

**Tesis en opción al Título Académico de Master en Eficiencia  
Energética, V Edición**

**AHORRO ENERGÉTICO EN EL POLO TURÍSTICO DE HOLGUÍN  
MEDIANTE SISTEMA INMÓTICO**

**Autor: Ing. Israel Castro Rodríguez**

**Holguín 2022**





**Universidad  
de Holguín**

FACULTAD  
DE INGENIERÍA  
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

## **Tesis en opción al Título Académico de Master en Eficiencia Energética, V Edición**

# **AHORRO ENERGÉTICO EN EL POLO TURÍSTICO DE HOLGUÍN MEDIANTE SISTEMA INMÓTICO**

**Autor: Ing. Israel Castro Rodríguez**

**Tutor: Prof. Tit., Ing. Gabriel Hernández Ramírez, Dr. C**

**Holguín 2022**



## AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos por acompañarme en los buenos y malos momentos.

A mi tutor por ayuda y apoyo incondicional.

A los directivos y trabajadores del hotel atlántico por toda su ayuda.





Universidad  
de Holguín

FACULTAD  
DE INGENIERÍA  
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA

## DEDICATORIA

A mis hijos por ser la fuente de inspiración de todos mis sueños.

A mis familiares por su ayuda y comprensión.

A mis amigos por siempre confiar en mí.

A todos los que realmente me quieren.





## RESUMEN

Esta tesis aborda la gestión inteligente de energía para los hoteles del polo turístico de Holguín utilizando la inmótica como principal herramienta, con el objetivo de implementar un sistema de control ocupacional que permita lograr un ahorro de portadores energéticos en el Hotel Club Amigo Guardalavaca. Se partió de un sistema de tareas como la revisión bibliográfica, el diagnóstico energético y la aplicación de un procedimiento que toma como base la Tecnología de Gestión inteligente de la Energía. Dentro de los resultados de la investigación se comprobó que los sistemas de climatización en las habitaciones representan del 60% del consumo total de la energía eléctrica y se implementó un sistema inmótico basado en el control automático de la ocupación que permitió reducir en más del 40 % el consumo de energía en el hotel.





## ABSTRACT

This thesis tackles the intelligent step of energy for the hotels of Holguín's tourist pole utilizing the Inmótica like principal tool ,For implementing an occupational control system that it enable to achieve energetic bearers' saving in the Hotel Club Amigo Guardalavaca. Several tasks like the bibliographic revision that takes like base , the energetic diagnosis and the application of a procedure developed intelligent Gestión's Technology of Energy themselves. It was verified that within the research findings the systems of air conditioning at the rooms represent of 60 % of the total consumption of electric power and that enabled implemented a Inmótico system based in the automatic control of the occupation itself to decrease in over the 40 % the consumption of energy at the hotel.



## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN .....	III
A B S T R A C T .....	IV
ÍNDICE .....	V
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	7
MARCO TEÓRICO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.1 Situación energética mundial .....	7
1.2 Situación energética en Cuba .....	9
1.3 Eficiencia energética .....	11
1.3.1 Indicador de eficiencia energética en instalaciones Hoteleras cubanas. ....	14
1.4 Automatización de edificaciones. ....	17
1.4.1 Inmótica. ....	19
1.4.2 Criterios para el diseño de sistemas automáticos de hoteles en Cuba. ....	20
1.4.3 Variables de control para aumentar la Eficiencia Energética en los hoteles. ....	22
Conclusiones el capitulo.....	24
CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES Y LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN EL HOTEL CLUB AMIGO ATLANTICO .....	25
2.1 Caracterización energética de la empresa. ....	25
2.2 Instrumento de medición y adquisición de datos.....	26
2.3 Análisis del consumo energético del Hotel club Amigo Atlántico.....	27
2.5 Análisis energético en una habitación .....	33
Conclusiones el capitulo.....	35
CAPÍTULO III .....	36
PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .	36
3.1 Evaluación de las tendencias del consumo de electricidad, costo, demanda contratada e índice de consumo .....	36



3.2 Estrategias de control y requisitos técnicos.....	40
3.3. Exigencias técnicas operativas del proyecto de control automático propuesto para reducción de consumo de habitaciones. ....	42
3.3.1 Estrategia de Ocupación bajo Criterios Energéticos. ....	45
3.4 Evaluación técnica y económica .....	47
Conclusiones el capitulo.....	52
Conclusiones Generales .....	53
Recomendaciones.....	54
Bibliografías.....	55
Anexos .....	56



## INTRODUCCIÓN

Actualmente se impone la necesidad de cambiar el modelo de desarrollo del último siglo basado en el consumo inmoderado de energía, agua y recursos naturales, que asocia el lujo y el confort con el derroche. La contaminación y degradación global del medio ambiente es evidente, afecta amplias zonas del entorno inmediato y disminuye la calidad de vida. El ritmo de consumo de los combustibles fósiles es extremadamente mayor que su producción, lo que amenaza con el agotamiento de los mismos en los próximos 40 años. Se debe estar preparado para este hecho y oportunamente tomar las medidas para alargar la existencia de estos combustibles fósiles e implantar nuevas tendencias.

Los hoteles representan aproximadamente el 8 % de las 1000 empresas más consumidoras de energía en Cuba, según datos del Grupo Nacional de Eficiencia Energética, por lo que en estas instalaciones se debe mejorar la racionalidad en el empleo de los energéticos, garantizando el servicio que desea el cliente.

En la explotación hotelera los costos energéticos constituyen la partida más elevada tras los gastos de personal y de alimentación. El turismo en Cuba, por su crecimiento dinámico, está obligado al uso de tecnologías que mejoren su eficiencia energética, especialmente en el área de la climatización. Para la climatización de hoteles se utilizan fundamentalmente dos alternativas: los acondicionadores de aire de ventana y la climatización centralizada.

Una gran variedad de autores se ha referido a los descubrimientos científicos y al impresionante desarrollo tecnológico de nuestra civilización y época. Asimismo, las personas aprovechan y disfrutan diariamente muchos servicios y amenidades derivados de la ciencia, la ingeniería y la tecnología. A pesar de ello, "existe poco conocimiento y reconocimiento del papel de la informática y del Control Automático en todas las Áreas de la actividad humana"(Hernández, 2003). Otro aspecto importante en la actualidad es que las personas necesitan estar seguras, cómodas y confiables en el medio en el que se desenvuelven, ya sea en su hogar o en la empresa y para esto se han implementado dispositivos y sistemas para poder satisfacer esta necesidad, lo que provocaría que el usuario tenga confianza en los mismos sistemas y además se sienta cómodo. Poco a

poco fueron surgiendo los dispositivos o sistemas llamados inteligentes, los cuales se les nombró así porque son capaces de realizar tareas por sí mismos reaccionando a su ambiente. Es decir, empezaron a ser altamente automatizados por medio de la integración de todos sus sistemas. "A mediados de la década de 1980 a 1990 surge el concepto de Edificio inteligente y con ello atrajo la atención de constructores de edificios y del mercado inmobiliario" (Castelvetri, 2005). La actual coyuntura económica hace que la optimización operativa y financiera sea uno de los principales objetivos de cualquier inversión. Los hoteles no están ajenos a dicha tendencia. "Cada día aparecen nuevos competidores en la escena y los clientes tienen a su disposición una amplia gama de ofertas para escoger el lugar donde pasarán sus próximas vacaciones" (Arcila, 2008) Por lo general, en estos establecimientos no se realiza un control riguroso del consumo energético y, en algunos casos, no se conocen al detalle sus instalaciones energéticas. "La inmótica en los hoteles no sólo sirve para impresionar a los huéspedes con sus prestaciones. Son también el camino para alcanzar una operación más eficiente desde el punto de vista energético, algo crucial cuando se busca la rentabilidad" (Arcila, 2008) La importancia que le confiere el país al sector turístico está dada por su innegable aporte a la economía nacional. Por tal razón la búsqueda de eficiencia de las edificaciones hoteleras en Cuba ha venido en ascenso con el decursar de los años.

Esta tecnología, busca la integración y regulación de ambos sistemas, eléctricos y electrónicos, para que la aplicación de cualquier módulo logre cierto grado de autonomía tales como detectar movimiento de personas, niveles de temperatura, nivel de luz, entre otros para así ejecutar acciones por sí mismo, y que permita a su vez comunicarse e interactuar con los usuarios a través de pantallas táctiles, computadores y demás (Tejani, Al-Kuwari, & Potdar, 2011). Por este motivo la inmótica es una tecnología inteligente escalable a diferentes entornos (Bticino, 2012).

Un sistema inmótico integra aplicaciones y servicios aislados, lo que permite la creación de nuevos y sofisticados servicios a partir de otros más básicos, en donde el conjunto es más inteligente que la suma de las partes (Nuñez, 2020). Pese a su complejidad creciente, no debemos perder de vista la finalidad antropocéntrica de estos sistemas, que tienen por objetivo satisfacer necesidades humanas, siguiendo el ya

tópico lema de que la tecnología debe estar al servicio de las personas, y nunca a la inversa. (Merchan, 2021).

Para (Villareal, 2021) los servicios o aplicaciones típicas que ofrece la domótica se pueden agrupar según los cinco aspectos o ámbitos siguientes:

1. Ahorro energético: El ahorro energético no es algo tangible, sino un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los equipos o sistemas por otros que consuman menos sino una gestión eficiente de los mismos(Franco, 2003).
2. Confort: Conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren el confort. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo como activo.
3. Seguridad: Consiste en una red de seguridad encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales como la seguridad personal.
4. Comunicaciones: Son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee la edificación.
5. Telegestión y Accesibilidad: Diseño para todos, un diseño accesible para la diversidad humana, la inclusión social y la igualdad. Este enfoque constituye un reto ético y creativo. Donde las personas con discapacidad reducida puedan acceder a estas tecnologías sin temor a un obstáculo del tipo de tecnología o arquitectura.

### **Situación problemática**

El polo turístico de Holguín por su ubicación geográfica es de gran atracción para el turismo nacional e internacional. Uno de los problemas principales que afronta en la actualidad es el alto consumo energético en que incurre mensualmente. Ello se debe, fundamentalmente, a la inexistencia de un sistema automatizado que garantice el manejo eficiente de sus procesos tecnológicos y mejore la calidad de los servicios.

### **Problema de la investigación:**

Se desconoce las causas de los altos índices de consumo energético en el polo turístico de Holguín

### **Objeto de la investigación.**

Ahorro de portadores energéticos en el Hotel Club Amigo Atlántico

### **Campo de acción.**

Gestión energética en instalaciones hoteleras

### **Objetivo general de la investigación.**

Proponer un sistema inmótico que permita la disminución del consumo de electricidad en el Hotel Club Amigo Atlántico

### **Objetivos específicos.**

1. Conformar el marco teórico práctico de la investigación que favorezca la fundamentación del problema.
2. Realizar un diagnóstico energético que permita identificar el consumo de los portadores energético.
3. Implementar un sistema inmótico que permita el ahorro de energía en las instalaciones del Hotel Club Amigo Atlántico.

### **Hipótesis.**

Si se determina las causas de los elevados consumos energéticos, se podrá proponer un sistema inmótico que permita el ahorro de energía en las instalaciones hoteleras.

### **Tareas de la investigación.**

1. Realizar una profunda revisión bibliográfica sobre el tema
2. Evaluar el resultado del diagnóstico energético para detectar los principales lugares y fuentes de mayor consumo energético.
3. Desarrollar un proceso automatizado que contribuya a disminuir el consumo energético del hotel.

### **Métodos teóricos:**



Análisis y síntesis: permitió llegar a conclusiones concretas con respecto al funcionamiento de la gestión energética en el hotel.

Histórico-lógico: Se empleó para el estudio de los antecedentes de la investigación.

Hipotético-deductivo: Para definir los aspectos que contiene la hipótesis y comprobar la misma.

### **Métodos empíricos:**

Observación: para obtener el conocimiento del comportamiento del objeto de la investigación y acceder a la información directa e inmediata.

Revisión bibliográfica: se facilita la actualización de la documentación para obtener la información necesaria durante el desarrollo de la investigación y la aplicación del procedimiento de gestión energética.

Observación científica: para el diagnóstico de la gestión energética, obtener el conocimiento del comportamiento del objeto de la investigación y acceder a la información directa e inmediata.

Mediciones técnicas: posibilitó, mediante el analizador de redes, realizar un estudio energético antes y después de la implementación de la propuesta.

Ofrece una mejora en el ahorro energético del polo turístico de Holguín , esta Tesis de Maestría se estructuró de la forma siguiente: una introducción, donde en lo esencial se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el diseño de la investigación; un Capítulo I, que contiene el marco teórico referencial que sustentó la investigación; un Capítulo II, donde se establece los materiales y metodología a utilizar basada en la normativas internacional y un Capítulo III , donde se instrumenta la aplicación de la tecnología, con el objetivo de demostrar su factibilidad de aplicación en la entidad de conjunto con un análisis técnico- económico de la solución propuesta para mejorar la eficiencia energética; un cuerpo de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación; la bibliografía consultada y finalmente, un grupo de anexos de necesaria inclusión, como complemento de los resultados expuestos.





**Universidad  
de Holguín**

FACULTAD  
DE INGENIERÍA  
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA



## CAPÍTULO I

# MARCO TEÓRICO METODOLOGICO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio que se expone para el desarrollo de la investigación acerca de la integración de los elementos inteligentes desde el diseño y la proyección de los hoteles; “es una orientación didáctico-práctica y por tanto teóricamente coherente, bien estructurada. La amplitud transversal de su visión socio técnica, implica que su disertación vaya desde la generalización conceptual a la profundización técnica.

### 1.1 Situación energética mundial

A nivel mundial en el 2018, el consumo final de energía fue de 9,938 millones de toneladas de petróleo (Mtep), duplicándose con respecto al consumo registrado en 1973; concentrándose entre los países OCDE y China. Quienes participan con aproximadamente el 59% del consumo total mundial en tanto que América Latina y el Caribe contribuye con el 4.6%. (tendencias energéticas mundiales- edición 2021 )

La matriz de consumo energético global ha ido incrementándose significativamente y su composición estructural ha ido cambiando debido a su diversificación a través de fuentes de energía más limpias, destacándose un mayor empleo del gas natural denominado como el energético de la transición y la electricidad como se muestra en la Figura 1. En 1973 aproximadamente el 76% del consumo total correspondía a petróleo y derivados de petróleo, gas natural y carbón mineral en tanto que en el 2018 hay una reducción porcentual alcanzando el 67% y registrándose un incremento en el consumo de electricidad en 10 puntos porcentuales.



