

05-006

## METHODOLOGY TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY AND REDUCE ENERGY COSTS IN A HOTEL GROUP

García Gómez, Francisco Javier; González Gaya, Cristina; Rosales Prieto, Víctor Francisco

UNED

The document presents a methodological proposal to improve energy efficiency and achieve a reduction of costs in the consumption of energy (electricity, gas, gas oil) and water in the tourist establishments of a hotel group.

To do this, it is indicated how to establish the data that must be collected and its analysis, the investments to be made in saving measures (efficient lighting, fuel changes, and others) and determine those that have greater viability, in addition to implementing a system of monitoring and control.

It is also necessary to measure and verify the savings, in which the real savings achieved by the measures implemented are reliably and impartially determined. For this, the use of the International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) is proposed.

The methodology presented can be a model that shows the potential economic and environmental benefits offered by the commitment to improve energy efficiency in tourist establishments.

**Keywords:** *Energy efficiency; hotel; saving measures; IPMVP*

## METODOLOGÍA PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y REDUCCIÓN DE COSTES ENERGÉTICOS EN UNA CADENA HOTELERA

En el documento se presenta una propuesta metodológica para mejorar la eficiencia energética y conseguir una reducción de costes en el consumo de energía (electricidad, gas, gasoil) y de agua en los establecimientos turísticos de una cadena hotelera.

Para ello se indica la forma de establecer los datos que es preciso recabar y su análisis, las inversiones a realizar en medidas de ahorro (iluminación eficiente, cambios de combustible, y otros) y determinar las que tengan mayor viabilidad, además de implantar un sistema de monitorización y control.

Se hace también necesaria una medida y verificación de los ahorros, en la que se determine de manera fidedigna e imparcial cual es el ahorro real conseguido por las medidas implantadas. Para ello se propone el empleo del Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Ahorro Energético (IPMVP).

La metodología presentada puede ser un modelo que muestre los beneficios potenciales en materia económica y medioambiental que ofrece la apuesta por la mejora de la eficiencia energética en los establecimientos turísticos.

**Palabras clave:** *Eficiencia energética; hotel; medidas de ahorro; IPMVP*

Correspondencia: Francisco Javier García Gómez fgarcia623@alumno.uned.es



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## **1. Introducción**

El turismo es un sector relevante en la economía española, en fase de crecimiento en los últimos años, y que ya en 2017 aportaba un 11,7% del Producto Interior Bruto (PIB), lo que equivale a 137.000 millones de €, y una aportación al empleo de 2,6 millones de puestos de trabajo (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2019).

Dentro del sector turístico destaca el sector hotelero con una media de 18 millones de pernoctaciones al año (INE, 2019).

En un entorno competitivo y de mejora continua, con la búsqueda de la excelencia en el servicio al cliente, es importante optimizar la explotación de los establecimientos turísticos.

El elevado coste de la energía y del agua y su alto peso en la explotación turística, junto a las exigencias sociales y medioambientales hacen necesaria una gestión eficiente de estos recursos. Para ello es preciso tratar de manera estratégica este ámbito dotándose de los recursos técnicos y económicos necesarios.

La apuesta por la eficiencia energética permitirá la optimización del consumo unitario de energía, la mejora del rendimiento de procesos y alargamiento de la vida útil de los equipos, y esto unido al estudio de nuevas fuentes de energía y la introducción de nuevas tecnologías conseguirá la gestión energética eficiente, optimizando el nivel de servicio ofrecido al consumidor final.

Las mejoras a implementar tienen como atributo el incremento en la calidad del producto turístico y las implicaciones en términos de competitividad que puede aportar. Todas las inversiones planteadas para la mejora en la eficiencia energética permitirán que los servicios ofrecidos a los consumidores finales sean prestados con unas infraestructuras más modernas y que éstos perciban el compromiso de la cadena hotelera por reducir el impacto medioambiental de su experiencia turística.

