

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Estudio de prefactibilidad para un modelo de gestión energética en el Hotel Villas
Lirio guiado por las normas INTE/ISO 50000

Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Ingeniero en
Mantenimiento Industrial con el grado académico de Licenciatura

Jeremy Fallas Chaves

Cartago, octubre, 2023



Estudio de prefactibilidad para un modelo de gestión
energética en el Hotel Villas Lirio guiado por las normas INTE/ISO 50000

by Jeremy Fallas is marked with [CC0 1.0 Universal](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Profesor guía

Ing. Manuel Francisco Mata Coto

Asesor industrial

Lic. Roberto Obando Bolívar

Tribunal examinador

Ing. Oscar Monge

Ing. Joshua Guzmán

Información del estudiante y la empresa

Datos personales

Nombre completo: Jeremy Fallas Chaves

Número de cédula: 6-0423-0526

Número de carné: 2013050381

Edad: 28 años

Números de teléfono: 71062312

Correos electrónicos: jerecha95@gmail.com / jefallas@estudiantec.cr

Dirección exacta de domicilio: Cartago, Oriental, Barrio Asís, del abastecedor
SUPER TODO, 25 metros sur.

Datos de la empresa

Nombre: Hotel Villa Lirio

Actividad principal: hospedaje

Dirección: Quepos, Puntarenas, costado norte de la Escuela Bilingüe Manuel
Antonio.

Contacto: Roberto Obando Bolívar

Teléfono: 2777-4034 / 2777-1182

“Ser valiente no es solo cuestión de suerte”.

-Vetusta Morla.

Valiente – Un día en el mundo (2008).

Dedicatoria

A mi familia, por el apoyo dado durante todos estos años, en especial, a mi madre, Wendy Chaves Matarrita, por siempre confiar en mí y ser mi pilar de vida con su amor, dedicación, sacrificios y ejemplo. Este triunfo es gracias a ti.

A mi novia, Wendy Araya Sánchez, por todo el amor, la motivación y la ayuda que recibí en estos años de duro trabajo.

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a mi familia, quienes han sido la base de mi fortaleza durante este emocionante viaje académico. Su apoyo inquebrantable y su fe en mí me han impulsado a alcanzar este logro. Sin su amor y aliento, este camino hubiera sido mucho más difícil.

A mis amigos, quienes han sido mi roca, mi consuelo y mis compañeros leales en este viaje. Han compartido risas, desafíos y triunfos a mi lado, haciéndolo todo mucho más significativo. Gracias por estar ahí en cada paso del camino.

Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo, y estoy agradecido por tener a estas personas increíbles en mi vida. Gracias a todos por ser parte de este emocionante capítulo y por ayudarme a alcanzar mis metas académicas.

Índice

Resumen	14
Abstract	15
Capítulo 1. Introducción.....	16
1.1 Introducción.....	16
1.2 Antecedentes	17
Ubicación Geográfica	22
Organigrama de la Empresa	22
Misión de la empresa.....	23
Visión de la empresa	23
Capítulo 2. Descripción del proyecto	24
2.1 Planteamiento del problema.	24
2.2 Objetivos	25
Objetivo general.....	25
Objetivos específicos.....	25
2.3 Justificación	26
2.4 Alcance General	27
2.5 Limitaciones	28
Capítulo 3. Marco Teórico	30
Sistemas de Gestión de Energía (SGEN).....	30
Auditoría Energética.....	31
Indicadores de Desempeño Energético (IDE).....	33
Sistemas de medición en tiempo real.....	33
Cuadro de Mando Integral	34
Tarifa eléctrica ICE.....	35
Periodo horario	35
Tarifa T-MT Media tensión	35
Tarifa T-MTb Media tensión tipo b.....	36
Capítulo 4. Balance energético	38
4.1 Diagrama de proceso	38
4.2 Servicios del hotel.	40

4.2.1 Habitaciones.....	40
4.2.2 Piscinas.....	41
3.2.3 Restaurante	41
4.2.4 Salón de eventos.....	41
4.2.5 Lavandería.....	42
3.2.6 Zonas comunes	42
4.3 Análisis de Facturación.....	42
4.4 Análisis de Energía	45
4.5 Detalle de consumo eléctrico del hotel (medidor 1242034).....	46
4.6 Detalle de demanda eléctrica del hotel Villas Lirio.....	49
4.7 Desglose de consumo en habitaciones.....	51
4.8 Consumo y demanda de iluminación.....	54
4.9 Consumo y demanda por agua caliente.....	55
4.10 Consumo y demanda de refrigeradores y máquinas de hielo.	58
4.11 Consumo y demanda del equipo de lavandería.....	62
4.12 Consumo y demanda de bombas de agua.....	63
4.13 Resumen del balance energético Hotel Villas Lirio	66
Capítulo 5. Indicadores energéticos y línea base de consumo	68
5.1 Indicadores de desempeño energético (IDEn).....	68
5.1.1 Indicador kWh/m ² año	68
5.1.2 Consumo en kWh por persona y por noches ocupadas.....	69
5.1.3 Indicador kg Gas LP por persona y por noche rentada	71
5.1.4 Indicador costo de energías mensuales por persona hospedadas y noches rentadas.	72
5.2 Línea base energética.....	74
5.2.1 Consumo energético eléctrico por persona (kWh/persona) Regresión Lineal Simple	74
5.2.2 Consumo energético eléctrico por noche rentada (kWh/noche) Regresión Lineal Simple	75
5.2.3 Consumo energético en función de las noches rentadas y la temperatura promedio mensual (TPM) Regresión Lineal Simple.....	76
5.2.4 Consumo energético en función de las noches rentadas y la cantidad de personas que ingresaron al hotel, Regresión Lineal Simple	77
5.2.5 Consumo energético en función de las noches rentadas y la temperatura promedio mensual (TPM) Regresión Lineal Múltiple	78
5.2.6 Consumo energético en función de la cantidad de personas ingresadas y las noches rentadas. Regresión Lineal Múltiple.....	79

5.2.7 Consumo energético en función de las noches rentadas, la cantidad de personas que se hospedan en el hotel y la temperatura promedio mensual. Regresión Lineal Múltiple.....	80
5.3 Selección final línea base.	81
Capítulo 6. Sistema de monitoreo en tiempo Real	82
6.1 Consideraciones del sistema.	82
6.2 Consideraciones del sistema de medición en tiempo real.....	82
6.3 Sistema de monitoreo energético Emporia Vue GEN 2.	83
6.4 Instalación del equipo de medición de energía eléctrica en tiempo real.....	84
6.5 Funcionamiento sistema de monitoreo en tiempo real	85
6.5.1 Mediciones en aires acondicionados con datos cada minuto.	86
6.5.2 Mediciones en cámara de refrigeración con datos de consumo por hora.	87
6.5.3 Mediciones en Termotanques con datos de consumo por días.....	88
6.6 Equipos a medir para la mejora constante.	88
6.7 Oportunidades de mejora energética.	89
6.7.1 Oportunidad de mejora bombas de piscinas.	90
6.7.2 Oportunidad de mejora bombas de suministro de agua.	90
6.7.3 Oportunidad de mejora calentadores de agua.	90
6.7.4 Oportunidad de mejora lavandería.....	91
6.7.5 Oportunidad de mejora iluminación.....	91
6.7.6 Oportunidad de mejora Aires Acondicionados.....	91
Capítulo 7. Cuadro de mando integral	93
7.1 Perspectiva financiera.	93
7.2 Perspectiva del cliente	94
7.3 Perspectiva de Procesos.....	95
7.4 Perspectiva formación o crecimiento.....	97
Capítulo 8. Análisis financiero.....	100
8.1 Inversión para certificación.....	100
8.2 Beneficios financieros de la certificación.....	101
8.2.1 Ahorro directo por cambio de tarifa a TMT-b	102
8.2.2 Cálculo de VAN y TIR	104
Capítulo 9. Conclusiones y Recomendaciones.....	107
9.1Conclusiones	107
9.2 Recomendaciones.....	109

Bibliografía	111
Apéndices.....	114
Anexos.....	127

Índice de figuras

Figura 1. Índice promedio de uso de energía según la categoría del hotel y su zona climática	21
Figura 2. Ubicación geográfica Hotel Villas Lirio	22
Figura 3. Organigrama Hotel Villas Lirio	22
Figura 9. Diagrama de procesos energéticos	40
Figura 10. Gráfico de facturación de energías hotel Villas Lirio	43
Figura 11. Gráfico de facturación mensual de energías Hotel Villas Lirio	43
Figura 12. Desglose de facturación eléctrica.....	45
Figura 13. Gráfico de consumo eléctrico hotel Villas Lirio	47
Figura 14. Consumo energía eléctrica según periodo horario	47
Figura 15. Gráfico demanda de potencia eléctrica hotel Villas Lirio.....	49
Figura 16. Promedio de demanda por periodo horario	50
Figura 17. Desglose consumo en habitación 207.....	52
Figura 19. Línea base de consumo energético por persona.....	75
Figura 20. Línea base de consumo energético por noches rentadas.....	76
Figura 21. Línea base de consumo energético por noches x temperatura promedio mensual.....	77
Figura 22. Línea base de consumo energético por Personas x Noches.....	77
Figura 23. Emporia Vue Gen 2.....	83
Figura 24. Instalación del equipo de medición Emporia Vue Gen 2	84
Figura 25. Display de datos aplicación Emporia móvil.....	85
Figura 26. Gráfico de consumo Aire Acondicionado habitación 207.....	86
Figura 27. Gráfico de mediciones de consumo con datos por hora, Cámara del bar.....	87
Figura 28. Consumo diario de los termotanques de 9kW.....	88

Índice de tablas

Tabla 1. Precios mensuales tarifa T-MT.....	36
Tabla 2. Precios mensuales tarifa T-MTb.....	36
Tabla 3. Facturación de energías Hotel Villas Lirio.....	43
Tabla 4. Consumo energético del Hotel Villas Lirio.....	46
Tabla 5. Consumo eléctrico diario habitaciones del bloque 200.....	51
Tabla 6. Consumo diario promedio por circuitos de habitaciones.....	52
Tabla 7. Potencia máxima por circuito.....	53
Tabla 8. Lista de iluminarias de zonas comunes.....	54
Tabla 9. Consumos promedios de iluminarias.....	55
Tabla 10. Lista de equipo para agua caliente.....	55
Tabla 11. Potencia nominal y potencia real de calentadores de agua.....	56
Tabla 12. Datos de consumo promedio diario y potencia real de calentadores de agua.....	57
Tabla 13. Consumo de termotanques bloque habitaciones 200.....	58
Tabla 14. Lista de equipos de refrigeración.....	59
Tabla 15. Consumo de máquina de hielo 1.....	59
Tabla 16. Datos del monitoreo a la cámara del bar y el congelador de carnes.....	60
Tabla 17. Calculo para todos los equipos de refrigeración.....	60
Tabla 18. Datos obtenidos monitoreo del Aire Acondicionado cuarto frio alimentos.....	61
Tabla 19. Lista de equipos de lavandería.....	62
Tabla 20. Consumo diario de energía por equipo de lavandería.....	62
Tabla 21. Características de las bombas de agua.....	63
Tabla 22. Datos de consumo y potencia de las bombas de piscinas.....	64
Tabla 23. Datos obtenidos de la bomba 1 bloque 200.....	64
Tabla 24. Estimación de consumo promedio diario de todas las bombas.....	65
Tabla 25. Balance de energía total del hotel Villas Lirio.....	66
Tabla 26. Índice consumo energía por metro cuadrado del hotel.....	68
Tabla 27. Indicador consumo energía por cada persona hospedada por mes.....	70
Tabla 28. Indicador de consumo energía por cada noche rentada por mes.....	70
Tabla 29. Consumo de gas en kilogramos por cada persona hospedada por mes.....	71
Tabla 30. Indicador de consumo de gas LP en kilogramos por cada noche rentada por mes.....	72
Tabla 31. Indicador costo por pago de energías por persona hospedada por mes.....	72
Tabla 32. Indicador costo por pago de energías por noche rentada por mes.....	73
Tabla 33. Datos regresión lineal múltiple noches rentadas y temperatura promedio mensual.....	78
Tabla 34. Información de variables de regresión lineal múltiple noches rentadas y temperatura promedio mensual.....	79
Tabla 35. Datos regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas.....	79
Tabla 36. Información de variables de regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas.....	80
Tabla 37. Datos regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas y temperatura promedio mensual.....	80
Tabla 38. Información de variables de regresión lineal múltiple personas hospedadas, noches rentadas y temperatura promedio mensual.....	81

Tabla 39. Comparación de líneas base calculadas.	81
Tabla 40. Cuadro de mando integral	99
Tabla 41. Inversiones proceso certificación.	101
Tabla 42. Ahorro con cambio de Tarifa a TMT-b.....	103
Tabla 43. Cálculo del TIR y del VAR certificación ISO 50001.	105

Resumen.

Esta investigación se centra en el estudio técnico de prefactibilidad para un modelo de gestión de energía en el Hotel Villas Lirio, situado en la zona Pacífica Central de Costa Rica. El hotel emplea dos fuentes de energía: gas y electricidad. El consumo de energía en gigajulios (GJ) es similar entre ambas fuentes, pero, por consideraciones financieras, se ha priorizado la reducción del consumo eléctrico, ya que representa el 85% del gasto total en facturas de energía.

Este trabajo analiza los usos significativos de energía en el hotel, identificando los consumos más considerables generados por equipos críticos. Dado el tipo de negocio, se destaca que los principales consumidores de energía son los sistemas de aire acondicionado, los equipos de refrigeración y los sistemas de calentamiento de agua. Además, el hotel presenta un consumo energético de 76,29 kWh/m² al año, un indicador ampliamente reconocido para calificar el consumo de hoteles a nivel mundial. Este resultado demuestra un rendimiento energético sobresaliente en comparación con la literatura estudiada.

Además, se ha definido una línea base de consumo energético que servirá como fundamento para el modelo de gestión de energía. Esta línea se establece a partir de los datos de consumo eléctrico en kWh en función de las noches de ocupación del hotel por mes. En el marco de este estudio, se proporcionan herramientas al hotel para implementar un modelo de gestión energética eficiente. Se instala un sistema de monitoreo energético en tiempo real y se desarrolla un cuadro de mando integral que presenta los objetivos y metas del modelo de gestión energética de manera resumida, facilitando su uso por la gerencia.

El mayor beneficio económico de la implementación de un modelo de gestión de energía en el hotel se relaciona con un cambio en la tarifa eléctrica. Este cambio se logra a través de la certificación en la norma ISO 50001 a cargo de INTECO. La inversión necesaria para obtener la certificación asciende a ₡8 149 000, con una tasa interna de retorno (TIR) del 53% y un valor actual neto (VAN) de ₡8 509 000.

Abstract

This work focuses on the technical pre-feasibility study of an energy management model at Hotel Villas Lirio, located in the Central Pacific region of Costa Rica. The hotel utilizes two energy sources, gas, and electricity. While the energy consumption in gigajoules (MJ) is similar between both sources, for financial considerations, reducing electrical consumption has been prioritized as it accounts for 85% of the total energy bill.

This study analyzes the significant energy uses in the hotel, identifying the most considerable consumptions generated by critical equipment. Given the type of business, it is highlighted that the main consumers of energy are air conditioning systems, refrigeration equipment, and water heating systems. The hotel exhibits an energy consumption of 76,29 kWh/m² per year, a widely recognized indicator for assessing energy consumption in hotels worldwide. This result reflects outstanding energy performance compared to the reviewed literature.

Furthermore, a baseline of energy consumption has been defined, serving as the foundation for the energy management model. This baseline is established based on electricity consumption data in kWh relative to the number of occupied nights in the hotel per month.

Within the scope of this study, tools are provided to the hotel to implement an efficient energy management model. A real-time energy monitoring system is installed, and an integral dashboard is developed to present the objectives and goals of the energy management model in a concise manner, facilitating its use by management.

The most significant economic benefit of implementing an energy management model in the hotel is related to a change in the electricity tariff. This change is achieved through certification according to ISO 50001, provided by INTECO. The investment required to obtain certification amounts to ₡8 149 000, with an Internal Rate of Return (IRR) of 53% and a Net Present Value (NPV) of ₡8 509 000.

Capítulo 1. Introducción

En este capítulo, se exponen las ideas generales del proyecto. Se inicia con una introducción que explica por qué la gestión de energía es importante para todas las industrias y su relevancia para el desarrollo sostenible. Además, se brinda información de la empresa como su ubicación, actividad principal, el sistema organizacional, misión y visión. Se revisan antecedentes de trabajos a nivel mundial que dan bases importantes para comparar el estado energético del negocio con empresas similares alrededor del mundo.

1.1 Introducción

Las emisiones de gases de efecto invernadero actualmente son un tema de preocupación mundial, según Salehi (2021): “una de las herramientas más contundentes para reducir los gases de efecto invernadero es una gestión energética eficiente”. “Los hoteles, son la segunda industria que más consume energía en el sector de servicios y esto presenta un desafío para reducir el impacto ambiental y generar conciencia sobre prácticas sostenibles, se estima que representan alrededor del 5% del consumo mundial de energía” (Kresteniti, 2017).

El Hotel Villa Lirio (ubicado en Manuel Antonio, Costa Rica) muestra un interés por adoptar un enfoque de gestión energética basado en la norma ISO 50001, con el objetivo de mejorar su desempeño energético, reducir costos y contribuir con la sostenibilidad del ambiente para aumentar su competitividad.

El marco para la implementación de sistemas de gestión energética en las organizaciones que se establece en la norma ISO 50001 se basa en la mejora continua y la identificación de las

oportunidades para un ahorro energético, con el objetivo de construir una gestión eficiente y responsable de la energía.

En el proyecto, se presenta un estudio de prefactibilidad para un modelo de gestión energética en el Hotel Villa Lirio. Los resultados se analizan después de realizar los pasos principales del modelo de implementación y los procedimientos descritos en las normas ISO 50000, a fin de conocer el posible impacto en el desempeño energético, la rentabilidad y la competitividad del hotel.

El modelo de gestión energética es una herramienta que ayuda al país a lograr los objetivos energéticos descritos en el Plan Nacional de Energías de Costa Rica. Según el MINAE (2017): el plan propone alcanzar una mejora del 25% en la eficiencia energética para los próximos 10 años, reducir el 30% de la demanda eléctrica del sector residencial y comercial haciendo uso racional de la energía, así como reducir las emisiones de CO₂ en un 45% en el año 2030, respecto a las proyecciones de un escenario sin implementación del Plan Nacional de Energías.

1.2 Antecedentes

El Acuerdo de París representa un hito importante en la lucha contra el cambio climático y tiene importantes implicaciones para la industria del turismo. Si bien hay desafíos significativos para hacer que el turismo sea más sostenible, también existen oportunidades relevantes para que los destinos turísticos, las empresas turísticas y los viajeros se beneficien del cambio hacia un turismo más responsable. Un recordatorio del papel crucial que tiene la sostenibilidad en el futuro de la industria del turismo.

La implementación de la norma ISO 50001 puede tener un efecto significativo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. “La eficiencia energética es una herramienta esencial para reducir las emisiones y cumplir con los objetivos climáticos

internacionales, se estima que la implementación de la norma puede reducir las emisiones de CO₂ en un promedio del 8% y hasta un 14%, dependiendo del sector y de la región” (McKane, 2017).

En Sri Lanka, un país en desarrollo que ha experimentado un aumento significativo en la construcción de hoteles de gran tamaño en los últimos años, se realizó un estudio donde los autores revisaron la literatura sobre las mejores prácticas de eficiencia energética en hoteles y entrevistaron a gerentes de estos en el país, para identificar las prácticas actuales de gestión de energía en dichos establecimientos. “Se destaca la importancia de la eficiencia energética en la industria hotelera y las prácticas para mejorar el desempeño energético en hoteles en países en desarrollo como el uso de las normas ISO 50000” (Salehi, 2021)

En Núñez (2021), los autores examinan estrategias y proponen cambios basados en las normas ISO 50004 y ISO 50006 para monitorear y mejorar el uso de la energía, además, resaltan la importancia del monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico por áreas. “El monitoreo en tiempo real permite una rápida identificación de ineficiencias, y una implementación más rápida de medidas de ahorro y el control adecuado de los parámetros operativos hacia una mayor eficiencia eléctrica”.

En el contexto europeo, basados en la directriz para el Rendimiento Energético de Edificios de la Unión Europea 2010/31/EU, un estudio desarrolló una herramienta de simulación a fin de calcular el rendimiento energético óptimo y los costos asociados para un hotel de “energía casi nula”, con simulaciones dinámicas y algoritmos de optimización. “Los resultados indican que el edificio de energía casi nula puede lograrse con un aumento del 30% en los costos de construcción en comparación con un edificio convencional, pero con un ahorro anual del 70% en costos de energía” (Vujnovic, 2021).

La gestión y el ahorro de energía son aspectos clave en la estrategia ambiental de los hoteles. Por lo que Leyva (2022) afirma que: “la mejora del rendimiento energético de los edificios es una de las acciones más importantes en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y, por tanto, en la lucha contra el cambio climático” (Leyva, 2022). Destaca que los hoteles tienen un gran potencial para reducir su consumo de energía mediante la adopción de tecnologías más eficientes, la optimización de los sistemas de climatización y ventilación, así como la sensibilización y capacitación del personal. Además, Leyva (2022) señala que: “el ahorro de energía puede tener un impacto significativo en la rentabilidad de los hoteles, ya que los costos energéticos pueden representar hasta el 6% de los gastos totales de operación”.

Para calificar la gestión de la energía en el sector hotelero, hay indicadores de eficiencia, un estudio de la literatura relacionada muestra que los artículos de estudio de energía en hoteles desde el 2005 hasta el 2019 usan 20 distintos indicadores: “el principal indicador y el que se usa con más frecuencia es el indicador (kWh/m² año), este indicador es también el que entidades gubernamentales utilizan con más regularidad. Si bien el indicador más utilizado es el kWh/m² por año, este no necesariamente es el más preciso para definir una línea base” (Dibene-Arriola, 2021). También se nota en el mismo artículo una reducción en el consumo eléctrico en años más recientes, esto se puede interpretar como una mejora a nivel mundial en la percepción de la importancia de la energía y la mejora de tecnologías en eficiencia energética.

Según Carrera (2023):

El estándar ISO 50001:2018, en el cual se determinan los indicadores de desempeño energético para instalaciones hoteleras, no tuvo en cuenta la influencia de la temperatura exterior, las diferencias entre las habitaciones, los servicios proporcionados a no huéspedes y las diferencias entre los servicios y actividades ofrecidos a los turistas. A pesar de que numerosos estudios han

demostrado que parámetros como el nivel de ocupación y las condiciones climáticas influyen de manera significativa en el consumo de energía, la mayoría de los indicadores de eficiencia energética discutidos en la literatura no consideran la temperatura exterior.

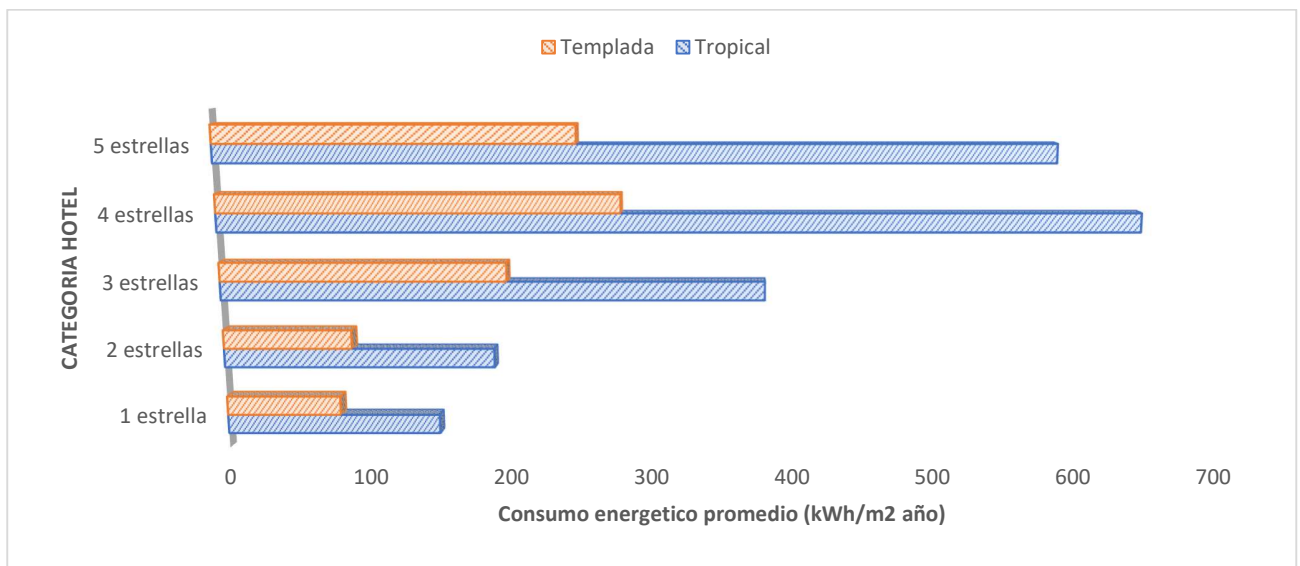
Según Dibene-Arriola (2021): “El valor del indicador varía mucho dependiendo de la zona climática donde se encuentre el hotel y del tamaño del hotel; Entre más grande sea el hotel más energía consumirá para dar todas las comodidades de las cuales disponen y si el hotel se encuentra en clima tropical consumirá más que hoteles en zonas de clima templado”.

Dependiendo del autor, los rangos de consumo energético, según el indicador kWh/m² año varían, por ejemplo, Jiang (2019) expone como: “los hoteles de cuatro estrellas con una gestión energética aplicada consumen en promedio entre 100 y 200 kW/h por metro cuadrado de área construida”. Para el Hotel Villas Lirio, este dato es de relevancia porque es de la misma categoría, 4 estrellas. Al respecto, Papageorgiou (2018) dice que: “El consumo anual de electricidad en hoteles es de 215 kW h/m² en Italia, 287 kW h/m² en España, 280 kW h/m² en Grecia y 420 kW h/m² en Francia”. Por su parte, Nebojsa (2022) comenta que: “el consumo promedio de energía en hoteles debería estar en el rango de 305 a 330 kWh/m² año”.

Los hoteles en los trópicos tienen una intensidad promedio de uso de energía anual más alta que los de las zonas templadas; “el rango de indicadores en la zona tropical varía desde 143,6 kWh/m² año en hoteles de una estrella hasta 621,14 kWh/m² año en hoteles de cuatro estrellas; mientras que en la zona templada el rango es de 70,2 kWh/m² año para hoteles de una estrella y 237,15 kWh/m² año para hoteles de cuatro estrellas”, según indica Arriola (2021). Así mismo, el índice de los hoteles de cuatro estrellas fue más alto que el de los hoteles de cinco estrellas para las dos regiones climáticas: templada y tropical. La razón de este comportamiento fue que los hoteles de cuatro estrellas estudiados tenían más de 20 años; por lo tanto, la mayoría de sus

sistemas HVAC e instalaciones eléctricas eran obsoletos, lo que causaba un rendimiento reducido y un alto consumo de energía. “Independientemente de la zona climática, los hoteles de la categoría más alta (es decir, los hoteles de cinco estrellas) tienen un índice de uso de energía más alto (429,1 kWh/m² por año) que los hoteles de una estrella (106,9 kWh/m² año)” (Arriola, 2021).