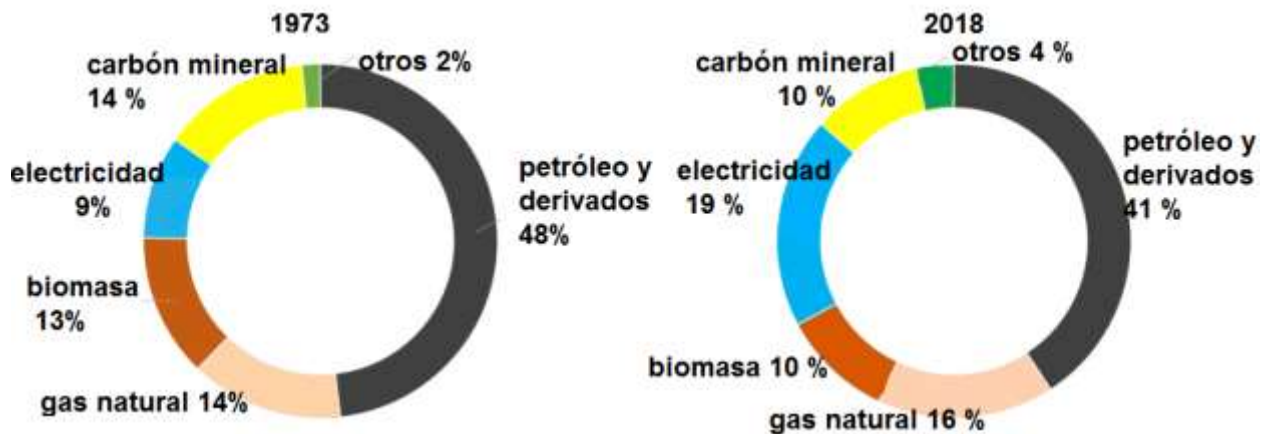


Figura 1.1. consumo final mundial de energía por fuente de energía [ Mtep;%] 1973 – 2018

En el caso de América Latina y el Caribe, el consumo final de energía en el 2019 fue de 618 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), aproximadamente 4 veces más que el consumo registrado en 1973. El consumo final en la región está predominado por petróleo y derivados registrando en el 2019 una participación superior al 50% y con una tendencia del incremento de la utilización de electricidad, gas natural y fuentes renovables como se muestra en la Figura 2.

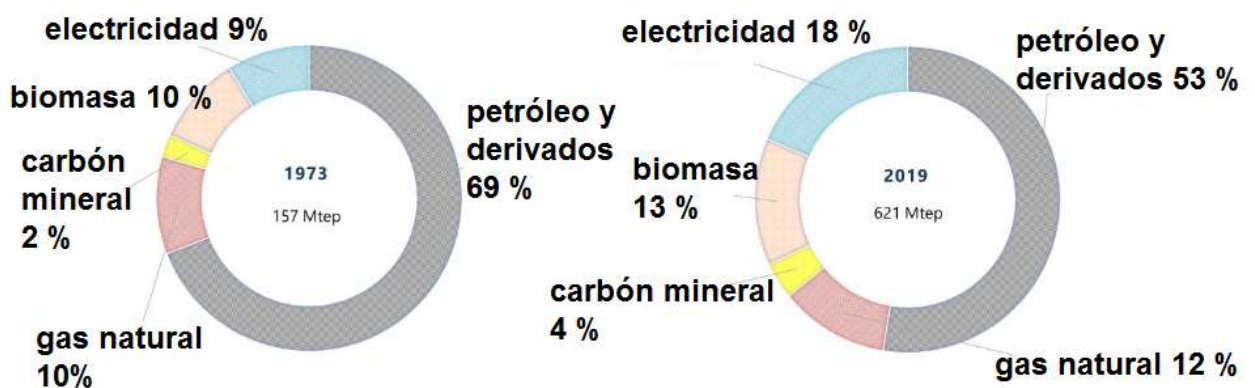


Figura 1. 2. Consumo final de energía de américa latina y el caribe por fuente de energía [ Mtep; %] 1973 – 2019

## 1.2 Situación energética en Cuba

El petróleo y el gas natural proporcionan, aproximadamente, el 80 % del suministro total de energía de Cuba, y los biocombustibles representan la mayor parte del 20 % restante. Desde 2019, el 94,2 % de la electricidad generada en Cuba provino de recursos no renovables y el 5,8 % restante de fuentes renovables: el 0,6% era hidroeléctrica, el 1,1 % solar, el 0,1 % era eólica y el 4 % era térmica. De aquí a 2030, Cuba tiene como objetivo que el 24 % de la generación eléctrica se obtenga de fuentes renovables. Existen perspectivas de crear 19 plantas de energía bioeléctrica alimentadas con madera y/o residuos de caña de azúcar (755 MW), 13 parques eólicos (633 MW), energía solar fotovoltaica (700 MW) y 74 pequeñas centrales hidroeléctricas para un total de 2144 MW de energía renovable de aquí a 2030 (anuario estadístico de cuba 2020).

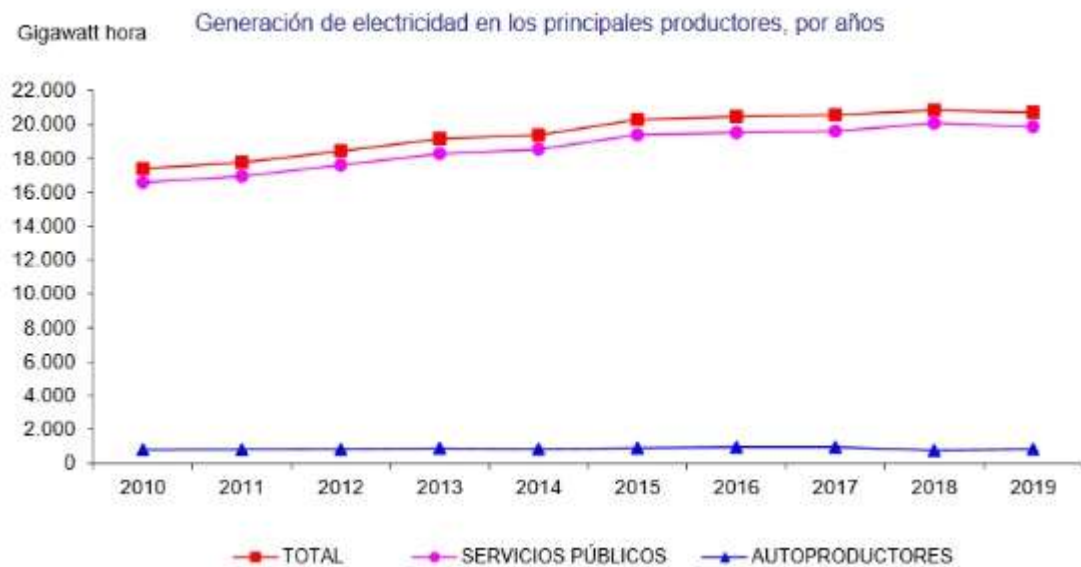


Figura 1.3. Generación de electricidad en los principales productores, por años

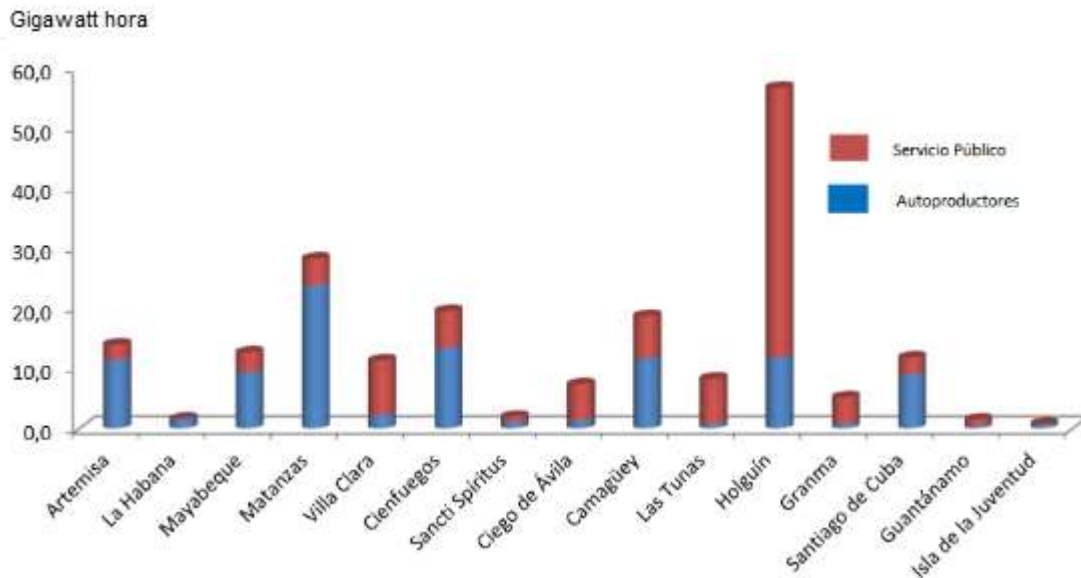


Figura 1.4. Estructura de la generación bruta de electricidad por provincia, según tipo de servicio.

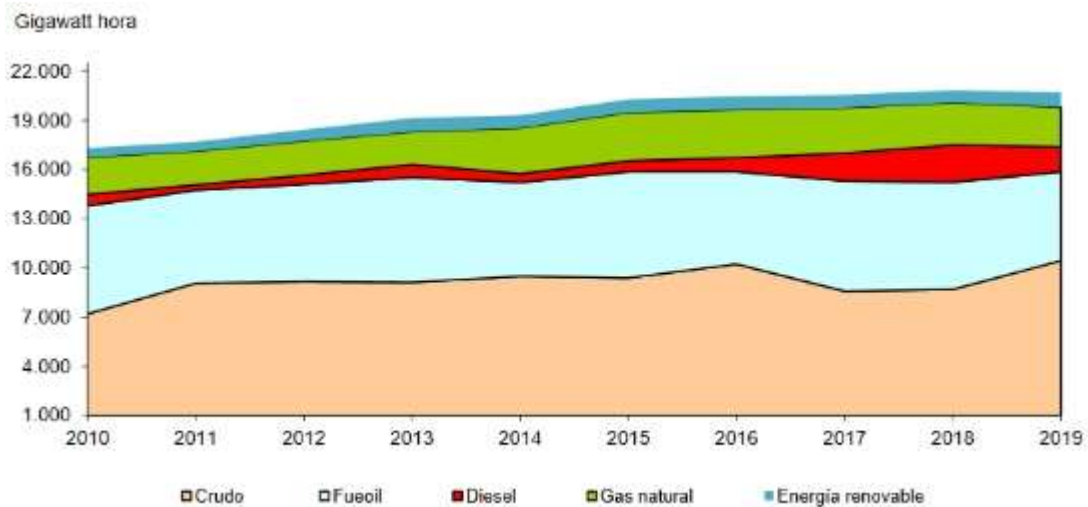


Figura 1.5. Participación en la generación bruta de electricidad por tipo de combustible fósil y fuente renovable

El desarrollo social de Cuba llega a un nivel tal, que se considera entre los derechos humanos básicos. Existe un plan acelerado para que la totalidad de la población cubana, independientemente de donde viva y por muy alejado e intrincado que esté, disfrute en sus hogares de la electrificación y consuma la electricidad adecuadamente. " En la

actualidad el país dispone de una generación de nuevo tipo y con los recursos necesarios para enfrentar cualquier avería en el servicio al área residencial” (Torres y Acosta, 2013) Parte decisiva en la disminución del consumo eléctrico en el país lo constituyen la distribución de los equipos electrodomésticos de mayor eficiencia en los hogares, así como la reparación de las redes, entre otras, aspectos que se enmarcan en los esfuerzos que se realizan en función de minimizar los impactos de la crisis y que se recogen en la política energética en Cuba, incluye la electrificación de todo el país y su máximo aprovechamiento, y para el siglo XXI basa sus perspectivas en los factores siguientes:

- Proliferación de una cultura energética encaminada al logro de un desarrollo independiente, seguro, sostenible y en defensa del medio ambiente.
- Prospección, explotación y uso de las fuentes nacionales de energía, sean convencionales o no.
- Uso racional de la energía, con el máximo ahorro y la utilización de tecnologías de alta eficiencia.
- Producción distribuida de la electricidad y cerca del lugar de consumo.
- Desarrollo de tecnologías para el uso generalizado de las fuentes renovables de energía, con un peso progresivo en el balance energético nacional.
- Participación de todo el pueblo en la revolución energética.

### 1.3 Eficiencia energética

El término eficiencia energética, muy manejado dentro de la sociedad actual, presenta un uso muy extendido en el lenguaje cotidiano. Varios autores lo definen desde diferentes puntos de vista. Implica aprovechar mejor la energía con la consiguiente disminución del consumo energético y menores implicaciones al medio ambiente (HARTMAN, 2004) , sin afectar los requisitos de producción o servicios independientemente que pudieran referirse otros aspectos más específicos, se considera que la esencia de este concepto debe ser el referente fundamental en cualquier investigación que se realice con este fin. Algunos mecanismos para su introducción en la entidad podrían ser los siguientes:

- Llevar a cabo un diagnóstico energético en la empresa, por medio del cual se identifiquen los potenciales de ahorro energético.

- Identificar los principales y más frecuentes problemas que se enfrentan en el uso final de la energía
- Considerar que la energía es un insumo de costo variable, que puede ser utilizada de una manera eficiente introduciendo prácticas que permitan el ahorro en la empresa.
- Implementar las acciones identificadas en el diagnóstico.
- Las acciones derivadas del estudio electroenergético en la empresa puede incluir medidas que no impliquen inversiones y otras de mayor envergadura que tengan mayor relevancia tanto por su impacto como por el costo de la misma
- Es necesaria una educación ciudadana para asumir una actitud responsable ante el fenómeno del consumo y la eficiencia en el uso de la energía. Para lograr alcanzar la meta de los pueblos de que un mundo mejor es posible, "se requieren nuevos patrones que se opongan a los modelos occidentales que las políticas neoliberales tratan de imponer a lo largo y ancho de un planeta cuya salud está en peligro" (Pérez y otros, 2006)

El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO<sub>2</sub>. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada. Esta puede alcanzarse por dos vías fundamentales, no excluyentes entre sí: mejor gestión de la energía y mediante nuevas tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas. "Cualquiera de las dos permite reducir el consumo de energía, pero la combinación de ambas es lo que posibilita alcanzar el resultado óptimo" (Borroto y Monteagudo, 2006).

En muchos casos, las alternativas que se proponen para lograr mayores niveles de eficiencia energética generan nuevas inversiones, las cuales siempre conllevan a su amortización dado en la recuperación del dinero invertido por los ahorros energéticos que estas producen además de otros beneficios relacionados con la seguridad y disminución de impactos ambientales. (Torres y Acosta, 2013).

La ISO 50001 define el Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) (NC-ISO 50001:2019) como el conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para

establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

La finalidad de la norma ISO 50001 es facilitar a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que permita la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y consecuentemente las emisiones de gases de efecto invernadero, a través de una gestión sistémica de la energía.

Esta norma internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), el cual se resume en el contexto de la gestión de la energía de manera siguiente (ISO 50001):

**Planificar:** llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño energético (IDEnS), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.

**Hacer:** implementar los planes de acción de gestión de la energía.

**Verificar:** realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características claves de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.

**Actuar:** tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético.

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE), y el procedimiento para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles. Ambos respetan el ciclo de mejora continua, con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodologías.

A raíz de la publicación en junio del 2011 de la NC ISO 50001 Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos con orientación para su uso, las empresas han decidido adaptar sus sistemas energéticos a dicha norma.

Esta Norma especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que posibilitan el mejoramiento continuo del desempeño energético.

Se trata de un sistema paralelo a otros modelos de gestión para la mejora continua en el empleo de la energía, su consumo eficiente, la reducción de los consumos de energía y los costos financieros asociados, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales, así como el fomento de las energías alternativas y las renovables.

