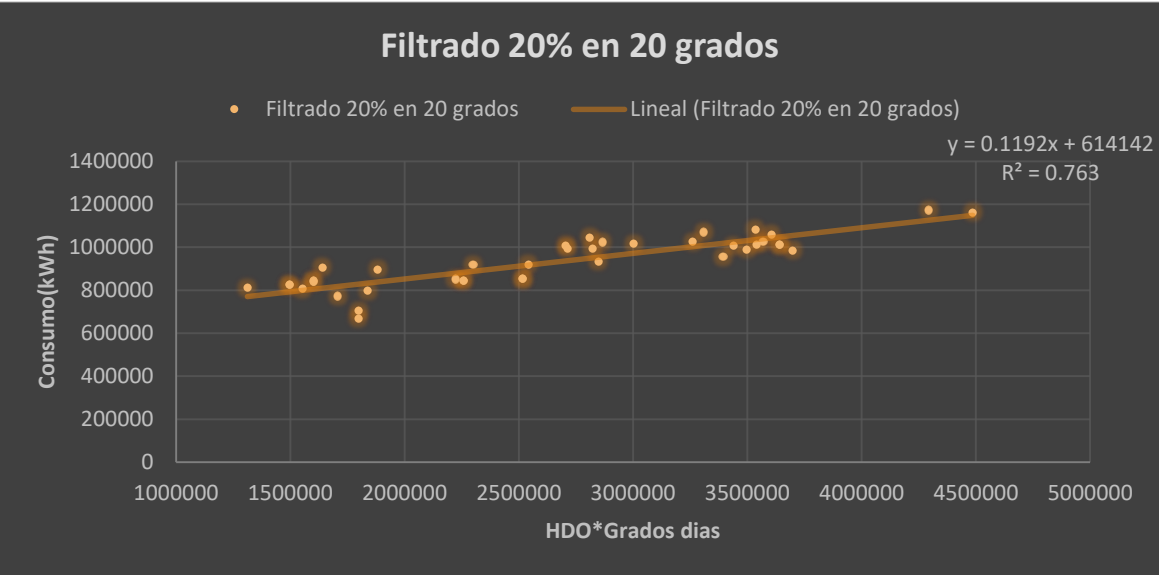


Fig 3.26-Gráfico de dispersión del Barceló Solymar a una temperatura base de 20°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Las Morlas Villa Cuba

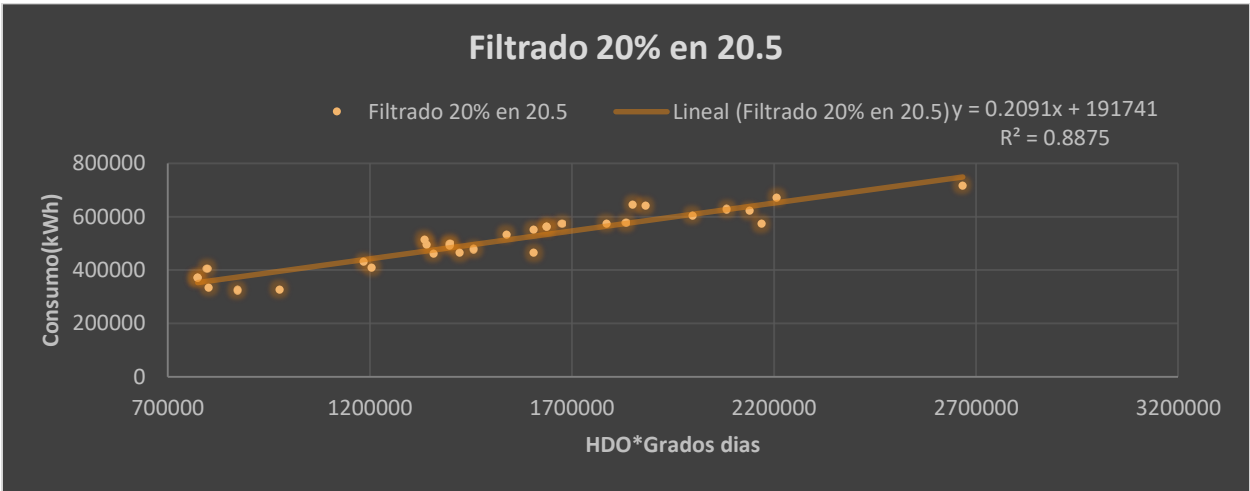


Fig 3.27-Gráfico de dispersión del Hotel Las Morlas Villa Cuba a una temperatura base de 20.5°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Blau Varadero