Figura 1. Índice promedio de uso de energía según la categoría del hotel y su zona climática



Fuente. Arriola (2021), elaboración propia 1.3 Reseña de la empresa

El Hotel Villas Lirio forma parte de la cadena de hoteles Casa Roland que tienen actualmente tres complejos y su principal actividad económica es el hospedaje. Situado en las hermosas montañas del Pacífico Central y cerca del muy popular Parque Nacional Manuel Antonio, el Hotel Villas Lirio ofrece 33 habitaciones confortables, restaurante y salón de estilo tropical, así como dos piscinas cristalinas. Todo ello rodeado por un exquisito diseño para ofrecerle una verdadera experiencia en la selva tropical costarricense.

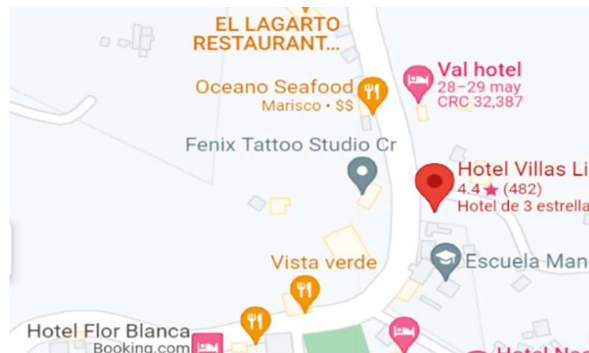
El Hotel Villas Lirio es un “Hotel Boutique”. Por su ubicación y marca, la gerencia adopta políticas de turismo sostenible y emplea prácticas para reducir el impacto al medioambiente. Desde

el 2019, son certificados en “CERTIFICADO PARA LA SOSTENIBILIDAD TURÍSTICA (CST)” emitido por el Instituto Costarricense de Turismo.

Ubicación geográfica

El Hotel Villas Lirio está ubicado en el pueblo Manuel Antonio, Quepos, Puntarenas.

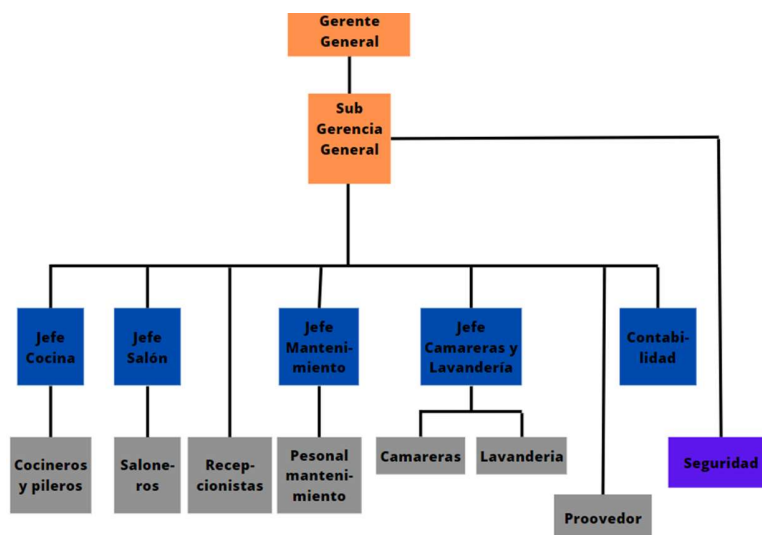
Figura 2. Ubicación geográfica Hotel Villas Lirio



Fuente: Google Maps

Organigrama de la empresa

Figura 3. Organigrama Hotel Villas Lirio



Fuente: Gerencia del hotel. Elaboración propia.

Misión de la empresa

Brindar a los turistas un servicio personalizado, con un ambiente de comodidad, tranquilidad y recreación, rodeado de un entorno de exuberante naturaleza, en el contexto de un hotel *boutique*, actuando bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social empresarial.

Visión de la empresa

Convertirse en el mejor hotel *boutique*, en la categoría de cuatro estrellas, para el Pacífico Central, consolidando y superando los estándares de calidad de clase para la categoría de hotel, sustentados en criterios de sostenibilidad y responsabilidad social empresarial.

Capítulo 2. Descripción del proyecto

2.1 Planteamiento del problema

Actualmente, el Hotel Villas Lirio no gestiona el uso y consumo de energías. Por lo que empezar a implementar un modelo de gestión de energía en el negocio trae muchos beneficios al hotel, los cuales se ven reflejados en la marca y en la facturación por energías.

La gerencia del hotel está firmemente comprometida con la visión de convertirse en un establecimiento sostenible en todos los aspectos posibles, incluyendo consideraciones ambientales, sociales y, más recientemente, eficiencia energética. Por lo tanto, ha tomado medidas concretas para avanzar en esta dirección, tales como la adquisición de equipos de mayor eficiencia energética y la implementación de esfuerzos para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂. Además, ya cuenta con la certificación CST y tiene como objetivo gestionar de manera eficiente su energía para obtener la certificación, según la norma ISO 50001, en el futuro.

La dirección del hotel ha demostrado un sólido interés en liderar la gestión energética en la región del Pacífico Central y convertirse en pioneros en este campo entre los hoteles de la zona. Esto refleja su compromiso continuo con el liderazgo en ecoturismo en la región. Por esta razón, este proyecto sirve como una base sólida para que el hotel evalúe su situación energética actual y tome decisiones informadas para mejorar su desempeño energético. Además, proporciona el respaldo técnico necesario para mantener su certificación actual (CST) y establece la hoja de ruta para buscar la certificación, según la norma ISO 50001, en los próximos años.

El hotel carece de conocimiento sobre indicadores o métricas relacionados con su consumo de energía. Sin embargo, es fundamental que determine cómo se utiliza la energía, cuánta se consume y cuál es la eficiencia energética en sus operaciones. Esto implica identificar

indicadores clave que permitan evaluar la situación actual del hotel en términos energéticos.

Además, es esencial identificar áreas de mejora y establecer objetivos concretos para mejorar el desempeño energético del hotel.

2.2 Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un estudio de prefactibilidad para un modelo de gestión de la energía en el Hotel Villa Lirio, basado en las normas ISO 50000, que establezca el consumo, uso y eficiencia de la energía, demostrando su impacto en la competitividad del negocio.

Objetivos específicos

1. Determinar el uso de la energía del hotel mediante la creación de un balance energético, para la identificación de los usos y consumos significativos del hotel. Indicador de logro: Informe del balance de energía determinando usos significativos de energía y consumos.
2. Definir la línea base de consumo energético e indicadores de energía relacionando la situación actual del hotel con respecto a los parámetros de estudio mundial. Indicador de logro: Informe de línea base de consumo energético e indicadores de energía.
3. Implementar equipo de monitoreo energético en tiempo real de bajo costo como plan piloto para el estudio de las conductas de los huéspedes en habitaciones y equipos de consumo significativo. Indicador de logro: Sistema de monitoreo energético instalado y con accesibilidad a los datos e informe de justificación de selección con estimación económica de su instalación en el hotel.
4. Desarrollar un cuadro de mando integral con las perspectivas financieras, de cliente, de procesos internos y formación, delimitando, al menos, dos indicadores por cada perspectiva para que sea usado por la gerencia. Indicador de logro: Cuadro de mando integral que

refleje el desempeño energético y su impacto sobre la rentabilidad y competitividad del hotel.

5. Proporcionar un análisis financiero que determine el beneficio de la certificación en la norma ISO 50001:2018 en el hotel. Indicador de logro: Informe financiero detallado que evalúe los beneficios y rentabilidad de la certificación.

2.3 Justificación

Según indica Nebojsa (2022): “Un modelo de gestión de energía puede ayudar a los hoteles a reducir los costos y las emisiones de carbono, así como a mejorar la sostenibilidad en el uso de la energía. La combinación de tecnologías eficientes con prácticas sostenibles en la gestión de la energía es clave para lograr mejoras significativas en la eficiencia energética y la sostenibilidad”.

El turismo es una de las industrias más grandes del mundo, pero también es una de las más vulnerables al cambio climático. El Acuerdo de París representa un punto de inflexión importante para el turismo, ya que reconoce que el sector tiene un papel relevante que desempeñar en la lucha contra el cambio climático, según Scott (2016): “el turismo sostenible no solo es necesario para reducir el impacto del cambio climático, sino también para garantizar que los destinos turísticos sigan siendo atractivos para los viajeros en el futuro”.

Los modelos de gestión no solo imponen conductas o cambios en el consumo, sino que buscan implementar herramientas para monitorearlo e identificar mejoras. Los hoteles son consumidores de energía intensivos y el control de la demanda de esta es un aspecto crítico para la gestión de la energía en la industria hotelera. El uso de técnicas de previsión de la demanda y control de la demanda, la modelización estadística, la optimización de la carga, el uso de herramientas de monitoreo y control en tiempo real, los sistemas de gestión de energía (SGEN),

son utilizados regularmente para mejorar la eficiencia energética en hoteles. Señala Cabello (2016): “La optimización de la carga es una técnica que tiene como objetivo reducir la demanda de energía en momentos de alta demanda, sin afectar el confort del huésped y la modelización estadística de la demanda eléctrica se basa en el análisis de series temporales. El objetivo es desarrollar un modelo que explique la variabilidad observada en la demanda y que permita predecir el consumo futuro”.

Además, de acuerdo con Salehi (2021):“Los hoteles de países en desarrollo tienen un potencial significativo para mejorar su eficiencia energética a través de medidas como la utilización de tecnologías de iluminación LED, la instalación de sistemas energéticos automatizados, la educación y capacitación del personal del hotel, y el monitoreo regular del consumo de energía para identificar oportunidades de mejora”.

La renovación energética y la reducción de emisiones de carbono de hoteles de alta gama pueden ser beneficiosas en términos económicos, sociales y ambientales. Además, se resalta la importancia de evaluar los costos y beneficios de manera exhaustiva y detallada para garantizar una toma de decisiones informada y eficaz.

2.4 Alcance general

Este proyecto es exploratorio; la industria hotelera del Pacífico central de Costa Rica se destaca por promocionar el ecoturismo, lo que hace resaltar a hoteles con certificaciones como CST o la ISO 14001, pero, en términos energéticos, se encontraron muy pocos hoteles que gestionen la energía.

Por lo tanto, el estudio ayuda al Hotel Villas Lirio a conocer su situación en términos energéticos y las oportunidades de mejora. Así mismo, plantea las bases, el costo y los beneficios para el proceso de certificación en la norma ISO 50001. También se pretende alentar a la industria

hotelera nacional para validar el compromiso con el medioambiente mediante la implementación de modelos de gestión energéticos.

2.5 Limitaciones

La principal limitación en este tipo de proyectos es la resistencia al cambio, muchos hoteles son manejados por casas matrices o gerentes, quienes lideran los negocios de manera tradicional o conservadora, sin embargo, para que un modelo de gestión de energía sea exitoso, se necesita voluntad de todos los empleados de un negocio, principalmente, de la alta Gerencia.

La falta de documentación es otra limitante con importancia. Se encuentra que en el Hotel Villas Lirio muchos documentos de valor para el estudio energético son gestionados de manera precaria, lo que hace que el acceso a la información sea difícil. En un modelo de gestión energético, los datos deben estar disponibles y actualizados para hacer un análisis eficiente de fenómenos energéticos y contar con indicadores energéticos acertados.

El aspecto financiero también es una limitante, aunque el proyecto sea de valor para la empresa, el dinero de inversión siempre será limitado y se requiere que el retorno de inversión esté dentro de un rango de tiempo determinado por la empresa. Además, los hoteles que cuentan con instalaciones y equipos antiguos requieren de mayor inversión para mejorar en la eficiencia energética.

Aunado a lo anterior, los periodos de estudio en el hotel están limitados a la ocupación de las habitaciones, no se puede pausar ningún proceso ni intervenir con el confort de los huéspedes; tampoco se puede deshabilitar ninguna habitación.

Otra limitante es el mantenimiento al sistema eléctrico que el hotel realiza en septiembre; por razones varias, el sistema eléctrico del hotel ha sufrido deterioro, por lo cual, para no comprometer el abastecimiento de energía a las habitaciones e impactar negativamente al negocio, se programa un mantenimiento preventivo al sistema eléctrico.

Capítulo 3. Marco teórico

El marco teórico es un componente esencial de cualquier investigación, proporcionando el contexto y la base conceptual necesaria para el estudio. A través de la revisión de la literatura, este marco teórico tiene como objetivo establecer una base sólida que respalde las hipótesis, objetivos y metodología del estudio, además, sirve como una brújula intelectual que guía a los lectores a través de las principales teorías y conceptos.

Sistemas de Gestión de Energía (SGEN)

Según la Organización Internacional de Normalización norma 50001 (2018), la norma ISO 50001 es un estándar internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de energía (SGEN) eficaz. Esta se centra en la mejora continua del desempeño energético de una organización a través de la implementación de un SGE. El objetivo principal de la norma ISO 50001 es ayudar a las organizaciones a reducir sus costos energéticos y su impacto ambiental, al mismo tiempo que mejoran su eficiencia energética y su competitividad.

Política energética: la organización debe definir su política energética, estableciendo sus objetivos y metas energéticas. Esta política debe ser coherente con la estrategia general de la organización y se debe comunicar a todos los miembros de esta.

Identificación de aspectos energéticos: la organización debe identificar sus aspectos energéticos, es decir, los procesos, actividades, equipos y sistemas que consumen energía. Esta identificación debe incluir tanto los consumos directos como los indirectos.

Evaluación energética: la organización debe realizar una evaluación energética para determinar el desempeño energético actual y establecer una línea base. Esta evaluación debe incluir

la medición de los consumos energéticos, la identificación de las áreas de oportunidad y la evaluación del impacto de las medidas de eficiencia energética.

Planificación energética: la organización debe establecer un plan de acción para mejorar su desempeño energético. Este debe incluir objetivos y metas energéticas, medidas de eficiencia energética, responsabilidades y plazos.

Implementación y operación: la organización debe implementar las medidas de eficiencia energética identificadas en el plan de acción. Esto incluye la asignación de responsabilidades, la capacitación del personal y la adquisición de tecnologías más eficientes.

Verificación: la organización debe verificar la eficacia de las medidas de eficiencia energética implementadas. Esto implica la medición y el monitoreo del desempeño energético, la comparación con los objetivos y metas energéticas establecidos y la identificación de las áreas de mejora.

Revisión por la dirección: la alta Dirección debe revisar el SGE de forma periódica para asegurarse de que sigue siendo adecuado, eficaz y eficiente. Esto implica la evaluación del desempeño energético, la identificación de oportunidades de mejora y la revisión de la política energética y del plan de acción.

Auditoría energética

Según la Organización Internacional de Normalización norma 50002, (2014), la norma ISO 50002 establece los requisitos para llevar a cabo auditorías energéticas en una organización. Estas auditorías permiten identificar oportunidades de mejora en la gestión energética de la organización y desarrollar un plan de acción para implementar medidas de eficiencia energética.

Planificación de la auditoría energética: la organización debe establecer un plan de auditoría que incluya los objetivos, alcance, metodología, recursos, plazos y responsabilidades. Este plan debe ser coherente con la política energética de la organización y debe ser comunicado a todos los miembros relevantes de esta.

Identificación de oportunidades de mejora: la auditoría energética debe incluir la identificación de oportunidades de mejora en la gestión energética de la organización. Esto implica la evaluación de los procesos, actividades, equipos y sistemas que consumen energía, así como la identificación de áreas de ineficiencia y derroche energético.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica de las medidas de eficiencia energética: la auditoría energética debe evaluar la factibilidad técnica y económica de las medidas de eficiencia energética identificadas. Esto implica la evaluación de las tecnologías disponibles, la evaluación de los costos y beneficios de implementar estas medidas, además de la identificación de las barreras para su implementación.

Desarrollo de un plan de acción: la auditoría energética debe desarrollar un plan de acción para implementar las medidas de eficiencia energética identificadas. Este plan debe incluir objetivos y metas energéticas, medidas de eficiencia energética, responsabilidades y plazos.

Verificación: la auditoría energética debe verificar la eficacia de las medidas de eficiencia energética implementadas. Esto implica la medición y el monitoreo del desempeño energético, la comparación con los objetivos y metas energéticas establecidos, así como la identificación de las áreas de mejora.

Indicadores de Desempeño Energético (IDE)

La norma ISO 50006 proporciona directrices para el desarrollo y uso de indicadores de desempeño energético, incluyendo la selección, cálculo y uso de estos. Estos indicadores pueden ser utilizados para medir y monitorear el desempeño energético de una organización, lo que permite identificar oportunidades de mejora y evaluar el impacto de las medidas de eficiencia energética implementadas.

Selección de los indicadores: la organización debe seleccionar los indicadores energéticos relevantes para su contexto y objetivos energéticos.

Cálculo de los indicadores: la organización debe calcular los indicadores energéticos utilizando métodos consistentes y fiables que permitan la comparabilidad de los datos.

Uso de los indicadores: la organización debe utilizar los indicadores energéticos para evaluar su desempeño energético, identificar oportunidades de mejora y medir el impacto de las medidas de eficiencia energética implementadas.

Revisión y mejora continua: la organización debe revisar y mejorar continuamente los indicadores energéticos y su uso para asegurar su relevancia y eficacia.

Sistemas de medición en tiempo real

Según B. Ellis (2014), el monitoreo en tiempo real implica el procesamiento continuo y en tiempo real de grandes cantidades de datos, con el objetivo de detectar patrones, anomalías y eventos importantes en ese tiempo. Este se utiliza en muchos campos, incluyendo finanzas, salud, transporte, energía y más. Para lograrlo, se requiere una arquitectura de *software* y *hardware* que permita la captura, procesamiento y visualización de datos en tiempo real. Algunos de los principios clave de dicho monitoreo incluyen la gestión de datos en *streaming*, la detección de

anomalías, la agregación de datos, el procesamiento de consultas y la visualización de datos en tiempo real. Finalmente, estos sistemas de monitoreo suelen estar diseñados para procesar grandes cantidades de datos en paralelo y distribuir el procesamiento a través de múltiples nodos, para lograr una alta velocidad y escalabilidad.

Cuadro de mando integral

El cuadro de mando integral es un marco de gestión estratégica que se utiliza para traducir la estrategia de una organización en objetivos y medidas específicas. Se compone de cuatro perspectivas clave: financiera, de clientes, de procesos internos y de aprendizaje y crecimiento. Cada perspectiva tiene un conjunto de objetivos y medidas que están alineados con la estrategia general de la organización. La perspectiva financiera se centra en los objetivos financieros de la organización, mientras que la perspectiva de clientes se centra en los objetivos relacionados con los clientes y la satisfacción del cliente.

La perspectiva de procesos internos se centra en los procesos internos de la organización que impulsan los resultados financieros y de clientes, por su parte, la perspectiva de aprendizaje y crecimiento se centra en los recursos humanos y las capacidades organizativas necesarias para mejorar los procesos y la satisfacción del cliente. Al medir y gestionar el rendimiento en cada una de estas perspectivas, las organizaciones pueden garantizar que su estrategia esté siendo implementada de manera efectiva (R. S. Kaplan y D. P. Norton, 1996).

Tarifa eléctrica ICE.

Toda la información de este punto se toma del Alcance N.º 187, Gaceta N.º 178 del 28 de septiembre del 2023.

La facturación eléctrica se construye a partir de varios cargos:

Cargo por demanda: la demanda a facturar será la potencia más alta registrada para cualquier intervalo de quince minutos del mes a facturar y del período horario correspondiente.

Cargo por consumo: el consumo a facturar será la energía mensual consumida en cada periodo horario correspondiente.

Cargo por alumbrado público: se cobra un cargo por cada kilovatio hora de energía consumida.

Periodo horario

Período punta: se define como período punta al comprendido entre las 10:01 y las 12:30 horas y entre las 17:31 y las 20:00 horas. La demanda para facturar será la máxima potencia registrada durante el mes, exceptuando la registrada los sábados y domingos.

Período valle: se define como período valle al comprendido entre las 6:01 y las 10:00 horas y entre las 12:31 y las 17:30 horas. La demanda para facturar será la máxima potencia registrada durante el mes.

Período nocturno: se define como período nocturno al comprendido entre las 20:01 y las 6:00 horas del día siguiente. La demanda para facturar será la máxima potencia registrada durante el mes.

Tarifa T-MT Media tensión

Tarifa opcional para el suministro de energía y potencia, para abonados servidos en media tensión y cualquier uso de la energía, bajo contrato con una vigencia mínima de un año calendario, prorrogable por períodos anuales, debiendo comprometerse el abonado a consumir como mínimo 120 000 kWh por año calendario.

Precios mensuales

Tabla 1. Precios mensuales tarifa T-MT

Cargo por energía, por cada kWh	
Periodo punta (máxima)	¢ 57,30
Periodo punta (mínimo)	¢ 55,03
Periodo valle (máxima)	¢ 21,29
Periodo valle (mínimo)	¢ 20,45
Periodo nocturno (máxima)	¢ 13,10
Periodo nocturno (mínimo)	¢ 12,58
Cargo por potencia, por cada kW	
Periodo punta (máxima)	¢ 9 297,79
Periodo punta (mínimo)	¢ 8 929,60
Periodo valle (máxima)	¢ 6 491,84
Periodo valle (mínimo)	¢ 6 234,76
Periodo nocturno (máxima)	¢ 4 158,17
Periodo nocturno (mínimo)	¢ 3 993,51

Fuente: La Gaceta. Elaboración Microsoft Excel.

Tarifa T-MTb Media tensión tipo b

Tarifa opcional para clientes servidos en media tensión (1 000 a 34 500 voltios). Para acceder a esta tarifa, debieron consumir como mínimo 1 000 000 kWh/mes de energía y 2000 kW/mes de potencia, al menos, 10 de los últimos 12 meses del último año calendario y deben comprometerse a consumir como mínimo 1 000 000 kWh/mes de energía y 2 000 kW/mes de potencia

Excluir de la condición de consumo mínimo de potencia y energía a los clientes que demuestren cumplir con la certificación ISO 50001- Sistema de Gestión Energética y que hayan realizado acciones de eficiencia energética.

Precios mensuales

Tabla 2. Precios mensuales tarifa T-MTb

Cargo por energía, por cada kWh	
Periodo punta (máxima)	¢ 103,99
Periodo punta (mínimo)	¢ 99,87
Periodo valle (máxima)	¢ 35,73
Periodo valle (mínimo)	¢ 34,32
Periodo nocturno (máxima)	¢ 22,95
Periodo nocturno (mínimo)	¢ 22,04
Cargo por potencia, por cada kW	
Periodo punta (máxima)	¢ 3 054,18
Periodo punta (mínimo)	¢ 2 933,23
Periodo valle (máxima)	¢ 2 132,10
Periodo valle (mínimo)	¢ 2 047,67
Periodo nocturno (máxima)	¢ 1 366,30
Periodo nocturno (mínimo)	¢ 1 312,19

Fuente: La Gaceta. Elaboración Microsoft Excel.

Capítulo 4. Balance energético

Este capítulo explica el funcionamiento del hotel en términos energéticos: cómo usa la energía, cuánta energía se utiliza, cuáles son los equipos con consumos significativos y cuánto paga el hotel por facturas. Se hace un estudio por áreas y equipos para dar con los equipos más importantes.

4.1 Diagrama de proceso

Para satisfacer las necesidades de los huéspedes y ofrecer los servicios, el hotel hace uso de dos fuentes de energía: la energía eléctrica y gas LP como combustible.

La energía eléctrica se utiliza para distintas funciones del proceso productivo del hotel, los cuales se pueden separar en varios bloques de interés:

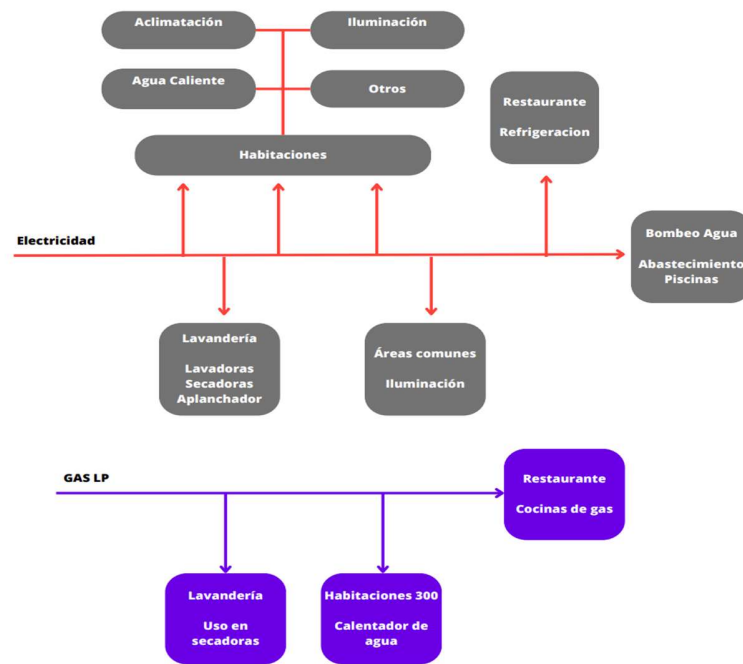
- Iluminación: en este bloque están todos los equipos que ayudan a iluminar las habitaciones y los espacios comunes y de servicios que brinda el hotel como el restaurante y piscinas.
- Refrigeración: en este bloque se encuentran equipos de refrigeración de alimentos y bebidas, también las máquinas de hielo.
- Aclimatación: el hotel cuenta con aires acondicionados en todas sus habitaciones y en las oficinas administrativas y de recepción.
- Bombeo de agua: en el hotel hay múltiples bombas, unas se usan a fin de dar la presión de agua necesaria para el uso de los huéspedes en las habitaciones y otras bombas se utilizan para los sistemas de filtrado de agua de las piscinas.
- Agua caliente: hay dos sistemas para calentar agua en el hotel, por medio de termotanques y calentadores eléctricos sin tanques.

- Lavandería: el hotel tiene la necesidad de lavar mucho volumen de sábanas, manteles, servilletas y paños, por lo que cuentan con una lavandería con equipo doméstico e industrial para cumplir con el lavado.
- Otros: hay variedad de equipos y sistemas que no conforman un bloque por ellos mismos, pero que igual se deben ofrecer a los huéspedes, como el internet, tomacorrientes para usos varios, vigilancia por camas, portones eléctricos, etc.

El gas LP es utilizado para tres servicios del hotel:

- Lavandería: las secadoras de ropa necesitan suministro de gas LP para secar de manera efectiva las prendas.
- Restaurante: el hotel prepara las comidas de su restaurante con gas LP.
- Agua caliente: parte de las habitaciones del bloque 300 son alimentadas por un tanque de agua caliente que funciona con gas LP.