### ***1.3.1 Indicador de eficiencia energética en instalaciones hoteleras cubanas.***

En el sector empresarial del turismo, la modalidad de Sol y Playa representa el 80% del turismo vacacional en Cuba. Los hoteles para estos fines tienen características particulares, se construyen cerca de los atractivos, diferenciándose de los hoteles de ciudad. Esta modalidad implica un considerable incremento del uso de la energía. Independientemente de la modalidad turística, se necesitan políticas energéticas muy ligadas al desempeño empresarial, es por eso que para lograr un desarrollo energético sostenible se señalan tres direcciones fundamentales: la elevación de la eficiencia energética, la sustitución de fuentes de energía y el empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales. A pesar de la crisis energética y económica global se continúa apostando por el desarrollo del turismo como uno de los principales renglones de la economía cubana donde se ha establecido un conjunto de estrategias para incrementar la actividad declaradas por el Ministerio del Turismo. Todos estos cambios incrementan el consumo de portadores energéticos, por lo que se necesita una correlación entre los diseños, las tecnologías, la satisfacción del cliente, y un incremento de las ventas al menor costo posible. La gestión tecnológica dedicada al aumento de la efectividad del uso de la energía en el sector turístico reviste gran importancia.

Todas las acciones para incrementar la actividad turística implicarán un nivel de compromiso con la creación o rehabilitación de infraestructuras, tareas en las que el ahorro energético debe prevalecer. Dentro de las estrategias nacionales de la eficiencia energética que guardan estrecha relación con el desempeño energético del turismo se encuentran: La automatización, el cambio de motores ineficientes, certificación de manera obligatoria de la eficiencia energética en los nuevos proyectos de edificaciones

a través de la norma cubana NC 220, mejoras del aislamiento térmico en general y el uso eficiente de la climatización (MINEM, 2008).

Experiencias internacionales demuestran que una instalación hotelera que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe consumir entre 5 y 7 % de sus ingresos para cubrir los gastos energéticos, indicador que varía en función del tipo de hotel y la categoría que ellos posean, así como del tipo de servicio que se va a prestar. (West, 1996; Martins, 2000).

En Cuba, en las cadenas Cubanacán, Gran Caribe Islazul y Horizontes, este indicador oscila entre 8 y 16 % y puede llegar hasta 20 % en hoteles que tienen una infraestructura muy atrasada y bajos niveles de comercialización. Las áreas que consumen más energía eléctrica en un hotel son la climatización y el alumbrado. Para hoteles del Caribe en particular, el consumo de climatización puede representar alrededor de 65 % del total del consumo de electricidad, debido fundamentalmente a las altas temperaturas, mientras que el consumo en equipos de refrigeración representa alrededor de 14 %, el alumbrado 11 %, ventiladores y bombas 12 % y la producción de agua caliente 7 % aproximadamente. Las marcas de calidad en el consumo de energéticos y agua en los hoteles en Cuba constituyen normas que se han establecido para los índices de consumo por las diferentes cadenas hoteleras teniendo en cuenta el historial de cada hotel.

Los hoteles de regiones tropicales emplean el 60 % y más de la energía eléctrica en satisfacer las demandas de climatización. Estudios realizados demuestran que el índice kWh/HDO, usado tradicionalmente por el sector hotelero, no resulta adecuado, debido a que es baja la correlación entre el consumo energético y la ocupación habitacional diaria, alcanzando solo un 1,4 % en un hotel de ciudad. Esto se debe a que el indicador no considera el efecto de las variables climatológicas. Es por ello que se propone un nuevo índice de consumo ajustado (Icajustado), el cual toma en cuenta el Factor de Temperatura de Horas Grado Positivas (FtHG+). Se propone también un índice de consumo base (Icbase), capaz de caracterizar el consumo energético de la instalación específica y que apunta a su desempeño óptimo. Como resultado, se logra describir el consumo electro energético con una precisión de hasta el 65 %, lo cual es significativamente superior. (Energética vol.38 no.3 La Habana set.-dic. 2018).

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

Es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles para de esa forma tratar de abatir el impacto de ellas sobre el consumo total (Cabrera Gorrin, 2019) . En los países del caribe donde las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort son los mismos para todas las personas una de las variables de mayor incidencia en el consumo lo es:

**El 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 mas energía en verano , comparándolo con el consumo de invierno. Ella esta muy relacionado en el caso cubano 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-octubre las temperaturas promedios son inferiores debido al efecto del incremento de la lluvia y con ello ocurre un refrescamiento de las temperaturas exteriores.

**Categoría del Hotel:** En función de la categoría de la instalación turística son diferentes los estándares de calidad y oferta que debe recibir el cliente. El nivel de equipamiento tecnológico no es el mismo, por ejemplo, en hoteles hasta 3 estrellas es utilizado equipos climatizadores de ventana de menor eficiencia que los equipos centralizados utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas y si conocemos que la carga fundamental en los hoteles es la

climatización ello implicará una diferencia sustancial al analizar los indicadores de los diferentes hoteles.

Las normas de consumo para ellos son muy diferentes para construcciones pequeñas, los costos de energía de las habitaciones tienden a ser mayores, porque ellos generalmente no prestan servicios de salones de conferencias o áreas comunes. Los hoteles grandes tienden a prestar estos servicios además de salones de baile, restaurante, entre otros los cuales consumen energía también.

**Tipo de Turismo:** El máximo consumo de energía de una habitación lo representa la climatización seguido por la iluminación y en ambos casos el consumo o no de la energía eléctrica depende del régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas y el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista ( Betanzos, 2020).

Conociendo estas cuestiones en muchos hoteles se ha implementado la estrategia de trasladar la animación al horario de mayor demanda y pico del sistema electro energético nacional donde el precio de la energía casi se duplica al doble con el objetivo de tratar de alejar a los clientes de los lugares mayor de consumo ( Habitación) y desplazar el consumo de forma general.

Estudios preliminares realizados por (Monteagudo ,2020), confirman la importancia de estos indicadores y la necesidad de obtener modelos que relacionen el consumo de energía eléctrica de las instalaciones hoteleras con indicadores de las variables anteriormente analizadas.

#### 1.4 Automatización de edificaciones.

La necesidad de automatización de edificaciones comienza con la crisis energética de los años 70 en Europa y Norteamérica, con el objetivo principal de generar un ahorro en el consumo de combustibles, debido a su escasez y a sus altos precios. Inicialmente se

focalizó en las grandes industrias, a través del desarrollo en los sectores: espacial y químico entre otros. La continua investigación en el campo tecnológico derivó en la ampliación de la oferta tecnológica, y por consiguiente un incremento en el alcance de las soluciones. Gracias a esto, comienzan a aparecer los primeros edificios inteligentes. En esos momentos esta tecnología tenía costos altos y debido a ello era utilizada principalmente en edificios con grandes consumos, tales como: hospitales, hoteles, y sedes de grandes corporaciones.

Cada país desarrolló de forma distinta esta nueva tecnología, dependiendo de: la potencia de su industria tecnológica, de las telecomunicaciones, de las necesidades específicas que quisiera cubrir con su desarrollo y de su ideología. (Bonilla, García , 2009) Estados Unidos fue uno de los primeros países en entrar en este sector de la tecnología. Los estadounidenses controlaban el campo de la informática, gracias al enorme potencial económico de IBM.

Gradualmente con el transcurso del tiempo, fue decreciendo el costo de producción de los recursos tecnológicos, aumentándose considerablemente las opciones disponibles en el mercado. Así surgen nuevas iniciativas en todo el mundo, principalmente en Europa y Asia. Siendo este último el primer promotor hacia el mercado de la vivienda y edificaciones. Según (Guerra, 2012), la Comunidad Europea contaba con una serie de programas de investigación tecnológica que hacían referencia, en muchos casos, a esta nueva tecnología que tenía efectos a nivel económico gracias al presupuesto que destinaba a las investigaciones. Tal es el caso de "Esprit" (1987-1992), "Euronet Diane", o "Race" (1987-1992), los cuales tenían el propósito de lograr un continuo desarrollo para las nuevas tecnologías, especialmente la rama de las telecomunicaciones.

En la década del 90, el control automático experimentó un considerable progreso, debido al vertiginoso desarrollo de la electrónica como herramienta de gran trascendencia y aplicabilidad que auxilia el impulso de todo tipo de sistemas industriales. En la actualidad existe gran cantidad de soluciones para la automatización. Desde los elementos básicos que incorporan sensores y actuadores vinculados en acción directa, hasta los más avanzados que incorporan microprocesadores en redes de autómatas programables dispuestas mediante la adecuada integración de sistemas (González, Benítez, 2010). En este sentido, la automatización de edificios habitacionales, naves industriales,

almacenes, edificios corporativos, centros comerciales, instalaciones deportivas, hoteles, entre otros, se viene efectuando mediante estas soluciones. En un edificio todos los sistemas eran independientes, pero hoy se ofrecen soluciones que integran y relacionan entre sí dichos elementos suponiendo una clara ventaja para el usuario. El modo de vida actual ha provocado un fenómeno cultural excepcional. Nos hallamos inmersos en la Sociedad de la Comunicación y la Información, donde la automatización se convierte en una necesidad actual y vital. Para hablar de automatización de inmuebles, se usa el vocablo domótica para referirse a la vivienda y el término inmótica para las edificaciones.

#### **1.4.1 Inmótica.**

La Inmótica se refiere a la automatización de edificios terciarios o de servicios (hoteles, oficinas, hospitales, plantas industriales, universidad), con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad de los mismos. La palabra inmótica surge como la combinación de la voz latina *immobilis*, aquello que está fijo, de donde deriva el término castellano inmueble, y de la ya vista 'automática'. Este concepto se identifica habitualmente también como *building management system*, en referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se encuentran equipadas las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. (Martín Domínguez ,2006) Esta disciplina permite centralizar, modificar, supervisar, desde una PC o dispositivo de control, el funcionamiento de los sistemas y componentes de la instalación de un inmueble, integrando también la domótica existente. El desarrollo de la inmótica se ha extendido aceleradamente en todo el mundo, con un amplio campo de aplicación en el sector del turismo. Las instalaciones turísticas a nivel mundial han acogido las ventajas que ofrece la inmótica, a tal nivel que constituye un requisito indispensable para poder competir en este campo en la arena internacional y aumentar su atractivo turístico (Castellanos, 2012).

La gama de aplicaciones de la inmótica en los hoteles se concentra principalmente en los aspectos siguientes: monitoreo del sistema por medio de pantallas de visualización, sistemas de climatización, control de accesos y de circuito cerrado de televisión, ahorro de energía ,detección de alarmas técnicas y médicas, sistemas contra incendios,

configuración e informes, iluminación de las áreas comunes, sistema de riego, medios de pago internos y de monitorización de instalaciones técnicas, entre otras. Todos constituyen un parte de la inmensa cantidad de tecnología que pone la inmótica a disposición de los clientes y del personal técnico administrativo de la entidad, con el objetivo de prestar un servicio eficiente, desde un punto de vista energético y el confort. De gran importancia se considera los sistemas de climatización e iluminación debido a su alto consumo energético. Estos pueden ser regulados evitando su encendido innecesario o adaptándolo a las necesidades del usuario (Javier, 2011).

Con todas las prestaciones mencionadas anteriormente, se podrán crear edificios inteligentes más atractivos con reducciones en los costos de energía y operación, aumento del confort y la seguridad para los usuarios y solucionar el problema de la ineficacia de los sistemas eléctricos instalados. Además, está claro que dotar con automática a una instalación ayuda a hacerlas más sostenibles con el medio ambiente, además de ofrecer una atractiva idea de progreso y modernidad.

#### ***1.4.2 Criterios para el diseño de sistemas automáticos de hoteles en Cuba.***

Cuba es un país subdesarrollado con pocos recursos naturales y que ha estado sometido a un bloqueo económico por más de cinco décadas, desplegado por la mayor potencia económica del mundo. Este es un criterio a tener en cuenta ya que nos ha privado de poder acceder a las novedosas tecnologías de automatización, además de que naturalmente se necesita de una gran inversión que solo algunos países con recursos pueden realizar.

A partir de estas causas resulta muy difícil hablar del hogar inteligente en Cuba. La domótica se ha visto obstaculizada por cuestiones monetarias, no solo en Cuba, sino en muchos países de América Latina y en el mundo. En el caso de la inmótica no se corre la misma suerte y sobre todo en instalaciones hoteleras, aunque su aplicación se ha venido adaptando según las posibilidades y necesidades de las instituciones a cargo. La automatización de hoteles en Cuba ha seguido una tendencia de diseño en correspondencia a la situación y posibilidades con que cuenta el país, siguiendo una serie de lineamientos que con el transcurso del tiempo ha tenido pocos cambios

conceptuales. Con el paso de los años el desarrollo de infraestructuras hoteleras ha ganado en calidad y experiencias con el aumento de zonas turísticas en todo el país, así como de entidades que se han especializado en estos tipos de proyectos, formando parte de la política económica de Cuba, por ser el turismo uno de los principales renglones económicos (Guerra, 2012).

La corporación GAVIOTA S.A. es responsable del cumplimiento de las normas de diseño establecidas a todos los niveles para la mayoría de los hoteles en Cuba. Por ello es de suma importancia estudiar y conocer cada aspecto de las normativas a seguir en el diseño de la automática de hoteles.

Las normativas de GAVIOTA S.A están enfocadas a regular la proyección de los sistemas tecnológicos que abarcan la especialidad, a partir de las experiencias adquiridas en la explotación y criterios aportados por especialistas de la rama para lograr el mayor confort y ahorro energético posible. De aquí que cada proyecto estará orientado principalmente a la supervisión y control de los sistemas de protección contra incendios, climatización, ventilación, extracción, suministro y tratamiento de agua, iluminación, suministro de energía eléctrica, riego y protección contra intrusos.

Para GAVIOTA S.A la arquitectura del sistema debe estar basada en un control según los siguientes tres niveles de Dirección:

El primer nivel: constituido por los sensores y actuadores que se encargan de enviar toda la información de los equipos tecnológicos y recibir las señales de control de los niveles superiores.

El segundo nivel: se encargará de procesar toda la información del primer nivel y hará el control directo por técnicas de controladores programables *Stand Alone* (Autónomo). Deben tener la posibilidad de comunicarse con controladores de su mismo nivel y con el nivel superior; estos controladores estarán distribuidos por el hotel en función de los requerimientos presentados. El tercer nivel: nivel de supervisión y control centralizado donde se recibe, mediante un bus de comunicación toda la información de los controladores y de los procesos y equipos que controlan. Desde aquí toda la información es procesada y sintetizada para operar de manera óptima las instalaciones del hotel.

Este sistema consiste en distribuir controladores por toda la edificación, alcanzando

supervisar y/o controlar la labor de todos los controladores desde un puesto central y la pérdida de comunicaciones, no debe implicar la caída del sistema. Para referirse al equipamiento (GAVIOTA.S.A 1999) plantea que los instrumentos, medios de automatización y equipos auxiliares para igual variable y función, serán de una misma marca, modelo, tipo y fabricante.