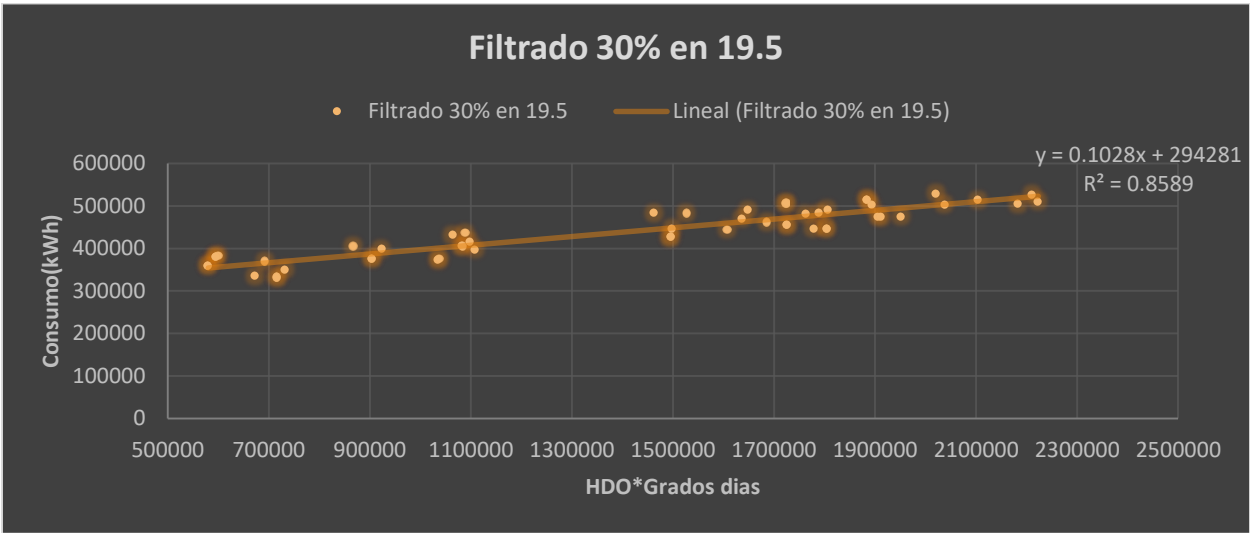


Fig 3.28-Gráfico de dispersión del Hotel Blau Varadero a una temperatura base de 19.5°C
Fuente: Elaboración propia.

Hotel Paradisus princesa del Mar

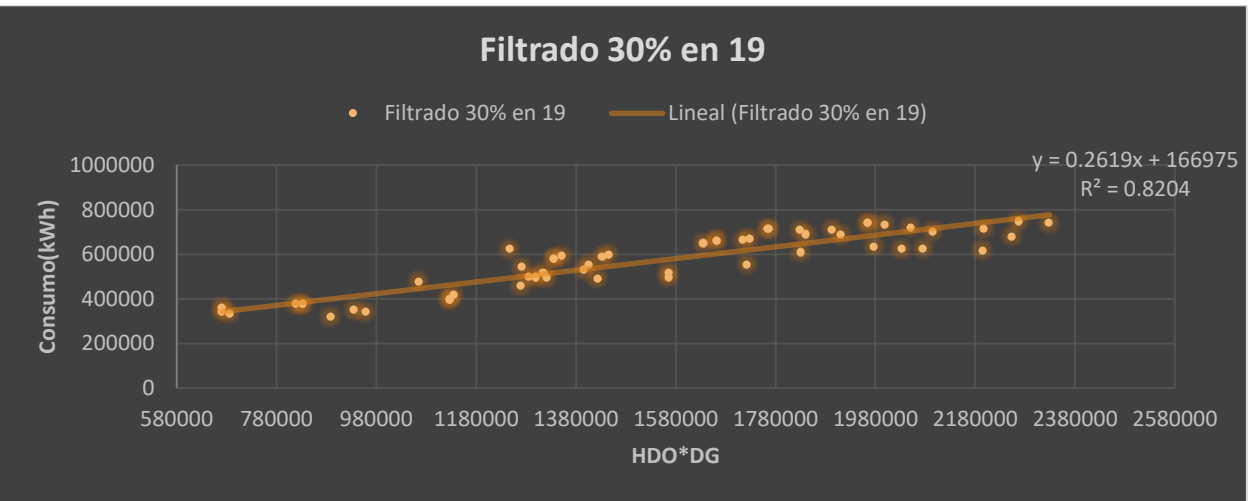


Fig 3.29- Gráfico de dispersión del Hotel Paradisus princesa del Mar a una temperatura base de 19°C
Fuente: Elaboración propia.