Figura 4. Diagrama de procesos energéticos



Fuente: Gerencia Villa Lirio. Elaboración propia

4.2 Servicios del hotel

4.2.1 Habitaciones

El Hotel Villas Lirio cuenta con tres bloques de habitaciones: el bloque 100, el bloque 200 y el bloque 300; entre los tres bloques hay 34 habitaciones. Las habitaciones son de tres tipos: sencilla, estas cuentan con un dormitorio con una cama doble, entre sus equipos hay una unidad de aire acondicionado, televisor, refrigerador pequeño, secadora de cabello, ventilador de techo y lámpara de noche.

El siguiente tipo de habitaciones son las dobles, que cuentan con dos camas dobles en la misma habitación y el mismo equipamiento que las habitaciones sencillas. Por último, hay dos habitaciones tipo *suite*, que cuentan con dos camas dobles, pero en cuartos separados, por lo que tienen dos unidades de aire acondicionado y más electrodomésticos como cocina, olla arrocera, *coffe maker*, microondas, más ventilación y más televisores.

4.2.2 Piscinas

El hotel cuenta con dos áreas de piscinas: la piscina principal está en el bloque de habitaciones 300. Esta cuenta con iluminación por guirnaldas led, sistema de bombeo y filtración, lo mismo para la zona de piscina 2, la cual está en el bloque de habitaciones 100 y cuenta con los mismos equipos con la adición de un *jacuzzi*. Las bombas del sistema de filtración trabajan de manera continua desde las 6 a.m. hasta las 7 p.m.

3.2.3 Restaurante

El restaurante ofrece un amplio espacio que se divide en tres áreas principales: un salón con varias pantallas de televisión, una iluminación ambiental agradable y ventiladores de techo para comodidad de los comensales. Además, cuenta con un bar equipado con una cámara de refrigeración dedicada a las bebidas, iluminación acogedora y un sistema de sonido de alta calidad. La cocina del restaurante está equipada con modernas instalaciones que incluyen un cuarto frío con sistema de refrigeración por aire acondicionado para el almacenamiento de alimentos, refrigeradores industriales para carnes y productos congelados, así como cocinas a gas y microondas para la preparación de los alimentos.

4.2.4 Salón de eventos

El salón de eventos es un espacio amplio que se caracteriza por su abundante iluminación y la presencia de varios sistemas de aire acondicionado. Asimismo, está equipado con un sistema de sonido de consumo considerable y un juego de luces diseñado para eventos especiales. Sin embargo, para los fines de este estudio, se centra exclusivamente en el equipo de iluminación del salón de eventos. Es relevante destacar que, durante los últimos dos años, el salón ha estado en desuso y se ha utilizado como estacionamiento, lo que ha resultado en un consumo eléctrico mínimo en esta área.

4.2.5 Lavandería

La sección de lavandería del hotel opera durante un turno al día y está equipada con una combinación de equipos industriales y residenciales para satisfacer las necesidades de lavado de sábanas, toallas, manteles y otros elementos similares. El horario de funcionamiento de la lavandería se extiende desde las 3 p.m., hasta que se haya completado la limpieza de todo lo que se ensució durante el día, lo cual puede variar en duración de 2 a 5 horas según la temporada.

3.2.6 Zonas comunes

Los pasillos y las áreas comunes están decorados con iluminarias, estas le dan una estética única al hotel durante la noche, las de las zonas comunes se contabilizaron y son 394 luces. Las luces de las zonas comunes se utilizan 6 o 13 horas dependiendo si son de servicios o de decoración.

4.3 Análisis de facturación

El hotel se encuentra conectado a un medidor de electricidad principal identificado con el número 1242034 y el NISE 2142. Actualmente está bajo la tarifa de facturación 80-T-MT, que corresponde a una tarifa de media tensión. Durante el período de enero de 2022 a julio de 2023, la factura promedio mensual de electricidad fue de ₡2 715 342 (dos millones setecientos quince mil trescientos cuarenta y dos colones costarricenses). Cabe destacar que este costo varió significativamente según la temporada del año. Puede encontrar un desglose detallado de la facturación eléctrica del hotel en el apéndice 2.

Durante el período de enero de 2022 a julio de 2023, el costo promedio mensual de gas ascendió a ₡ 522 460 (quinientos veintidós mil cuatrocientos sesenta colones costarricenses). Es importante mencionar que, en el año 2022, las facturas fueron más elevadas debido al aumento en los precios del gas LP. Esto se traduce en un consumo promedio mensual de 1,983 kg de gas. Puede encontrar un desglose detallado de la facturación de gas del hotel en el apéndice 1.

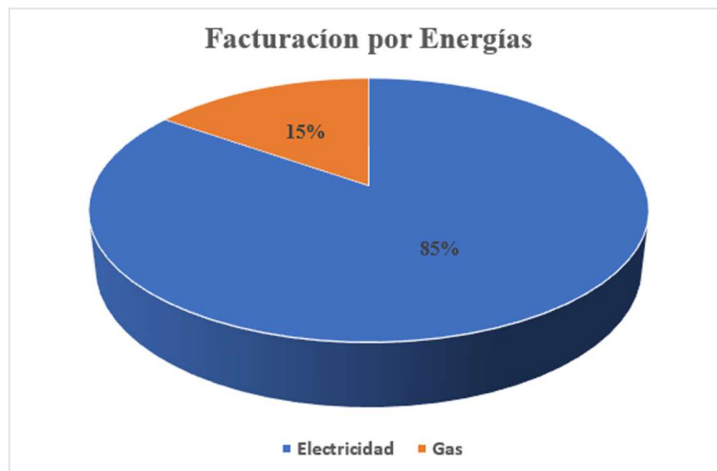
Tabla 3. Facturación de energías Hotel Villas Lirio

Facturación energías		
Electricidad	₡52 138 990,00	85%
Gas	₡9 407 545,26	15%
Total	₡61 546 535,26	100%

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

En la tabla 3, se aprecia que el costo total por facturas energéticas en los meses de estudios es de 61,54 millones de colones, de este total, 52,13 millones es por electricidad y 9,4 millones es por gas LP.

Figura 5. Gráfico de facturación de energías Hotel Villas Lirio

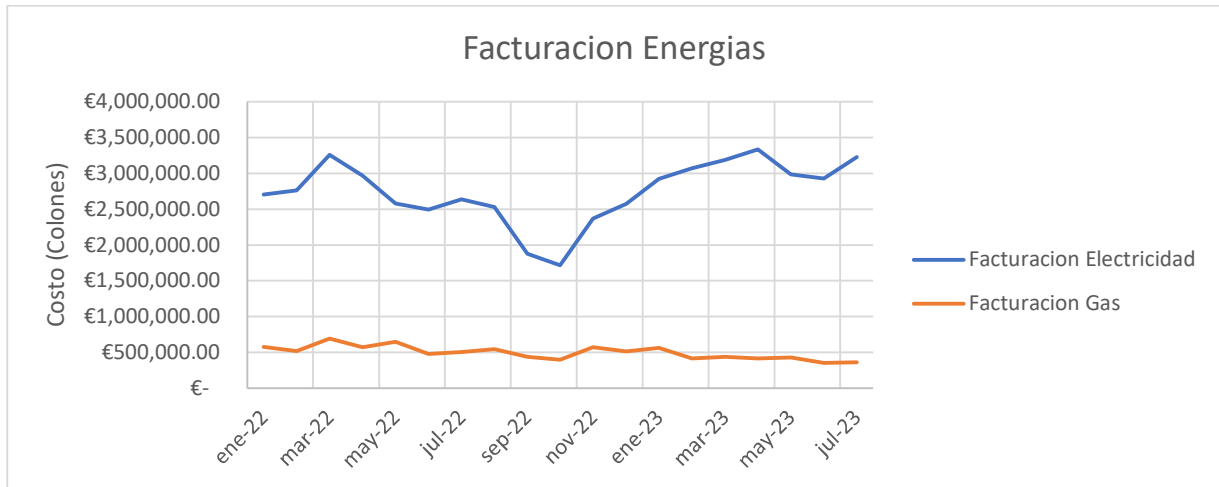


Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La figura 10 desglosa el gasto de facturas, un 85% es por electricidad y un 15% es por el consumo de gas.

El consumo eléctrico en términos financieros es el más importante para el hotel, por lo que este trabajo se centra en el estudio de energía eléctrica sin contemplar el consumo de gas LP. Además, para realizar el estudio de consumo de gas LP por áreas y equipos, se requiere de herramientas con las que el hotel no cuenta ni puede comprar para el estudio.

Figura 6 Gráfico de facturación mensual de energías Hotel Villas Lirio

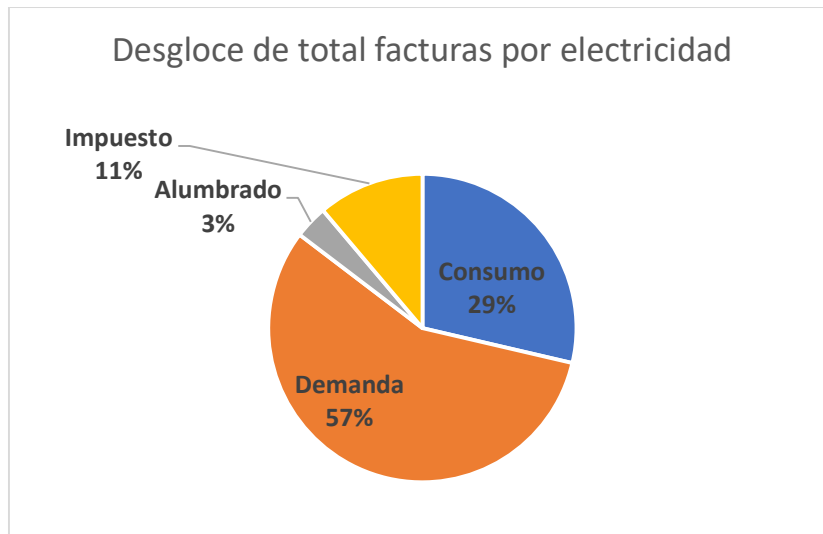


Fuentes: ICE y GAS Zeta. Elaboración propia Microsoft Excel.

La figura 11 es un gráfico que muestra la variación del monto facturado en energía eléctrica por el hotel, los meses de mayor consumo concuerdan con las fechas más calientes y con la temporada alta. Existen dos periodos de temporada alta para el sector hotelero del Pacífico, de diciembre a abril, siendo marzo el mes con la facturación mayor de los 2 años, en mayo la temporada empieza a bajar hasta el mes de agosto, donde comienza el segundo periodo de temporada alta debido a los visitantes europeos. Luego, setiembre y octubre son los últimos meses de la temporada baja y donde el hotel paga las facturas más bajas por electricidad.

El pago de gas LP se mantiene constante, la variación de la facturación se debe a que los precios por kilogramo de gas LP tienen una tendencia baja en el periodo de estudio. Las cantidades de gas en kg suministradas por la compañía Gas Zeta es la misma, pero el precio de facturación se ha reducido.

Figura 7. Desglose de facturación eléctrica.



Fuente: ICE. Elaboración propia Microsoft Excel.

La figura 12 muestra el desglose de la facturación por energía eléctrica, estos datos son tomados del apéndice 2. El 57% del monto facturado es por la demanda de energía que el hotel consume, este valor es de importancia porque significa que cualquier mejora que se haga en la demanda de energía eléctrica en el hotel va a tener un mayor impacto en la reducción de la factura por electricidad comparado con el costo del consumo de energía que es solo un 29%. El detalle se puede ver en el apéndice 2.

4.4 Análisis de energía

Según la norma ISO 50001:2018, cuantificar el consumo de energía es esencial para medir el desempeño energético y las mejoras de este. Cuando se utilizan varias formas de energía, es útil convertirlas todas a una unidad de energía común.

La unidad de energía común escogida para comparar las formas de energía seleccionada es el GJ (Giga Jules), para energía eléctrica; según Young (2012), la conversión de kWh a GJ es de 1 a 0,0036, con esta conversión se puede saber el gasto en GJ del consumo eléctrico.

Para el gas, como las facturas del consumo de gas se cobran al hotel por kilo, es necesario saber a cuánto equivale ese consumo en litros, para poder calcularlo en kWh y luego en GJ. Según Recope, la densidad del gas LP es de 534 kg/m³ y según L. Jayamaha (2016) un litro de gas LP equivale a 7,25 kWh. Desde enero del 2022 hasta julio del 2023, el consumo energético del hotel se representa en la siguiente tabla.

Tabla 4. Consumo energético del Hotel Villas Lirio

Consumo energético		
Fuente	Energía (GJ)	Porcentaje
Electricidad	2015,55	51%
Gas	1946,67	49%
Total	3962,22	100%

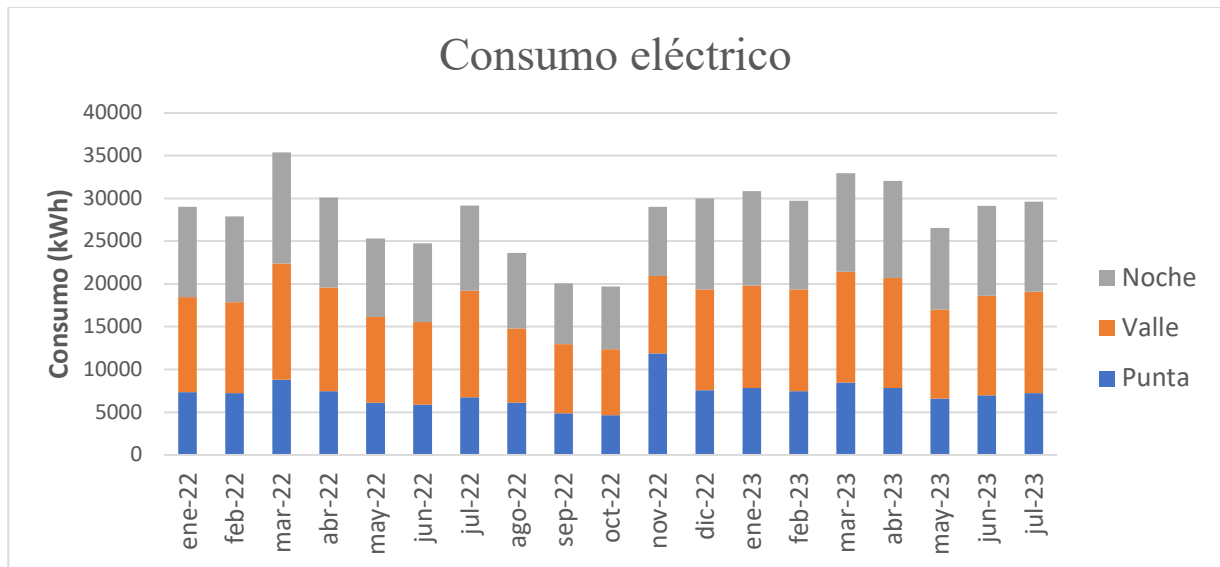
Fuente: Facturas Hotel Villas Lirio. Elaboración Microsoft Excel.

El consumo del hotel en términos energéticos es casi igual entre gas y electricidad, sin embargo, por el impacto financiero y debido a que no se cuenta con herramientas para medir el consumo de gas por equipos, solo SE procede con el estudio en detalle del consumo por electricidad en el resto del trabajo.

4.5 Detalle de consumo eléctrico del hotel (medidor 1242034)

La Gerencia solicitó al ICE los registros de facturación eléctrica desde el 1 de enero del 2022 hasta el 31 de julio del 2023 para el estudio. Con estos datos, se observa cuál es el comportamiento energético del hotel a lo largo del año.

Figura 8. Gráfico de consumo eléctrico Hotel Villas Lirio

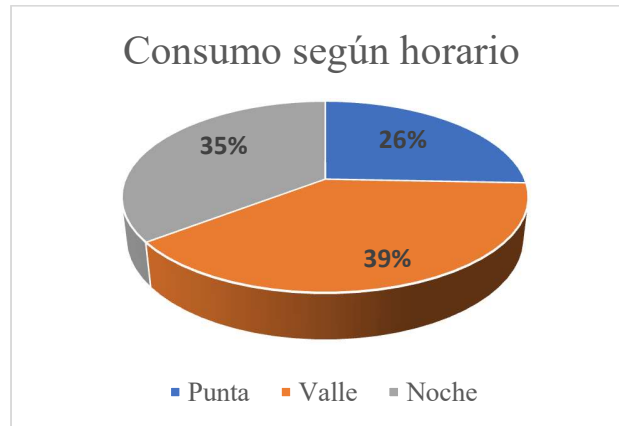


Fuente: ICE. Elaboración Microsoft Excel.

La figura 13 representa el patrón de consumo eléctrico en kilovatios-hora (kWh). Marzo destaca como el mes de mayor consumo, lo que se traduce en la facturación más alta en abril. El consumo de energía se factura el mes siguiente al período de consumo. Este consumo está influido, principalmente, por tres factores clave: el número de personas que ingresan al hotel, la cantidad de noches de habitación alquiladas y la temperatura máxima del día. Un dato relevante por considerar es que marzo es uno de los meses más calurosos en la región, lo que tiene un impacto significativo en el consumo de energía del hotel.

En el 2022, el consumo eléctrico total del Hotel Villas Lirio fue de 323 991 kWh, el consumo máximo en el mes de marzo con 35 373kWh o y el consumo mínimo en el mes de octubre con 19 706 kWh. El consumo de energía promedio del hotel en los meses estudiados es de 28 152 kWh y la distribución del consumo según el periodo horario se ve en el siguiente gráfico.

Figura 9. Consumo de energía eléctrica según periodo horario



Fuente: ICE. Elaboración Microsoft Excel.

Al analizar el consumo total de energía en kilovatios-hora (kWh) desde enero de 2022, se observa que la mayor parte del consumo energético del hotel se concentra en el período de tarifa valle. Este período abarca desde las 6:01 a las 10:00 horas y desde las 12:31 a las 17:30 horas. Esta tendencia se explica por el hecho de que, durante estas horas, los huéspedes hacen uso intensivo de servicios que requieren energía eléctrica, como agua caliente, aires acondicionados en funcionamiento, el inicio del turno de la lavandería y el funcionamiento de las bombas de las piscinas.

Es bueno destacar que el menor consumo se ve en las horas de periodo punta, tan solo un 26% del consumo total. Este es el periodo más caro de consumo eléctrico comprendido entre las 10:01 y las 12:30 horas y entre las 17:31 y las 20:00 horas. Siguiendo el patrón de comportamiento de los huéspedes del hotel, tiene sentido que este sea el periodo donde menos energía se consume, ya que los huéspedes no están en el hotel después de las 10 a.m.. Entre las 5 p.m. y 10 p.m. suelen salir a hacer actividades turísticas.

Cuando empieza el periodo punta de la tarde, la lavandería muchas veces ya terminó su trabajo y los aires acondicionados no están trabajando por que las habitaciones no están ocupadas.

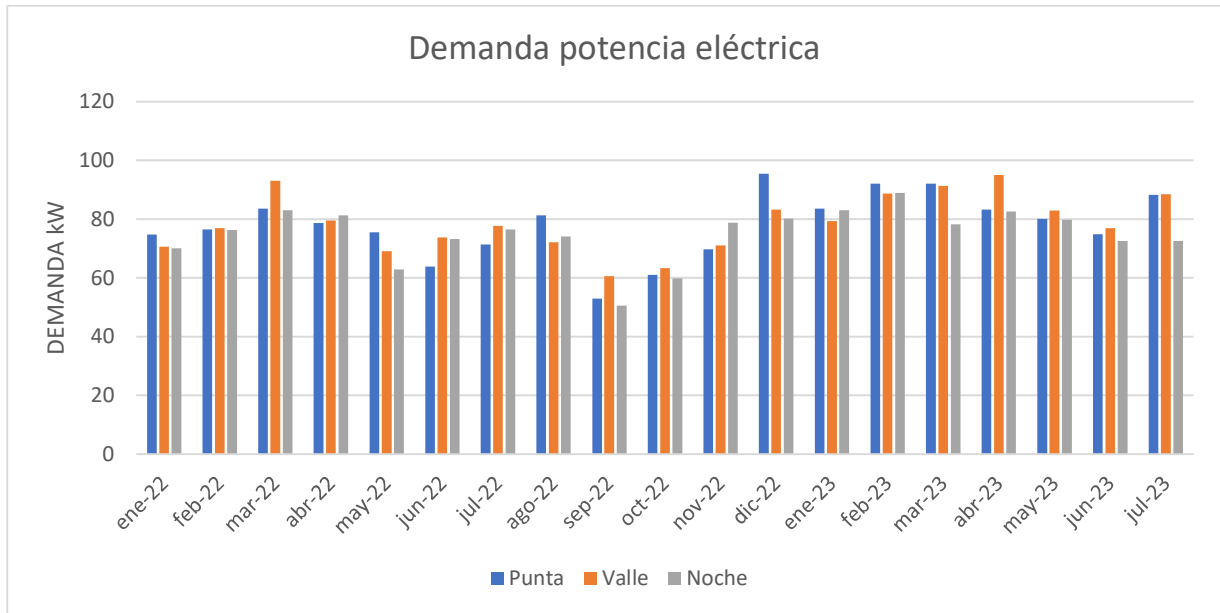
El consumo eléctrico en estos periodos es relacionado a los consumos fijos del hotel como el de las máquinas de hielo, la refrigeración de la cocina y el cuarto frío, servicios de iluminación de áreas comunes, ventilación y por huéspedes que se quedan descansando o dejan el aire acondicionado prendido mientras no están en la habitación.

El periodo nocturno comprendido entre las 20:01 y las 6:00 horas del día siguiente es el más barato para la facturación eléctrica, en este periodo, muchos de los sistemas del hotel se encuentran apagados, no hay servicios de restaurante y cocina, la iluminación y ventilación de zonas comunes están apagadas y las bombas del hotel no trabajan debido a que no se filtran las piscinas de noche ni hay consumo de agua en las habitaciones; esto tampoco implica un consumo en calentadores de agua. El principal consumo en este periodo es el uso de los aires acondicionados y los sistemas de refrigeración del hotel.

4.6 Detalle de demanda eléctrica del Hotel Villas Lirio

La demanda de energía eléctrica tiene un impacto considerable en la facturación del hotel, como se vio en el capítulo 4,3, un 57% de la factura por electricidad es por la demanda. La demanda de potencia eléctrica del hotel medida en kW desde enero del 2022 hasta julio del 2023 es la siguiente:

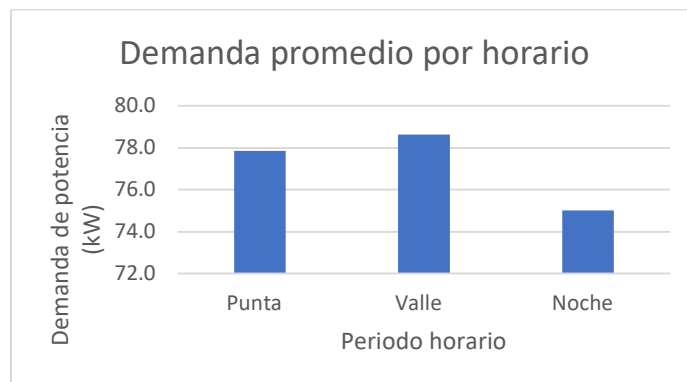
Figura 10 Gráfico demanda de potencia eléctrica Hotel Villas Lirio



Fuente: ICE. Elaboración Microsoft Excel.

En la figura 15, se aprecia como los picos de demanda de potencia eléctrica tienen la misma tendencia que el consumo, con sus máximos en los meses de temporada alta, especialmente, en marzo, y los mínimos en septiembre y octubre. No se ve que algún periodo horario consuma más que otro de manera significativa.

Figura 11. Promedio de demanda por periodo horario



Fuente: ICE. Elaboración Microsoft Excel.

Al comparar los valores promedios de la demanda mensual por periodos horarios, se nota que son parecidos, para el periodo punta el promedio de demanda de potencia es de 77,8 kW, en

el periodo horario valle es de 78,6 kW y en el periodo nocturno es de 75 kW. La diferencia entre el periodo más alto y el más bajo es de tan solo 3,6 kW, lo que es solo el 4% de la demanda máxima promedio del hotel.

4.7 Desglose de consumo en habitaciones

Para el análisis del consumo de energía por habitaciones, se utilizó el equipo de medición Emporia Vue Gen 2. Se monitorearon específicamente las habitaciones del bloque 200, las cuales están equipadas de manera estándar, independientemente del número de camas que posean. Estas cuentan con un solo sistema de aire acondicionado, un circuito de iluminación y un circuito de tomacorrientes.

Las habitaciones de estudio fueron las 207, 208, 209 y 210, este muestreo representa más del 10% de las habitaciones totales del hotel. Estas son habitaciones dobles y cuentan con el mismo equipamiento que las sencillas, por lo que hacen una buena proyección del consumo del resto de las habitaciones del hotel.

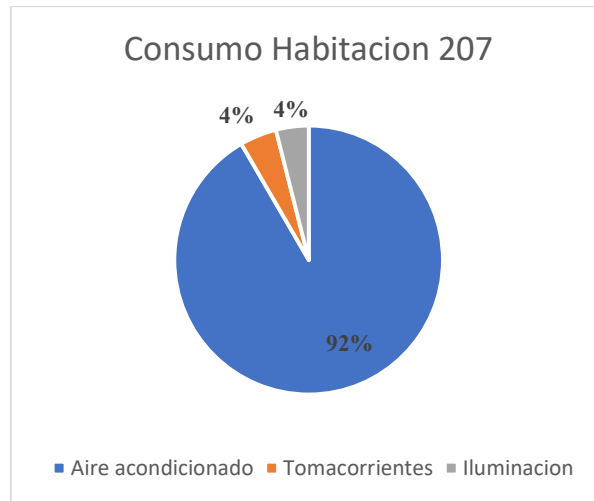
Tabla 5. Consumo eléctrico diario habitaciones del bloque 200

Fecha	Aire acondicionado 209 (kWh)	Aire acondicionado 210 (kWh)	Aire acondicionado 208 (kWh)	Aire acondicionado 207 (kWh)	Tomacorrientes 207 (kWh)	Iluminación 208 (kWh)
10-sep	3,66	0,00	6,58	4,15	0,91	0,08
11-sep	2,09	0	0,22	1,65	0,00	0,00
12-sep	8,65	2,00	0,87	17,6	0,16	0,87
13-sep	8,36	1,64	4,43	16,43	0,83	0,75
Total	22,78	3,64	12,12	39,89	1,91	1,71

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

Los datos de la tabla 5 muestran los consumos eléctricos en kWh de los aires acondicionados de cuatro habitaciones y el consumo por el circuito de tomacorrientes y el circuito de iluminación de la habitación 207.

Figura 12. Desglose consumo en habitación 207.



Fuente propia. Elaboración Microsoft Excel.

El consumo total de la habitación 207 en las cuatro noches rentadas fue de 43,52 kWh, de este total, un 92% corresponde al uso del aire acondicionado, un 4% al uso de iluminación y un 4% al uso de aparatos conectados al circuito de tomacorrientes de la habitación.