### ***1.4.3 Variables de control para aumentar la Eficiencia Energética en los hoteles.***

Es de vital importancia en un hotel conocer los elementos controlables para reducir gradualmente los altos consumos de energía eléctrica y a continuación se hace mención a los mismos, con cada una de las soluciones:

- Arquitectura
- Básicamente el espacio de un hotel se puede diferenciar 3 zonas claramente definidas por su finalidad:
- Habitaciones
- Servicios públicos o generales (bar, restaurante, hall, lobby)
- Locales de Servicios (cocina, oficinas, lavanderías)

La combinación arquitectónica de estas tres zonas es la que da el conjunto del edificio del hotel.

Desde la perspectiva energética cada zona debe de considerarse por separado ya que los requerimientos son distintos. Las calidades de confort requeridas en cada zona no son las mismas y un diseño adecuado limitará la demanda de energía en materia de acondicionamiento, iluminación y refrigeración.

La utilización de la arquitectura bioclimática es uno de los aspectos que en la actualidad es de gran uso, aprovechándose de esta forma las condiciones que brindan la naturaleza haciendo la instalación más sustentable.

- Construcción

El mantenimiento de las temperaturas adecuadas en el interior de un hotel es esencial, para ello, se intenta minimizar los efectos del clima sobre las condiciones interiores, manteniendo un intercambio térmico con el ambiente exterior mínimo además de estar protegidos contra los fuertes vientos y los efectos de la radiación solar.

El aislamiento de las paredes verticales es fundamental para una buena eficiencia del edificio, hay que evitar los puentes térmicos de forma que los aislamientos sean continuos, además, es esencial tener en cuenta los aislamientos de los conductos por los que circula el fluido (agua caliente, agua fría, vapor, conductos de aire etc.)

- Iluminación

El empleo de luz natural reducirá el consumo de un establecimiento, las superficies acristaladas permiten la utilización de la luz natural. No obstante, las superficies acristaladas actúan como efecto invernadero por lo que hay que tener cuidado con su utilización, por ello los cristales son cubiertos con capas de baja conducción térmica y emisividad, con cristalería especial tipo diodo, o tener cuidado en la posición cardinal en que se van a situar.

La utilización de lámparas de alto rendimiento, así como los nuevos elementos de control para el alumbrado permiten que en la actualidad se obtengan ahorros de energía por estos conceptos superiores al 30 % que justificarían la inversión ya que los períodos de recuperación son relativamente cortos.

Utilización de sistemas de desconexión central de la iluminación en cada unidad de alojamiento informando al cliente de la política de ahorro del hotel; sistemas de desconexión de las luminarias mediante sensores, lo que impediría el derroche de energía en pasillos y lugares de paso cuando no se usen.

Los colores en que deben de estar pintadas las paredes forman parte de los efectos de la iluminación.

Otros aspectos a tenerse en cuenta son el mantenimiento sistemático de las lámparas, su limpieza y revisión.

- Climatización, ventilación y refrigeración:

Dado que las diferentes áreas de un hotel, especialmente habitaciones, salas de reuniones y similares, tienen periodos variables de ocupación y no simultáneas, el tiempo de utilización de las mismas es el factor importante que afecta el consumo de la energía. El control automático de la climatización cuando los locales no están ocupados puede proporcionar ahorros de energía en un 30 - 60 %. La limpieza sistemática de los filtros,

así como del condensador, de los conductos de aire, es parte de las actividades de mantenimiento que contribuirán a la eficiencia energética.

Mantener las neveras en su máxima capacidad de carga, ajuste de temperatura según condiciones climáticas exteriores; ubicarlas en zonas de circulación de aire y donde no existan equipos que transfiera calor; eliminar las escarchas de los congeladores, así como mantener las juntas y cierres en buen estado.

Utilizar un sistema de acumulación por hielo que permita acumular energía durante las horas de baja demanda (nocturnas) y reinvertirla al circuito en los momentos puntuales. Estos sistemas son muy convenientes para grandes edificaciones, con grandes variaciones de capacidad frigorífica a lo largo del día, como puede ocurrir en hoteles.

La correcta selección de los sistemas de climatización y refrigeración, así como una correcta ubicación de los sistemas de ventilación, la utilización de la arquitectura bioclimática, los aspectos constructivos y otros, permitirán hacer cada vez más eficientes.

### Conclusiones el capítulo

- ✓ El consumo inmoderado de energía tanto en el ámbito internacional como nacional requiera la búsqueda de nuevas estrategias para lograr una mayor eficiencia energética, el sector del turismo se muestra como una de las principales oportunidades para lograr un impacto en el ahorro de la energía en nuestro país.
- ✓ En los inmuebles, la automatización se realiza con el objetivo de reducir el consumo de energía, aumentar el confort y la seguridad. Esta tendencia ha llegado a su máximo exponente en países con un alto grado de desarrollo. Para su implementación, en la actualidad encontramos novedosas tecnologías que integran la electrónica, las comunicaciones, la informática, entre otras ramas; que al final constituyen la base de la inmótica.
- ✓ La inmótica en Cuba carece de adelanto por cuestiones del subdesarrollo económico. Principalmente se observa un avance en el ámbito del sector hotelero, debido a que el turismo representa un renglón importante para el desarrollo del país.



## CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES Y LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN EL HOTEL CLUB AMIGO ATLANTICO

En este capítulo se realiza un trabajo de campo, consistente en la recogida de información sobre el comportamiento del consumo de energía eléctrica mediante la evaluación de un estudio energético para detectar las oportunidades de ahorro en los principales puntos clave.

### 2.1 Caracterización energética de la empresa.

El Club Amigo “Atlántico-Guardalavaca” se encuentra ubicado en el Polo Turístico Guardalavaca perteneciente a la región Norte Oriental, a 64 de la ciudad de Holguín. Es la fusión de los Clubes Amigo “Atlántico Bungalow” y “Guardalavaca”, como resultado de la estrategia trazada por la Compañía Hoteles CUBANACAN; está formado por 4 secciones de edificaciones que se distinguen entre sí por su diseño arquitectónico; Sección Tropical (antiguo Hotel “Atlántico”); Sección Estándar (antiguo Hotel “Guardalavaca”); Sección Bungalow (antigua Villa “Turey”) y la sección Villas. con una extensión de 2 Km<sup>2</sup> y un total de 746 habitaciones las cuales cuentan con un sistema de climatización independiente tipo split. Además, cuenta con 1 Snack, 1 Restaurante Buffet, 1 Restaurante Especializado y 1 Salón de reuniones que utilizan consolas para su climatización. Por otra parte, cuenta con 18 oficinas con aires acondicionados. La iluminación está formada por 90% de lámparas fluorescentes y un 10% de lámparas led. Además, cada uno de los servicios cuenta con un Grupo Electrónico de Emergencia. De los cuales el Hotel Guardalavaca tiene una potencia instalada de 600 kVA, Atlántico de 940 kVA y Turey de 740 kVA cubriendo en su totalidad la demanda de los mismos.

Tabla 2.1. Uso de portadores energéticos.

No	Portador Energético	Uso
1	Electricidad	Iluminación, climatización, refrigeración, equipos informáticos, equipos de confort, equipos de recirculación y bombas de agua, elaboración de alimentos, cámaras frías, calentadores solares
2	GLP	Elaboración de alimentos
3	Diésel	Transporte y Grupo Electrónico
4	Gasolina	Transporte, Chapea y MTTO

## 2.2 Instrumento de medición y adquisición de datos.

El C.A 8336 (Qualistar+) es un analizador de redes trifásicas de visualización gráfica a color y con batería recargable incorporada.



Figura 2.1. analizador de redes C.A 8336

Su función es triple. Permite:

- Medir valores eficaces, potencias y perturbaciones de las redes de distribución de electricidad.
- Obtener una imagen al instante de las principales características de una red trifásica.
- Seguir las variaciones de los diferentes parámetros en el tiempo.

Se realizaron encuestas y recolección de datos referentes el consumo eléctrico de la instalación, habitaciones días ocupados, Energía Activa, Reactiva y Factor de potencia, así como el gasto generado por la facturación de la empresa eléctrica con el objetivo de establecer comparación y obtener el comportamiento de los portadores energéticos en los años 2019,2020,2021.

Por otra parte, se realizaron mediciones con el analizador de redes C.A 8336 tomando muestra cada 10 minutos por un periodo de 24 h en 2 situaciones diferentes antes de

implementar la propuesta y luego de su funcionamiento tomando muestra de los siguientes parámetros: Potencia Activa, Reactiva, Distorsión, Aparente, Energía Activa, Reactiva, Factor de Potencia, Tensión, Corriente, Frecuencia, THD de Tensión y Corriente.

### 2.3 Análisis del consumo energético del Hotel club Amigo Atlántico

Para hacer una evaluación más integral del consumo de electricidad se tomaron en cuenta los índices de consumo que se definen como las habitaciones ocupadas, se realizó el análisis para el Hotel Club Amigo Atlántico Guardalavaca, con tres sesiones: Hotel Atlántico, Hotel Guardalavaca y Bungaló Villa Turel.

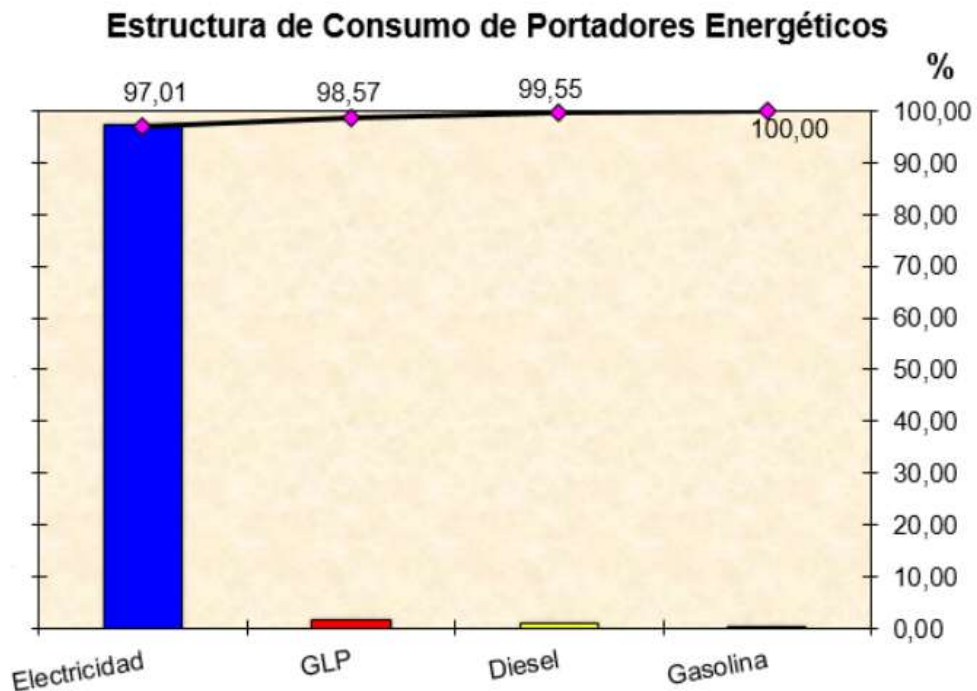


Figura 2.2. Estructura de los portadores energéticos del hotel en el año 2019

Tabla 2.2. Comportamiento de índices de consumo año 2019

MESES	kWh	kWh/HO	CUC
Enero	420.599	23,93	73.322,28
Febrero	408.226	24,26	70.227,19
Marzo	463.825	27,19	81.732,74
Abril	452.846	34,83	84.918,68
Mayo	357.868	45,11	65.404,01
Junio	381.569	54,35	71.072,76
Julio	474.122	54,93	86.528,53
Agosto	560.072	50,43	101.173,83
Septiembre	362.265	46,68	65.964,26
Octubre	320.213	39,07	59.617,38
Noviembre	320.214	30,15	59.886,63
Diciembre	355.933	30,05	65.036,27
<b>Total</b>	<b>4.877.752</b>	<b>35,45</b>	<b>884.885</b>

Tabla 2.3. Comportamiento de índices de consumo año 2020

MESES	kWh	kWh/HO	CUC
Enero	355.933	22,30	65.036,27
Febrero	404.623	24,40	76.260,84
Marzo	265.171	26,72	49.087,47
Abril	87.305	217,72	18.187,65
Mayo	85.145	159,75	17.927,67
Junio	150.929	83,02	27.957,34
Julio	504.614	49,05	64.368,04
Agosto	459.331	60,28	61.334,15
Septiembre	78.219	888,85	18.016,09
Octubre	26.528	0	12.083,16
Noviembre	31.970	0	12.708,25
Diciembre	137.512	47,17	26.269,49
<b>Total</b>	<b>2.587.280</b>	<b>39,12</b>	<b>449.236</b>

Análisis de tendencia de relación del consumo con las Habitaciones Días Ocupados (HO)