Santiago

Hotel Balcón del Caribe

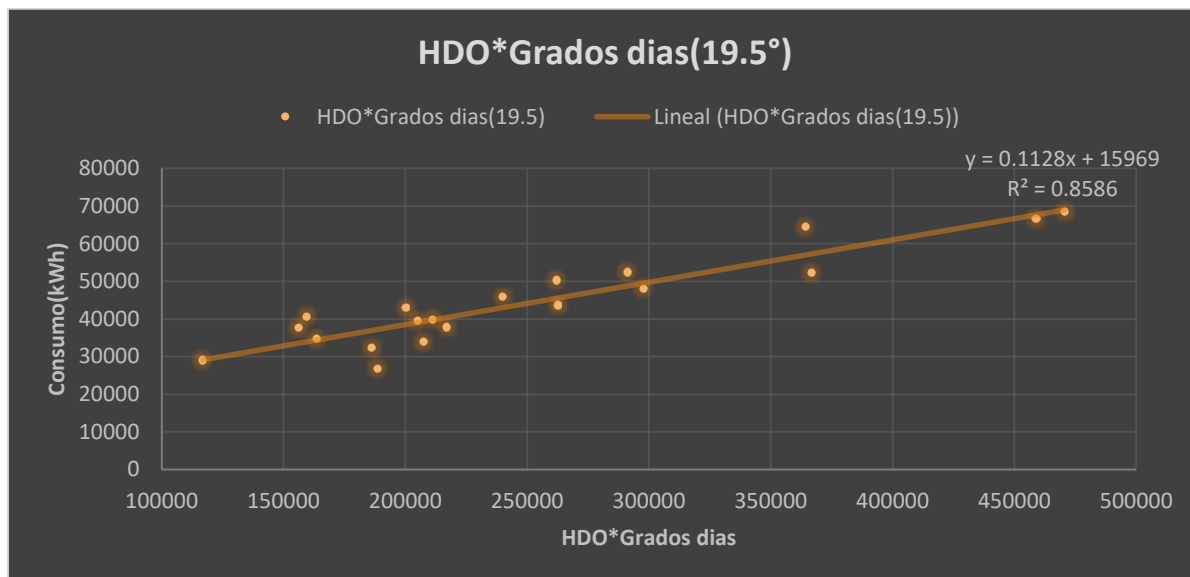


Fig 3.30-Gráfico de dispersión del Hotel Balcón del Caribe a una temperatura base de 19.5°C

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Las Américas

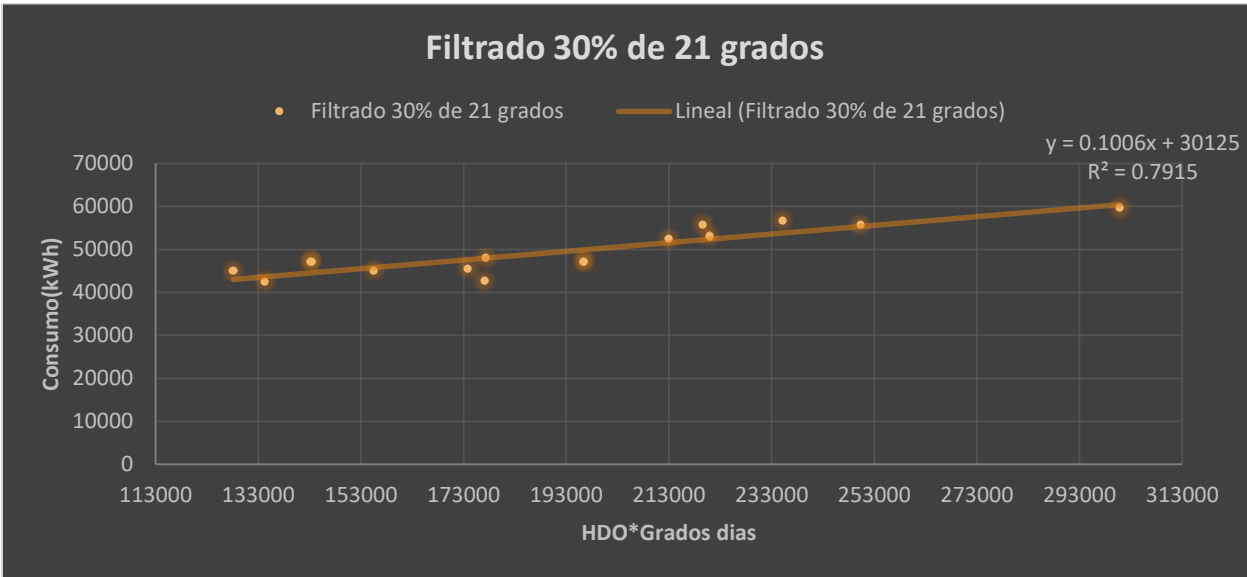


Fig 3.31-Gráfico de dispersión del Hotel Las Américas a una temperatura base de 21°C