De la tabla 5, se calculan los promedios de consumo para los tres sistemas estudiados; para el promedio solo se toman los datos relevantes de consumo y se desprecian las noches que las habitaciones estuvieron desocupadas. Los resultados se aprecian en la tabla 8.

Tabla 6. Consumo diario promedio por circuitos de habitaciones

Circuito	Consumo Promedio Diario (kWh)
Aires acondicionados (kWh)	8,744
Tomas (kWh)	0,636
Iluminación (kWh)	0,572

Fuente Propia. Elaboración Microsoft Excel

El consumo promedio de los aires acondicionados por día es de 8,744 kWh, el consumo promedio de tomacorrientes es de 0,636 kWh y el consumo promedio por iluminación es de 0,572 kWh.

La potencia eléctrica que consumen los equipos también es de importancia, para cada circuito de estudio, se revisó cuál es la medición máxima de potencia.

Tabla 7. Potencia máxima por circuito.

Circuito	Potencia Max (kW)
Aire acondicionado	1,0037
Tomacorrientes	1,301
Iluminación	0,1367

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La potencia máxima para iluminación es de 0,1367, esta demanda corresponde a tener todos los bombillos del cuarto encendidos a la vez. Además, la potencia máxima del circuito de tomacorrientes está determinada, principalmente, por el uso del secador de cabello. Aunque este equipo solo se utilizó durante un período de 2 minutos, su contribución a la demanda de potencia del hotel alcanzó un valor de 1,301 kW. El aire acondicionado trabaja en un rango de 0,4 kW hasta un máximo de 1 kW.

Para calcular el balance final, se aplica un multiplicador al consumo diario promedio de los aires acondicionados. Esto se debe a que las mediciones se llevaron a cabo durante la temporada lluviosa, caracterizada por días frescos y tardes y noches lluviosas, lo que resulta en una menor necesidad de climatización. Además, el consumo promedio actual de los aires acondicionados se multiplica por un factor de 1,25. Como resultado, el nuevo valor promedio de consumo para estos equipos se establece en 10,93 kWh.

4.8 Consumo y demanda de iluminación.

En las zonas comunes del hotel, se hizo un conteo de iluminarias, se contabilizaron un total de 394 luces. El funcionamiento va desde las 5 p.m. hasta las 11 p.m. en las zonas verdes, piscinas y restaurante. Otras que trabajan desde las 5 p.m. hasta las 6 a.m. en el parqueo y en los pasillos de las habitaciones.

Tabla 8. Lista de iluminarias de zonas comunes.

Zona	Equipo	Potencia (kW)	Horas de uso	Cantidad	Demanda (kW)	Consumo Diario (kWh)	
Pasillos	Luz Led 6W	0,006	13	35	0,21	2,73	
Pasillos	Luz led 10W	0,01	13	23	0,23	2,99	
pasillos	Led empotrado 5W	0,005	13	26	0,13	1,69	
Pasillos	Faroles 6W	0,006	13	32	0,192	2,496	
Parqueo	Incandescentes 25W	0,025	13	25	0,625	8,125	
Parqueo	leds exteriores 50W	0,05	13	3	0,15	1,95	
Parqueo	Luz verde 10W	0,01	13	8	0,08	1,04	
Restaurante	Incandescentes 25W	0,025	6	14	0,35	2,1	
Restaurante	Luces verdes 10W	0,01	6	16	0,16	0,96	
Restaurante	Led empotrado 5W	0,005	6	8	0,04	0,24	
Piscina	Luces sumergibles 10W	0,01	6	8	0,08	0,48	
Piscina	Guirnalda 3W	0,003	6	60	0,18	1,08	
Piscina	Luces verdes 15W	0,015	6	10	0,15	0,9	
Zonas verdes	Guirnalda 3W	0,003	6	60	0,18	1,08	
Zonas verdes	Faroles 6W	0,006	6	66	0,396	2,376	
				Total	394	3,153	30,237

Fuente: mediciones propias. Elaboración Microsoft Excel.

Utilizando los datos de la Tabla 8, se realizó el cálculo del consumo diario y se determinó la potencia máxima proporcionada por todas las luces. El consumo diario se cifra en un total de 30,237 kWh, mientras que la potencia máxima alcanzada se registra en 3,152 kW.

Tabla 9. Consumos promedios de iluminarias.

Consumo por día iluminación	
Demanda habitaciones (kW)	0,14
Consumo habitaciones (kWh)	0,344
Demanda zonas comunes (kW)	3,153
Consumo zonas comunes (kWh)	30,237

Fuente: mediciones propias. Elaboración Microsoft Excel.

Para el balance de energía total, se utilizan los datos de la tabla 9, donde se resumen los consumos y potencia que aportan la iluminación al total del consumo y potencia del hotel.

4.9 Consumo y demanda por agua caliente

El consumo de agua caliente es clave para el confort de los huéspedes y los servicios del hotel. Hay tres tipos de dispositivos que se utilizan para calentar agua en el hotel, la lista de equipos es la siguiente:

Tabla 10. Lista de equipo para agua caliente.

Habitación	Tipo	Potencia nominal (kW)	Cantidad
Bloque 306-315	Termotanque GAS	-	1
301	Termotanque	6	2
302	Termotanque	6	1
303	Termotanque	6	1
304	Termotanque	6	1
305	Termotanque	6	1
Bloque 200	Termotanque	9	2
201	Termotanque	6	1
202	Termotanque	6	1
101	Termotanque	6	1
102	Calentador pared	7,2	1
103	Termotanque	6	1
104	Termotanque	3	1
105	Termotanque	4,5	1
105 baño discapacitados	Termotanque	3	1

106	Termotanque	4,5	1
107	Termotanque	4,5	1
108	Calentador Instantáneo	7,2	1
109	Calentador Instantáneo	7,2	1
Cocina y Lavandería	Termotanque	6	1

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 10 muestra que los equipos tienen un rango de consumo de potencia que varía desde los 3 kW hasta los 9 kW. En el caso de los termotanques ubicados en el edificio del bloque de habitaciones 200, se llevó a cabo un monitoreo utilizando el sistema Emporia Vue Gen 2 para obtener datos más precisos. Estos dos tanques suministran agua caliente a todo el edificio.

En cuanto a los termotanques individuales de las habitaciones y los calentadores instantáneos, se realizaron mediciones y se observó que estos equipos solo consumen energía cuando se utiliza el agua de la ducha o el lavamanos de cada baño que abastecen.

Las mediciones para los termotanques individuales se hicieron en las habitaciones 107, 104 y 103 y para el calentador instantáneo se realizó en la habitación 108. Se utilizó un amperímetro y su consumo fue constante, mientras se consumía agua de la ducha o del lavamanos del baño.

Tabla 11. Potencia nominal y potencia real de calentadores de agua.

Habitación	Equipo	Potencia nominal (kW)	Potencia real (kW)
108	Calentador Instantáneo	7,2	7,2
107	Termotanque	4,5	3,416
103	Termotanque	6	5,22
104	Termotanque	3	2,786
bloque 200	Termotanque 1	9	6,4025
bloque 200	Termotanque 2	9	6,5045

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 11 ofrece una comparación entre la potencia nominal (según la ficha técnica) de cada equipo y su potencia real medida. El calentador de agua instantáneo presenta un consumo de potencia real igual al nominal, que es de 7,2 kW. En contraste, los termotanques muestran una

diferencia entre la potencia nominal y la potencia real consumida. A pesar de que estos equipos no consumen una cantidad considerable de energía en términos absolutos, su demanda sí tiene un impacto significativo. Los principales factores que influyen en el consumo de estos dispositivos son el número de personas por habitación y las costumbres individuales de los huéspedes. Por ejemplo, un huésped que se duche tres veces al día durante 30 minutos en total consumirá tres veces más energía que otro huésped que se duche tres veces durante 10 minutos en total, aunque la demanda sea la misma.

Para fines del balance energético, se asume que todas las habitaciones están ocupadas por una sola persona que utiliza el servicio de agua caliente durante 30 minutos al día (dos duchas de 10 minutos y dos lavados de dientes de 5 minutos cada uno).

Tabla 12. Datos de consumo promedio diario y potencia real de calentadores de agua.

Habitación	Tipo	Potencia real (kW)	Consumo promedio diario (kWh)
301	Termotanque	5,22	2,61
302	Termotanque	5,22	2,61
303	Termotanque	5,22	2,61
304	Termotanque	5,22	2,61
305	Termotanque	5,22	2,61
201	Termotanque	5,22	2,61
202	Termotanque	5,22	2,61
101	Termotanque	5,22	2,61
102	Calentador pared	7,20	3,60
103	Termotanque	5,22	2,61
104	Termotanque	2,79	1,39
105	Termotanque	3,42	1,71
106	Termotanque	3,42	1,71
107	Termotanque	3,42	1,71
108	Calentador Instantáneo	7,20	3,60
109	Calentador Instantáneo	7,20	3,60
Cocina y Lavandería	Termotanque	5,22	2,61

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 12 presenta los consumos calculados por equipo y la potencia real utilizada, lo que permite realizar el cálculo del balance energético total del negocio.

Los datos de consumo de los termotanques del bloque de habitaciones 200 se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 13. Consumo de termotanques bloque habitaciones 200

Fecha	Calentador 1 (kWh)	Calentador 2 (kWh)
09/17/2023	14,59	8,33
09/18/2023	21,02	8,62
09/19/2023	13,28	1,15
09/20/2023	16,04	4,48
09/21/2023	17,30	8,79
09/22/2023	24,08	12,90
09/23/2023	12,08	6,10
Total	118,38	50,36
Promedio	16,91	7,19

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

El consumo de energía de los termotanques es distinto, aunque sean de la misma potencia, posiblemente por la distribución de a cuáles cuartos suministra agua caliente cada tanque. En promedio, el tanque 1 consume 16,91 kWh por día y el tanque 2 consume 7,19 kWh por día. Tomando en cuenta que el hotel está a una capacidad del 50% en la temporada de estudio, se usa un valor promedio de consumo de 16,91 kWh para estos dos calentadores.

4.10 Consumo y demanda de refrigeradores y máquinas de hielo

En el hotel hay equipos para conservar alimentos, bebidas y máquinas de hielo. Para el estudio del consumo de estos equipos, se toman en cuenta los de consumo considerable.

Tabla 14. Lista de equipos de refrigeración

Equipo	Marca	Modelo	Potencia nominal
Congelador carnes	Everest	B150-2RFO5-5	1,5
Cámara Bar	True	TBB-4G	0,99
Refrigerador cocina 1	TOR-REY	-	0,63
Refrigerador cocina 2	Traulsen	G12010	1,05
Refrigerador cocina 3	True	T-49	1
Refrigerador verduras	Traulsen	G20010	0,8
Máquina de hielo 1	Scotsman	-	-
Máquina de hielo 2	Scotsman	-	-

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

El hotel cuenta con cinco refrigeradores para alimentos, tres dentro de la cocina y otros dos cerca del restaurante para almacenar carnes y verduras. Para las bebidas del bar, hay una cámara frigorífica. También hay dos máquinas de hielo para uso del restaurante y los huéspedes.

Se llevó a cabo un monitoreo del consumo de la máquina de hielo 1, que se encuentra ubicada en el bloque de habitaciones 200. Este monitoreo se realizó de manera constante utilizando el equipo de medición Emporia Vue Gen 2.

Tabla 15. Consumo de máquina de hielo 1.

Fecha	Máquina de hielo 1 (kWh)
09/18/2023	15,70
09/19/2023	16,29
09/20/2023	13,10
09/21/2023	13,29
09/22/2023	12,91
Total	71,30
Promedio	14,26

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

En la tabla 15, se observan los resultados de la medición a la máquina de hielo, el consumo promedio de los días medidos es de 14,26 kWh. Del análisis de los datos de la medición, también se obtiene que el valor de potencia máximo para este equipo fue de 0,59kW.

Tabla 16. Datos del monitoreo a la cámara del bar y el congelador de carnes.

Fecha	Cámara bar (kWh)	Congelador Carnes (kWh)
09/24/2023	18,59	29,26
09/25/2023	18,92	28,17
09/26/2023	20,00	28,89
09/27/2023	18,27	28,57
09/28/2023	17,85	27,39
09/29/2023	18,24	29,99
Total	111,89	172,29
Promedio	18,65	28,72

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

El congelador de carnes, que es el refrigerador más grande del hotel, se destaca por su alto consumo de energía, con un promedio diario de 28,72 kWh. Como se puede observar en la tabla 16, el consumo de este equipo muestra una variación mínima en las mediciones diarias. Un patrón similar se aprecia en la cámara del bar, cuyo consumo se mantiene muy consistente en todos los días, con un promedio de 18,65 kWh.

Tabla 17. Cálculo para todos los equipos de refrigeración.

Equipo	Potencia nominal (kW)	Consumo diario promedio (kWh)	Potencia máxima diaria (kW)
Congelador carnes	1,5	28,72	1,20
Cámara Bar	0,99	18,65	0,78
Refrigerador alimentos	0,63	12,06	0,50
refrigerador cocina	1,05	20,10	0,84
Refrigerador cocina	1	19,14	0,80
Refrigerador verduras	0,8	15,32	0,64
Máquina de hielo	-	14,26	0,59
Máquina de hielo	-	14,26	0,59

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

A partir de las mediciones realizadas en la cámara del bar y el congelador de carnes, se llevó a cabo una estimación del consumo y la potencia de los demás equipos de refrigeración en el hotel. Esto se logró utilizando los valores proporcionados en las fichas técnicas de los equipos y complementando con mediciones puntuales realizadas con un amperímetro de gancho. Los datos presentados en esta tabla son fundamentales para el cálculo del balance de energía final de todo el hotel.

Además de las cámaras de refrigeración y las máquinas de hielo, este estudio también incluye la consideración de dos aires acondicionados que mantienen cuartos fríos. Ambos aires acondicionados tienen una capacidad de 12,000 BTU, siendo uno utilizado para el cuarto frío de alimentos y el otro destinado al cuarto frío de vinos y licores. Se llevó a cabo un monitoreo del consumo de uno de estos dos equipos.

Tabla 18. Datos obtenidos del monitoreo del aire acondicionado del cuarto frío de alimentos.

Fecha	Aire acondicionado cuarto frío de alimentos (kWh)
09/24/2023	10,58
09/25/2023	13,37
09/26/2023	14,28
09/27/2023	14,03
09/28/2023	13,55
09/29/2023	14,33
Total	80,13
Promedio	13,36

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

Los datos del monitoreo del aire acondicionado del cuarto frío de alimentos se presentan en la tabla 18. Se observa que el consumo diario se mantiene constante, con la excepción del primer día, donde el consumo es más bajo, debido a que se inició el monitoreo del equipo a media mañana. El promedio de consumo diario del aire acondicionado se establece en 13,36 kWh.

4.11 Consumo y demanda del equipo de lavandería

La lavandería del hotel tiene un periodo de funcionamiento definido. El turno del encargado de la lavandería empieza a las 3 p.m. y termina cuando todas las prendas sucias del día estén limpias. La lista de equipos con las que cuenta la lavandería es la siguiente. Solo se toman en cuenta los equipos de grado industrial para el estudio, pero, como nota, la lavandería también cuenta con cuatro lavadoras de hogar de 22 kg para lavar paños de mano y servilletas de tela.

Tabla 19. Lista de equipos de lavandería.

Equipo	Unidades	Marca	Modelo	Potencia nominal (kW)
Secadora de ropa industrial	2	Dexter Laundry	T-120	1,49
Lavadora de ropa industrial	2	Dexter Laundry	T-950	2,2
Lavadora de ropa industrial	1	Girbau	MS-623M LC-H	0,62
Aplanchador de ropa	1	Chicago Flatwork	Cadet 60	1,54

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

Se realizaron mediciones en todos los equipos utilizando un amperímetro de gancho, considerando que el voltaje de todas las máquinas es de 240 V. Para calcular las horas de funcionamiento, se registró el rendimiento durante cuatro sábados. Es relevante destacar que estas mediciones se llevaron a cabo en temporada baja. Según la información proporcionada por el trabajador de la lavandería, en temporada alta las horas de trabajo se duplican. Por lo tanto, para calcular el consumo promedio anual, se busca obtener un valor intermedio que refleje tanto la temporada alta como la baja, las horas de trabajo promedio entre temporada alta y baja es de 3 horas.

Tabla 20. Consumo diario de energía por equipo de lavandería.

Equipo	Marca	Potencia Medida (kW)	Horas de trabajo promedio diario	Consumo estimado diario (kWh)
--------	-------	----------------------	----------------------------------	-------------------------------

Secadora de ropa industrial	Dexter Laundry	1,056	3	3,168
Lavadora de ropa industrial	Dexter Laundry	1,66	3	4,98
Lavadora de ropa industrial	Girbau	0,51	3	1,53
Aplanchador de ropa	Chicago Flatwork	0,93	1,5	1,395

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

El consumo diario se estimó multiplicando la potencia de operación de las máquinas por las horas de trabajo promedio estimadas. Los datos presentados en la tabla 20 son los que se utilizan para realizar el cálculo del balance de energía total del hotel.

4.12 Consumo y demanda de bombas de agua

En el hotel, se encuentran bombas de agua que se utilizan para los sistemas de filtrado de las piscinas y para el suministro de agua de los distintos bloques de habitaciones y servicios del hotel. La lista de bombas que hay en el Hotel Villas Lirio es la siguiente

Tabla 21. Características de las bombas de agua.

Equipo	Marca	Modelo	Potencia Hp	Potencia (kW)
Bomba Piscina Principal	Hayward	C48BL2N134B5	3	2,24
Bomba Piscina pequeña	Pentair	5F-N1-2A	3	2,24
Bomba agua bloque 300 1	SAEKI	M7200	2	1,49
Bomba Agua Bloque 300 2	CENRUTY	Q1202	2,5	1,86
Bomba Lavandería	FORAS	PS-250	2,5	1,86
Bombas Agua Bloque 200 1	CENTURY	Q1202	2,5	1,86
Bombas Agua Bloque 200 2	AO Smith	Q1152	1,5	1,12
Bombas Agua Bloque 200 3	AO Smith	Q1152	1,5	1,12
Bombas Agua Bloque 200 4	AO Smith	Q1152	1,5	1,12

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

En la tabla 21, se aprecia la marca, modelo y su potencia nominal. Para conocer los consumos reales de las bombas, se hicieron mediciones a todos los equipos utilizando amperímetro de gancho y el sistema de monitoreo Emporia Vue Gen 2.

Para las bombas de las piscinas, se midieron sus corrientes de operación con un amperímetro de gancho. El consumo de corriente de las bombas es constante y la potencia de trabajo es igual a la potencia nominal. Los resultados de las mediciones se ven en la siguiente tabla.

Tabla 22. Datos de consumo y potencia de las bombas de piscinas.

Equipo	Marca	Potencia medida (kW)	Horas de trabajo	Consumo promedio diario (kWh)
Bomba Piscina Principal	Hayward	2,26	13	29,38
Bomba Piscina pequeña	Pentair	1,94	13	25,22

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

Las bombas de las piscinas trabajan de manera continua desde las 6 a.m. hasta las 7 p.m. Es trabajo del encargado de mantenimiento encender y apagar el sistema de bombeo de las piscinas. Durante las mediciones, el consumo de las bombas se mantiene constante en el tiempo. Para las bombas de suministro de agua, se llevó a cabo una medición continua del consumo utilizando una bomba del bloque de habitaciones 200 y el equipo de medición Emporia Vue Gen 2. Los datos de consumo de la bomba se encuentran detallados en la siguiente tabla.

Tabla 23. Datos obtenidos de la bomba 1 bloque 200.

Fecha	Consumo bomba 1 Bloque 200 (kWh)	Potencia máxima medida (kW)	Horas de trabajo
09/18/2023	1,38	1,497	0,92
09/19/2023	0,71	1,497	0,47
09/20/2023	0,89	1,497	0,60
09/21/2023	1,08	1,497	0,72
09/22/2023	1,06	1,497	0,71

Promedio	1,02	1,50	0,68
----------	------	------	------

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 23 presenta los resultados de las mediciones realizadas en la bomba 1 ubicada en el bloque de habitaciones 200. Se observa que la bomba no opera más de una hora al día y funciona de manera intermitente en breves lapsos de minutos. Lo que destaca acerca de estos equipos es que, cuando están en funcionamiento, operan a carga plena en todo momento.

De las mediciones hechas en todas las bombas, algo en común es que la potencia de funcionamiento de las bombas siempre es su potencia nominal, con esto se puede calcular el consumo del resto de las bombas.

Debido a que las mediciones se realizaron en temporada baja, se estima que el uso de las bombas en temporada alta es de una hora por día por bomba de suministro de agua de los bloques de habitaciones. Para la bomba de suministro de agua de la lavandería y el restaurante, se estima un uso de 3 horas por día.

Tabla 24. Estimación de consumo promedio diario de todas las bombas.

Equipo	Potencia (kW)	Consumo promedio diario (kWh)
Bomba piscina principal	2,26	29,38
Bomba piscina pequeña	1,94	25,22
Bomba agua bloque 300 1	1,49	1,49
Bomba agua bloque 300 2	1,86	1,86
Bomba lavandería	1,86	5,58
Bombas agua bloque 200 1	1,49	1,49
Bombas agua bloque 200 2	1,12	1,12
Bombas agua bloque 200 3	1,12	1,12
Bombas agua bloque 200 4	1,12	1,12

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

Los datos de la tabla 24 se calcularon con las mediciones hechas a todas las bombas con el amperímetro de gancho y con Emporia Vue Gen 2, las fichas técnicas de las bombas y la estimación del tiempo de trabajo.

4.13 Resumen del balance energético Hotel Villas Lirio

Con los datos obtenidos del capítulo 3, se realiza un balance energético teórico del hotel. Haciendo uso de las mediciones de los equipos de mayor consumo y estimando el consumo promedio del resto de equipos, el balance de energía para el Hotel Villas Lirio se ve, a continuación.

Tabla 25. Balance de energía total del Hotel Villas Lirio.

Sistema	Potencia (kW)	Consumo diario (kWh)	Consumo directo (kWh/mes)	Porcentaje	% Acumulado
Aires acondicionados habitaciones	43,00	10,93	14 099,70	54,3%	54,3%
Cámaras, congeladores y máquinas de hielo	5,94	142,51	4 275,30	16,5%	70,8%
Calentadores de agua	31,53	77,24	2 317,20	8,9%	79,7%
Bombas de agua	7,20	68,90	2 067,00	8,0%	87,7%
Iluminación zonas comunes	3,15	30,24	907,11	3,5%	91,2%
Aires acondicionados cuarto frío y licores	1,11	26,71	801,35	3,1%	94,3%
Lavandería	6,80	19,20	576,00	2,2%	96,5%
Toma corrientes habitaciones	2,00	0,64	481,26	1,9%	98,3%
Iluminación cuartos	4,76	0,57	432,83	1,7%	100,0%
Consumo promedio mensual		28 152	25 958	Error	8%

Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

El cálculo se realizó usando los datos desde los puntos 4,7 al 4,12, multiplicando el consumo diario por el número de días o el consumo por habitación rentada por el promedio mensual de habitaciones rentadas. Luego se comparan los resultados con el consumo promedio mensual del 2022 que es de 28 152 kWh.

En la tabla 25, se puede observar que los tres principales consumidores de energía son los aires acondicionados de las habitaciones, los sistemas de refrigeración de alimentos y bebidas, así como los calentadores de agua. Estos tres sistemas representan el 79,7% del consumo total del hotel. Sin embargo, aproximadamente, el 8% del consumo total del hotel no está definido en el

balance de energía. Este consumo adicional puede ser atribuible a diversos equipos de baja potencia que no fueron monitoreados ni medidos, como herramientas, equipo de limpieza, computadoras, portones eléctricos y otros dispositivos similares.

Capítulo 5. Indicadores energéticos y línea base de consumo

En este capítulo, se desarrolla el estudio del consumo eléctrico del hotel desde un punto estadístico, haciendo uso de la norma ISO 50006, la cual proporciona directrices específicas para ayudar a las organizaciones a establecer, utilizar y mantener indicadores de desempeño energético. También se define la línea base de consumo, empleando los datos históricos de consumo eléctrico disponibles, en un periodo definido de referencia. Se expresa una línea base, la que indica consumos promedios y puntos de interés para el estudio.

5.1 Indicadores de desempeño energético (IDEn)

Los indicadores de desempeño energético deben ofrecer información relevante sobre el rendimiento energético, lo que permite a los diversos usuarios dentro de la organización comprender su desempeño energético y tomar medidas para mejorarlo.

5.1.1 Indicador kWh/m² año

Para el hotel, los indicadores de interés son varios. El principal, que estudia cómo se define en el objetivo específico 2 del estudio, es el indicador kWh/m² año.

$$\text{KiloWattthora por metro cuadrado por año} = \frac{\text{Consumo energía total de 1 año en kWh}}{\text{Total de área de construcción del hotel (m}^2\text{)}}$$

Para este indicador, tiene dos variables fijas: el área de servicios del hotel en metros cuadrados (m²) y el periodo de estudio que es un año. El valor cambiante es el consumo de energía en kWh.

Para el 2022, con base en el anexo 1, que incluye la información de facturación del hotel, se observa que el consumo total anual de energía es de 323991 kWh y con un área de servicios de 4247 m².

Tabla 26. Índice de consumo de energía por metro cuadrado del hotel.

Consumo total 2022 (kWh)	Área (m ²)	kWh/m ² año
323 991	4 247	76,29

Fuente propia. Elaboración Microsoft Excel

En los antecedentes de este trabajo, se revisaron varios estudios que establecieron rangos de consumo energético para hoteles, teniendo en cuenta su categoría y la zona climática en la que se encuentran. Por ejemplo, Jiang (2019) menciona que los hoteles de cuatro estrellas en China tienen un consumo que oscila entre 100 y 200 kWh/m² por año. Al comparar estos valores con el Hotel Villas Lirio, se observa que está considerablemente por debajo de este rango.

Además, al considerar los indicadores mencionados por Papageorgiou (2018) para hoteles en Europa, donde se establece un consumo anual de electricidad de 215 kWh/m² en Italia, 287 kWh/m² en España, 280 kWh/m² en Grecia y 420 kWh/m² en Francia, se puede afirmar que el indicador del Hotel Villas Lirio también se encuentra en un nivel muy favorable.

En particular, al comparar el indicador con los datos de Arriola (2021) para hoteles de categoría cuatro estrellas en una zona climática tropical, se destaca que el hotel muestra un consumo de energía excepcionalmente bajo, dado que este autor establece un rango promedio aproximado de 600 kWh/m² al año para esta categoría y zona climática. En resumen, es concluyente que el Hotel Villas Lirio presenta un consumo energético por metro cuadrado anual muy eficiente.