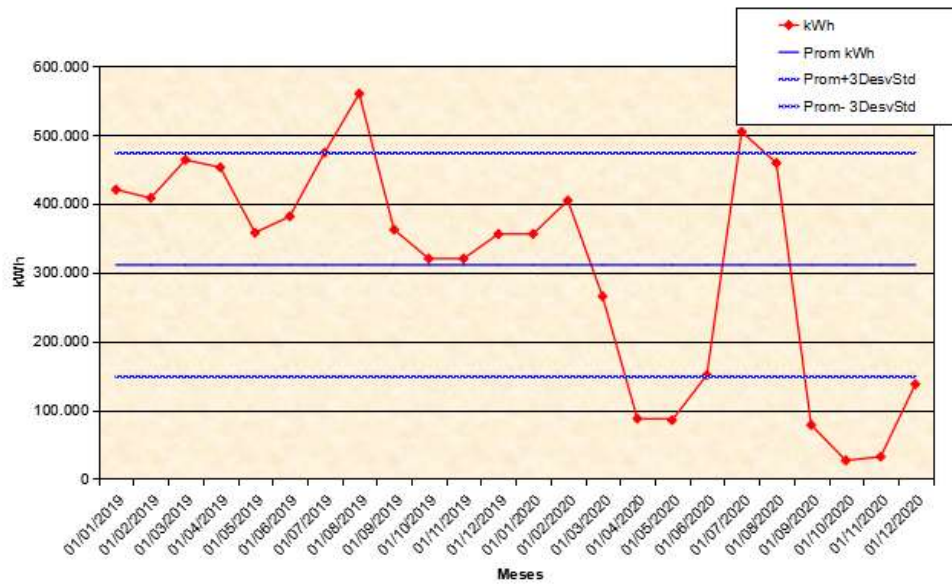


Figura 2.3. Control de electricidad años 2019 y 2020

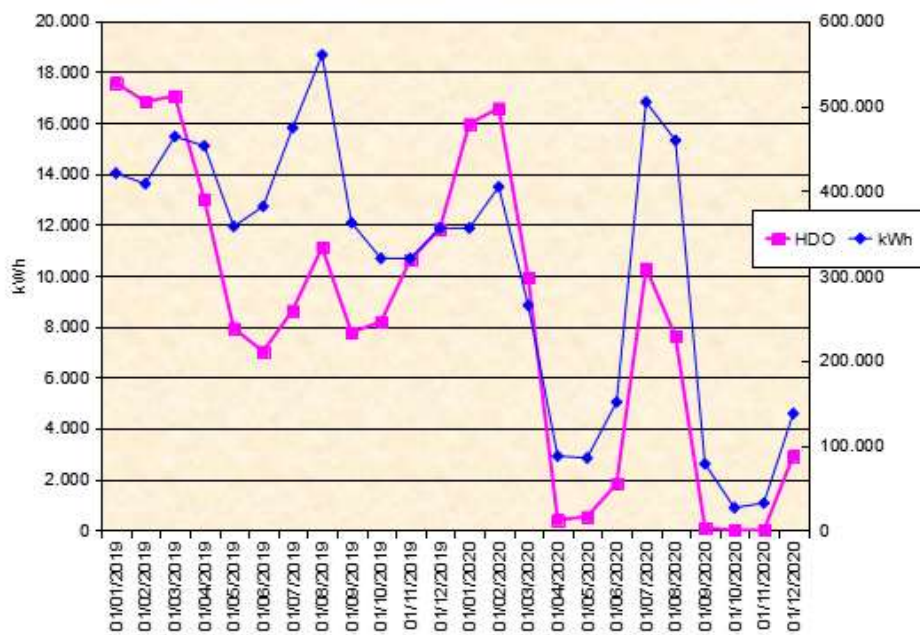


Figura 2.4. Relación Consumo y HDO años 2019 y 2020

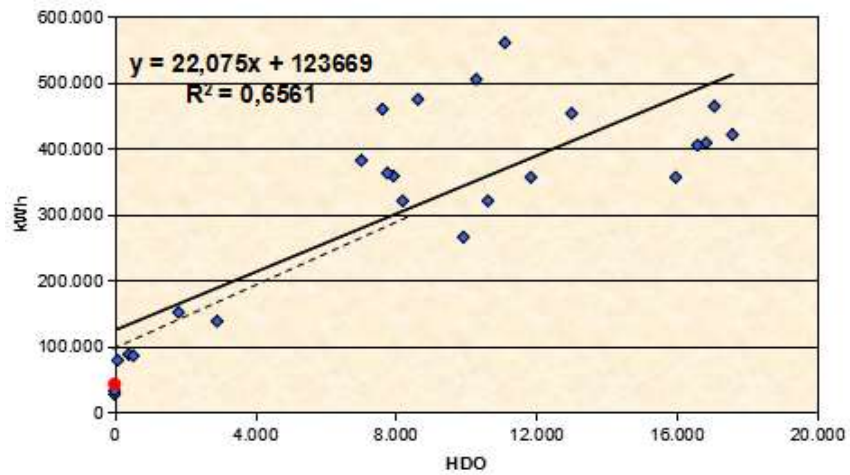


Figura 2.5. Diagrama de dispersión Consumo y HDO años 2019 y 2020

Evaluación del consumo de Energía Activa, Reactiva, Factor de Potencia y Factura mensual de los años 2019, 2020 y enero 2121 del Hotel Atlántico.

Tabla 2.4. Comportamiento del año 2019

MES	Energía Activa consumida (kWh)	Energía Reactiva (kVArh)	FP	Costo Mensual (CUC)	Consumo promedio/hora
01/01/2019	141251	42870	0,96	26103,64	735,68
01/02/2019	142284	41623	0,96	25296,63	741,06
01/03/2019	138245	39464	0,96	24248,80	720,03
01/04/2019	166741	46517	0,96	29708,12	868,44
01/05/2019	170967	46311	0,97	30588,38	890,45
01/06/2019	168576	46689	0,96	30292,49	878,00
01/07/2019	178454	47420	0,97	31451,33	929,45
01/08/2019	210346	51216	0,97	38420,01	1095,55
01/09/2019	223203	53329	0,97	40039,76	1162,52
01/10/2019	152689	39885	0,97	27843,14	795,26
01/11/2019	131702	36402	0,96	24426,04	685,95
01/12/2019	131435	38506	0,96	24455,67	684,56

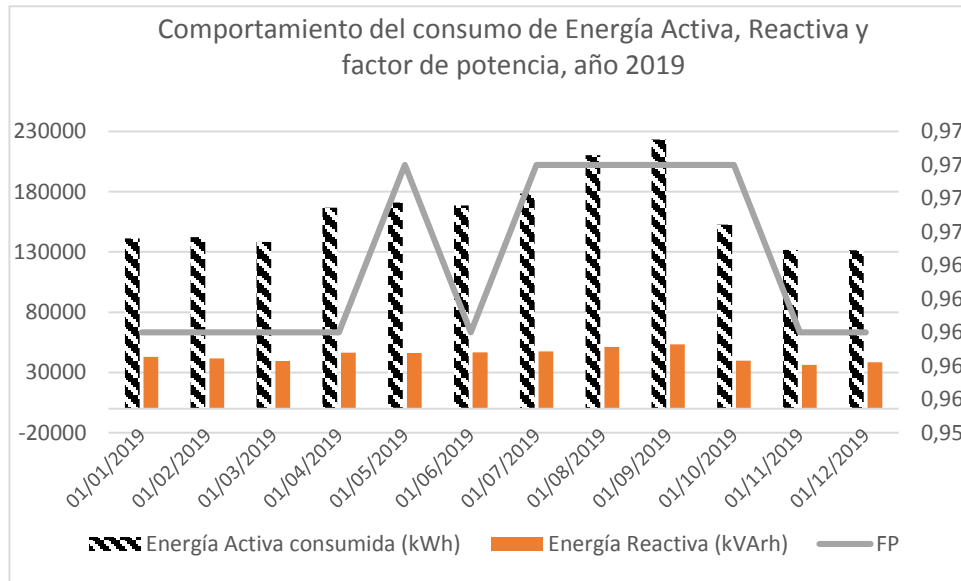


Figura 2.6. Comportamiento del consumo de Energía Activa, Reactiva y Factor de potencia en 2019

Tabla 2.5. Comportamiento del año 2020

MES	Energía Activa consumida (kWh)	Energía Reactiva (kVArh)	FP	Costo Mensual (CUC)	Consumo promedio/hora
01/01/2020	131666	38874	0,96	24383,64	685,76
01/02/2020	138472	39847	0,96	25283,34	721,21
01/03/2020	143428	37233	0,97	27437,38	747,02
01/04/2020	99795	30824	0,96	18740,34	519,77
01/05/2020	99795	30824	0,96	18740,34	519,77
01/06/2020	24125	11189	0,91	5455,40	125,65
01/07/2020	63332	19557	0,96	13955,57	329,85
01/08/2020	224243	52344	0,97	28455,77	1167,93
01/09/2020	213217	51679	0,97	28139,49	1110,51
01/10/2020	42868	12052	0,96	8501,83	223,27
01/11/2020	11032	2394	0,98	4978,92	57,46
01/12/2020	131435	38506	0,96	4850,54	684,56

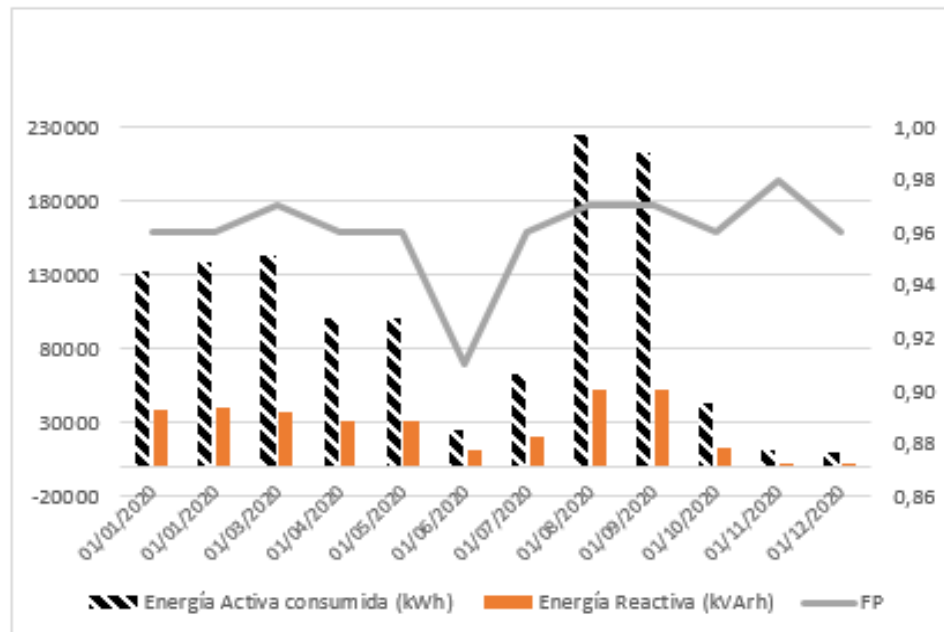


Figura 2.7. Comportamiento del consumo de Energía Activa, Reactiva y Factor de potencia en 2020

## 2.5 Análisis energético en una habitación

Para realizar las mediciones en la habitación 2009 se conectó un Analizador de Red CA 8336 como se muestra en figura 2.8, que permitió el registro de Potencia Activa, Reactiva, Distorsión, Aparente, Energía Activa, Reactiva, Factor de Potencia, Tensión, Corriente, Frecuencia, THD de Tensión y Corriente, con un intervalo de medición de 10 minutos durante 24 horas en el estado actual de las habitaciones. En el Anexo 15 se reflejan los mediciones realizadas.



Figura 2.8. Mediciones con analizador de Red

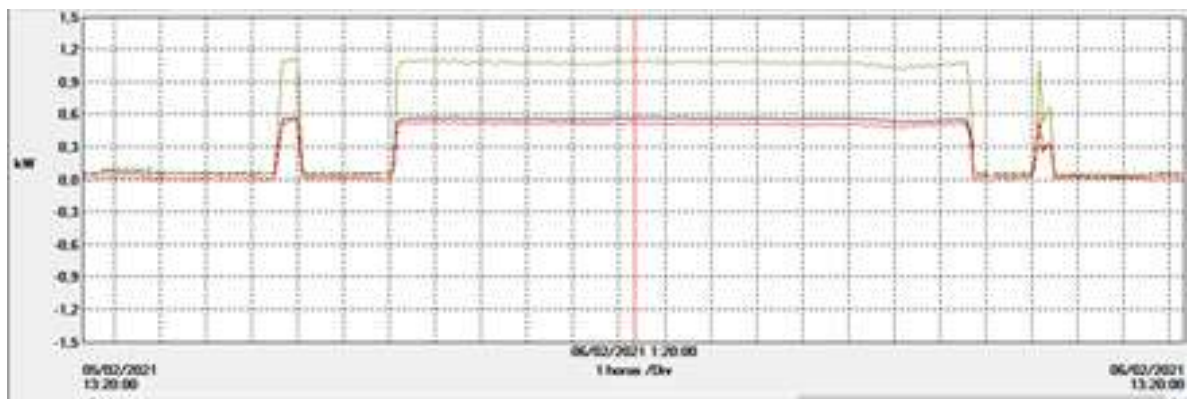


Figura 2.9. Registros de lectura de Potencia Activa en 24 horas

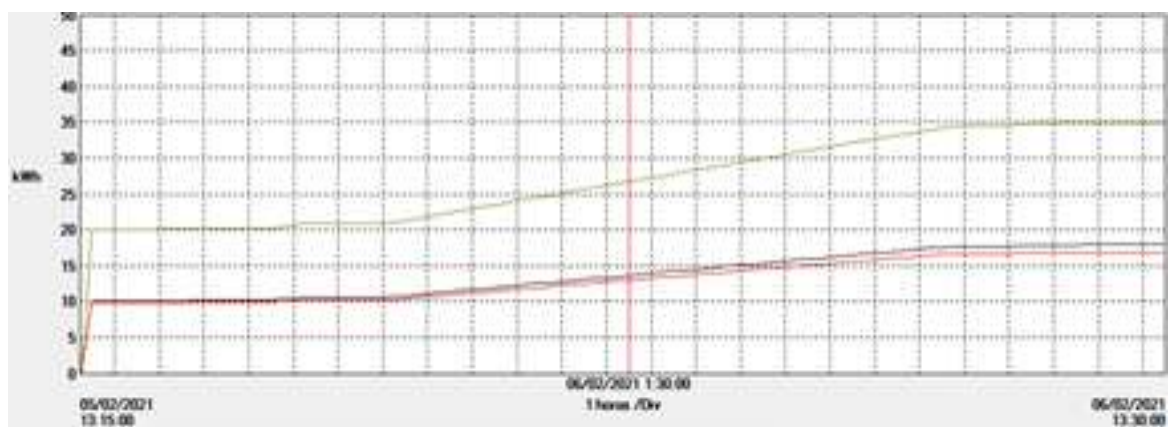


Figura 2.10. Registros de lectura de Energía Activa en 24 horas

Tabla 2.6. Comportamiento de variables eléctricas en habitación

Parámetros	Registro
Potencia Activa Total	1,075 kW
Potencia Reactiva Total	69 kVAr
Potencia de Distorsión Total	802 kVAr
Potencia de Aparente Total	1,343 kVA
Energía Activa Total	35,1 kWh

El valor promedio de energía Activa registrado en 24 horas fue de 35,1 kWh en una habitación.

Se realizó un diagrama de Pareto para estratificar el consumo de una habitación en una hora y que quedó como resultado lo siguiente:

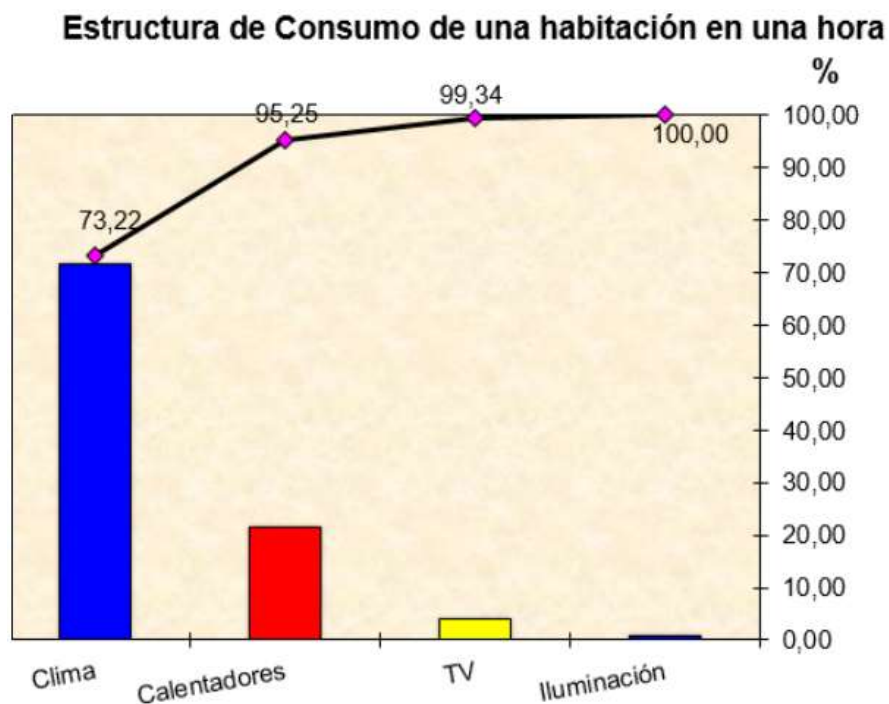


Figura 2.11. Estructura de consumo de una habitación en 1 hora.

La Figura 2.11, demuestra que dentro de una habitación el mayor consumidor de energía eléctrica son los equipos de clima con un 73,22% y deja claro que hay que hacer énfasis

en este sector para buscar soluciones de ahorro energético. A partir de aquí se tomaron medidas para racionalizar los gastos por este renglón energético.