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Villa San Juan

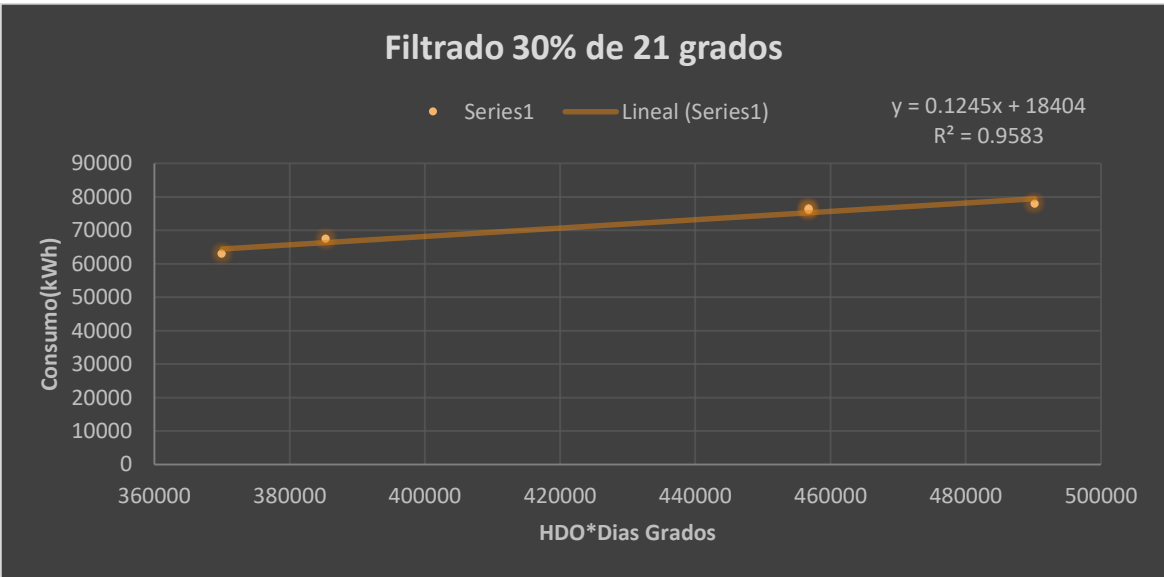


Fig 3.32-Gráfico de dispersión del Hotel Villa San Juan a una temperatura base de 21°C

Fuente: Elaboración propia.

Villa Clara:

Hotel Villa La Granjita

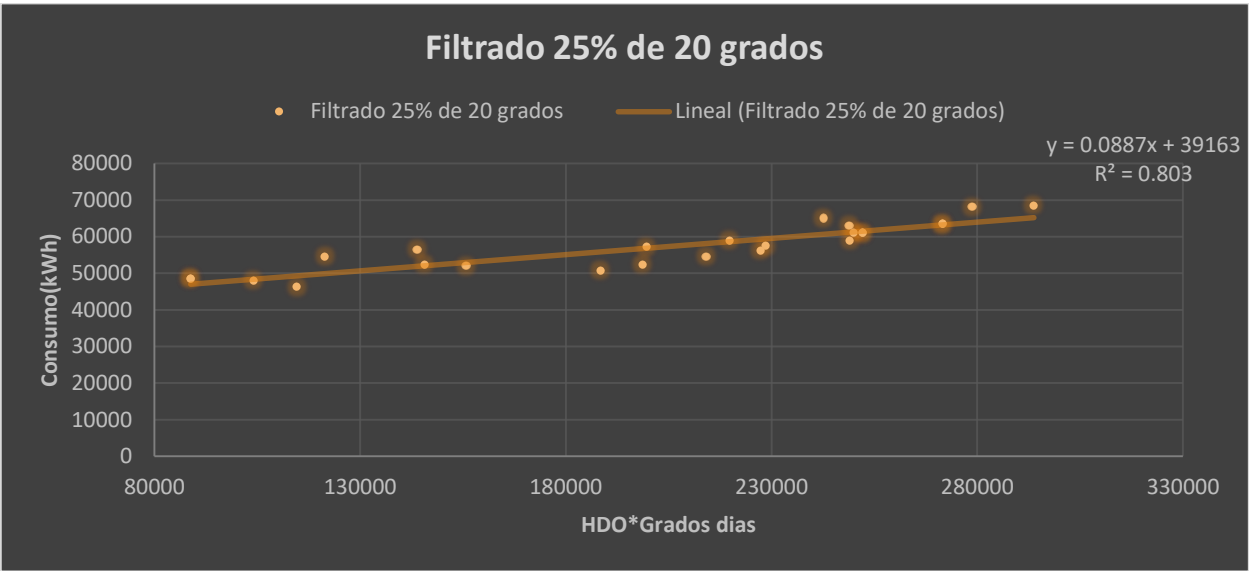


Fig 3.33-Gráfico de dispersión del Hotel Villa La Granjita a una temperatura base de 20°C

Fuente: Elaboración propia.