5.1.2 Consumo en kWh por persona y por noches ocupadas.

Estos dos indicadores son de interés para saber cuánto consume en términos energéticos cada persona que se hospeda en el hotel y cuánto gasta cada habitación que se alquila por noche ocupada.

$$\text{KiloWatt} - \text{Hora por persona} = \frac{\text{Consumo energía mensual (kWh)}}{\text{Cantidad de personas hospedadas por mes}}$$

$$\text{KiloWatt} - \text{hora por noche rentada} = \frac{\text{Consumo energía mensual (kWh)}}{\text{Cantidad de noches rentadas por mes}}$$

Tabla 27. Indicador de consumo de energía por cada persona hospedada por mes.

Fecha	Personas	Consumo (kWh)	kWh/persona
ene-22	984	29 008	29,48
feb-22	888	27 907	32,67
mar-22	918	35 373	31,60
abr-22	828	30 111	35,03
may-22	497	25 337	58,37
jun-22	458	24 725	63,34
jul-22	775	29 131	37,43
ago-22	639	23 623	45,40
sep-22	309	20 073	93,88
oct-22	328	19 706	88,44
nov-22	624	29 009	46,49
dic-22	860	29 988	33,73

Fuente: registros del hotel y facturación eléctrica. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 27 muestra la energía que consume cada persona que se hospeda en el hotel, dependiendo del mes. El indicador varió mucho dependiendo de la cantidad de personas que se hospeden por mes.

Tabla 28. Indicador de consumo de energía por cada noche rentada por mes.

Fecha	Noches	Consumo (kWh)	kWh/noche
ene-22	1017	29 008	28,52
feb-22	888	27 907	32,67
mar-22	993	35 373	29,21
abr-22	870	30 111	33,34
may-22	551	25 337	52,65
jun-22	469	24 725	61,85
jul-22	754	29 131	38,47
ago-22	698	23 623	41,56
sep-22	319	20 073	90,93
oct-22	325	19 706	89,26
nov-22	702	29 009	41,32
dic-22	866	29 988	33,50

Fuente: registros del hotel y facturación eléctrica. Elaboración Microsoft Excel.

Ambos indicadores son muy parecidos, la relación entre personas hospedadas y noche rentada es muy similar. Los indicadores varían dependiendo del mes, cuantas más personas se hospedan en el hotel y más noches renten, menos es el costo por persona y por noche.

5.1.3 Indicador kg Gas LP por persona y por noche rentada

El consumo de gas LP es otro factor que interesa a la gerencia, con este se ve cuánto se gasta de GAS con respecto a las personas hospedadas y al número de noches rentadas.

$$kg \text{ Gas LP por persona} = \frac{\text{Consumo Gas LP mensual (kWh)}}{\text{Cantidad de personas hospedadas por mes}}$$

$$kg \text{ Gas LP por noche rentada} = \frac{\text{Consumo Gas LP mensual (kWh)}}{\text{Cantidad de noches rentadas por mes}}$$

Tabla 29. Consumo de gas en kilogramos por cada persona hospedada por mes.

Fecha	Personas	Consumo Gas (kg)	kg gas/persona
ene-22	984	3 571,8	3,63
feb-22	888	3 295,5	3,71
mar-22	918	4 511,1	4,91
abr-22	828	3 788,7	4,58
may-22	497	4 391,5	8,84
jun-22	458	3 308,6	7,22
jul-22	775	3 551,3	4,58
ago-22	639	3 904,5	6,11
sep-22	309	3 190,8	10,33
oct-22	328	2 965,2	9,04
nov-22	624	4 378,8	7,02
dic-22	860	4 011,8	4,66

Fuente: registros del hotel y facturación de gas LP. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 29 muestra el indicador de consumo de gas LP por cada persona hospedada en el hotel dependiendo del mes. En temporada baja, el indicador es mayor, debido a que la cantidad de personas que se hospedan es menor que en temporada alta.

Tabla 30. Indicador de consumo de gas LP en kilogramos por cada noche rentada por mes.

Fecha	Noches	Consumo Gas (kg)	kg gas/noche
ene-22	1 017	3 571,8	3,51
feb-22	888	3 295,5	3,71
mar-22	993	4 511,1	4,54
abr-22	870	3 788,7	4,35
may-22	551	4 391,5	7,97
jun-22	469	3 308,6	7,05
jul-22	754	3 551,3	4,71
ago-22	698	3 904,5	5,59
sep-22	319	3 190,8	10,00
oct-22	325	2 965,2	9,12
nov-22	702	4 378,8	6,24
dic-22	866	4 011,8	4,63

Fuente: registros del hotel y facturación de gas LP. Elaboración Microsoft Excel.

Los indicadores de consumo de gas LP siguen un patrón mensual consistente: en temporada alta, los indicadores son bajos, pero en temporada baja, experimentan un aumento significativo, y el consumo por persona y por noche alquilada se eleva considerablemente.

5.1.4 Indicador costo de energías mensuales por persona hospedadas y noches rentadas.

Los indicadores de los puntos 4.1.2 y 4.1.3 son en unidades de consumo, sin embargo, para el hotel es más útil saber cuál es el valor de estos consumos.

$$\text{Costo por Persona Hospedada} = \frac{\text{Factura Electricidad} + \text{Factura de Gas LP}}{\text{Cantidad de personas hospedadas por mes}}$$

$$\text{Costo por noche rentada} = \frac{\text{Factura Electricidad} + \text{Factura de Gas LP}}{\text{Cantidad de noches rentadas por mes}}$$

Tabla 31. Indicador costo por pago de energías por persona hospedada por mes.

Fecha	Personas	Facturación por electricidad (colones)	Facturación por Gas LP (colones)	Costo por energías/ persona
ene-22	984	¢ 2 703 685,00	¢ 572 876,00	¢ 3 329,84
feb-22	888	¢ 2 766 075,00	¢ 516 322,09	¢ 3 696,39
mar-22	918	¢ 3 258 800,00	¢ 693 054,39	¢ 4 304,85
abr-22	828	¢ 2 968 715,00	¢ 570 460,16	¢ 4 274,37

may-22	497	₡ 2 580 790,00	₡ 648 005,13	₡ 6 496 57
jun-22	458	₡ 2 493 000,00	₡ 478 029,19	₡ 6 486,96
jul-22	775	₡ 2 639 525,00	₡ 503 410,00	₡ 4 055,40
ago-22	639	₡ 2 529 375,00	₡ 543 359,44	₡ 4 808,66
sep-22	309	₡ 1 877 420,00	₡ 435 259,26	₡ 7 484,40
oct-22	328	₡ 1 714 665,00	₡ 396 212,83	₡ 6 435,60
nov-22	624	₡ 2 366 950,00	₡ 571 745,23	₡ 4 709,45
dic-22	860	₡ 2 576 765,00	₡ 511 758,33	₡ 3 591,31

Fuente: facturas eléctricas, facturas gas LP y registros hotel. Elaboración Microsoft Excel.

La tabla 31 ilustra cómo varió el costo por persona hospedada en el hotel en términos de consumo de energía por mes. Los costos fluctúan en función del mes, siendo enero el más económico con un indicador de ₡3 329 colones por persona, mientras que septiembre es el mes más costoso con un indicador de ₡7 484 colones por persona hospedada.

Tabla 32. Indicador costo por pago de energías por noche rentada por mes.

Fecha	Noches	Facturación por electricidad (colones)	Facturación por Gas LP (colones)	Costo por energías/noche rentada
ene-22	1017	₡ 2 703 685,00	₡ 572 876,00	₡ 3 221,79
feb-22	888	₡ 2 766 075,00	₡ 516 322,09	₡ 3 696,39
mar-22	993	₡ 3 258 800,00	₡ 693 054,39	₡ 3 979,71
abr-22	870	₡ 2 968 715,00	₡ 570 460,16	₡ 4 068,02
may-22	551	₡ 2 580 790,00	₡ 648 005,13	₡ 5 859,88
jun-22	469	₡ 2 493 000,00	₡ 478 029,19	₡ 6 334,82
jul-22	754	₡ 2 639 525,00	₡ 503 410,00	₡ 4 168,35
ago-22	698	₡ 2 529 375,00	₡ 543 359,44	₡ 4 402,20
sep-22	319	₡ 1 877 420,00	₡ 435 259,26	₡ 7 249,78
oct-22	325	₡ 1 714 665,00	₡ 396 212,83	₡ 6 495,01
nov-22	702	₡ 2 366 950,00	₡ 571 745,23	₡ 4 186,18
dic-22	866	₡ 2 576 765,00	₡ 511 758,33	₡ 3 566,42

Fuente: facturas eléctricas, facturas gas LP y registros hotel. Elaboración Microsoft Excel.

En la tabla 32, se muestra el indicador del costo por noche rentada, que se calcula sumando los costos de las facturas de electricidad y gas LP, y luego se divide por el total de noches rentadas en cada mes. Este costo varía en función del mes, principalmente, debido a la temporada y la cantidad de noches alquiladas. El mes más económico para el hotel es enero, con un costo de

€3,221 colones por cada noche rentada; mientras que el más costoso es septiembre, con un costo de €7 249 colones por cada noche rentada.

Como dato extra, para el 2022, el costo promedio por persona hospedada es de €4 972,82 y el costo promedio por noche rentada sin importar la cantidad de personas en la habitación es de €4 769,05. El detalle del costo por cada energía se puede ver en el apéndice 4.

5.2 Línea base energética

La línea base energética sirve como fundamento para comparar el desempeño energético del hotel desde que se realiza el estudio, a fin de certificarlo en la norma ISO 50001, un requisito es la mejora constante y demostrable del compromiso de mejorar el desempeño energético.

Para la construcción de la línea base energética, es necesario definir varios factores:

El periodo de estudio: este es un periodo de tiempo delimitado donde se estudian los factores de interés. El periodo definido para la línea base energética es todo el 2022.

El consumo energético: dentro del periodo de estudio, se debe tener documentación del consumo de la energía. Para este caso, se limita a la energía eléctrica.

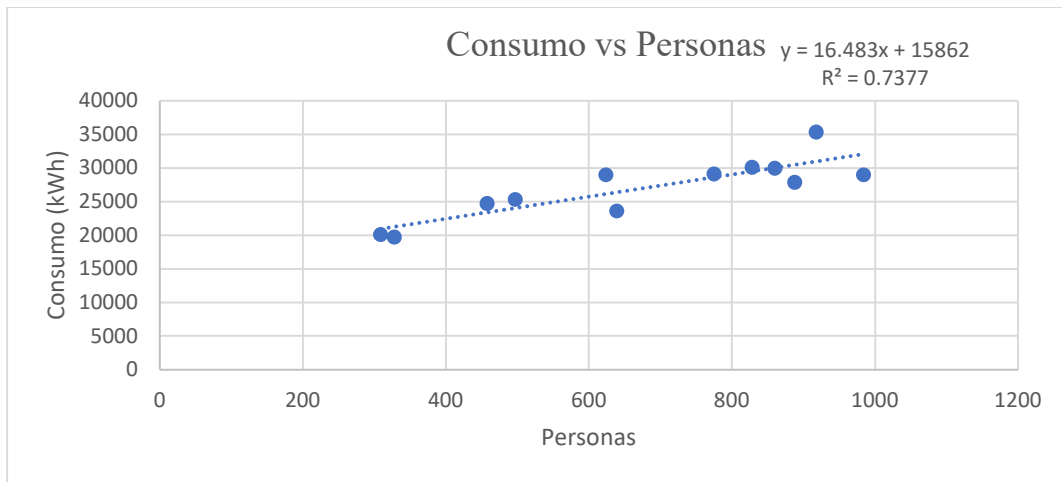
Variables significativas: el consumo de energía dependiendo del proceso productivo del negocio tiene variables con impactos significativos, para el hotel las variables que más influyen en el consumo energético son la cantidad de personas que ingresan, las noches rentadas y la temperatura de lugar.

Puede haber una o varias líneas base energéticas, por tipo de energías o por variables significativas, en este estudio, se busca cuál es la que mejor refleja y proyecta el consumo del hotel.

5.2.1 Consumo energético eléctrico por persona (kWh/persona). Regresión lineal simple

Esta línea base relaciona el consumo con la cantidad de personas que se hospedan en el hotel por mes. Dividiendo el consumo de energía mensual por el número de personas hospedadas en el mismo mes.

Figura 13. Línea base de consumo energético por persona.



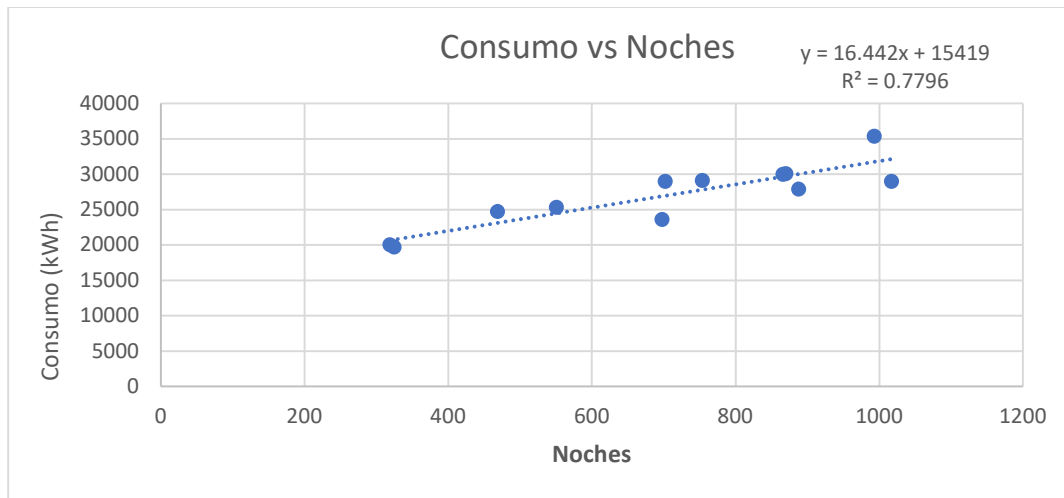
Fuente: Facturas de consumo eléctrico y registros del hotel. Elaboración Microsoft Excel.

Esta línea base tiene un coeficiente de correlación R^2 de 0,7377, y una ecuación que describe la línea $Y=16,483x+15\ 862$. Según esta línea base energética, el hotel consume 15 862 kWh por mes para mantener los consumos regulares de las instalaciones y servicios, y por cada persona que se hospeda en el mes se le suman 16,483 kWh al consumo energético.

5.2.2 Consumo energético eléctrico por noche rentada (kWh/noche). Regresión Lineal Simple

Esta línea base relaciona el consumo con la cantidad de noches rentadas en el hotel por mes. Dividiendo el consumo de energía mensual por el número noches rentadas en el mismo mes.

Figura 14. Línea base de consumo energético por noches rentadas.



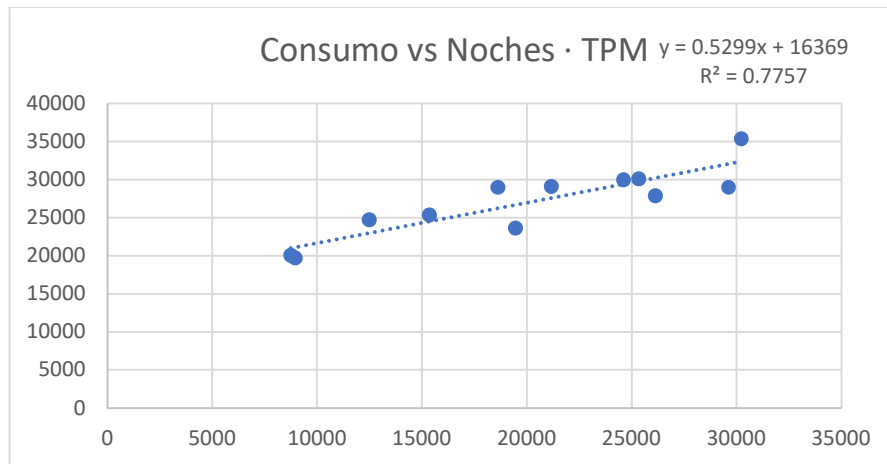
Fuente: Facturas de consumo eléctrico y registros del hotel. Elaboración Microsoft Excel.

Esta línea base tiene un coeficiente de correlación R^2 de 0,7796, y una ecuación que describe la línea $Y = 16,442x + 15\,419$. Según esta línea base energética, el hotel consume 15 419 kWh por mes para mantener los consumos regulares de las instalaciones y servicios, y por cada noche rentada en el mes se le suman 16,442 kWh al consumo energético.

5.2.3 Consumo energético en función de las noches rentadas y la temperatura promedio mensual (TPM) Regresión Lineal Simple

Para calcular esta línea base, se requiere la variable "Noches \times Temperatura promedio mensual", que se obtiene multiplicando el número de noches alquiladas por la temperatura promedio mensual. El análisis de regresión lineal se lleva a cabo de manera sencilla utilizando esta nueva variable. La temperatura mensual se calculó tomando el promedio de las temperaturas diarias registradas durante el 2022, obtenidas de la página web [accuweather.com](https://www.accuweather.com). Los datos completos se encuentran disponibles en el apéndice 3.

Figura 15. Línea base de consumo energético por “Noches x Temperatura promedio mensual”.



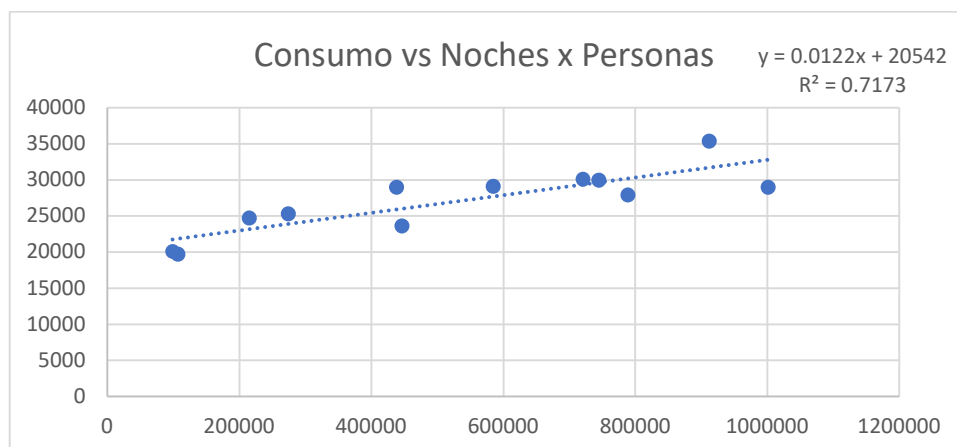
Fuente: información hotel y accuweather.com. Elaboración Microsoft Excel

El coeficiente de correlación cuadrado de esta línea base es $R^2 = 0,7757$, con una ecuación que describe los datos $y = 0,5299x + 16369$.

5.2.4 Consumo energético en función de las noches rentadas y la cantidad de personas que ingresaron al hotel. Regresión Lineal Simple

Para calcular esta línea base, se crea una nueva variable denominada “Personas × Noches”, que se obtiene multiplicando la cantidad de personas que ingresan al hotel por el número de noches rentadas. El análisis de regresión lineal se lleva a cabo de manera sencilla utilizando exclusivamente esta nueva variable.

Figura 16. Línea base de consumo energético por “Personas x Noches”.



Fuente: Facturas de consumo eléctrico y registros del hotel. Elaboración Microsoft Excel.

Por medio del análisis de regresión lineal simple, se obtiene una línea de tendencia con un $R^2 = 0,7173$ y una ecuación que describe la línea $y = 0,0122x + 20542$.

5.2.5 Consumo energético en función de las noches rentadas y la temperatura promedio mensual (TPM). Regresión Lineal Múltiple

Explorando la posibilidad de obtener una función que proyecte mejor el consumo de energía del hotel, se hace un análisis de regresión lineal múltiple que involucra las variables de noches rentadas por mes y la temperatura promedio mensual.

Con los datos de la cantidad de noches rentadas (X1) y la temperatura promedio mensual (X2), se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 33. Datos regresión lineal múltiple noches rentadas y temperatura promedio mensual.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,883403031
Coefficiente de determinación R^2	0,780400915
R^2 ajustado	0,731601118
Error típico	2330,941257
Observaciones	12

Tabla 34. Información de variables de regresión lineal múltiple noches rentadas y temperatura promedio mensual.

	Coeficientes
Intercepción	19556,07909
Noches	17,02731207
Temperatura promedio mes	-161,2982767

Esta línea base se describe por una ecuación $Y=19556,07 + 17,02 \cdot X1 - 161,29 \cdot X2$ y un R^2 ajustado de 0,7316.

5.2.6 Consumo energético en función de la cantidad de personas ingresadas y las noches rentadas. Regresión Lineal Múltiple

Explorando la posibilidad de obtener una función que proyecte mejor el consumo de energía del hotel, se hace un análisis de regresión línea múltiple que involucra las variables cantidad de personas por mes y noches rentadas por mes.

Con los datos de la cantidad de personas hospedadas en el hotel ($X1$) y las noches rentadas del hotel por mes ($X2$), se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 35. Datos regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas.

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,891153659
Coeficiente de determinación R^2	0,794154843
R^2 ajustado	0,748411475
Error típico	2256,765282
Observaciones	12

Tabla 36. Información de variables de regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas.

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción	15391,60265
Personas	-17,25151412
Noches	33,0297024

Esta línea base se describe por una ecuación $Y=15391,6 -17,25 \cdot X_1 +33,02 \cdot X_2$ y un R^2 ajustado de 0,7484.

5.2.7 Consumo energético en función de las noches rentadas, la cantidad de personas que se hospedan en el hotel y la temperatura promedio mensual. Regresión Lineal Múltiple

Explorando la posibilidad de obtener una función que proyecte mejor el consumo de energía del hotel, se hace un análisis de regresión línea múltiple con los datos de la cantidad de personas que se hospedaron en el hotel (X_1), la cantidad de noches rentadas por mes (X_2) y la temperatura promedio mensual (X_3), se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 37. Datos regresión lineal múltiple personas hospedadas y noches rentadas y temperatura promedio mensual.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,891204095
Coefficiente de determinación R^2	0,794244738
R^2 ajustado	0,717086515
Error típico	2393,138325
Observaciones	12

Tabla 38. Información de variables de regresión lineal múltiple personas hospedadas, noches rentadas y temperatura promedio mensual.

Coeficientes	
Intercepción	16838,53103
Personas	-17,04561995
Noches	33,0363457
Temperatura promedio mes	-56,39472746

Esta línea base se describe por una ecuación $Y=16838,5 - 17,04 \cdot X_1 + 33,03 \cdot X_2 - 56,39 \cdot X_3$ y un R^2 ajustado de 0,7170

5.3 Selección final línea base

Después de realizar el procedimiento de regresión lineal con todas las variables significativas que afectan el consumo de energía en el hotel, se crea la siguiente tabla para ver los resultados.

Tabla 39. Comparación de líneas base calculadas.

Función	Tipo de regresión	Coefficiente R^2
Personas hospedadas noches rentadas temperatura promedio mensual	Múltiple	0,717
Personas hospedadas noches rentadas	Simple	0,7173
Noches rentadas Temperatura promedio mensual	múltiple	0,7316
Personas hospedadas	Simple	0,7377
Personas hospedadas noches rentadas	Múltiple	0,7484
Noches rentadas Temperatura promedio mensual	Simple	0,7757
Noches rentadas	Simple	0,7796

La línea base energética que mejor proyecta el consumo energético es con la variable de noches rentadas, en regresión lineal simple, se obtiene un coeficiente $R^2=0,7796$. Por lo tanto, esta es la línea base energética seleccionada para que el hotel siga trabajando y comparando su desempeño energético.

Capítulo 6. Sistema de monitoreo en tiempo Real

En este capítulo, se selecciona el dispositivo para la medición de energía eléctrica con capacidad para mostrar los datos en tiempo real. Se detallan los criterios para su selección, se documenta su instalación y la toma de datos del sistema en un periodo de tiempo establecido.

6.1 Consideraciones del sistema

La instalación de un sistema de monitoreo en tiempo real como sistema piloto en el hotel Villas Lirio cumplirá una función importante para la gerencia y el estudio de prefactibilidad; al estudio ayuda como herramienta de medición para la creación del balance de energía eléctrica del hotel. Además, para la gerencia es una herramienta de exploración, dándoles un ejemplo de cómo un sistema de medición puede ayudarlos a tomar decisiones con criterio técnico, cómo visualizar los gastos del hotel, ver oportunidades de mejora y oportunidades de crecimiento como negocio.

6.2 Consideraciones del sistema de medición en tiempo real

El hotel no cuenta con equipos que requieran sistemas especializados para medir su consumo eléctrico; todos los equipos pueden categorizarse como de bajo consumo, no hay equipos que lleguen a consumir 50A, por lo que no es necesario considerar sistemas de medición de energía industriales como PLC, sistemas SCADA u otros para aplicaciones industriales.

Para términos de la certificación en la norma ISO 50001, el sistema de medición en tiempo real tiene que cumplir con los siguientes criterios:

- Medición precisa y confiable.
- Frecuencia de muestreo.
- Comunicación de datos en tiempo real.
- Almacenamiento de datos.
- Análisis y visualización.

- Alarmas y notificaciones.
- Integración con el sistema de gestión de la energía.

6.3 Sistema de monitoreo energético Emporia Vue GEN 2

Este dispositivo cuenta con una unidad central de control, medidores de corriente tipo dona y entrada de alimentación para circuitos de hasta tres líneas (trifásicos). Los rangos de precio son baratos considerando que se puede medir hasta 16 circuitos con un dispositivo. La instalación del medidor no requiere apagar ninguna línea ni intervenir con los servicios del hotel, además, la interfaz para el usuario es muy amigable, integra el consumo eléctrico de todo el panel con el consumo individual de cada circuito, lo que ayuda al entendimiento de los consumos más significativos por tablero. Su limitación principal es que requiere tener buen espacio en el tablero eléctrico o colocar una caja eléctrica adicional para poder almacenarlo.

Figura 17. Emporia Vue Gen 2



Fuente Emporia, Amazon.com

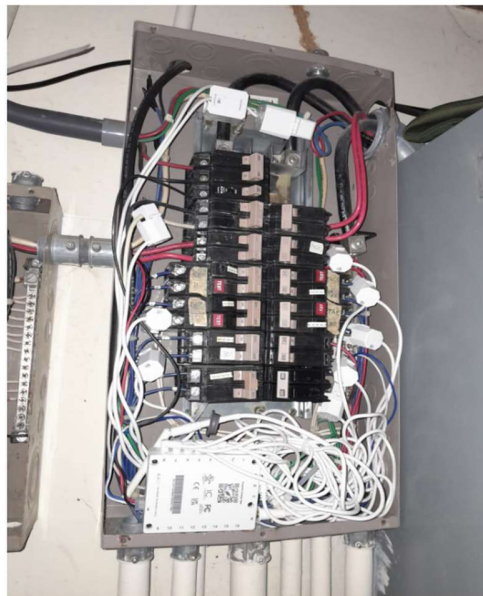
El costo de inversión para este equipo se limita únicamente a su adquisición, ya que su instalación no demanda la contratación de personal adicional ni pagos por servicios profesionales de ingeniería. El medidor se adquirió a través del sitio de ventas Amazon.com en los Estados

Unidos y se importó al país utilizando un servicio de *courier*, lo que resultó en un costo total por equipo de USD 168,7. Al tipo de cambio aplicado en la fecha de la transacción, esto se traduce en 93 291 colones. Para tener un sistema de medición de equipos robusto, se le recomienda al hotel contar con cinco dispositivos, lo que representa una inversión total de 466 455 colones.