### Conclusiones el capítulo

- La información obtenida sobre los distintos sistemas tecnológicos del hotel, así como el análisis de las diferentes variables que influyen en el consumo de los portadores energéticos dejan claro que debemos enfocarnos en buscar una estrategia de control para las habitaciones del hotel.
- Se comprobó a través de mediciones el comportamientos de las principales variables eléctricas en una habitación, teniendo mayor incidencia los sistemas de climatización.



## CAPÍTULO III

### PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo se realiza un análisis del consumo eléctrico, la demanda real, así como se proponen las estrategias de control bajo criterios energéticos que influyan directamente en un ahorro de los portadores energéticos. Además, se realiza un estudio de sustentabilidad basados en los indicadores técnicos - económicos.

#### 3.1 Evaluación de las tendencias del consumo de electricidad, costo, demanda contratada e índice de consumo

Los principales indicadores económicos reflejaron un crecimiento, las utilidades y los aportes a la economía nacional, aunque existen posibilidades de incrementarlos. Algunos investigadores plantean que una instalación hotelera para que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe garantizar menos de un 5% de sus costos totales para cubrir los gastos energéticos:

- ✓ Hotel Club Amigo Atlántico Guardalavaca el gasto energético en el año 2019 fue de 884 885 CUC y en el año 2020 de 449 236 CUC, reducción por la afectación de la pandemia.
- ✓ Hotel Atlántico el gasto energético en el año 2019 fue de 352 874,01 CUC y en el año 2020, de 208 922,56 CUC, reducción por la afectación de la pandemia.

Se evidencia:

- ✓ La gestión tecnológica es el área crítica de mayor incidencia en la gestión energética.
- ✓ No se chequea la gestión energética como un subsistema general del sistema de gestión de calidad total, sino como parte del subsistema de gestión de los servicios técnicos.
- ✓ Es insuficiente la infraestructura existente para lograr una gestión de los servicios técnicos acorde con las exigencias energéticas actuales que impone la tecnología.



- ✓ No se utilizan procedimientos que normalicen la gestión tecnológica en función de la gestión energética.

La no existencia de un indicador representativo del consumo de energía eléctrica que permita verificar los cambios de la eficiencia energética en el turismo, obliga a continuar trabajando en este sentido. Se ha mencionado y demostrado en varios estudios que el indicador energía eléctrica/ habitaciones día ocupadas (kWh/HDO) no tiene relación lineal entre sus componentes.

Se muestran en la tabla 6 los indicadores energéticos utilizados por las diferentes cadenas hoteleras cubanas, no existe uniformidad en las marcas establecidas.

Tabla 3.1. Indicadores Energéticos en diferentes cadenas hoteleras cubanas

<b>Cadena Hotelera</b>	<b>Electricidad kWh/HDO</b>	<b>Agua m<sup>3</sup>/HDO</b>	<b>Diesel Lts/HDO</b>	<b>GLP Lts/HDO</b>
Gran Caribe	14 - 30	0,8 -1	0,65 - 0,7	1,9
Horizontes	35 - 40	0,8 -1	2,5	1,9 - 2
Gaviota	35 - 40	0,8 -1	2 - 3,5	1,9 - 2
<b>Cubanacán</b>	<b>30 - 60</b>	<b>0,8 -1</b>	-	<b>1,5 - 2</b>
Islazul	27 - 60	0,8 -1	2 - 2,5	1,5 - 2

Si se toma como referencia el indicador de la Cadena Cubanacán de un Indicador Energético de 30-60 kWh, se evidencia:

- ✓ Incumplimiento de este indicador en varios meses del año
- ✓ El consumo y los costos en los meses de verano por el turismo nacional, se ha incrementado en comparación con la temporada alta en que tradicionalmente se visitaban las instalaciones, alcanzado valores de 560 072 kWh y un costo de 101 173,83 CUC
- ✓ En el verano del año 2019 fue penalizado el Hotel Atlántico con demanda máxima de 1512 CUC por consumir por encima de los 400 kWh y en el año 2020 con 5838 CUC por consumir por encima de 150 kWh contratado por una demanda máxima de 428 kWh

- ✓ El factor de potencia del Hotel Atlántico tiene un promedio de 0,96; la bonificación de la Empresa eléctrica asciende a más de 15 000 CUC en año 2019
- ✓ Con el proceso de reordenamiento iniciado el 1 de enero de 2021 y las nuevas tarifas eléctricas para el sector estatal, el consumo del Hotel Atlántico fue de 121 631 kWh y un costo de 357 136,65 CUP en el primer mes del año.

Se ha establecido por la cadena como un indicador energético, las Habitaciones Días Ocupados, para hacerlo correlacionar de forma lineal con el consumo de electricidad del hotel. No obstante, esta propuesta no se basa en mediciones directas de todas las variables que se analizan. Se parte de consideraciones muy generales. Varios investigadores han realizado estudios para predecir el consumo de energía eléctrica con las variables climatológicas, temperatura ambiente, presión atmosférica, velocidad del viento, precipitaciones, humedad relativa. Se demostró que el consumo de energía eléctrica dependía más de las variables climatológicas que de las de explotación. Teniendo en cuenta estas consideraciones se realiza un diagnóstico energético de segundo Nivel en una de las habitaciones del Hotel Atlántico partiendo de que el consumo promedio está entre 65 al 75 % del total de una instalación hotelera, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Distribución de portadores energéticos y del agua por áreas promedio.

Área	Electricidad (%)	Diesel y Gasolina (%)	GLP (%)	Agua (%)
Administración	5	30	-	2
Habitaciones	65	-	-	35
Aseguramiento	7	70	-	15
Lavandería	13	-	-	38
Alimentos y Bebidas	10	-	100	10

### 3.2 Estrategias de control y requisitos técnicos

Los sistemas de control son considerados como el cerebro, ya que estos dan las órdenes para ejecutar las acciones del dispositivo, detectando los parámetros del sistema para

realizar las acciones deseadas. Diferentes sistemas de control aplicables, se han desarrollado, los cuales determinan la orden para la realización de una acción específica. Principalmente podemos encontrar diferentes controladores como lógica difusa, cinemática, admitancia e impedancia. necesitan de un alto componente de automatización para facilitar el control del confort y el funcionamiento de las diferentes cargas eléctricas y están orientados a disminuir el consumo energético tanto de los climas como de la iluminación basado en la presencia o no de los huéspedes en la habitación.

Los sensores o detectores son dispositivos capaces de recoger la información de los distintos parámetros que controlan (el nivel de presión de una tubería, la temperatura ambiente o el suministro de gas natural) y de transmitir esta información para su procesamiento.

Dada la heterogeneidad de las magnitudes susceptibles de ser medidas, existen sensores de muy diferentes características técnicas. Por lo general, los sensores no se conectan a la red eléctrica, sino se alimentan de fuentes conmutadas o baterías. De esta manera se consigue una gran flexibilidad en su instalación, que puede darse con independencia de la presencia de una toma de corriente. En ocasiones, los sensores pueden comunicarse directamente con los actuadores, sin pasar por el sistema de control; en otros casos se integra en un único equipo

toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia.

la instalación de sensores sólo tiene sentido cuando éstos se integran en un sistema inmótico de control capaz de captar, analizar, procesar la información recogida y actuar en consecuencia.

Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un Sistema de Control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: encendido o apagado, subida o bajada. Existen varios modelos de actuadores, entre los más comunes encontramos los contactores o relés de maniobra, que en esencia permiten el paso de corriente eléctrica hacia el dispositivo al que están conectados (lámpara, toldo, clima) según marque el estado de una señal de control.

Para que estos dispositivos puedan comunicarse entre sí hacen uso de las redes



instaladas en la edificación y microcontroladores con capacidad de detección automática de los equipos conectados y sus funciones asociadas. Muchos son los aparatos electrónicos inteligentes que se pueden utilizar en una edificación inmótica.

la topología es una disciplina bastante reciente es de interés considerar en lugar de acudir a una clasificación basada en las tecnologías o el soporte físico empleado, las tres redes o subsistemas desde el punto de vista funcional:

- Red de datos: para el envío y recepción de mensajes y ficheros entre ordenadores, periféricos y demás recursos informáticos.
- Red multimedia o de entretenimiento: para el soporte de reproductores de audio y vídeo, consolas de videojuegos y demás plataformas de ocio.
- Red de control: para el control y monitorización de sensores, actuadores y electrodomésticos de la edificación. Como frontera o nexo de unión entre interior y exterior, vínculo entre las redes de acceso y las redes domésticas, y de éstas, entre sí que facilita la comunicación entre aquellos dispositivos situados en el interior de la edificación, y permite el enlace de éstos con cualquier otro equipo exterior conectado a la red de comunicaciones.

La red de control de dispositivos inmóticos es la responsable del control sobre la automatización de la edificación. Aunque a priori es independiente de las redes de datos y multimedia, proporciona el soporte para la implantación de soluciones que permitan el encendido y apagado automático de equipos (climatización, persianas, luces); integra en sistemas de seguridad frente a robos y accidentes las alarmas de presencia, sensores de agua o de rotura de cristales. El sistema de control centralizado es el elemento encargado de recoger toda la información que proporcionan los sensores distribuidos en los distintos puntos de control de la edificación, procesarla y generar las órdenes que ejecutarán los actuadores e interruptores. Este sistema constituye el núcleo o cerebro de la red de control, el elemento central en el que reside el grueso de su inteligencia que monitoriza y controla el funcionamiento de los dispositivos de la edificación.

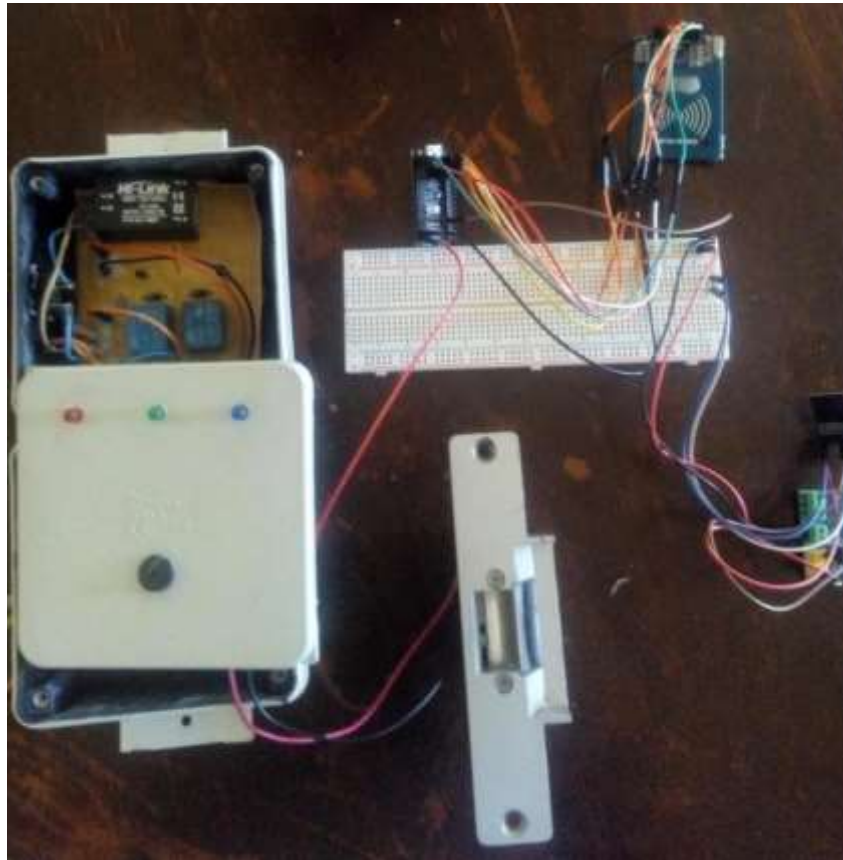


Figura 3.2. Prueba de prototipo de control automático de habitaciones.

### 3.3. Exigencias técnicas operativas del proyecto de control automático propuesto para reducción de consumo de habitaciones.

Según las características constructivas de la instalación, su ubicación y dimensiones, así como el comportamiento de los huéspedes, se requiere la implementación de un sistema automático que controle de forma eficiente el uso de los portadores energéticos en las habitaciones.

Este estará conformado por 2 módulos principales, el primero controla y valida la entrada de los huéspedes a la habitación y el segundo controla la presencia de ellos en la habitación. El sistema será capaz de regular el comportamiento del portador energético

electricidad en el clima, iluminación de manera eficiente. La tecnología que se utiliza tiene características específicas en correspondencia con las necesidades del cliente para garantizar el objetivo del presente proyecto.



Figura 3.3. Prototipo de proyecto de control automático de habitaciones

El núcleo del sistema está compuesto por 2 microcontroladores que operan de manera independiente logrando a través de sensores y actuadores controlar de manera muy eficiente el consumo de la habitación, están configurados para operar las 24 h del día de manera interrumpible:

2 sensores magnéticos controlaran la puerta y ventanas para evitar que se mantenga abiertas mientras se usa el clima.

2 módulos validarán la entrada y presencia de los huéspedes en la habitación.

Para la validación del Prototipo de proyecto de control automático de habitaciones (PCAH), se realizaron mediciones de las variables eléctricas con huésped en la habitación 2009 el jueves 4 de febrero a las 13:15 horas hasta viernes 5 de febrero a las 13:15 horas.