## **2. Objetivos y alcance**

El objeto de este documento es proponer una metodología para mejorar la eficiencia energética y conseguir una reducción del coste energético, garantizando un ahorro, en el consumo de energía (electricidad, gas, gasoil) y de agua en los establecimientos turísticos de una cadena hotelera. Para ello será necesario realizar inversiones en medidas de ahorro (iluminación eficiente, cambios de combustible, y otros), además de implantar un sistema de monitorización y control.

Se deben establecer y definir las condiciones, requisitos y mejoras a implantar que contempla el desarrollo de una propuesta integral de eficiencia energética e hídrica en los establecimientos turísticos de la cadena hotelera. La propuesta persigue la optimización de la demanda energética, el aumento de los rendimientos en la producción, transformación, y distribución energética, incorporación de equipos e instalaciones más eficientes, planes de capacitación a los trabajadores y otras medidas que fomenten el ahorro de energía y de agua, todo ello manteniendo o mejorando el nivel de servicio ofrecido.

Los resultados esperados de la propuesta redundarán en la mejora de la competitividad de la compañía y en su contribución a la sostenibilidad de la actividad turística.

No menos relevante son los beneficios que podrá aportar este tipo de iniciativas dentro de la organización de la cadena hotelera. Por un lado, la formación que recibirán y la comunicación de la puesta en marcha del mismo reforzará la concienciación de los trabajadores de la empresa para el ahorro y la eficiencia dentro de la compañía. Por otro lado, el personal técnico de la organización se capacitará en materia de eficiencia energética

e hídrica gracias a la formación que se podrá facilitar al personal de cada hotel y contará con una plataforma de gestión y monitorización energética con la que se podrá llevar un seguimiento exhaustivo de los consumos y permitirá la toma de decisiones en esta materia de manera mucho más fundada y ágil.

### 3. Metodología

#### 3.1 Introducción

La metodología constará de dos etapas: una etapa de implementación desarrollada en el presente documento y una etapa de gestión cuyos elementos se definen y se proponen para un posterior desarrollo.

En la **etapa de implementación**, como se podrá ver a lo largo del presente documento, se ha planteado un complejo proceso de análisis de la situación existente en los establecimientos turísticos en materia de energía, habiéndose complementado con una propuesta de medidas de ahorro energético e hídrico.

El proceso se debe iniciar con la visita y análisis de las instalaciones por un equipo de auditores de campo, además de contar con la intervención de técnicos experimentados en eficiencia energética hotelera para realizar las auditorías energéticas a los establecimientos turísticos de la cadena hotelera.

Se plantea la puesta en marcha de una serie de medidas tipo en materia de ahorro y eficiencia energética e hídrica pragmáticas y replicables. Con este modelo se limita la amplia casuística de medidas posibles en los establecimientos turísticos a aquellas medidas que afectan a las principales fuentes de consumo y a las que son aplicables a gran parte de los hoteles. En concreto, estas medidas actúan sobre el 80% del consumo energía y el 54% del consumo de agua de un balance tipo de un hotel.

De esta manera se aportaría una sólida mejora en el uso actual que cada hotel está dando a la energía y el agua con la puesta en marcha de medidas tipo, que quedan resumidas de la siguiente manera:

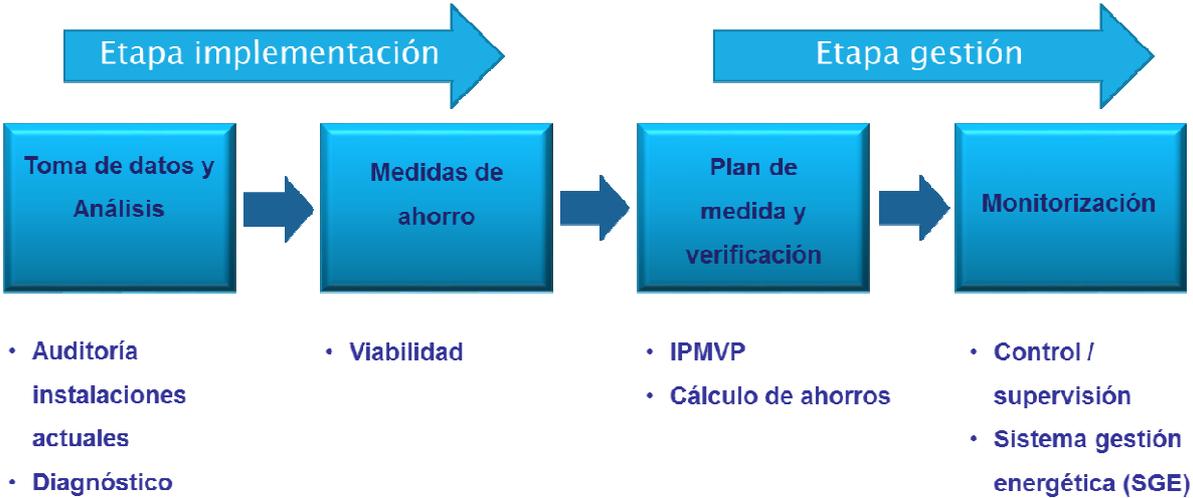
- Medidas de ahorro de agua en habitaciones.
- Medidas de ahorro de energía en la generación de calor y la reducción de sus pérdidas.
- Medidas de ahorro en la climatización de las zonas comunes y las habitaciones.
- Renovación de la iluminación actual por tecnología LED.
- Automatizaciones y sistemas de control para el control de la demanda.
- Sustitución de la energía primaria utilizada en ciertas instalaciones por gas natural.

Para la **etapa de gestión**, se deberá desarrollar un plan de medida y verificación para determinar los ahorros, siguiendo el International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) o Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Ahorro Energético, según las directrices de la Efficiency Valuation Organization (EVO). Adicionalmente, con el objetivo de que se pueda generar un círculo virtuoso en el uso eficiente de la energía y agua, la metodología incorpora dos elementos clave: una infraestructura de monitorización de consumos y un sistema de gestión energética integral. Respecto al primero, la instalación de contadores inteligentes para el consumo de las distintas energías (electricidad, gasoil y gas natural) y el agua, junto a un software de gestión de la información diaria generada por los contadores dotarán a la propuesta de los medios técnicos necesarios para la toma de decisiones a lo largo del funcionamiento una

vez realizadas las medidas de eficiencia. Por otro lado, la integración del proceso bajo un sistema de gestión energética basado en la Norma ISO 50001 “Sistemas de Gestión Energética”, aportará un modelo sólido de mejora continua que, junto a la plataforma tecnológica de monitorización, trascenderá a la primera implantación de las medidas y constituirá un elemento más de competitividad futura para la cadena hotelera. Además, todo ello redundará en que la medición de los resultados pueda ser objetiva y transparente y, con ello, también lo sea la medida y verificación de los ahorros previstos.

En la Figura 1 se resumen las etapas.

**Figura 1: Etapas**



Fuente: elaboración propia.

**3.1 Toma de datos y análisis**

Se realizarán visitas de toma de datos para recoger la información de los equipos, inventariándolos y referenciándolos según ejemplo de la Tabla 1.

**Tabla 1: Toma datos equipos**

Ubicación	Equipo	Modelo	Referencia	Ficha
Sala Calderas	Caldera	Buderus Logano GE 615	SC-0001	FE-SC-0001
Sala Calderas	Bomba circulación primario calefacción	Grundfos UPC 80-120	SC-0002	FE-SC-0002

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo las referencias recogidas en el inventario, se detallará en fichas la información técnica y características de los equipos e instalaciones.

Adicionalmente se ampliará la información de determinados equipos, tomando las mediciones necesarias que puedan ser relevantes para los cálculos de los ahorros, tales como:

- Análisis de gases de combustión para medir rendimientos y lambdas actualizados de las calderas
- Temperaturas de acumulación y de los circuitos secundarios.
- Caudales de grifos y duchas.
- Datos sobre envolventes: características de vidrios, carpinterías y envolventes de tuberías o instalaciones.

Y se recogerán datos relativos a los hábitos de utilización de las instalaciones:

- Horas de encendido de los equipos y puntas de demanda.
- Los sistemas de control de las instalaciones.
- Los protocolos de mantenimiento de los equipos y sistemas.