6.4 Instalación del equipo de medición de energía eléctrica en tiempo real

El equipo de medición Emporia Vue Gen 2 fue usado en varios tableros para la toma de mediciones del balance de energía, de este uso, se pudo ver que el equipo es sencillo de instalar, con poco impacto en los servicios eléctricos del hotel. El procedimiento para su instalación está claro en la guía de usuario que trae el dispositivo y también la aplicación móvil da una guía paso a paso para instalarlo y hacer la configuración con la aplicación y la red wifi.

Figura 18. Instalación del equipo de medición Emporia Vue Gen 2



Fuente: propia.

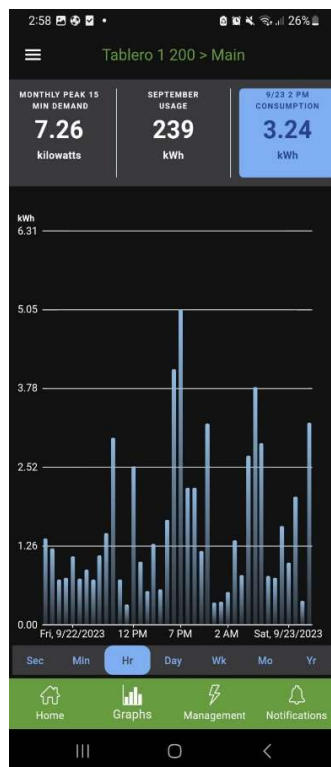
Como el sistema requiere estar conectado de manera constante, es necesario que el tablero cuente con espacio suficiente para almacenar el *hardware* y los cables. Una opción para hacer una

instalación más estética y evitar la acumulación de objetos dentro del tablero es colocar una caja eléctrica pequeña junto al tablero, donde se coloque el *hardware* y con ductos pasar los cables a medir los circuitos.

6.5 Funcionamiento del sistema de monitoreo en tiempo real

Cuando el *hardware* del sistema está instalado y sincronizado con la aplicación y la red wifi, la aplicación móvil muestra los datos con actualizaciones cada segundo, los cuales se pueden visualizar en distintos intervalos de tiempo y unidades de medición. También es posible exportar las mediciones a una hoja de Excel para procesar los datos dependiendo de la necesidad del usuario.

Figura 19. Display de datos aplicación Emporia móvil.



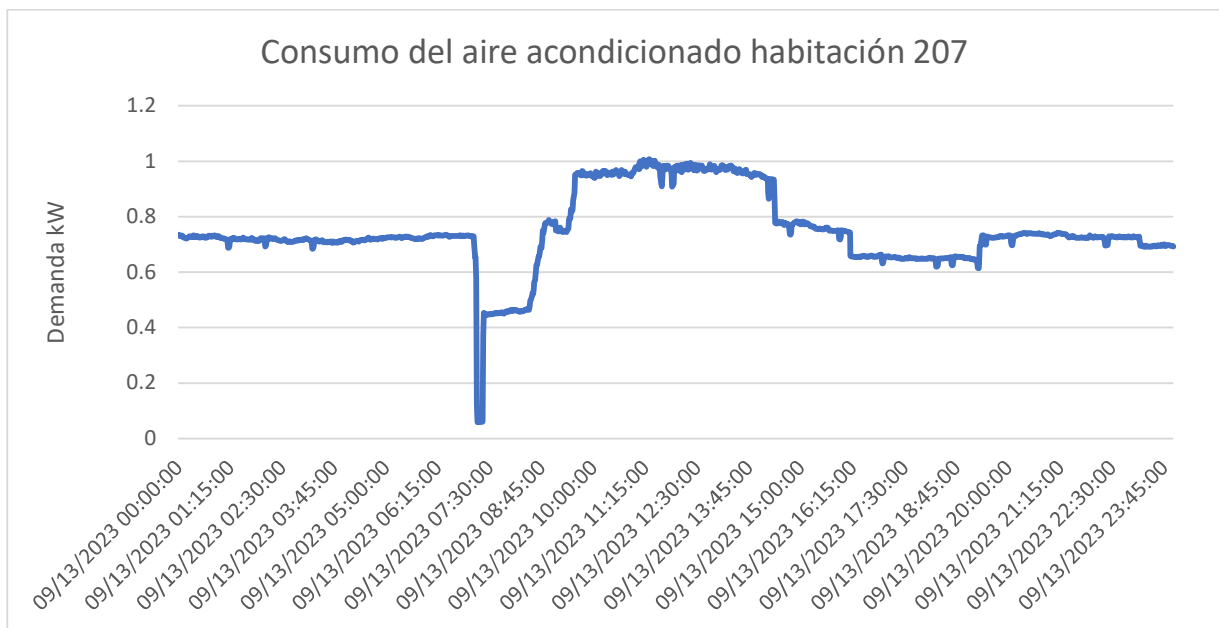
Fuente: propia.

Para realizar el balance energético, se llevaron a cabo mediciones en varios circuitos de interés, los datos se exportaron a una hoja de Excel y se procesaron para su análisis.

6.5.1 Mediciones en aires acondicionados con datos cada minuto

Se instaló un equipo de medición en tiempo real en cuatro aires acondicionados del bloque de habitaciones 200. Los datos recopilados por este equipo se encuentran detallados en el apéndice 5, donde se presentan parte del registro de datos tomado cada minuto para el aire acondicionado de la habitación 207.

Figura 20. Gráfico de consumo aire acondicionado habitación 207.



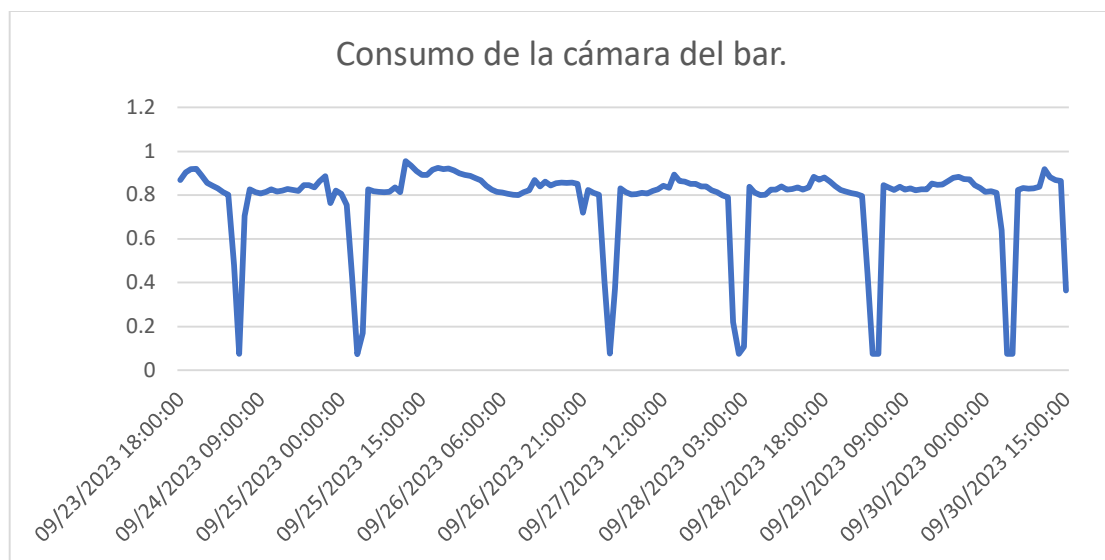
Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La figura 26 muestra el consumo del aire acondicionado de la habitación 207 a lo largo de un día, con mediciones tomadas cada minuto. Estos gráficos son valiosos para comprender los patrones de funcionamiento de los equipos de refrigeración, especialmente, cuando se pueden relacionar con la temperatura ambiente y la época del año. Además, son útiles para evaluar el estado del equipo, ya que muchas veces las fallas pueden detectarse a través del comportamiento del consumo eléctrico.

6.5.2 Mediciones en cámara de refrigeración con datos de consumo por hora

Como muestra de la capacidad del sistema de medición Emporia Vue Gen 2, se presenta una porción de los datos recopilados durante el monitoreo de la cámara de bebidas del bar. Estos datos muestran el consumo del equipo en intervalos de una hora a lo largo de una semana. Se puede consultar la tabla correspondiente en el anexo 6 para ver el extracto. La totalidad de los datos se puede ver en el siguiente gráfico.

Figura 21. Gráfico de mediciones de consumo con datos por hora, cámara del bar.



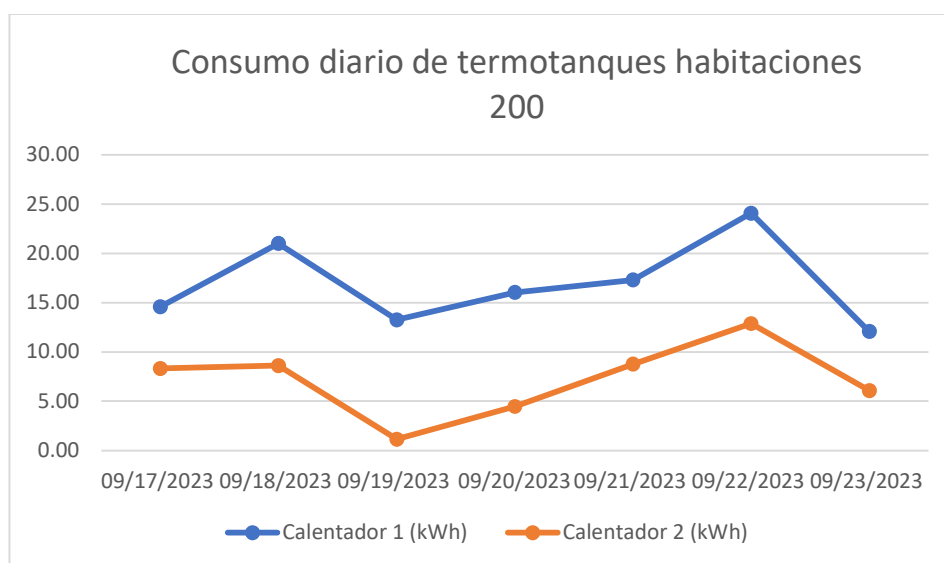
Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La figura 27 es un gráfico que se generó utilizando los datos proporcionados por el equipo de medición Emporia Vue Gen 2. En este, se presenta el consumo de la cámara del bar a lo largo de varios días. Este tipo de gráficos permite observar el comportamiento del equipo en períodos más extensos con un detalle por hora. Como ejemplo, se puede notar que la cámara reduce su consumo al mínimo durante las primeras horas de la madrugada, cuando ha estado cerrada durante varias horas y es probable que el compresor del equipo deje de funcionar por breves intervalos de tiempo. En contraste, durante el horario de funcionamiento del bar, el consumo se mantiene constante alrededor de 0,8 kWh.

6.5.3 Mediciones en termotanques con datos de consumo por días

El registro de consumo por días resulta de gran utilidad para evaluar el funcionamiento de equipos a lo largo de extensos períodos como semanas o meses. La tabla 15, en el capítulo 3 punto 9, presenta el consumo de los termotanques de 9 kW ubicados en el bloque de habitaciones 200. Estos datos permiten crear gráficos que representan los consumos diarios de ambos equipos y llevar a cabo un análisis detallado de estos.

Figura 22. Consumo diario de los termotanques de 9 kW.



Fuente: propia. Elaboración Microsoft Excel.

La figura 28 es un gráfico que se creó utilizando los datos de consumo diario de los termotanques de 9 kW ubicados en el bloque de habitaciones 200. En este tipo de gráficos, es posible observar cómo dos equipos idénticos consumen cantidades diferentes de energía. Esto se debe a diversos factores, como la configuración de funcionamiento o el número de habitaciones que cada uno abastece.

6.6 Equipos a medir para la mejora constante.

Con los resultados obtenidos en el balance energético, se sabe que los equipos críticos o de mayor consumo energético del hotel son los aires acondicionados, las cámaras de refrigeración y

congelación de alimentos, así como los termotanques y calentadores de agua, por lo tanto, la recomendación de equipos para monitorear es:

- Aires acondicionados
- Termotanques
- Cámaras de refrigeración

En cada uno de estos equipos, hay oportunidades de mejora, y monitorear el consumo de energía de dichos sistemas da información para validar que los cambios o las mejoras que se llegue a implementar son efectivas.

6.7 Oportunidades de mejora energética.

El sistema de monitoreo en tiempo real es una herramienta que le permite a la gerencia generar la documentación y la evidencia de su compromiso con la mejora constante en términos energéticos. Comparar los datos obtenidos con la línea base de energía y los indicadores energéticos es vital para obtener y mantener la certificación ISO 50001 del negocio.

La norma ISO 50001 requiere el compromiso del negocio para mejorar el desempeño energético, cada pequeño cambio cuenta y se ve reflejado en las facturas de energía del hotel.

A continuación, se propondrán acciones para los sistemas donde hay oportunidad de mejora energética, pero es responsabilidad del negocio Hotel Villa Lirio, gestionar, cotizar y realizar los cambios propuestos para mejorar su desempeño energético.

La priorización de las acciones debe ser:

1. Cambios relacionados a conductas y cultura de trabajo del personal y huéspedes.
2. Ajustes a equipos existentes sin necesidad de inversión.
3. Cambios o mejoras relacionados a equipos críticos.

6.7.1 Oportunidad de mejora bombas de piscinas

Las bombas del sistema de filtrado de piscinas operan de manera constante, con un ciclo diario de 12 o 13 horas, y existe la posibilidad de que funcionen de forma continua, debido a que actualmente un empleado es responsable de encender y apagar los equipos desde su interruptor de potencia. No se dispone de un sistema de control automatizado para las bombas.

Recomendación: se sugiere implementar un sistema de control automatizado para las bombas, utilizando temporizadores que permitan encenderlas y apagarlas de manera automática en horarios programados. Es importante programar las horas de funcionamiento de las bombas de manera que no coincidan con los períodos punta de facturación eléctrica, lo que ayudaría a optimizar los costos de electricidad.

6.7.2 Oportunidad de mejora bombas de suministro de agua

Si bien las bombas de suministro de agua no representan un sistema prioritario o crítico en términos energéticos, aún existen oportunidades de mejora para reducir su consumo.

Recomendación: implementar campañas de concientización dirigidas a los huéspedes del hotel. Esto podría incluir la creación de carteles informativos que sugieran tiempos recomendados para la duración de las duchas y promover la importancia de mantener los grifos cerrados cuando no se esté utilizando el agua. Estas medidas pueden contribuir a un uso más eficiente del agua y, en última instancia, ahorros energéticos adicionales.

6.7.3 Oportunidad de mejora calentadores de agua.

Los calentadores de agua son dispositivos que consumen considerables cantidades de energía y su uso está directamente relacionado con la demanda de agua caliente por parte de los huéspedes, así como la temperatura a la que se desea calentar el agua.

Recomendación: dado que tanto los termotanques como los calentadores de agua instantáneos están equipados con termostatos que permiten ajustar la temperatura, es posible reducir ligeramente la temperatura a la que se calienta el agua. Este ajuste, que no requiere

inversión adicional, puede contribuir significativamente a la reducción del consumo de energía y, por ende, a una menor facturación de electricidad, al disminuir unos pocos grados la temperatura del agua caliente.

6.7.4 Oportunidad de mejora lavandería

El consumo de energía en la lavandería está directamente relacionado con la cantidad de prendas que se necesita lavar y esto, a su vez, depende de la cantidad de habitaciones ocupadas en el hotel en un día dado. Actualmente, el turno de lavandería comienza a las 3 p.m. y puede durar de 2 a 5 horas para completar el lavado total de las prendas.

Recomendación: se sugiere considerar un cambio en el horario de operación de la lavandería. Bajo el horario actual, si el lavado de prendas se extiende por más de 2 horas y 30 minutos, la energía consumida comienza a ser facturada en el período de tarifa punta. Por lo tanto, sería beneficioso que el horario de funcionamiento de la lavandería comience a las 12:30 p.m. para evitar costos adicionales asociados al período punta de facturación eléctrica.

6.7.5 Oportunidad de mejora iluminación.

El equipo de iluminación en el hotel es diverso y varía según las zonas y la estética del lugar, lo que conlleva la instalación de bombillas con diferentes potencias y temperaturas de color.

Recomendación: se sugiere reemplazar todas las bombillas incandescentes en el hotel, incluyendo las ubicadas en el salón de eventos, restaurante y habitaciones, por iluminación led más eficiente y sostenible. Este cambio no solo reducirá el consumo de energía, sino que también prolongará la vida útil de las bombillas y contribuirá al ahorro energético general del hotel.

6.7.6 Oportunidad de mejora aires acondicionados

Los aires acondicionados, como sistema, son el grupo de equipos que más consumen energía en todo el hotel y este está estrechamente vinculado a las preferencias y hábitos de climatización de los huéspedes.

Recomendación: se sugiere reemplazar todos los equipos que no sean aires acondicionados tipo Inverter. Actualmente, existen aires acondicionados Inverter con calificaciones SEER (Índice de Eficiencia Energética Estacional) bajas. Por lo que existe una oportunidad de ahorro al reemplazar estos equipos por otros con una mayor eficiencia energética, con calificaciones SEER de 19 o superiores.

Además, se recomienda implementar un sistema de control que limite el uso y el ajuste de los aires acondicionados por parte de los huéspedes. Este sistema podría evitar que los aires acondicionados permanezcan encendidos cuando no hay nadie dentro de la habitación y establecer una temperatura mínima de climatización no inferior a 19 grados Celsius. Dichas medidas contribuirían a una gestión más eficiente de la energía y a la reducción del consumo eléctrico del hotel.

Capítulo 7. Cuadro de mando integral

El capítulo desarrolla el cuadro de mando integral que cumple el objetivo específico 4 del trabajo. El CMI o cuadro de mando integral es un sistema de gestión y medición del desempeño empresarial que se utiliza para traducir la estrategia, en este caso energética, en metas y objetivos específicos.

En cuanto a las consideraciones, se utiliza un cuadro de mando integral para comparar el desempeño actual del hotel con su propio historial. Cada índice o valor calculado se compara con el mismo índice o valor del hotel en períodos anteriores. El criterio principal de evaluación se basa en determinar si el hotel está logrando mejoras en estos aspectos con el tiempo. Este enfoque permite una evaluación continua y la identificación de áreas de mejora dentro de la gestión energética del hotel.

Para la comparación de los índices que se valoran en términos porcentuales, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{\text{Indicador Pasado} - \text{Indicador nuevo}}{\text{Indicador pasado}} \times 100$$

7.1 Perspectiva financiera

Pago por facturación eléctrica: la facturación por energía eléctrica representa el gasto más significativo en términos de costos energéticos para el negocio hotelero. Por lo que reducir este gasto es fundamental para mejorar la rentabilidad del hotel. Aunque el consumo de energía es esencial para brindar los servicios a los huéspedes, es crucial mantener un monitoreo constante y buscar formas de mejora continua en este aspecto.

Para calcular este indicador, es necesario hacer la suma de las facturas eléctricas del hotel cada semestre y comparar ese total con el total del mismo semestre del año anterior.

Además, a fin de evaluar el desempeño de este indicador, se establece un criterio que considera un aumento del costo de un 3% o más como un resultado bajo, un rango entre $\pm 3\%$ como un desempeño normal y una reducción del costo de más del 3% como un logro alto. Estos criterios permiten evaluar adecuadamente si las medidas implementadas están teniendo un impacto positivo en la eficiencia energética del hotel.

Inversión energética: para lograr mejoras significativas en el desempeño energético, es esencial realizar inversiones que permitan mejorar procesos, capacitar al personal y actualizar equipos. El hotel debe comprometerse a mejorar de manera sistemática su eficiencia energética, tomando en consideración las recomendaciones presentadas en el capítulo 5.

Este indicador se basa en el monto de inversión realizado de forma semestral en estos aspectos. Se considera una baja inversión cuando el monto es inferior a $\text{C}\$300\,000$, una inversión de nivel medio cuando se encuentra entre $\text{C}\$300\,000$ y $\text{C}\$500\,000$, y una inversión alta cuando supera los $\text{C}\$500\,000$. Es importante destacar que una inversión más alta puede traducirse en mejoras más significativas, ya que existen oportunidades de ahorro que requieren una inversión inicial para obtener beneficios a largo plazo.

7.2 Perspectiva del cliente

Costo electricidad por cada noche rentada: el monto de facturación en función de la cantidad de noches rentadas es un indicador significativo para la perspectiva del cliente, ya que la cantidad de noches rentadas se ha identificado como el factor que mejor describe el consumo de energía en el hotel y, por lo tanto, está directamente relacionada con el costo de la factura de electricidad.

Cuando el hotel implementa acciones para reducir su consumo energético, se espera que estos cambios se reflejen en dicho indicador. Aunque el indicador se evalúa utilizando datos

mensuales, para el cuadro de mando integral, es apropiado calcular el promedio semestral y luego compararlo con el mismo período del año anterior.

Para evaluar el desempeño de este indicador, se establece un criterio que considera un aumento del costo de un 3% o más como un resultado bajo, un rango entre $\pm 3\%$ como un desempeño normal y una reducción del costo de más del 3% como un logro alto. Estos criterios permiten evaluar adecuadamente si las medidas implementadas están teniendo un impacto positivo en la eficiencia energética del hotel.

Consumo de gas por personas hospedada: el consumo de gas es otro factor de gran importancia para los clientes, ya que, a medida que aumenta el número de huéspedes en el hotel, se incrementa la cantidad de alimentos preparados en el desayuno y la cantidad de prendas lavadas. Esto, a su vez, se traduce en un aumento en el consumo de gas y, por lo tanto, en mayores costos para los platillos del restaurante.

Para calcular este indicador, es necesario determinar el consumo semestral de gas y dividirlo entre el número total de personas que se hospedaron en el hotel durante ese mismo semestre. Luego, este valor se compara con el cálculo del mismo período del año anterior.

La evaluación del desempeño de este indicador se basa en un criterio que considera un aumento del costo de un 3% o más como un resultado bajo, un rango entre $\pm 3\%$ como un desempeño normal y una reducción del costo de más del 3% como un logro alto. Estos criterios permiten evaluar de manera efectiva si las medidas implementadas están teniendo un impacto positivo en la eficiencia del consumo de gas.

7.3 Perspectiva de procesos

Como se mencionó en la descripción del problema inicial, el hotel carecía de datos e indicadores para evaluar su desempeño energético. Por lo que la perspectiva del proceso le ayudará a mantenerse actualizado y consciente de su rendimiento en términos energéticos.

Indicador de consumo de energía por metro cuadrado por año (kWh/m² año): este indicador es ampliamente utilizado en el sector hotelero como una métrica fundamental para evaluar el desempeño energético de un negocio. Para su cálculo, se debe seguir el procedimiento detallado en el Capítulo 5, sección 1.1, y se realiza de forma anual. Como se concluyó en dicho punto, en comparación con la literatura consultada, el indicador del hotel es excelente, ya que el consumo es considerablemente inferior a lo esperado. Sin embargo, es importante destacar que la mejora del hotel se evalúa en relación con su propio desempeño anterior.

El indicador se considera alto, si hay una reducción del 1% en comparación con el año anterior; se califica como normal si la mejora está entre 0% y 1%, y se considera bajo, si no hay mejora y el indicador aumenta en cualquier porcentaje.

Número de acciones realizadas para mejorar el desempeño: este indicador es esencial para evaluar el compromiso del hotel con la mejora continua de su desempeño energético, especialmente en el contexto de la norma ISO 50001. Esta norma exige que la organización demuestre su compromiso con la mejora, sin especificar un porcentaje de mejora definido, pero enfatiza la importancia de un enfoque constante en la eficiencia energética.

El cálculo de este indicador implica documentar los cambios implementados en el negocio para mejorar su desempeño energético, que pueden incluir ajustes en equipos, reemplazo de equipos por versiones de mayor eficiencia o cualquier medida que conduzca a la reducción del consumo de energía eléctrica o de gas. El hotel puede basarse en las recomendaciones proporcionadas en el Capítulo 5 como guía para llevar a cabo estas mejoras de manera sistemática en sus sistemas y equipos.

La evaluación de este indicador se realiza de forma semestral. Se considera alto si se implementan tres o más mejoras; normal si se realizan una o dos mejoras, y bajo si no se implementa ninguna mejora en los sistemas y equipos del hotel.

7.4 Perspectiva formación o crecimiento

Cantidad de personal capacitado en energía: es fundamental que el hotel invierta en la capacitación de su personal y promueva el conocimiento en temas de gestión energética. La formación del personal es clave para mejorar el modelo de gestión de energías del hotel, ya que un personal informado y consciente puede contribuir significativamente a la eficiencia energética de la organización.

El indicador propuesto, que considera la cantidad de personal capacitado en temas de gestión energética, es una manera efectiva de medir el progreso en esta área. Si el hotel logra que un porcentaje significativo de su personal esté capacitado en energía, esto indicaría un compromiso genuino con la mejora del desempeño energético.

La evaluación de este indicador se realiza de manera anual y se considera alto si se logra capacitar al menos al 70% del personal durante ese período. Esto reflejaría un enfoque sólido en la formación en energía. Si la capacitación alcanza entre el 40% y el 70% del personal, se consideraría normal, y si la capacitación es inferior al 40%, se clasificaría como bajo, lo que sugeriría la necesidad de intensificar los esfuerzos de formación.

Cantidad de medidores: la cantidad de medidores es un indicador importante para la gestión de la energía, ya que permite una medición más detallada y precisa del consumo de energía en diferentes áreas o circuitos del hotel. Cuantos más medidores tenga el hotel, más información en tiempo real estará disponible para monitorear y analizar el consumo energético.

La propuesta de tener al menos cinco medidores al final de un año desde el inicio de la implementación del modelo de gestión de energía es una recomendación valiosa. Esto permitiría

una supervisión adecuada de las áreas críticas de consumo y facilitaría la identificación de áreas donde se pueden implementar mejoras para reducir el consumo de energía.

Un indicador alto en este contexto, que significa tener más de cinco medidores, indicaría una inversión considerable en infraestructura de medición y un compromiso firme con la gestión de la energía. Un indicador normal, que significa tener de dos a cuatro medidores, aún proporcionaría un nivel razonable de detalle en la medición. Sin embargo, contar con solo un medidor al final de un año se consideraría insuficiente para una gestión efectiva de la energía y se clasificaría como bajo.