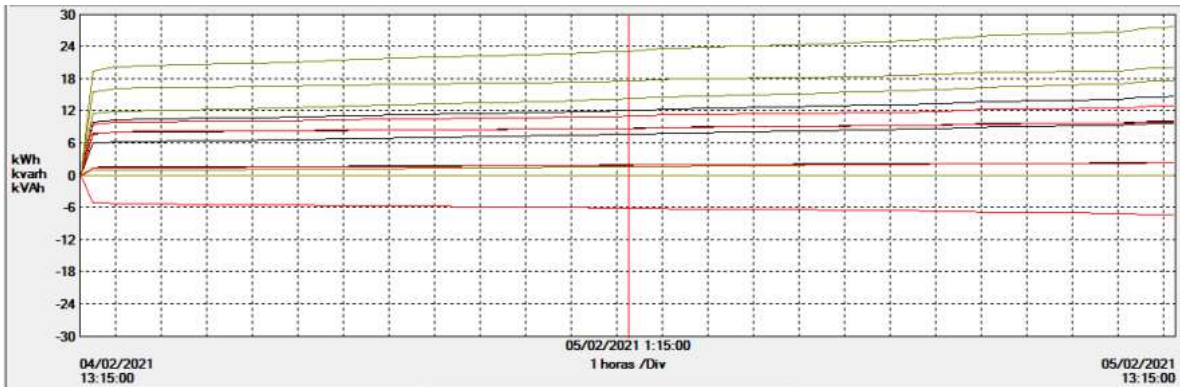


Figura 3.4. Comportamiento de Energía Activa, Reactiva y Aparente en 24 horas

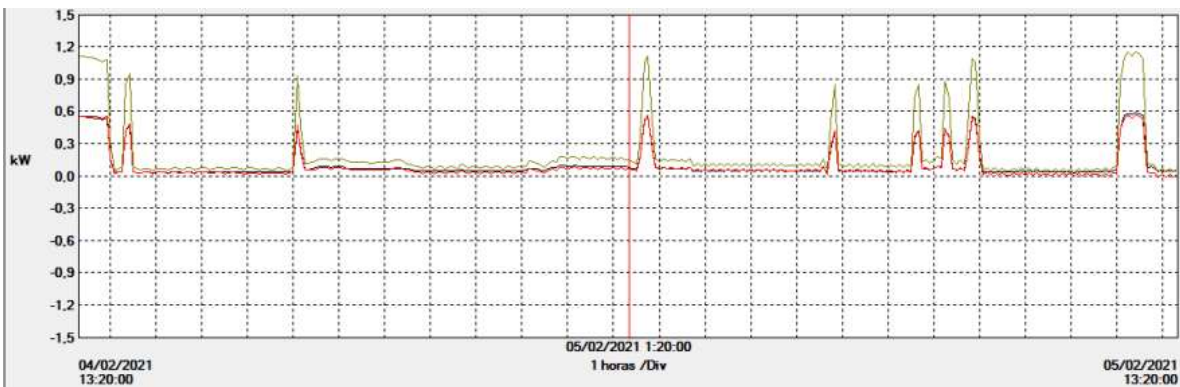


Figura 3.5. Registros de lectura de Potencia Activa en 24 horas

Tabla 3.3. Comportamiento de variables eléctricas en habitación con (PCAH)

Parámetros	Registro
Potencia Activa Total	156 kW
Potencia Reactiva Total	68 kVAr
Potencia de Distorsión Total	259 kVAr
Potencia de Aparente Total	312 kVA
Energía Activa Total	20,15 kWh

### 3.3.1 Estrategia de Ocupación bajo Criterios Energéticos.

Después de realizar un análisis de la gestión hotelera en el tema energético se considera que el hotel se encuentra en una etapa de Incompetencia Consciente puesto que:

- ✓ Se conoce el consumo total por portadores energéticos, pero no se ha alcanzado la desagregación total de las áreas, sistemas y equipos mayores consumidores por problemas de instrumentación.
- ✓ Existen indicadores de consumo a nivel de empresa, pero no se han podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.
- ✓ Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro.
- ✓ Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el récord histórico del Hotel, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.
- ✓ Se logran ahorros básicamente por eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles, pero no se monitorean diariamente estos ahorros.
- ✓ Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía, sin embargo, no están involucradas todas las áreas; cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.
- ✓ Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de empresa.
- ✓ No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.

El Tratamiento de las Soluciones posibles encontradas a los Problemas Energéticos que incrementan el consumo energético de equipos, áreas o procesos del Hotel es importante para incrementar la efectividad y alcanzar el mayor impacto posible de las tareas que decidan enfrentar. Su objetivo es contar con un banco de soluciones debidamente argumentadas que permita tomar decisiones acertadas acerca de su ejecución, tanto con recursos propios del Hotel, como ante oportunidades externas de financiamiento que generalmente requieren de un proyecto específico. Este proyecto puede elaborarse fácilmente a partir del banco de soluciones.

La eficiencia energética es la optimización de los recursos energéticos para alcanzar los objetivos económicos del Hotel. Se mide a través de indicadores de eficiencia energética como las Habitaciones Días Ocupado.

Determinar oportunidades de ahorro en cada sistema es la solución para reducir los costos en gastos del portador energético electricidad a partir una **Estrategia de Ocupación bajo Criterios Energéticos**.

### **Paso 1**

Identificar potenciales de ahorro y medidas más comunes de incrementos de la eficiencia energética.

#### **Iluminación.**

- ✓ Uso de lámparas de bajo consumo de tecnología Led.
- ✓ Separación de circuitos de iluminación para compartimentar su uso.
- ✓ Desconexión completa de lámparas o focos fundidos o quemados.
- ✓ Sustitución de difusores en mal estado. Limpieza de difusores.
- ✓ Instalar sistemas automáticos de desconexión de circuitos (apagador de tiempo).
- ✓ Utilización de reflectores ópticos para aumentar el nivel de iluminación.
- ✓ Uso de fotoceldas para control luminoso especialmente donde puede aprovecharse la luz natural.
- ✓ Uso de temporizadores para el control de la iluminación.
- ✓ Implementación de programas de encendido y apagado del alumbrado.

#### **Reducción de la demanda máxima de electricidad.**

- ✓ Sustitución de conductores mal seleccionados, empalmes eléctricos incorrectos, tendederas eléctricas.
- ✓ Determinar las áreas que son factibles de controlar para reducir las cargas por demanda máxima.
- ✓ Valorar alternativas o estudios de costo - beneficio para implantar la autogeneración y cogeneración.
- ✓ Eliminar las pérdidas por conexiones falsas a tierra.
- ✓ Efectuar acomodos de cargas almacenando productos de los altos consumidores de energía en horario no pico para poder disponerlos en horario pico.

- ✓ Reducción del uso de equipos en el horario pico sin afectar el servicio.
- ✓ Revisión de la selección de las bombas en función de la carga, flujo y tiempo de operación necesaria.

### **Sistemas de acondicionamiento de aire.**

- ✓ Eliminar el calor infiltrado a través de aberturas de puertas y ventanas.
- ✓ Comparar las cargas reales con las de diseño referidas a personas (persona/ m<sup>2</sup>), iluminación (W/m<sup>2</sup>), equipamiento (W/m<sup>2</sup>).
- ✓ Mantener en nuestro clima la temperatura del termostato en 24° C.
- ✓ Limpiar los filtros de aire regularmente una vez por semana.
- ✓ Apagar los equipos en habitaciones vacías.
- ✓ Estudio bioclimático de locales para determinar espacios de mayor incidencia solar.
- ✓ Verificar instalaciones eléctricas.
- ✓ Comprobar la selección de los equipos de acondicionamiento en función de la carga necesaria.

### **Paso 2**

- ✓ Reordenamiento de equipos eficientes en habitaciones con mejor confort.

Mejorar la ocupación, para que de esta forma mejoren los índices de consumo y como consecuencia la gestión energética, no es una tarea fácil. Este elemento depende de dos factores claves: en primer lugar, el trabajo de ventas de paquetes de ofertas con todo su aparataje de Marketing. Un segundo elemento depende más directamente del hotel, lo cual se sintetiza en una buena atención al cliente en todos los sentidos, las disponibilidades de habitaciones son por mantenimiento, no por criterios energéticos.

Los elementos que favorecen una insuficiente gestión energética en habitaciones

- ✓ Ocupación en habitaciones con baja eficiencia energética: Ej. Clima sin control manual, filtros sucios, iluminación deficiente, calor infiltrado
- ✓ Instrumentación: el esquema de conexión actual no permite evaluar consumo por habitaciones independientes
- ✓ Contabilidad energética: desconocimiento de potencia instalada en cada habitación

- ✓ Recursos Humanos: insuficiente personal para dar seguimiento a la eficiencia energética con preparación y disposición
- ✓ Equipos Tecnológicos: deterioro y obsolescencia del equipamiento en las habitaciones
- ✓ Servicios a terceros asociados al hotel

### Paso 3

#### Evaluación de la implementación proyecto de control automático de habitaciones (PCAH)

Con los resultados obtenidos se determinó que las habitaciones representan el mayor índice de consumo energético de un hotel, por lo que se impone la necesidad de establecer un sistema de control, sensores y actuadores para determinar la presencia o no de los huéspedes en las mismas, con el objetivo de lograr condiciones y oportunidades de ahorro. Como promedio, la mayoría de los huéspedes se encuentran la mayor parte del día fuera de las habitaciones, sin embargo, los sistemas de climatización e iluminación siguen trabajando ininterrumpidamente. Un control eficiente de la ocupación significaría un ahorro significativo del consumo de la energía eléctrica del hotel, ver tabla 3.4.

Tabla 3.4 Comparación de resultados

Parámetros	Registro antes	Registro (PCAH)
Potencia Activa Total	1,075 kW	156 kW
Potencia Reactiva Total	69 kVAr	68 kVAr
Potencia de Distorsión Total	802 kVAr	259 kVAr
Potencia de Aparente Total	1,343 kVA	312 kVA
Energía Activa Total	35,1 kWh	20,15 kWh

#### 3.4 Evaluación técnica y económica

Con la implementación del PCAH se puede alcanzar un ahorro de energía en la habitación de 15 kWh en 24 horas, que representa un 42,8 %, validando así como referencia bibliográfica, que los sistemas inmóticos para el control y la automatización para la gestión inteligente de una edificación permiten el ahorro del 40 % del consumo de electricidad.

Los beneficios económicos, si se considera que el año 2019 fue el representativo con un consumo de 1 955 893 kWh, con la implementación del PCAH, se obtiene un ahorro de 782 357 kWh y 141 149 CUC al año y considerando la nueva tarifa eléctrica sería aproximadamente de 3 387 576 CUP.

El costo de instalación del **PCAH** en una habitación en correspondencia del equipamiento en el mercado internacional .

Tabla 3.5 equipamiento y precio.

<b>Equipamiento</b>	<b>precio</b>
MFRC-522	5.0 usd
Arduino nano	8.0 usd
Expansión de terminal	5.0 usd
Fuente de alimentación compacta	10 usd
Tarjetas RFID(50 unidades)	35 usd
Cerradura electrónica	20 usd
Modulos rele	10 usd
Sensores magnéticos	8 usd
Cables de puente sin soldadura	10 usd
<b>TOTAL</b>	<b>111 usd</b>

### **Beneficios de la automatización**

El núcleo del sistema está compuesto por 2 microcontroladores que operan de manera independiente logrando a través de sensores y actuadores controlar de manera muy eficiente el portador energético electricidad en la habitación, están configurados para operar las 24 h del día.

1. Reducción del consumo de energía.
2. Interrupción de los circuitos de iluminación y clima cuando no existe presencia de huéspedes en la habitación.
3. Sistema automático para validar presencia realizando una medición por segundo.
4. Desconexión del sistema de climatización por puertas o ventanas abiertas (tiempo configurable).
5. Tarjetas con tecnología de alta integridad de datos, sin necesidad de contacto ni alimentación, protección de clave de transporte, anticolidión (10000 ciclos de escritura y lecturas ilimitadas).
6. Sistema de alta seguridad, no puede ser violado por otras tarjetas o su similares de cartón, papel etc. (no utiliza interruptores ni fototransistores).
7. Sistema de control y registro de entrada con información a tiempo real (fecha, hora y registro de tarjetas que entran a la habitación).
8. Suministro de varias tarjetas para su reposición.
9. Software de activación de tarjetas para la entrada a la habitación y control de estadía (habilita la entrada a la habitación y registra los datos personales del huésped, así como fecha y hora de la estadía)



Figura 3.6. Entrada Habitación

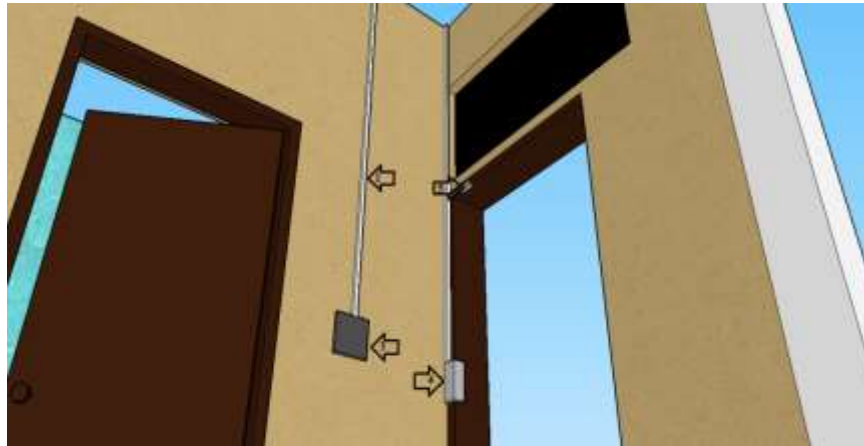


Figura 3.7. Interior Habitación

### Conclusiones el capítulo

- Se describe de forma detallada la propuesta para implementar el PCAH, constituye una guía documentada a tener en cuenta para el desarrollo de futuros proyectos .
- La utilización de un sistema de control ocupacional orientado al ahorro energético es de gran utilidad para el momento de puesta en marcha del proyecto en el hotel o para cualquier hotel en funcionamiento, mostrando de forma clara los elementos para la conformación del mismo.

## Conclusiones Generales

1. Se comprobó que el sistema inmótico instalado permite un ahorro 42,8 % de la energía eléctrica, equivalente a 782 357 kWh y 141 149 CUC al año y considerando la nueva tarifa eléctrica sería aproximadamente de 3 387 576 CUP.
2. Se demuestra que una instalación hotelera para que funcione eficientemente, desde el punto de vista energético, debe consumir entre 5 y 7 % de sus ingresos para cubrir los gastos energéticos, teniendo como premisa el cumplimiento de los índices de consumos establecidos.
3. Se determinó que la instalación hotelera tiene un nivel de Incompetencia Consciente.
4. Se propone la Estrategia de Ocupación bajo Criterios Energéticos que permitirá la implementación de un Sistema de Gestión Energética en correspondencia con la NC ISO 50001.



## Recomendaciones

1. Proponer el uso de el PCAH para el desarrollo de los diseños en futuras inversiones hoteleras, independientemente que el sistema de climatización sea centralizado o individual.
2. Continuar desarrollando el procedimiento mediante la integración de métodos de optimización, sobre todo incluyendo la eficiencia relacionado con los aspectos económicos de la explotación del sistema.



## Bibliografías

- 1- West ,1996; Martins, 2000 .Evaluating performance indices of a shopping centre and implementing HVAC control principles to minimize energy usage". Energy and Buildings .
- 2- Hernández, 2003.Ubicuidad de la automática en ciencia, tecnología y sociedad. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Tarapaca. Chile .
- 3- FRANCO, 2003.Estudio comparativo de métodos de cálculo de cargas térmicas en edificios". <http://www.energuia.com>.
- 4- HARTMAN, 2004.The Hartman LOOP Chiller Plant Design and Operating Technologies: Improve Chiller Plant Efficiency .<http://www.automatedbuildings.com>.
- 5- Castelvetri, 2005.Smart Home Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Belgrano 5 ..
- 6- Pérez y otros, 2006. Domotica y Espacios Cotidianos. Argentina, Secretaría de Cultura y Tecnología .
- 7- Borroto y Monteagudo, 2006 .Energy revolution: a sustainable world energy outlook". European Renewable Energy Council.
- 8- Martín Domínguez ,2006 .Media, A.d.S., Asociación Española de Domótica e Inmótica.
- 9- Arcila, 2008. Automatización como ventaja competitiva. Bird, R. (2008). MDC2 TwoWire Decoder Controller. U.S.A.
- 10- Bonilla, García et al, 2009. Diseño de un Sistema Contra Incendio, Climatización y Seguridad. Revista Tecnológica - RTE, ESPOL. Ecuador, Centro de Investigación Científica y Tecnológica - CICYT.
- 11- González, Benítez et al. 2010. Arquitecturas basadas en computadores empotrados para la gestión inteligente de la energía en un complejo hotelero. Vector Plus. España, UNELCO-ENDE.SA.
- 12- Tejani,Al-Kuwari, & Potdar, 2011. Intelligent buildings: applications of it and building automation to high technology construction projects.
- 13- Javier, 2011. Sistema de automatización de luces y persianas en casas residenciales utilizando módulos infrarrojos para mejorar el estilo de vida de personas

con discapacidad física en extremidades inferiores. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. . Ecuador, Universidad técnica de Ambato.