Hotel Los Caneyes

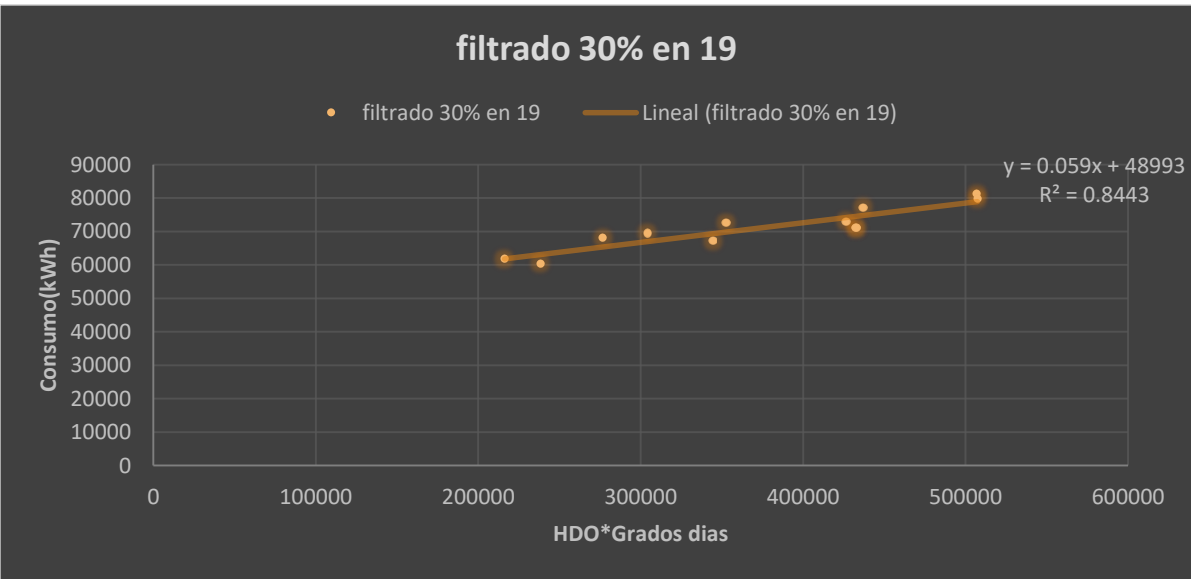


Fig 3.34-Gráfico de dispersión del Hotel Los Caneyes a una temperatura base de 19°C

Fuente: Elaboración propia

Hotel Meliá Las Dunas

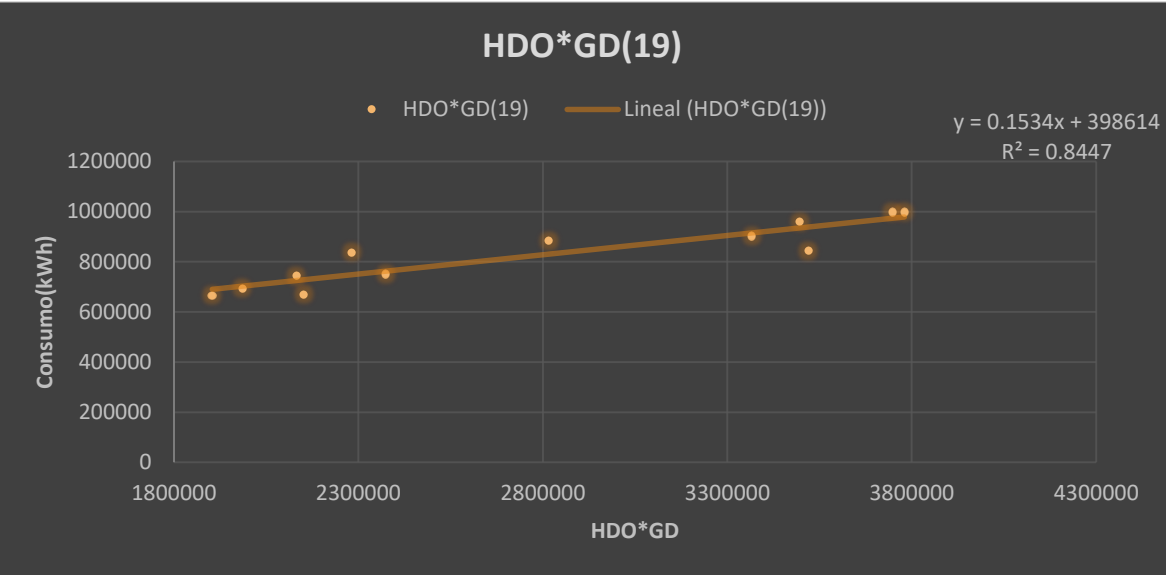


Fig 3.35-Gráfico de dispersión del Hotel Las Dunas a una temperatura base de 19°C

Fuente: Elaboración propia

3.2- Conclusiones parciales

- El IDEn kWh/HDO*DG muestra, en todos los casos, una mejora sustancial en el coeficiente de correlación respecto al IDEn utilizado por el MINTUR (kWh/HDO)
- El estudio realizado no permite concluir cual es la temperatura base más adecuada para el cálculo de la variable Días Grado de Enfriamiento

Conclusiones generales

1. Este estudio muestra que un paso importante para lograr una mayor eficiencia energética en hoteles es una adecuada selección e implementación de IDEn.
2. Para definir un IDEn efectivo se requiere incluir parámetros físicos como la temperatura exterior y parámetros operativos, como el nivel de ocupación.
3. En los hoteles cubanos, las prácticas actuales hacen que el alto consumo de electricidad y los altos costos de energía, sea debido en parte, a la ausencia de IDEn eficaces.
4. El IDEn propuesto por el CEEMA ($\text{kWh/HDO} \cdot \text{DG}$) muestra, en todos los casos, una mejora sustancial en el coeficiente de correlación respecto al indicado por el MINTUR (kWh/HDO), se basa en los datos actualmente manejados por el personal de las instalaciones y es bastante fácil de calcular, lo que facilita considerablemente su implantación en los hoteles estudiados.

Recomendaciones

1. Divulgar estos resultados a las autoridades del Mintur y promover su participación activa para la mejora de la propuesta e incorporación de información corporativa.
2. Realizar comparaciones de los resultados obtenidos con otras fuentes de información.