Tabla 40. Cuadro de mando integral

Perspectiva	Meta estratégica	Indicador		Periodo de medición	Fuente de información	Responsable	Formula	Unidades	Rango		
		Nombre	Descripción						Alto	Medio	Bajo
Financiero	Reducir el costo por energía eléctrica con respecto al año anterior	Pago por facturación eléctrica	Dinero gastado en pago de facturas por electricidad	Semestral	Facturas de electricidad e historial de clientes hotel	Gerencia	Σ Facturas electricidad semestral	%	$\geq +3\%$	$< +3\%$ y $> -3\%$	$\leq -3\%$
	Cuantificar las inversiones hechas para mejoras energéticas	Inversión Energética	Dinero invertido en mejoras para el consumo de energía	Semestral	Recibos y de trabajos y cambios de equipos	Gerencia	Σ Recibos de inversión	Colones	$> \text{C}500000$	$< \text{C}500000$ y $> \text{C}300000$	$< \text{C}300000$
Cliente	Reducir el costo por la energía consumida por cada habitación rentada con respecto al año anterior	Costo electricidad por cada noche rentada	Cuánto le cuesta al hotel cada noche rentada por pago de electricidad	Semestral	Facturas de electricidad e historial de clientes hotel	Gerencia	$\frac{\Sigma \text{Facturas electricidad semestral}}{\Sigma \text{Noches rentadas semestral}}$	%	$\geq +3\%$	$< +3\%$ y $> -3\%$	$\leq -3\%$
	Reducir el consumo de gas por persona hospedada con respecto al año anterior	Consumo de gas por personas hospedada	Cuánto gas LP gasta el hotel por cada persona hospedada.	Semestral	Facturas de gas LP e historial de clientes hotel.	Gerencia	$\frac{\Sigma \text{Facturas gas LP semestral}}{\Sigma \text{Noches rentadas semestral}}$	%	$\geq +3\%$	$< +3\%$ y $> -3\%$	$\leq -3\%$
Proceso	Reducir consumo de energía por metro cuadrado de manera anual con respecto al año anterior	Consumo energía por metro cuadrado por año	Cuánta energía utiliza el hotel por cada metro cuadrado	Anual	Detalle de consumo eléctrico ICE y área del hotel en m2	Gerencia	$\frac{\Sigma \text{Facturas enelectricidad anual}}{\text{Metros cuadrados hotel}}$	%	$\geq 1\%$	$< 1\%$ y $> 0\%$	-
	Cuantificar el número de acciones realizadas para mejorar el desempeño energético	Número de acciones realiza para mejorar el desempeño	Acciones puntuales que realiza la gerencia para mejorar su desempeño energético	Semestral	Número de cambios o actividades para mejorar el desempeño	Gerencia	# de acciones para mejorar el desempeño energético	Unidades	≥ 3	< 3	-
Formación	Capacitación del personal en educación energética.	Cantidad de personal capacitado en energía	Cuántas personas se capacitan en educación energética	Anual	Hojas de asistencia y certificados de participación de capacitaciones	Gerencia	$\frac{\text{Personal capacitado}}{\text{Total personal hotel}}$	%	$\geq 70\%$	$< 70\%$ y $> 40\%$	$\leq 40\%$
	Cuantificar los sistemas de medición del hotel.	Cantidad de medidores	Cuántos sistemas de monitoreo de energía tiene el hotel	Anual	Sistemas de monitoreo instalados	Gerencia	# de sistemas de medición hotel	Unidades	≥ 5	< 5 y ≥ 2	=1

Capítulo 8. Análisis financiero

El análisis de la inversión necesaria para la certificación de la norma ISO 50001:2018 es un paso esencial para justificar el gasto en el proceso de la certificación. Aquí se evalúan los costos asociados con la implementación de un sistema de gestión de la energía y los costos directos de la certificación a través de INTECO y una firma de ingenieros. Además, se contrastan estos costos con los beneficios financieros esperados.

8.1 Inversión para certificación

El hotel requiere contratar un profesional que establezca un modelo de gestión de energía y brinde soporte para la creación de toda la documentación necesaria que permita llevar a cabo el proceso de certificación en conformidad con la norma ISO 50001. Los costos asociados a estos servicios profesionales variarán en función de la ubicación del negocio, la complejidad del proyecto y el tamaño del hotel.

Es necesario que el hotel invierta en sistemas de medición y monitoreo con el propósito de llevar a cabo un seguimiento constante de los usos significativos de energía en sus instalaciones. Los costos relacionados con la implementación de estos sistemas dependerán de la tecnología seleccionada, el número de puntos de medición requeridos y el nivel de automatización necesario.

El proceso de certificación por parte de INTECO es una etapa fundamental en la cual el personal de la institución realizará una auditoría exhaustiva, revisará la documentación generada y aprobará la certificación. Este proceso también implica un costo.

Tabla 41. Inversiones proceso certificación.

Cargo	Costo
Servicios profesionales y sistema monitoreo.	€ 5 989 000,00
Pago por certificación INTECO	€ 2 160 000,00
Total	€ 8 149 000,00

Fuente: BJB ingenieros. Elaboración propia.

La tabla 41 presenta la inversión directa necesaria para llevar a cabo el proceso de certificación. Para obtener esta información, se obtuvo una cotización de la empresa BJB Ingenieros, la cual se detalla en el anexo 2. Es importante señalar que la cotización no incluye el costo del proceso de certificación con INTECO, pero según la misma empresa, el pago a INTECO por este proceso se estima en aproximadamente USD 4 000 USD o €2 160 000,00, considerando un tipo de cambio de €540 por dólar.

En resumen, el total de la inversión requerida para llevar a cabo el proceso de certificación es de €8 149 000,00. Estos costos deben ser considerados como parte de la inversión necesaria para cumplir con los requisitos del proceso de certificación.

8.2 Beneficios financieros de la certificación

Obtener la certificación de la norma ISO 50001 conlleva diversos beneficios para el hotel.

Entre estos, se destacan:

Mejora de la imagen y la marca del hotel: la certificación demuestra el compromiso del hotel con la gestión energética y el cuidado del medioambiente, lo que puede atraer a más huéspedes interesados en opciones sostenibles.

Atracción de más huéspedes: la certificación puede ser un factor atractivo para un segmento de clientes que valora la sostenibilidad y la eficiencia energética. Esto puede traducirse en un aumento en la demanda de habitaciones.

Cambio de tarifa a TMT-b (media tensión tipo b): este cambio en la tarifa eléctrica puede generar ahorros significativos en los costos de energía, lo que beneficiará la rentabilidad del hotel.

Liderazgo y pionerismo en gestión de energía: al convertirse en los pioneros en la implementación de la certificación ISO 50001 en la zona de Manuel Antonio, el hotel demuestra su liderazgo y compromiso en la gestión eficiente de recursos y energía.

Destacar entre la competencia: en un destino turístico como Manuel Antonio, sobresalir entre la competencia es fundamental. La certificación proporciona al hotel una ventaja competitiva al mostrar su compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia energética.

Para aprovechar al máximo los beneficios de la certificación, la Gerencia y el Departamento de Mercadeo del hotel deben desarrollar estrategias que destaquen esta certificación en su comunicación y promoción. Esto puede incluir campañas de *marketing* enfocadas en la sostenibilidad y la eficiencia energética, así como la promoción de prácticas sostenibles en todas las áreas del hotel. La certificación ISO 50001 no solo es un logro en términos de gestión energética, sino también una herramienta poderosa para mejorar la imagen y atraer a más clientes comprometidos con la sostenibilidad.

8.2.1 Ahorro directo por cambio de tarifa a TMT-b

El cambio de tarifa es el beneficio financiero directo e inmediato que recibe el hotel tras certificarse. Con la información publicada por La Gaceta, es de conocimiento que la tarifa de media tensión tipo b (TMT-b) se aplica a empresas que cumplen cualquiera de las siguientes o ambas condiciones:

- 1- Para acceder a esta tarifa debieron consumir como mínimo 1 000 000 kWh/mes de energía y 2 000 kW/mes de potencia. (Gaceta, 2023)
- 2- Clientes que demuestren cumplir con la certificación ISO 50001- Sistema de Gestión Energética y que hayan realizado acciones de eficiencia energética (Gaceta, 2023).

Tabla 42. Ahorro con cambio de Tarifa a TMT-b

Año	Mes	Facturación tarifa actual	Facturación tarifa TMT-b	AHORRO	ROI
2022	1	₡ 2 703 685,00	₡ 2 163 994,44	₡ 539 690,56	₡ 7 609 309,44
2022	2	₡ 2 766 075,00	₡ 2 143 471,47	₡ 622 603,53	₡ 6 986 705,91
2022	3	₡ 3 258 800,00	₡ 2 614 053,96	₡ 644 746,04	₡ 6 341 959,87
2022	4	₡ 2 968 715,00	₡ 2 270 967,82	₡ 697 747,18	₡ 5 644 212,70
2022	5	₡ 2 580 790,00	₡ 1 922 107,15	₡ 658 682,85	₡ 4 985 529,85
2022	6	₡ 2 493 000,00	₡ 1 865 107,21	₡ 627 892,79	₡ 4 357 637,06
2022	7	₡ 2 639 525,00	₡ 2 147 107,74	₡ 492 417,26	₡ 3 865 219,79
2022	8	₡ 2 529 375,00	₡ 1 896 340,21	₡ 633 034,79	₡ 3 232 185,00
2022	9	₡ 1 877 420,00	₡ 1 519 972,22	₡ 357 447,78	₡ 2 874 737,22
2022	10	₡ 1 714 665,00	₡ 1 529 955,03	₡ 184 709,97	₡ 2 690 027,25
2022	11	₡ 2 366 950,00	₡ 2 530 931,01	-₡ 163 981,01	₡ 2 854 008,27
2022	12	₡ 2 576 765,00	₡ 2 335 362,67	₡ 241 402,33	₡ 2 612 605,93
2023	1	₡ 2 925 425,00	₡ 2 341 340,50	₡ 584 084,50	₡ 2 028 521,43
2023	2	₡ 3 072 350,00	₡ 2 333 530,74	₡ 738 819,26	₡ 1 289 702,17
2023	3	₡ 3 184 935,00	₡ 2 520 596,29	₡ 664 338,71	₡ 625 363,46
2023	4	₡ 3 335 450,00	₡ 2 423 587,60	₡ 911 862,40	-₡ 286 498,94
2023	5	₡ 2 986 590,00	₡ 2 078 031,97	₡ 908 558,03	-₡ 1 195 056,97
2023	6	₡ 2 928 805,00	₡ 2 160 826,05	₡ 767 978,95	-₡ 1 963 035,92
2023	7	₡ 3 229 670,00	₡ 2 270 951,47	₡ 958 718,53	-₡ 2 921 754,45

Fuente: histórico de facturas hotel y ICE. Elaboración propia.

La tabla 42 muestra una comparación entre las facturas actuales del hotel y lo que habría pagado por el mismo consumo de energía si hubiera estado bajo la tarifa TMT-b desde enero de 2022, asumiendo la misma inversión establecida en la tabla 41. Esta comparación ayuda a visualizar el impacto financiero positivo que tendría el cambio a la tarifa TMT-b en el hotel.

El hecho de que el hotel hubiera recuperado la inversión hecha para la certificación de la norma ISO 50001 en 16 meses es una excelente noticia. Esto significa que los ahorros en las

facturas de electricidad que el hotel obtendría al estar en la tarifa TMT-b serían significativamente mayores que la inversión realizada en la certificación en un período relativamente corto de tiempo.

Esta información respalda la idea de que la inversión en la certificación ISO 50001 y el cambio a la tarifa TMT-b son decisiones financieramente sólidas y estratégicas para el hotel, ya que no solo demuestran un compromiso con la eficiencia energética y la sostenibilidad, sino que también ofrecen un retorno positivo de la inversión en un período de tiempo relativamente corto.

Haciendo un análisis de la información disponible, se observa que el cambio de tarifa a la media tensión tipo B pudo generar un ahorro significativo para el hotel. Según la tabla 42, la facturación total del año 2022 fue de ¢ 30 475 765,00. Al cambiar a la nueva tarifa, se lograría un ahorro del 18% en comparación con la tarifa actual, lo que equivale a un monto de ¢ 5 536 394,07.

8.2.2 Cálculo de VAN y TIR

La tabla 43 permite la verificación y comparación de las facturas de los primeros 7 meses del 2022 y 2023. En dicha tabla, se observa un aumento del 11,6% en el gasto por facturación, es un dato relevante que refleja el incremento del pago por facturación eléctrica.

Usando el 11,6% como proyección de gastos del hotel en facturación de consumo energético y considerando el ahorro anual del 18% correspondiente al cambio de tarifa TMT-b, es un enfoque más realista y preciso para evaluar la inversión y los beneficios futuros del cambio de tarifa y la certificación ISO 50001.

Tabla 43. Cálculo del TIR y del VAR certificación ISO 50001.

Periodo de facturación	Total (colones)	Aumento
Enero a Julio 2022	₡19 410 590,00	
Enero a Julio 2023	₡21 663 225,00	11,6%
Cambio de Tarifa		
Año	Facturación	Flujo Caja
0		-₡ 8 149 000,00
1	₡ 30 475 765,00	₡ 5 536 394,07
2	₡ 34 010 953,74	₡ 6 178 615,78
3	₡ 37 956 224,37	₡ 6 895 335,21
Tasa de descuento	-	5,54%
TIR	-	53%
VAN	-	₡ 8 509 250,71

Fuente: BJB ingenieros, histórico de facturación. Elaboración propia Microsoft Excel.

La tabla 43 refleja un aumento del 11,6% en el costo de la factura eléctrica del hotel durante el mismo período en 2022 y 2023. En 2022, el gasto en facturas eléctricas fue de ₡30 475 765,00 (Año 1). Se utiliza este valor junto con el aumento porcentual de los costos energéticos para proyectar los gastos totales de facturación energética para los años 2 y 3, ya que el estudio financiero se basa en un período de tres años, que coincide con el período de vigencia de la certificación.

De acuerdo con los datos de la tabla 42, se observa que el ahorro logrado en 2022 con la tarifa TMT-b asciende a ₡5 536 394,07, lo que representa el 18% del gasto anual en electricidad. Este valor permite calcular el flujo de caja para los años 2 y 3 del estudio.

Se utiliza una tasa de descuento del 5,54%, basada en la tasa básica pasiva proporcionada por el Banco Central de Costa Rica. El resultado muestra que el proyecto de certificación de la norma ISO 50001 y el cambio de tarifa a TMT-b generan un retorno de inversión muy atractivo para el hotel. El TIR (tasa interna de retorno) del 53% indica que el proyecto es rentable, ya que supera ampliamente la tasa de descuento del 5,54% (tasa básica pasiva). Además, el valor actual

neto (VAN) de ¢ 8 509 250,71 confirma que el proyecto genera un flujo positivo de caja y añade valor a la empresa.

Capítulo 9. Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Se determinó el uso y consumo de las fuentes de energía en el hotel, aprovechando la información proporcionada por la gerencia, como las facturas de servicios públicos, y realizando mediciones en equipos con altos consumos. La electricidad representa el 51% del consumo de energía, mientras que el gas comprende el 49%. Sin embargo, desde una perspectiva financiera, la electricidad representa el 85% de los gastos totales en energía, mientras que el gas constituye el 15%. Se ha creado un balance energético que revela que los equipos críticos en el hotel incluyen sistemas de aire acondicionado, unidades de refrigeración y calentadores de agua. Además, la suma de los consumos de estos equipos equivale a un 79,7% del consumo total de energía del hotel.
- Se han definido índices de desempeño energético utilizando los datos de consumo correspondientes a 2022. Para comparar el desempeño energético del hotel a nivel global, se ha empleado el indicador de kWh/m² año, el cual, con un valor de 76,23, indica un destacado rendimiento energético del hotel. También se han calculado otros indicadores de utilidad tanto para la gerencia como para la gestión energética, como el consumo de energía por persona alojada, por noche rentada y su equivalente en facturación. En relación con la línea base de consumo, se han modelado seis líneas base distintas para determinar cuáles variables describen de mejor manera el consumo energético del hotel. Esto se ha logrado mediante procedimientos de regresión lineal simple y múltiple. La línea base más sólida se caracteriza por la cantidad de noches que el hotel renta, con un coeficiente de determinación R² de 0,7796, lo que la convierte en la más apropiada para describir el consumo energético del hotel.

- Se ha seleccionado e instalado un equipo de medición en tiempo real para evaluar el consumo energético del hotel, eligiendo una opción de bajo costo y fácil manejo. Se llevaron a cabo mediciones en diversos sistemas y circuitos del establecimiento. El monitoreo de las habitaciones proporcionó datos reveladores que demuestran el impacto directo de las prácticas de los huéspedes en el consumo energético del hotel. Así mismo, las mediciones realizadas en equipos de alto consumo resultaron fundamentales para la creación del balance energético y pusieron de manifiesto los usos significativos de energía del hotel, especialmente, en los equipos destinados a proporcionar servicios a los huéspedes.
- Se ha diseñado un cuadro de mando integral (CMI) que incorpora los índices de desempeño energético propuestos para el modelo de gestión de la energía. Este CMI incluye un índice de consumo energético anual por metro cuadrado que le permite al hotel comparar su consumo con hoteles a nivel mundial. Además, se han integrado indicadores específicos que reflejan la situación actual del hotel y su influencia directa o indirecta en el consumo energético. El cuadro de mando integral se compone de información de fácil acceso para la gerencia y debe actualizarse de manera regular, tanto semestral como anualmente. Esto garantiza un control efectivo y permite evidenciar las mejoras en el sistema de gestión de energía.
- El análisis financiero se centró en la inversión y los beneficios derivados de obtener la certificación según la norma ISO 50001. El beneficio directo más destacado es el cambio de tarifa eléctrica, con la migración a la tarifa de media tensión tipo B. Esta modificación en la tarifa se traduce en una reducción del 18% en la factura actual de energía. La inversión requerida para la certificación asciende a 8 149 000 colones, con una tasa interna de retorno

(TIR) del 53% y un valor actual neto (VAN) de 8 506 000 colones. Se ha demostrado que la inversión es rentable. Sin embargo, para alcanzar la certificación, el hotel debe continuar trabajando en la implementación de su modelo de gestión de energía.

9.2 Recomendaciones

- I. Se recomienda implementar las oportunidades de conservación de energía propuestas en el Capítulo 6 para reducir tanto el consumo energético como los costos.
- II. Realizar una reestructuración del sistema eléctrico del hotel, especialmente en los tableros, para facilitar la instalación de sistemas de medición energética de forma más eficaz.
- III. Desarrollar programas de capacitación destinados al personal del hotel sobre la educación energética, ya que el compromiso del personal desempeña un papel fundamental en la gestión eficiente de la energía.
- IV. Gradualmente reducir el consumo de gas en el hotel, considerando el reemplazo de los calentadores de agua del bloque 300 y las cocinas por equipos eléctricos.
- V. Realizar una revisión exhaustiva de todo el sistema de suministro de gas en busca de posibles fugas para evitar el desperdicio de energía.
- VI. Involucrar a la alta Gerencia de la cadena de hoteles en la gestión de energía con el objetivo de promover la implementación y certificación de todos los hoteles de Casa Roland.
- VII. Adquirir lámparas led y mantener un inventario suficiente para ir reemplazando las bombillas de alto consumo a medida que se deterioren y necesiten ser cambiadas.
- VIII. Establecer un comité de ahorro energético que celebre reuniones periódicas para analizar el desempeño del hotel en términos energéticos y presentar propuestas o sugerencias para abordar áreas de mejora relacionadas con la gestión energética. Los miembros del comité

deben ser individuos comprometidos con el modelo de gestión de energía y, si es posible, deberían incluir personas de la Gerencia regional.

- IX. Después de obtener la certificación, el equipo de *marketing* de la casa matriz del hotel debe implementar campañas publicitarias para atraer a nuevos clientes y destacar el compromiso del hotel con la gestión de recursos y la sostenibilidad. Estas campañas publicitarias pueden resaltar los logros del hotel en términos de eficiencia energética y su enfoque en la conservación de recursos, lo que podría resultar en un aumento de la clientela y una ventaja competitiva en el mercado.

Bibliografía

- Recope. Gas Licuado de Petróleo (GLP). Recope. <https://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/gas-licuado-de-petróleo-glp/> última actualización: 19/05/2023
- L. Jayamaha, Energy Management., 1 ed., New York: McGraw-Hill Education, 2016.
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Ford, A. L. (2012). Sears and Zemansky's University Physics: With Modern Physics.
- AccuWeather. (s. f.). Tiempo mensual en Quepos, Puntarenas, Costa Rica | AccuWeather. <https://www.accuweather.com/es/cr/quepos/114779/december-weather/114779?year=2022>
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2023, 28 de septiembre). Alcance N°187. Gaceta Oficial de la República de Costa Rica, N°178.
- Salehi, M., & Filimonau, V. (2021). Energy conservation in large-sized hotels: Insights from a developing country. *International Journal of Hospitality Management*, 99.
- Kresteniti, A. (2017). Development of a concept for energy optimization of existing Greek hotel buildings. *Procedia Environmental Sciences*, 38.
- McKane, A., Therkelsen, P., & Scodel, A. (2017). Predicting the quantifiable impacts of ISO 50001 on climate change mitigation. *Energy Policy*, 107.
- Ministerio de Ambiente y Energía MINAE. (2015). VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 (1st ed.). San José, C.R.: PNUD.
- Scott, D., Hall, C. M., & Gössling, S. (2016). A report on the Paris Climate Change Agreement and its implications for tourism: why we will always have Paris. *Journal of Sustainable Tourism*.

- Núñez, J. R., & Torres, B. (2021). Tools for the Implementation of an Inmotic System in the Imperial Hotel in Santiago de Cuba. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1154.
- Cabello Eras, J. J. (2016). Tools to improve forecasting and control of the electricity consumption in hotels. *Journal of Cleaner Production*, 137.
- Vujnovic, N., & Dovic, D. (2021). Cost-optimal energy performance calculations of a new nZEB hotel building using dynamic simulations and optimization algorithms. *Journal of Building Engineering*, 39.
- Soria Leyva, E. (2022). Environmental approach in the hotel industry: Riding the wave of change. *Sustainable Futures*, 3.
- Dibene-Arriola, L. M., Carrillo-González, F. M., Quijas, S., & Rodríguez-Uribe, M. C. (2021). Energy Efficiency Indicators for Hotel Buildings. *Sustainability*, 13, 1754.
- Iturrealde Carrera, L. A., Álvarez González, A. L., Rodríguez-Reséndiz, J., & Álvarez-Alvarado, J. M. (2023). Selection of the Energy Performance Indicator for Hotels Based on ISO 50001: A Case Study. *Sustainability*, 15, 1568.
- Luo, J., Zhuang, C., Liu, J., & Lai, K.-H. (2023). A comprehensive assessment approach to quantify the energy and economic performance of small-scale solar homestay hotel systems. *Energy & Buildings*, 279.
- Sheng, Y., Miao, Z., Zhang, J., Lin, X., & Ma, H. (2018). Energy consumption model and energy benchmarks of five-star hotels in China. *Energy & Buildings*, 165, 39-49.
- Du, Z., Jiang, X., & Song, W. (2019). A manner to assess the energy consumption of business hotel buildings. *En 2019 Chinese Control And Decision Conference (CCDC)* (pp. 1348-1353).

- Papageorgiou, G., Efstathiades, A., Nicolaou, N., & Maimaris, A. (2018). Energy management in the hotel industry of Cyprus. En IEEE International Energy Conference (pp. 1-5).
- Rajić, M. N., & Maksimović, R. M. (2022). Energy Management Model for Sustainable Development in Hotels within WB6. Sustainability.
- Lingqian, W. (2022). Comprehensive evaluation and analysis of low-carbon energy-saving renovation projects of high-end hotels under the background of double carbon. En International Symposium on New Energy Technology Innovation and Low Carbon Development (NET-LC 2022), Energy Reports.
- ISO. (2018). ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso.
- ISO. (2014). ISO 50002: Auditorías energéticas — Requisitos con orientación para su uso.
- ISO. (2014). ISO 50006: Sistemas de gestión de la energía - Medición de la eficiencia energética de las organizaciones - Guía general y disposiciones.
- Ellis, B. (2014). Real-Time Analytics: Techniques to Analyze and Visualize Streaming Data. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston, MA, USA: Harvard Business Press.
- Emporia Vue Gen 2*. (s. f.). https://www.amazon.com/Gen-Emporia-Vue-inteligente-electricidad/dp/B08G37ML2R/ref=sr_1_1_sspa?crid=1M3NYN64TNWNO&keywords=emporia%2Bvue%2Bgen%2B2&qid=1697745930&srefix=emporia%2Caps%2C410&sr=8-1-spons&sp_csd=d2lkZ2V0TmFtZT1zcF9hdGY&th=1.