**14-** Bticino, 2012. Saving and energy efficiency with Domotics and Inmotics. Real Estate Magazine, vol. 159.

**15-** Guerra, 2012. Rehabilitación del Sistema de Automática del Hotel Iberostar Ensenachos en Cayo Santa María. Departamento de Automática y Sistemas Computacionales. Santa Clara, Cuba, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

**16-** Castellanos, 2012. Sistemas de Automatización. villa Clara, Cuba.

**17-** Torres y Acosta, 2013. La Revolución Energética. Resultados y Perspectivas", 7mo Taller de Energía y Medio Ambiente. Cienfuegos.

**18-** Energética vol.38 no.3 La Habana set.-dic. 2018.

**19-** Cabrera Gorrin, 2019. Caudal variable en la climatización centralizada de hoteles.

**20-** Nuñez, 2020. Design of a Fuzzy Controller for a Hybrid Generation System. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng, vol. 844.

**21-** Betanzos, 2020. Energy Management in Hotels and Implanting Environmental Labels.

**22-** Monteagudo ,2020. Design and Implementation of a Wired Intercommunication Prototype, <http://doi.org/10.17981/ingecuc.14.1.2018.9>.

**23-** Merchan, 2021. An analysis of electricity generation with renewable resources in Germany. International Journal of Energy Economics and Policy <https://doi.org/10.32479/ijeep.9369>.

**24-** Villareal, 2021.Data set on wind speed, wind direction and wind probability distributions <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104753>.

**25-** Anuario estadístico de cuba 2020.

**26-** Tendencias energéticas mundiales- edición2021.



**Universidad  
de Holguín**

FACULTAD  
DE INGENIERÍA  
DPTO. INGENIERÍA MECÁNICA





## Anexos

### 1- Canaleta



### 2- Modulo validación de entrada con microcontrolador



### 3- Modulo de control automático con microcontrolador



#### 4- Cerradura electrónica



#### 5- Sensores magnéticos



#### 6- Tarjetas RFID

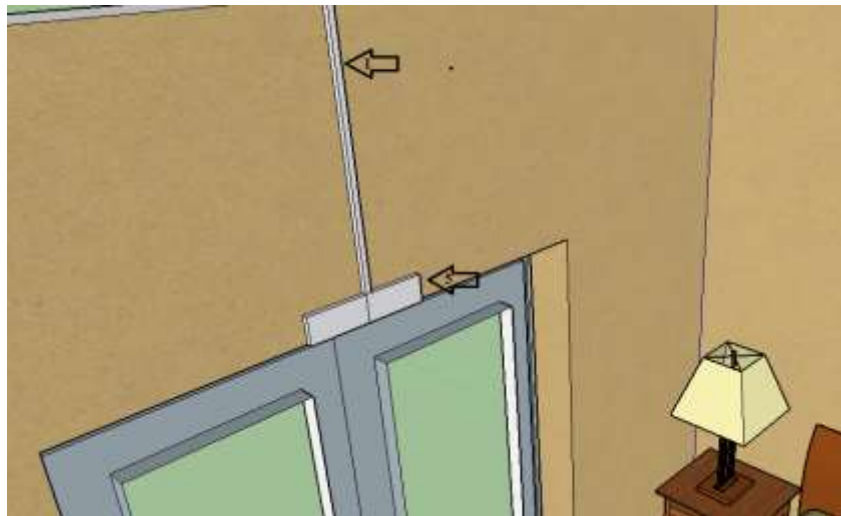


#### 7- Arduino nano



#### 8- Módulo MFRC-522 RFID





9- Salida Balcón Habitación



10- Vista Lateral Habitación posición de módulo de control



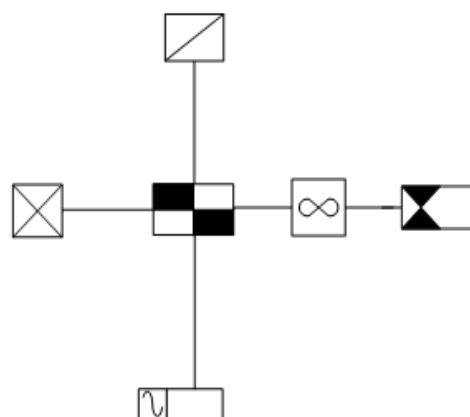
11- Vista Lateral Habitación sensor magnético





12- Vista Lateral Habitación cerradura electrónica

13- Diagrama del Módulo de entrada Habitación



Simbología:



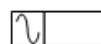
Sensor RFID



Magnético



Microcontrolador



Fuente Alimentación



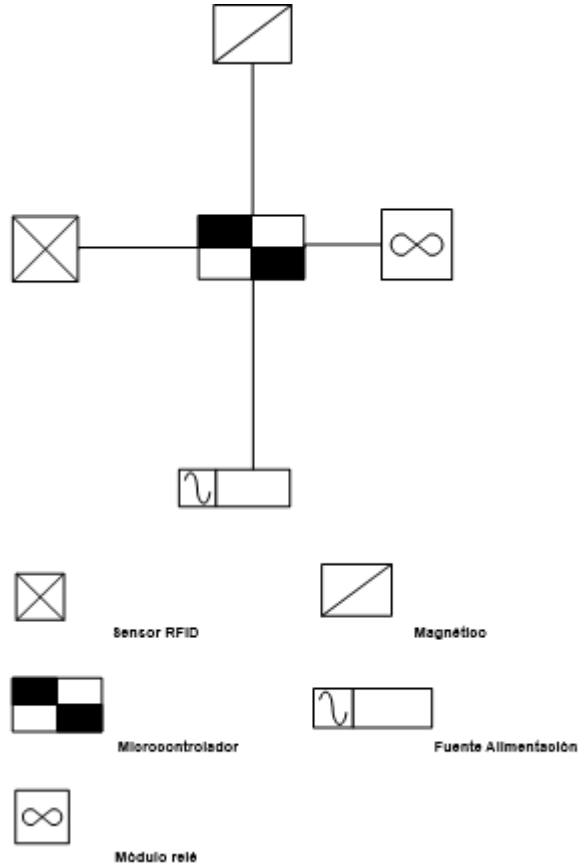
Cerradura electrónica



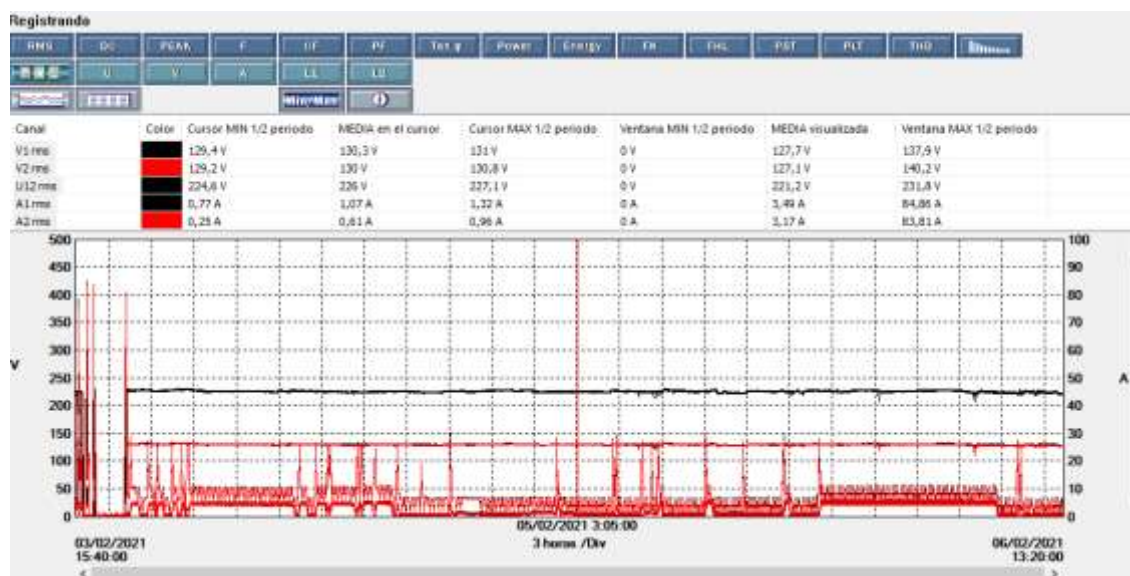
Módulo relé

14- Diagrama del Módulo interior de la Habitación

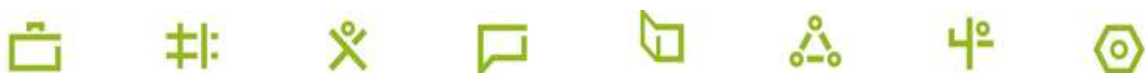


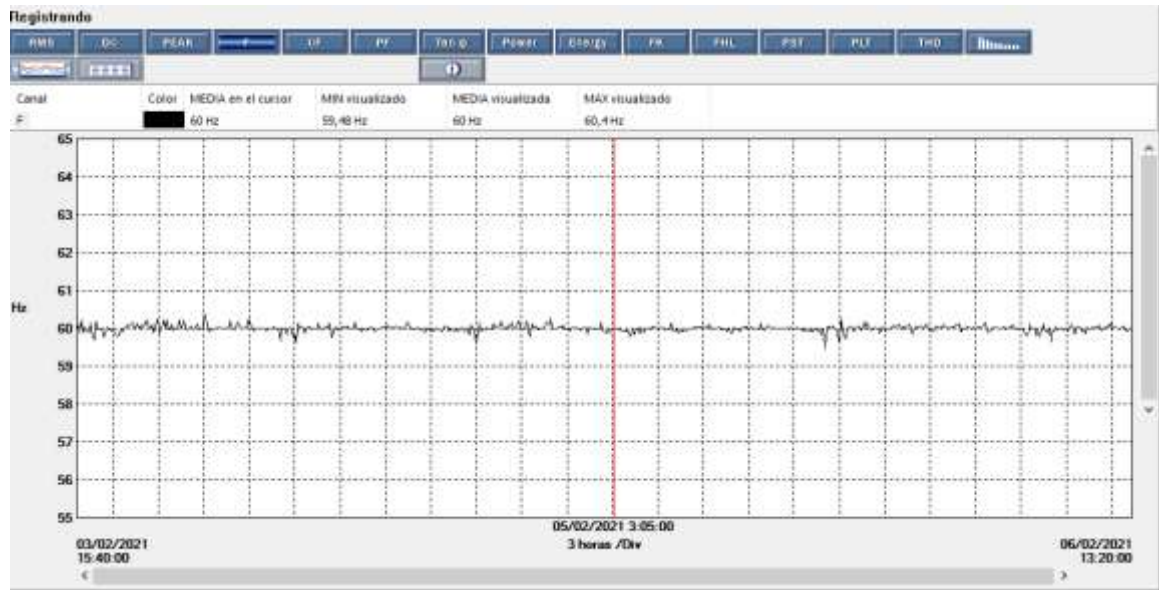


### 15 - base de datos de las mediciones realizadas (RMS)

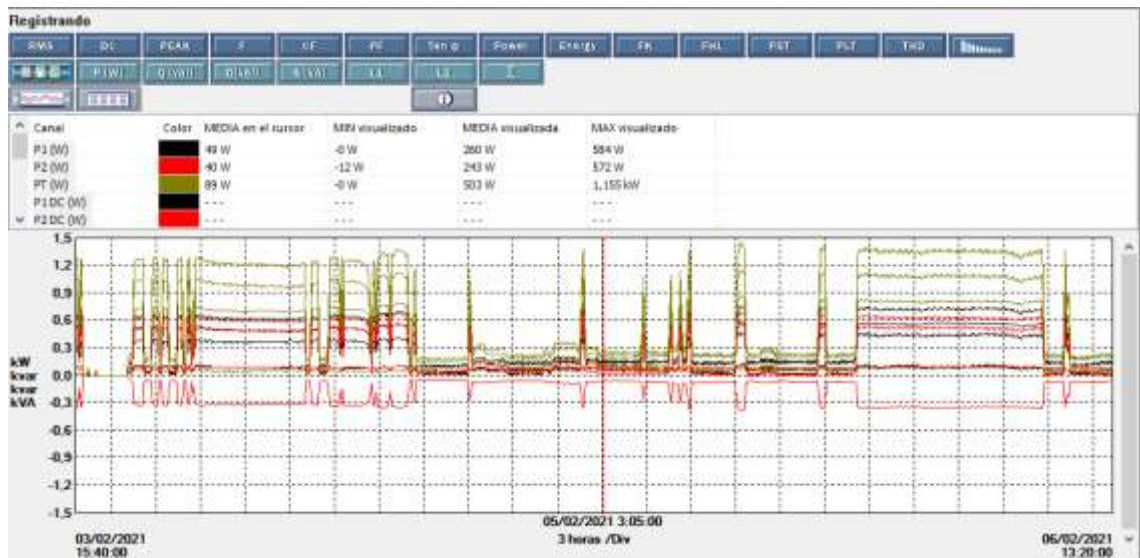


### 16- base de datos de las mediciones realizadas(frecuencia)



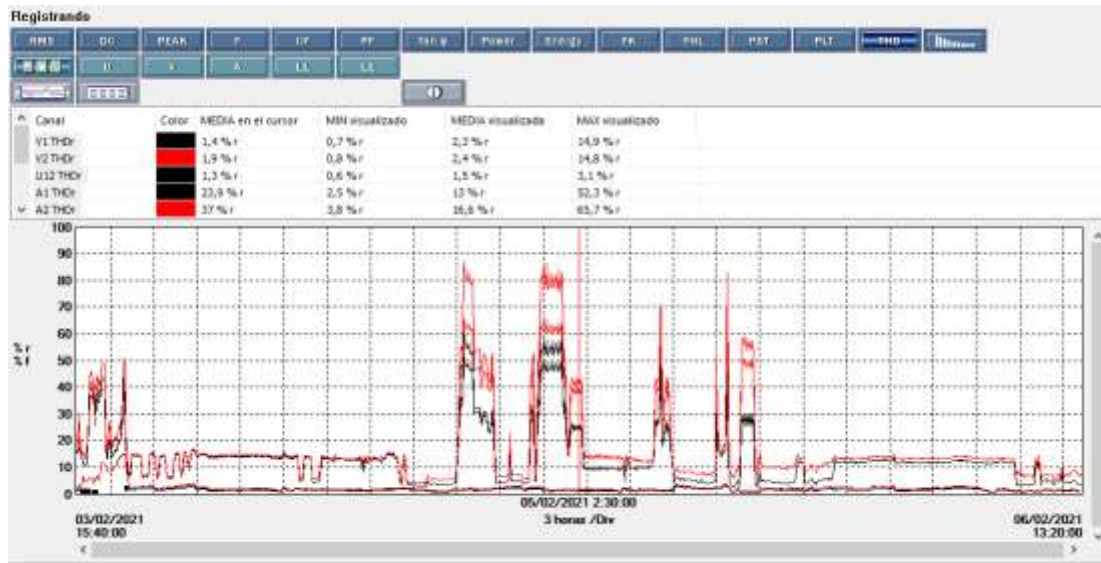


### 17- base de datos de las mediciones realizadas (potencia)



### 18- base de datos de las mediciones realizadas (THD)





19- base de datos de las mediciones realizadas (A)