Además se deberá actualizar/contrastar el inventario de iluminación la información según el ejemplo de la Tabla 2.

**Tabla 2: Toma datos iluminación**

Ubicación			Tipología		Unidades		Datos de consumo		
Zona	Planta	Estancia	Tipo luminaria	Tipo Lámpara	Nº lumin	Nº lámp por lumin	Pot lámp (W)	Tipo equipo auxiliar (balasto)	Horas/día funcionamiento
Sótano	-1	Sala de calderas	Estanca	Fluorescente T8	7	2	36	Electromagnético	0,5
Sótano	-1	Garage	Estanca	Fluorescente T8	9	1	36	Electromagnético	24
Planta	0	Comedor	Araña	Bajo consumo	5	12	12	Electrónico	10
Planta	0	Comedor	Aplicación pared	Bajo consumo	7	2	12	Electrónico	10
Planta	0	Recepción	Foco	Bajo consumo	5	1	21	Electrónico	24
HABITACIONES	1	Habitación Suite Aseo	Empotrada	Halógeno dicróico	12	1	50	Electromagnético	4
HABITACIONES	1	Habitación Suite Salón	Aplicación pared	Bajo consumo	8	2	12	Electrónico	4
HABITACIONES	1	Habitación Suite Salón	De mesa	Bajo consumo	8	1	12	Electrónico	4

Fuente: elaboración propia.

Una vez recopilada esta información se procede al análisis de todos los datos obtenidos y a una primera valoración general de posibles medidas a implantar desde el punto de vista

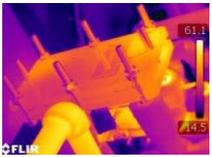
técnico. Un estudio más profundo con un recálculo de los ahorros objetivo y cálculo de rentabilidades de las medidas de ahorro, además de la experiencia en otras propuestas similares, arroja como resultado cuáles de estas medidas son factibles y pueden tener un periodo de retorno adecuado para la presente propuesta.

Tras ello, ya teniendo la lista de medidas a aplicar en cada hotel, se procede al análisis económico de la propuesta en el que se incluyan tanto los ahorros anuales derivados de las medidas aplicadas como el tiempo de retorno de la inversión. Y partiendo de los datos de consumos, se realiza un balance por fuentes de energía y por usos, que refleja sobre qué áreas de consumo se centrarán las medidas de ahorros.

### 3.2 Medidas de ahorro

Tras el estudio en profundidad por parte del equipo de analistas-técnicos-energéticos, que parte de la experiencia en otras propuestas similares, se arroja como resultado las medidas de ahorro presentadas en la Tabla 3, las cuales son factibles y pueden tener un periodo de retorno adecuado para la presente propuesta de mejora de eficiencia energética.

**Tabla 3: Medidas de ahorro**

	Medida de ahorro
	Cambio de combustible a gas natural, mejora de la eficiencia y del coste de la energía primaria
	Aislamiento de intercambiadores, bombas y conductos
	Cambio a tecnología LED, ahorros del 50% al 70% respecto situación actual
	Tarjeteros en puertas y habitaciones, evita consumos no deseados al no estar ocupada la habitación
	Perlizadores en grifos, reductores volumétricos en duchas, doble pulsador en cisternas. Reducción del consumo de agua en un 50% en lavabos, duchas y cisternas
	Válvulas termostáticas, evita consumos excesivos en calefacción

Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Plan de Medida y Verificación

Determinar los ahorros será siempre una parte fundamental en una propuesta de eficiencia energética. Es importante tener en cuenta que el ahorro energético que se obtiene mediante la implantación de una o varias mejoras no es igual a la diferencia entre el consumo antes y después de dicha implantación. Esta diferencia se debe a una serie de factores además del ahorro conseguido:

- Variables climáticas.
- Ocupación.
- Diferencias de uso de las instalaciones.
- Posibles cambios que se hayan producido en la instalación.
- Otras.

Se hace necesaria entonces una medida y verificación de los ahorros, en la que se determine de manera fidedigna e imparcial cual es el ahorro real conseguido por las medidas implantadas.