Bibliografías

- Chung, W, V. Hui, Y, & Miu Lam, Y. (2005). Benchmarking the energy efficiency of commercial buildings. Retrieved from [Available online at www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Daniel Cisneros Zerquera, N, & Raúl Rivalta Pérez, O. (2017). *Diagnóstico del Sistema de Gestión Energética del Hotel Meliá Cohíba según la Norma NC-ISO 50 001: 2011*. (Tesis de pre grado). Universidad Técnica de La Habana José Antonio Echeverría. Cujae, La Habana, Cuba.
- De Rosa, M. Bianco, V. Scarpa, F. & Tagliafico, L. (2014). Heating and cooling building energy demand evolution; simplified model and a modified degree days approach. Retrieved from www.elsevier.com/locate/apenergy
- Deng, S. (2002). Energy and water uses and their performance explanatory indicators in hotel in Hong Kong. Retrieved from www.elsevier.com/locate/enbuild
- ETO, H.J. (1988). *On Using Degree-days to Account for the Effects of Weather on Annual Energy Use in Office Buildings*. California, U.S.A.
- Leandro Velásquez, J. (2015). *Modelo de Gestión Integral de Energía para Hoteles en Colombia*. (Tesis de pre grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Bejarano Prieto, M. y, Idaly Hernández Villamil, J, & Eugenia Merchán Hernández, M. (2016). *Indicadores de Gestión Hotelera; un estudio de correlación canónica*. (Tesis de pre grado). Fundación Universitaria los Libertadores, Bogotá, Colombia.
- Marcelo Gurrero López, H. (2015). *Estudio para la determinación de indicadores de Eficiencia Energética en el Sector residencial del Distrito Metropolitano de Quito "D.M.Q."*. (Tesis de pre grado). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- Laire, M. Fiallos, Y, & Aguilera A. (2017). Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito.
- Molina González, A. Borroto Nordelo, A, P. Monteagudo Yanes, J, R. Velarde Bedregal, H, & E. Santisteban Toca, C. (2017). Índices de consumo energético para hoteles tropicales. *CITMA XXXVIII*, (3), 207-201
- Morell Fernández. A. (s.f.). ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía Requisitos ISO 50001:2011. Retrieved from www.crea.es

- Cabrera Gorrín, O. Borroto Nordelo, A. Monteagudo Yanes, J. Pérez Tello, C, & Campbell Ramírez, H. (s.f) Indicadores de eficiencia energética en hoteles turísticos en Cuba. *ESPOL*. 30, 23-20.
- Lázaro Perdomo Silva, R, & González Milanés, E. (2013). Utilización de luminarias más eficientes en Hotel Breezes Varadero. *Retos turísticos* (3). 1-12 paginas Cuba.
- Pastor Lillo, L. (s.f). Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Provincia de Alicante. Retrieved from www.alicantenergia.es
- Pérez Tello, C. Campbell R. Borroto Nordelo, A, & Monteagudo Yanes, J. (2016). Horas-grado, un criterio realista para caracterizar climatológicamente una región con propósitos de uso eficiente y ahorro de energía eléctrica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* 8 (2011) 309–322. Paginas.
- Proyecto Efiener. (2009). Guía de Eficiencia Energética para instalaciones hoteleras en Canarias. España
- Gómez Sarduy, J. Viego Felipe, P. Díaz Torres, Y. A. Álvarez-Guerra Plascencia, A. Sousa Santos, V, & Haeseldonckx, D. (2018). A New Energy Performance Indicator for Energy Management System of a Wheat Mill Plant. Retrieved from <http://www.econjournals.com>
- Raya Lajares, M. (s.f). *Evaluación de metodologías para la determinación de los Grados Días de enfriamiento*. (Tesis de grado) Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos. Cuba.
- Rodríguez Santos, O. Cruz Fonticiella, O. & Leyva Céspedes, A. (2018). Modelo de cálculo de Grados-Día Mensuales de enfriamiento y calentamiento con Temperatura Base variable para aplicaciones Energéticas. (45). Retrieved from <http://centroazucar.uclv.edu.cu>
- Rosa Rodríguez, L. Pineda Insuasti, J. Yero Peña, W. Otero Sierra, C. Soto Arroyave, C.& Santiago Vispo, N. (2017). Método de cálculo del índice de eficiencia energética de los hoteles. *ESPOL* (30). 1-12 paginas
- Soto Lull. I. (2016). *Proyecto de Implementación de la Norma ISO 50001 en el centro sanitario integrado de Juan Llores de Valencia*. (Tesis de grado). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Valencia. España.
- Tapia Santisteban, R. (2013). *Evaluación de Indicadores de Eficiencia, Calidad Y Oportunidad en las Empresas Hoteleras de cuatro estrellas, Ciudad de*

Chicayo, Mediante una auditoria de Gestión para mejorar su rentabilidad.
(Tesis de pre grado). Católica Santo Toribio de Mogrovejo, España.