Apéndices

Apéndice 1. Facturación de gas

Fecha	Consumo (Kg)	Consumo (L)	Precio (colones)	Energía (Kwh)	Energía (GJ)
5/1/2022	540	1015.0	170336.0	7359.02	26.49
11/1/2022	405.2	761.7	127921.0	5521.99	19.88
18/1/2022	460	864.7	132338.0	6268.80	22.57
25/1/2022	495	930.5	142281.0	6745.77	24.28
1/2/2022	415.2	780.5	123085.4	5658.27	20.37
8/2/2022	405.2	761.7	119605.4	5521.99	19.88
16/2/2022	522.3	981.8	153506.0	7117.81	25.62
22/2/2022	410.5	771.6	120125.3	5594.22	20.14
1/3/2022	495.4	931.2	144339.4	6751.22	24.30
8/3/2022	415.4	780.8	120502.1	5661.00	20.38
15/3/2022	505.1	949.4	145880.3	6883.41	24.78
22/3/2022	505.2	949.6	145266.4	6884.77	24.79
29/3/2022	478.8	900.0	137066.1	6525.00	23.49
5/4/2022	455.4	856.0	129788.0	6206.11	22.34
12/4/2022	500.5	940.8	142004.6	6820.72	24.55
19/4/2022	550.3	1034.4	155434.0	7499.39	27.00
26/4/2022	509.4	957.5	143233.6	6942.01	24.99
2/5/2022	470.3	884.0	131641.0	6409.16	23.07
10/5/2022	450.1	846.1	125414.2	6133.88	22.08
17/5/2022	450.3	846.4	124897.0	6136.61	22.09
24/5/2022	540.2	1015.4	149144.7	7361.75	26.50
31/5/2022	425.4	799.6	116908.2	5797.27	20.87
7/6/2022	430.2	808.6	117680.0	5862.69	21.11
14/6/2022	399.3	750.6	108719.3	5441.59	19.59
21/6/2022	465.3	874.6	126097.5	6341.02	22.83
28/6/2022	465.4	874.8	125532.4	6342.39	22.83
5/7/2022	430.3	808.8	115517.4	5864.05	21.11
12/7/2022	450.4	846.6	120340.4	6137.97	22.10
19/7/2022	499.3	938.5	132770.5	6804.37	24.50
26/7/2022	509.3	957.3	134781.7	6940.65	24.99
9/8/2022	599.3	1126.5	157836.9	8167.15	29.40
16/8/2022	509.2	957.1	133459.5	6939.29	24.98
23/8/2022	499.3	938.5	130229.5	6804.37	24.50
30/8/2022	469.4	882.3	121833.6	6396.90	23.03
7/9/2022	471.6	886.5	121804.6	6426.88	23.14
13/9/2022	375.4	705.6	96480.5	5115.88	18.42
20/9/2022	435.2	818.0	111295.8	5930.83	21.35
27/9/2022	415.3	780.6	105678.3	5659.63	20.37
4/10/2022	329.4	619.2	83400.9	4489.00	16.16
11/10/2022	404.4	760.2	101875.6	5511.09	19.84
18/10/2022	424.4	797.7	106374.0	5783.65	20.82
25/10/2022	419.3	788.2	104562.3	5714.14	20.57
1/11/2022	349	656.0	86587.3	4756.11	17.12
8/11/2022	469	881.6	115762.7	6391.45	23.01
16/11/2022	494	928.6	121304.9	6732.14	24.24

24/11/2022	649	1219.9	158540.4	8844.45	31.84
29/11/2022	368.5	692.7	89549.9	5021.85	18.08
6/12/2022	539.4	1013.9	130394.3	7350.85	26.46
13/12/2022	499.5	938.9	120113.4	6807.10	24.51
20/12/2022	495.2	930.8	118449.4	6748.50	24.29
27/12/2022	600.2	1128.2	142801.2	8179.42	29.45
3/1/2023	600.2	1128.2	142037.6	8179.42	29.45
10/1/2023	599.5	1126.9	141109.2	8169.88	29.41
17/1/2023	549.6	1033.1	128664.5	7489.85	26.96
25/1/2023	649.9	1221.6	151318.5	8856.72	31.88
7/2/2023	430	808.3	88803.0	5859.96	21.10
14/2/2023	574	1078.9	116599.0	7822.37	28.16
21/2/2023	478.5	899.4	107431.0	6520.91	23.48
28/2/2023	479	900.4	99129.0	6527.73	23.50
7/3/2023	474.9	892.7	98076.0	6471.85	23.30
14/3/2023	472	887.2	109899.0	6432.33	23.16
22/3/2023	520.1	977.6	120966.0	7087.83	25.52
28/3/2023	411.3	773.1	110341.0	5605.12	20.18
4/4/2023	377.3	709.2	84764.0	5141.78	18.51
11/4/2023	471.3	885.9	106129.0	6422.79	23.12
18/4/2023	472.3	887.8	106106.0	6436.42	23.17
26/4/2023	519.8	977.1	116778.0	7083.74	25.50
4/5/2023	472.7	888.5	106196.0	6441.87	23.19
9/5/2023	330.6	621.4	74272.0	4505.36	16.22
17/5/2023	328.5	617.5	75248.0	4476.74	16.12
23/5/2023	377.6	709.8	74930.0	5145.86	18.53
31/5/2023	472.5	888.2	93762.9	6439.14	23.18
6/6/2023	283	532.0	59410.8	3856.67	13.88
14/6/2023	473	889.1	98696.1	6445.96	23.21
20/6/2023	473	889.1	98094.3	6445.96	23.21
27/6/2023	472.9	888.9	97471.9	6444.60	23.20
3/7/2023	359.6	675.9	73661.5	4900.56	17.64
12/7/2023	566.9	1065.6	115404.2	7725.61	27.81
19/7/2023	520	977.4	105195.1	7086.47	25.51
25/7/2023	331.1	622.4	66559.7	4512.17	16.24

Apéndice 2. Detalle de facturación por consumo y demanda eléctrica

Fecha	Consumo Energia			Demanda Energia			F.P	Monto Facturado
	Punta (kWh)	Valle (kWh)	Noche (kWh)	Punta (kW)	Valle (kW)	Noche (kW)		
ene-22	7344	11138	10526	74.79	70.62	70.09	1	€ 2,703,685.00
feb-22	7221	10649	10037	76.5	76.87	76.26	1	€ 2,766,075.00
mar-22	8813	13586	12974	83.6	93.2	83.11	1	€ 3,258,800.00
abr-22	7467	12118	10526	78.7	79.51	81.4	0.99	€ 2,968,715.00
may-22	6120	10037	9180	75.52	69.16	62.91	0.99	€ 2,580,790.00
jun-22	5875	9670	9180	63.85	73.82	73.32	0.99	€ 2,493,000.00
jul-22	6732	12485	9914	71.38	77.76	76.45	0.98	€ 2,639,525.00
ago-22	6120	8690	8813	81.4	72.12	74.18	0.99	€ 2,529,375.00
sep-22	4896	8078	7099	52.88	60.52	50.55	0.99	€ 1,877,420.00
oct-22	4651	7711	7344	61.08	63.28	59.85	0.98	€ 1,714,665.00
nov-22	11873	9058	8078	69.77	71.11	78.83	0.99	€ 2,366,950.00
dic-22	7589	11750	10649	95.47	83.23	80.17	0.99	€ 2,576,765.00
ene-23	7834	11995	11016	83.6	79.32	83.11	1	€ 2,925,425.00
feb-23	7466	11873	10404	92.04	88.74	88.98	1	€ 3,072,350.00
mar-23	8466	12974	11506	92.04	91.31	78.34	1	€ 3,184,935.00
abr-23	7834	12852	11383	83.23	95.1	82.62	0.99	€ 3,335,450.00
may-23	6609	10404	9547	80.05	82.99	79.8	0.99	€ 2,986,590.00
jun-23	6976	11628	10526	74.91	76.99	72.58	0.99	€ 2,928,805.00
jul-23	7221	11873	10526	88.25	88.5	72.58	0.99	€ 3,229,670.00

Apéndice 3. Temperaturas promedio diarias en Manuel Antonio.

Día	ener	febrer	marz	abri	may	juni	juli	agost	setiembr	octubr	noviembr	diciembr
a	o	o	o	l	o	o	o	o	e	e	e	e
1	30	29	29	32	28	27	24	31	29	26	27	28
2	30	30	29	30	29	25	25	25	27	26	28	28
3	30	30	30	30	28	28	27	25	27	28	28	27
4	28	31	30	30	29	29	28	27	29	27	27	28
5	28	29	30	29	26	27	29	29	26	28	24	28
6	28	29	31	30	28	27	26	28	29	26	22	28
7	29	30	31	29	29	24	28	27	28	28	22	28
8	29	30	31	32	28	25	29	27	27	25	26	28
9	29	30	31	26	28	28	29	30	27	22	26	27
10	29	30	31	28	29	26	27	29	27	27	27	28
11	28	30	31	30	29	27	26	26	29	29	25	29
12	29	30	31	30	28	25	26	26	27	29	27	28
13	30	30	30	30	28	27	27	28	26	26	29	28
14	29	28	31	31	29	26	29	29	27	27	28	28
15	29	28	31	30	28	25	27	29	27	27	28	29
16	30	28	31	29	28	27	30	27	30	27	29	28
17	28	30	31	30	27	27	29	27	27	28	29	29
18	29	30	31	30	26	27	29	31	29	27	29	27
19	29	29	30	31	26	25	29	30	27	28	27	27
20	29	30	30	29	27	26	29	30	27	28	27	29
21	30	30	30	28	28	26	28	31	27	27	26	27

22	30	29	32	27	28	28	26	27	27	28	25	29
23	29	29	31	28	28	27	29	26	27	29	26	28
24	30	30	30	27	27	29	30	27	28	28	25	28
25	31	29	28	28	26	27	29	26	27	29	27	28
26	30	27	30	28	30	25	30	30	24	31	23	27
27	28	29	30	29	29	25	26	27	27	30	25	29
28	30	30	31	28	28	27	29	28	28	29	28	29
29	28		31	28	26	29	29	27	28	29	29	29
30	28		31	27	28	28	31	27	27	27	27	28
31	29		30		28		30	27		28		39

Apéndice 4. Detalle de costo por energías

Fecha	Personas	Noches	Facturación por electricidad (colones)	Facturación por Gas LP (colones)	Costo/persona Electricidad	Costo/noche Electricidad	Costo/persona Gas	Costo/noche Gas
ene-22	984	1017	¢ 2,703,685.00	¢ 572,876.00	¢ 2,747.65	¢ 2,658.49	¢ 582.19	¢ 563.30
feb-22	888	888	¢ 2,766,075.00	¢ 516,322.09	¢ 3,044.69	¢ 3,044.69	¢ 581.44	¢ 581.44
mar-22	918	993	¢ 3,258,800.00	¢ 693,054.39	¢ 2,945.19	¢ 2,722.74	¢ 754.96	¢ 697.94
abr-22	828	870	¢ 2,968,715.00	¢ 570,460.16	¢ 3,265.32	¢ 3,107.68	¢ 688.96	¢ 655.70
may-22	497	551	¢ 2,580,790.00	¢ 648,005.13	¢ 5,440.01	¢ 4,906.87	¢ 1,303.83	¢ 1,176.05
jun-22	458	469	¢ 2,493,000.00	¢ 478,029.19	¢ 5,903.24	¢ 5,764.79	¢ 1,043.73	¢ 1,019.25
jul-22	775	754	¢ 2,639,525.00	¢ 503,410.00	¢ 3,488.63	¢ 3,585.79	¢ 649.56	¢ 667.65
ago-22	639	698	¢ 2,529,375.00	¢ 543,359.44	¢ 4,231.12	¢ 3,873.47	¢ 850.33	¢ 778.45
sep-22	309	319	¢ 1,877,420.00	¢ 435,259.26	¢ 8,749.79	¢ 8,475.50	¢ 1,408.61	¢ 1,364.45
oct-22	328	325	¢ 1,714,665.00	¢ 396,212.83	¢ 8,242.94	¢ 8,319.03	¢ 1,207.97	¢ 1,219.12
nov-22	624	702	¢ 2,366,950.00	¢ 571,745.23	¢ 4,332.83	¢ 3,851.40	¢ 916.26	¢ 814.45
dic-22	860	866	¢ 2,576,765.00	¢ 511,758.33	¢ 3,143.82	¢ 3,122.04	¢ 595.07	¢ 590.94

Apéndice 5. Porción de datos tomados cada minuto al aire acondicionado en habitación 207

Fecha	Potencia (kW)
09/13/2023 00:28:00	0.73
09/13/2023 00:29:00	0.7269
09/13/2023 00:30:00	0.7245
09/13/2023 00:31:00	0.7247
09/13/2023 00:32:00	0.7249
09/13/2023 00:33:00	0.7268
09/13/2023 00:34:00	0.726
09/13/2023 00:35:00	0.7296
09/13/2023 00:36:00	0.7284
09/13/2023 00:37:00	0.7245
09/13/2023 00:38:00	0.7284
09/13/2023 00:39:00	0.7254
09/13/2023 00:40:00	0.7237
09/13/2023 00:41:00	0.7268
09/13/2023 00:42:00	0.7259
09/13/2023 00:43:00	0.728
09/13/2023 00:44:00	0.731
09/13/2023 00:45:00	0.7304
09/13/2023 00:46:00	0.7276
09/13/2023 00:47:00	0.7282
09/13/2023 00:48:00	0.7318
09/13/2023 00:49:00	0.7281
09/13/2023 00:50:00	0.728
09/13/2023 00:51:00	0.729
09/13/2023 00:52:00	0.7328
09/13/2023 00:53:00	0.7308
09/13/2023 00:54:00	0.7284
09/13/2023 00:55:00	0.7279
09/13/2023 00:56:00	0.7263
09/13/2023 00:57:00	0.7272
09/13/2023 00:58:00	0.73
09/13/2023 00:59:00	0.7276
09/13/2023 01:00:00	0.7252
09/13/2023 01:01:00	0.7239
09/13/2023 01:02:00	0.7249
09/13/2023 01:03:00	0.7237
09/13/2023 01:04:00	0.7221
09/13/2023 01:05:00	0.7213
09/13/2023 01:06:00	0.7211

Apéndice 6. Porción de datos tomados cada hora para la cámara frigorífica del bar

Fecha	Consumo (kWh)
09/25/2023 00:00:00	0.8054
09/25/2023 01:00:00	0.7541
09/25/2023 02:00:00	0.4209
09/25/2023 03:00:00	0.0732
09/25/2023 04:00:00	0.1694
09/25/2023 05:00:00	0.8259
09/25/2023 06:00:00	0.8176
09/25/2023 07:00:00	0.8144
09/25/2023 08:00:00	0.8136
09/25/2023 09:00:00	0.8146
09/25/2023 10:00:00	0.8337
09/25/2023 11:00:00	0.8129
09/25/2023 12:00:00	0.9543
09/25/2023 13:00:00	0.934
09/25/2023 14:00:00	0.9091
09/25/2023 15:00:00	0.893
09/25/2023 16:00:00	0.8912
09/25/2023 17:00:00	0.9156
09/25/2023 18:00:00	0.9242
09/25/2023 19:00:00	0.9189
09/25/2023 20:00:00	0.9217
09/25/2023 21:00:00	0.9125
09/25/2023 22:00:00	0.8996
09/25/2023 23:00:00	0.8912

Apéndice 7. Desglose de facturación con tarifa TMT-b

Año	Mes	Consumo energía KWH			Consumo demanda KW			Alumbrado	13%	Monto total
		Punta	Valle	Noche	Punta	Valle	Noche			
2022	1	₪ 733,445.28	₪ 382,256.16	₪ 231,993.04	₪ 219,376.27	₪ 144,606.46	₪ 91,971.40	₪ 111,390.72	₪ 248,955.11	₪ 2,163,994.44
2022	2	₪ 721,161.27	₪ 365,473.68	₪ 221,215.48	₪ 224,392.10	₪ 157,404.39	₪ 100,067.61	₪ 107,162.88	₪ 246,594.06	₪ 2,143,471.47
2022	3	₪ 880,154.31	₪ 466,271.52	₪ 285,946.96	₪ 245,218.03	₪ 190,842.84	₪ 109,056.11	₪ 135,832.32	₪ 300,731.87	₪ 2,614,053.96
2022	4	₪ 745,729.29	₪ 415,889.76	₪ 231,993.04	₪ 230,845.20	₪ 162,810.24	₪ 106,812.27	₪ 115,626.24	₪ 261,261.79	₪ 2,270,967.82
2022	5	₪ 611,204.40	₪ 344,469.84	₪ 202,327.20	₪ 221,517.53	₪ 141,616.86	₪ 82,549.87	₪ 97,294.08	₪ 221,127.37	₪ 1,922,107.15
2022	6	₪ 586,736.25	₪ 331,874.40	₪ 202,327.20	₪ 187,286.74	₪ 151,159.00	₪ 96,209.77	₪ 94,944.00	₪ 214,569.86	₪ 1,865,107.21
2022	7	₪ 672,324.84	₪ 428,485.20	₪ 218,504.56	₪ 209,373.96	₪ 159,226.82	₪ 100,316.93	₪ 111,863.04	₪ 247,012.39	₪ 2,147,107.74
2022	8	₪ 611,204.40	₪ 298,240.80	₪ 194,238.52	₪ 238,764.92	₪ 147,677.96	₪ 97,338.25	₪ 90,712.32	₪ 218,163.03	₪ 1,896,340.21
2022	9	₪ 488,963.52	₪ 277,236.96	₪ 156,461.96	₪ 155,109.20	₪ 123,924.99	₪ 66,331.20	₪ 77,080.32	₪ 174,864.06	₪ 1,519,972.22
2022	10	₪ 464,495.37	₪ 264,641.52	₪ 161,861.76	₪ 179,161.69	₪ 129,576.56	₪ 78,534.57	₪ 75,671.04	₪ 176,012.53	₪ 1,529,955.03
2022	11	₪ 1,185,756.51	₪ 310,870.56	₪ 178,039.12	₪ 204,651.46	₪ 145,609.81	₪ 103,439.94	₪ 111,394.56	₪ 291,169.05	₪ 2,530,931.01
2022	12	₪ 757,913.43	₪ 403,260.00	₪ 234,703.96	₪ 280,035.47	₪ 170,427.57	₪ 105,198.27	₪ 115,153.92	₪ 268,670.04	₪ 2,335,362.67
2023	1	₪ 782,381.58	₪ 411,668.40	₪ 242,792.64	₪ 245,218.03	₪ 162,421.18	₪ 109,056.11	₪ 118,444.80	₪ 269,357.76	₪ 2,341,340.50
2023	2	₪ 745,629.42	₪ 407,481.36	₪ 229,304.16	₪ 269,974.49	₪ 181,710.24	₪ 116,758.67	₪ 114,213.12	₪ 268,459.29	₪ 2,333,530.74

20 23	3	₪ 845,499.42	₪ 445,267.68	₪ 253,592.24	₪ 269,974.49	₪ 186,972.75	₪ 102,796.96	₪ 126,512.64	₪ 289,980.10	₪ 2,520,596.29
20 23	4	₪ 782,381.58	₪ 441,080.64	₪ 250,881.32	₪ 244,132.73	₪ 194,733.42	₪ 108,413.14	₪ 123,144.96	₪ 278,819.81	₪ 2,423,587.60
20 23	5	₪ 660,040.83	₪ 357,065.28	₪ 210,415.88	₪ 234,805.06	₪ 169,936.13	₪ 104,712.76	₪ 101,990.40	₪ 239,065.63	₪ 2,078,031.97
20 23	6	₪ 696,693.12	₪ 399,072.96	₪ 231,993.04	₪ 219,728.26	₪ 157,650.11	₪ 95,238.75	₪ 111,859.20	₪ 248,590.61	₪ 2,160,826.05
20 23	7	₪ 721,161.27	₪ 407,481.36	₪ 231,993.04	₪ 258,857.55	₪ 181,218.80	₪ 95,238.75	₪ 113,740.80	₪ 261,259.90	₪ 2,270,951.47

Apéndice 8. Política energética del Hotel Villa Lirio

Compromiso con la Sostenibilidad y la Eficiencia Energética

El Hotel Villa Lirio se compromete a llevar a cabo sus operaciones y servicios siguiendo criterios de sostenibilidad y responsabilidad social. Reconocemos que la gestión energética es fundamental en nuestro enfoque de gestión. Para cumplir con esta responsabilidad, hemos implementado un modelo de gestión energética en línea con la norma ISO 50001:201, la cual proporciona un marco sólido para establecer y revisar los objetivos relacionados con el uso, consumo y eficiencia energética de nuestras instalaciones.

Nuestro sistema de gestión energética tiene como objetivo la mejora continua del desempeño energético, enfocándonos en el ahorro y la eficiencia. Este es un compromiso de toda la organización, liderado por la gerencia y compartido por cada uno de nuestros empleados.

La gerencia del Hotel Villa Lirio es consciente de la necesidad de utilizar de manera responsable las diversas fuentes de energía, garantizando su disponibilidad futura. Nos comprometemos a proporcionar los recursos necesarios para:

1. Cumplir en todo momento con los requisitos legales aplicables, así como con cualquier otro requisito relacionado con la gestión y el desempeño energético que la organización decida adoptar.
2. Promover la adaptación de nuestras instalaciones y equipos a los cambios en el marco regulatorio vigente, estableciendo estándares de gestión de eficiencia energética en toda la organización.
3. Mantener un sistema de gestión documentado basado en procesos interrelacionados, integrado en la gestión general del negocio, y que asegure el cumplimiento de esta política energética.

4. Establecer objetivos y metas de mejora de la eficiencia energética en todas las actividades del hotel, apoyando el diseño y adquisición de procesos, instalaciones, equipos y servicios energéticamente eficientes, asegurando la disponibilidad de información actualizada para su consecución.
5. Optimizar el consumo energético identificando, evaluando y gestionando los consumos y usos de energía derivados de la actividad del hotel, trabajando para su minimización, sin comprometer la comodidad de nuestros huéspedes.
6. Informar, formar y sensibilizar a nuestro personal en materia de ahorro y eficiencia energética.

Esta política energética se revisará anualmente y se actualizará si es necesario para asegurar su pertinencia y efectividad.

En conjunto, estas directrices demuestran nuestro compromiso continuo con la eficiencia energética y la sostenibilidad, respaldando nuestros esfuerzos por contribuir a un futuro más limpio y responsable.

Apéndice 10. Lista de aires acondicionados

Aires acondicionados			
Habitación	Marca	BTU	SEER
101	INNOVAIR	18000	16
102	INNOVAIR	18000	16
102	INNOVAIR	12000	19
103	INNOVAIR	18000	20
104	INNOVAIR	12000	19
105	Miidea	18000	-
106	Miidea	18000	-
107	INNOVAIR	18000	20
108	INNOVAIR	18000	20
109	INNOVAIR	18000	16
301	INNOVAIR	12000	19
302	INNOVAIR	18000	20
303	INNOVAIR	12000	19
304	INNOVAIR	12000	19
305	INNOVAIR	12000	19
306	INNOVAIR	12000	19
306	INNOVAIR	18000	16
307	INNOVAIR	18000	16
308	INNOVAIR	18000	16
309	INNOVAIR	18000	16
310	INNOVAIR	18000	20
311	INNOVAIR	18000	16
312	INNOVAIR	18000	20
313	INNOVAIR	18000	20
314	INNOVAIR	18000	20
315	INNOVAIR	18000	20
201	INNOVAIR	18000	20
201	INNOVAIR	18000	20
202	INNOVAIR	18000	20
202	INNOVAIR	18000	20
203	Nordyne	36000	
204	Nordyne	36000	
205	INNOVAIR	20000	
206	Nordyne	36000	
207	INNOVAIR	18000	20
208	Nordyne	36000	
209	INNOVAIR	20000	

210	INNOVAIR	20000	
recepción	INNOVAIR	12000	19
Oficina gerente	INNOVAIR	12000	19
Oficina admin	INNOVAIR	12000	19
Cuarto Frio	INNOVAIR	12000	19
campo 7	Panasonic	12000	-
campo 7	Panasonic	12000	-
campo 7	Panasonic	12000	-

Apéndice 11. Lista de equipo de lavandería

Equipo	cantidad	Marca	modelo	potencia nominal (kW)
Secadora de ropa industrial	2	Dexter Laundry	T-120	1.49
Lavadora de ropa industrial	2	Dexter Laundry	T-950	2.2
Lavadora de ropa industrial	1	Girbau	MS-623M LC-H	0.62
Aplanchador de ropa	1	Chicago Flatwork	Cadet 60	1.54

Anexos

Anexo 1. Histórico de facturación Hotel Villas Lirio



@CE+
FACTURAS

Instituto Costarricense de Electricidad
Negocio Distribución y Comercialización
Histórico de Facturas
Del 01/01/2022 al 11/09/2023

Fecha: 11/09/2023
Hora: 07:43 AM
Página: 1 de 4
V 2.0

Nise: 3142 Dirección: VILLA ALRO, HOTEL VILLA LIRIO.
Servicio: 85070204923 Cliente: 3101283516 - VILLA ALRO S.A.
Medidor: 1342034 Ciclo: 1 Agencia: 8 - QUEPOS Tarifa Actual: 80 - T-MT
Actividad: HOTEL

Mes: 8	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 7,221	456,006.15	Pico: 88.25	904,305.69	1.00	0.00	
Valle: 11,873	278,540.58	Valle: 88.50	633,187.41	0.99	Recargo BFP	
Noche: 10,526	151,995.44	Noche: 72.58	332,613.82	0.99	0.00	
Total:	886,542.17	Total:	1,870,106.92			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
113,740.80	358,364.38	0.87	916.60	0.00	3,229,670.00	
Mes: 7	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 6,976	436,942.89	Pico: 74.91	761,354.29	0.99	0.00	
Valle: 11,628	270,587.31	Valle: 76.99	546,347.81	0.99	Recargo BFP	
Noche: 10,526	150,664.41	Noche: 72.58	329,903.07	0.99	0.00	
Total:	858,194.61	Total:	1,637,605.17			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
107,649.45	324,453.97	0.45	902.25	0.00	2,928,805.00	
Mes: 6	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 6,609	413,591.22	Pico: 80.05	812,878.93	0.99	0.00	
Valle: 10,404	241,893.00	Valle: 82.99	588,407.40	0.99	Recargo BFP	
Noche: 9,547	136,522.10	Noche: 79.80	362,401.33	1.00	0.00	
Total:	792,006.32	Total:	1,763,687.66			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
97,740.80	332,240.22	0.00	915.00	0.00	2,986,590.00	
Mes: 5	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 7,834	490,251.72	Pico: 83.23	845,170.69	0.99	0.00	
Valle: 12,852	298,809.00	Valle: 95.10	674,268.51	0.99	Recargo BFP	
Noche: 11,383	162,776.90	Noche: 82.62	375,207.99	0.99	0.00	
Total:	951,837.62	Total:	1,894,647.19			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
118,013.92	370,043.02	0.75	909.00	0.00	3,335,450.00	
Mes: 4	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 8,446	490,865.17	Pico: 92.04	868,020.33	1.00	0.00	
Valle: 12,974	280,083.55	Valle: 91.31	601,256.38	0.99	Recargo BFP	
Noche: 11,506	152,792.26	Noche: 78.34	330,415.25	1.00	0.00	
Total:	923,740.98	Total:	1,799,691.96			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
106,595.27	354,046.28	0.00	860.51	0.00	3,184,935.00	
Mes: 3	Año: 2023	Tarifa: 80 - T-MT				
Consumo Energía KWH	Monto Energía	Consumo Demanda	Monto Demanda	Factor Potencia	Canc. Atrasada	
Pico: 7,466	430,340.24	Pico: 92.04	860,883.25	1.00	0.00	
Valle: 11,873	254,200.93	Valle: 88.74	579,528.99	1.00	Recargo BFP	
Noche: 10,404	137,020.68	Noche: 88.98	372,206.01	1.00	0.00	
Total:	821,561.85	Total:	1,812,618.25			
Alumbrado Público	Impuesto Venta	Otros Créditos	Otros Débitos:	Transmisión Eléctrica	Monto Facturado	
94,880.17	342,443.41	0.00	846.32	0.00	3,072,350.00	

Anexo 2. Cotización servicios profesionales para acreditación

BJG Ingenieros SRL

gerencia@bjgingenieros.com
www.bjgingenieros.com
Corporate Identification Number 3102759959



Cotización

DIRECCIÓN
Hotel Villas Lirio

COTIZACIÓN N.º 1093
FECHA 10/10/2023

	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Servicio de Ingeniería Diseño, acompañamiento y asesoría para la certificación del SGen del Hotel, incluye visitas en sitio y remotas, preparación de la documentación y auditoría interna	1	4,240,000.00	4,240,000.00
Servicios técnicos Venta, instalación y verificación de dos medidores de energía para sus USE.	2	530,000.00	1,060,000.00

*Tiempo de entrega: 8-14 semanas.	SUBTOTAL		5,300,000.00
*Garantía: 12 meses.	IMPUESTO		689,000.00
* No incluye el coste del ente certificador	TOTAL		CRC 5,989,000.00

Aceptado por

Fecha de aceptación

Anexo 3. Cotización compra de Emporia Vue gen 2



hardBox
Servicio de Compras por Internet

FECHA
1/8/23

Cotización de Servicio

Item(s):	USD	124,99	
Shipping:	USD	-	
Taxes:	USD	8,75	7%
Subtotal:	USD	133,74	CRC 73.958
		Tipo de Cambio BAC	553
hardBox:	USD	35,00	
Total:	USD	168,74	

Tiempos de Tránsito

Entrega Miami:	3 AGO / 5 AGO
Entrega Cliente:	5 a 10 Días Hábiles de Entregado a Miami

Tiempos Estimados de Tránsito
Costo Final con Entrega a Domicilio