Acosta, A. Zamarreño, J, & Álvarez, V. (2011). Modelo para la Predicción Energética de una Instalación Hotelera. Retrieved from www.sciencedirect.com

Anexos

Tabla 1: Consumo de Energía vs HDO del Hotel Jagua Años 2014 – 2017

Meses	HDO	Consumo Energía Eléctrica (kWh)	IDEn (kWh/HDO)
ene-14	4411	131560	29,8
feb-14	4502	190645	42,3
mar-14	4850	142936	29,5
abr-14	4117	133781	32,5
may-14	2935	138452	47,2
jun-14	1661	142185	85,6
jul-14	2097	156796	74,8
ago-14	1929	139828	72,5
sep-14	1140	127629	112,0
oct-14	3027	148591	49,1
nov-14	4440	133562	30,1
dic-14	3559	127909	35,9
ene-15	4538	129865	28,6
feb-15	4495	112719	25,1
mar-15	4900	145850	29,8
abr-15	4706	164285	34,9
may-15	3578	158099	44,2
jun-15	2331	132703	56,9
jul-15	3344	172190	51,5
ago-15	2998	145165	48,4
sep-15	2455	146292	59,6
oct-15	3756	162337	43,2
nov-15	4500	172461	38,3
dic-15	5494	161160	29,3
ene-16	6130	132320	21,6
feb-16	6088	118630	19,5
mar-16	6356	142848	22,5
abr-16	6091	156787	25,7
may-16	5558	157419	28,3
jun-16	4081	168045	41,2
jul-16	4662	159618	34,2
ago-16	3998	147266	36,8
sep-16	3273	137065	41,9
oct-16	5264	155186	29,5
nov-16	5738	133834	23,3
dic-16	4480	136909	30,6
ene-17	5069	124748	24,6
feb-17	5177	122811	23,7
mar-17	5726	132416	23,1
abr-17	4937	135201	27,4
may-17	3034	136805	45,1
jun-17	1681	124165	73,9

Nombre del Hotel		Jagua			
Factores	Parámetros				
Categoría del hotel	Según las estrellas				
				4	
Tipo de Hotel	Según la construcción			Según la ubicación	
	Bungaló	Edificio	X	Urbano	Costero X
Área total del Hotel	16 871m ²				
Número total de Habitaciones y capacidad	147 habitaciones dobles y dos junior suites				
	A(m ²)	Equipamient o	Luminaria(le d o fluorescente) Cantidad	Área climatizada Si No	
Habitación estándar	32	TV, Minibar, Secador de Pelo		X	
Habitación Junior Suite	64	TV, Minibar, Secador de Pelo		X	
Pasillos					
Salones de reunión o conferencia, teatro					
Restaurante Escambray	312		142 fluo	X	
Restaurante Los Laureles					X
Palacio del Valle					X
Lobby			314 fluo		X
Lavandería					
Tiendas	17			X	
Otras instalaciones(Enfermerí a, oficinas)				X	
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado
	X				X
Piscinas	Cantida d	A(m ²)	Capacidad(L)		Bombas

	1	240		Cantidad	Potencia
Nivel de ocupación	Temporada alta			Temporada baja	
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X	X	X		

Tabla 2: Datos estadísticos utilizados en el cálculo de los índices de consumo. Hotel Ordoño

Mes-Año	Consumo (kW.h)	Nivel de Ocupación (HDO)	Nivel de Ocupación (TD)	Índice (kW.h/HDO)	Índice (kW.h/TD)
ene-15	13321	289	501	46.09	26.59
feb-15	12363	294	505	42.05	24.48
mar-15	15134	336	587	45.04	25.78
abr-15	15367	274	469	56.08	32.77
may-15	15167	207	364	73.27	41.67
jun-15	16343	201	334	81.31	48.93
jul-15	16417	187	352	87.79	46.64
ago-15	18129	299	586	60.63	30.94
sep-15	15803	182	312	86.83	50.65
oct-15	16011	202	332	79.26	48.23
nov-15	17078	293	523	58.29	32.65
dic-15	17112	311	544	55.02	31.46
ene-16	18190	491	847	37.05	21.48
feb-16	19055	485	824	39.29	23.13
mar-16	20705	432	785	47.93	26.38
abr-16	19570	400	648	48.93	30.20
may-16	18583	284	493	65.43	37.69
jun-16	18273	231	399	79.10	45.80
jul-16	21419	338	605	63.37	35.40

ago-16	23332	396	704	58.92	33.14
sep-16	17871	171	287	104.51	62.27
oct-16	18789	287	507	65.47	37.06
nov-16	19149	453	786	42.27	24.36
dic-16	18638	339	549	54.98	33.95
ene-17	17985	437	771	41.16	23.33
feb-17	18631	422	684	44.15	27.24
mar-17	18144	285	494	63.66	36.73
abr-17	23638	387	588	61.08	40.20
may-17	19061	138	211	138.12	90.34
jun-17	18144	82	127	221.27	142.87

Tabla 3:Caracterización del Hotel Caneyes. Villa Calara

Nombre del Hotel		Los Caneyes			
Factores	Parámetros				
Categoría del hotel	Según las estrellas				
			3		
Tipo de Hotel	Según la construcción		Según la ubicación		
	Bungaló X	Edificio	Urbano X	Costero	
Área total del Hotel					
Número total de Habitaciones y capacidad	96 habitaciones				
	A(m²)	Equipamie nto	Luminaria(led o fluorescen te)	Área climatizada Si	

			Cantidad	No	
Habitación estándar			1152	X	
Restaurante Buffet			34	X	
Sala de fiestas			14	X	
Tienda			24	X	
Otras instalaciones(Enfermería, oficinas)					
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado
	X		X		
Piscinas	Cantidad	A(m ²)	Capacidad (L)	Bombas	
	1			Cantidad	Potencia
				2	2,4 kW
Nivel de ocupación	Temporada alta			Temporada baja	
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X	X	X		

Tabla 4: Caracterización del Hotel Las Dunas. Villa Calara

Nombre del Hotel		Melia Las Dunas				
Factores		Parámetros				
Categoría del hotel		Según las estrellas				
					5	
Tipo de Hotel		Según la construcción			Según la ubicación	
		Bungaló	Edificio	X	Urbano	Costero X
Área total del Hotel						
Número total de Habitaciones y capacidad		944 habitaciones				
	A(m ²)	Equipamient o	Luminaria(l ed o fluorescent e) Cantidad	Área climatizada Si No		
Habitación estándar				X		
Habitación Junior Suite				X		
Teatro						
Restaurante Buffet Criollo				X		
Restaurante Buffet Internacional				X		
Restaurante Oriental				X		
Restaurante Mexicano				X		
Restaurante Mediterraneo				X		
Lobby						
Lavandería						
Tiendas				X		

Otras instalaciones(Enfermería, oficinas)					
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado
	X		X		
Piscinas	Cantidad	A(m ²)	Capacidad(L)	Bombas	
	3			Cantidad	Potencia
				8	23,38 kW
Nivel de ocupación	Temporada alta			Temporada baja	
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X	X	X		

Tabla 4: Caracterización del Hotel Melia Varadero. Matanzas

Nombre del Hotel					
Melia Varadero					
Factores	Parámetros				
Categoría del hotel	Según las estrellas				
					5
Tipo de Hotel	Según la construcción			Según la ubicación	
	Bungaló	Edificio	X	Urbano	Costero X
Área total del Hotel					
Número total de Habitaciones y capacidad	490 habitaciones (329 habitaciones clásicas, 70 clásicas con vista al mar, 21 premium, 70 habitaciones remodeladas)				

	$A(m^2)$	Equipamiento	Luminaria(l ed o fluorescente) Cantidad	Área climatizada Si No	
Habitación estándar				X	
Teatro de Animación					
Restaurante Buffet La Habana				X	
Restaurante Barbacoa Trinidad				X	
Restaurante Internacional Fuerteventura				X	
Tex Mex Las Reses					
Restaurante Las Brasas					
Lobby					
Lavandería					
Tiendas				X	
Otras instalaciones(Enfermería, oficinas)					
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado
	X		X		
Piscinas	Cantidad	$A(m^2)$	Capacidad(L)	Bombas	
	3			Cantidad	Potencia

Nivel de ocupación	Temporada alta			Temporada baja	
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X		X		

Tabla 5: Caracterización del Hotel Solymar Arenas Blancas. Matanzas

Nombre del Hotel Solymar Arenas Blancas					
Factores	Parámetros				
Categoría del hotel	Según las estrellas				
					5
Tipo de Hotel	Según la construcción			Según la ubicación	
	Bungaló X	Edificio X		Urbano	Costero X
Área total del Hotel	60 125 m ²				
Número total de Habitaciones y capacidad	883 habitaciones (328 son Standard Hotel, 8 son Suite Hotel, 120 son Standard Bungalow, y 73 son Suite Bungalow)				
	A(m ²)	Equipamiento	Luminaria(l ed o fluorescent e) Cantidad	Área climatizada Si No	
Habitación estándar				X	
Teatro de Animación				X	
Buffet Los Jardines				X	
Buffet Linda Mar				X	

Restaurante Especializado La Carreta				X	
Restaurante Italiano				X	
Restaurante Mexicano					
Lobby					
Lavandería					
Tiendas				X	
Otras instalaciones(Enfermería, oficinas)					
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado
	X		X		
Piscinas	Cantidad	A(m²)	Capacidad(L)	Bombas	
	3			Cantidad	Potencia
Nivel de ocupación	Temporada alta			Temporada baja	
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X	X	X		

Tabla 6: Caracterización del Hotel Sol Palmeras. Matanzas

Nombre del Hotel		Sol Palmeras			
Factores	Parámetros				
Categoría del hotel	Según las estrellas				
					5
Tipo de Hotel	Según la construcción		Según la ubicación		
	Bungaló X	Edificio X	Urbano	Costero X	
Área total del Hotel	60 125 m²				
Número total de Habitaciones y capacidad	408 habitaciones y 200 bungalows				
	A(m²)	Equipamient o	Luminaria(l ed o fluorescent e) Cantidad	Área climatizada Si No	
Habitación estándar				X	
Teatro de Animación					
Restaurante Buffet				X	
Restaurante Oshin				X	
Lobby					
Lavandería					
Tiendas				X	
Otras instalaciones(Enferme ría, oficinas)					
Climatización	Centralizada		Split		Aire acondicionado

	X		X		
Piscinas	Cantida d	A(m ²)	Capacidad(L)	Bombas	
	3		710 m ³ total	Cantida d	Potenci a
				3	
Nivel de ocupación	Temporada alta		Temporada baja		
Otras energías usadas	Diesel	Gasolina	Gas (GLP)	Fuentes Renovables	
	X	X	X		