El International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP) o Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Ahorro Energético, desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO), es un documento que pretende establecer las bases y procedimientos para la medida y verificación de ahorros energéticos conseguidos como consecuencia de la implantación de medidas de ahorro energético (MAEs).

Como resultado de la aplicación del Plan de Medida y Verificación se emitirán periódicamente informes demostrativos de ahorro, que habrán sido elaborados siguiendo los criterios acordados en el Plan. Estos informes serán los que, finalmente, justificarán los ahorros logrados con la aplicación de las MAEs, y servirán como base para evaluar el grado de cumplimiento de los compromisos alcanzados en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.

El Plan deberá ser redactado por un técnico acreditado por certificación de EVO (Efficiency Valuation Organization) como CMVP (Certified Measurement & Verification Professional).

Según el protocolo IPMVP, existen diferentes opciones para calcular el ahorro de las mejoras implantadas, Opción A, Opción B, Opción C y Opción D. Debido a las diferentes características de las medidas a implantar se va a optar por la utilización de dos Opciones para el cálculo de ahorros en función de la tipología de las MAEs a implantar:

- **MEDIDAS DE ILUMINACIÓN - OPCIÓN A:** las medidas de Iluminación (sustitución de lámparas, implantación de detectores de presencia...) permiten conocer los parámetros necesarios para calcular ahorros bajo la OPCIÓN A del protocolo IPMVP. Por ello todas las medidas de esta tipología serán calculadas siguiendo esta Opción.

En esta opción el ahorro se determina midiendo en la instalación un determinado parámetro clave. La medición será puntual (anual) y el parámetro a medir será la potencia (W) de los equipos consumidores de energía de las instalaciones de iluminación.

La medición del parámetro clave (potencia) se llevará a cabo antes y después de la implantación de las MAEs.

Asimismo, será necesaria la estimación de otro parámetro que permita obtener el ahorro. Este parámetro deberá justificarse mediante datos históricos, especificaciones del fabricante, etc., y será consensuada con el hotel. El parámetro a estimar por ambas partes serán las horas (h) de funcionamiento de la instalación.

- RESTO DE MEDIDAS - OPCIÓN C: debido a que el objetivo es la reducción del consumo energético de las instalaciones energéticas de los Centros Consumidores de Energía (CCE) de los establecimientos turísticos, siguiendo la directiva recomendada por el IPMVP Volumen 1, EVO-1, se utilizará la OPCIÓN C como opción general de Medida y Verificación para cualquier medida de ahorro fuera de la tipología de Iluminación. En ese caso, el límite de medida abarca toda la instalación, o gran parte de la misma. Esta opción establece el ahorro de energía conseguido por un conjunto de Medidas de Ahorro y Eficiencia (MAE) implementadas en parte de la instalación que está monitorizada por el equipo de medida.

La Opción C, verificación de toda la instalación, implica el uso de equipos de telemedida y monitorización. Con ellos se podrán medir los consumos energéticos para determinar el rendimiento energético de toda la instalación.

Del mismo modo, dado que se emplean los equipos de medida de toda la instalación, el ahorro que refleja la Opción C incluye todos los efectos, positivos o negativos, de cualquier modificación que ocurra dentro de la instalación y que no sean atribuibles a las MAEs implementadas.

Se determinará una línea base de consumos energéticos tomando como referencia la situación de partida y una línea resultado tras la implantación de las MAEs, teniendo en cuenta los ajustes relacionados con variables independientes (ajustes rutinarios, tales como condiciones meteorológicas u ocupación del hotel) y los relacionados con factores estáticos (ajustes no rutinarios, tales como reformas o cambios de uso en las instalaciones o servicios del hotel).

Para el cálculo de los ahorros debe crearse un modelo mediante regresión lineal múltiple para cada uno de los suministros (electricidad, gas, gasoil y agua) que disponen los establecimientos turísticos.

### **3.4 Monitorización: sistema de gestión energética**

Se deberán instalar equipos de medición en suministros (electricidad, gas, agua) e implantar un Sistema de Gestión Energética (SGE) para el seguimiento de las medidas de ahorro.

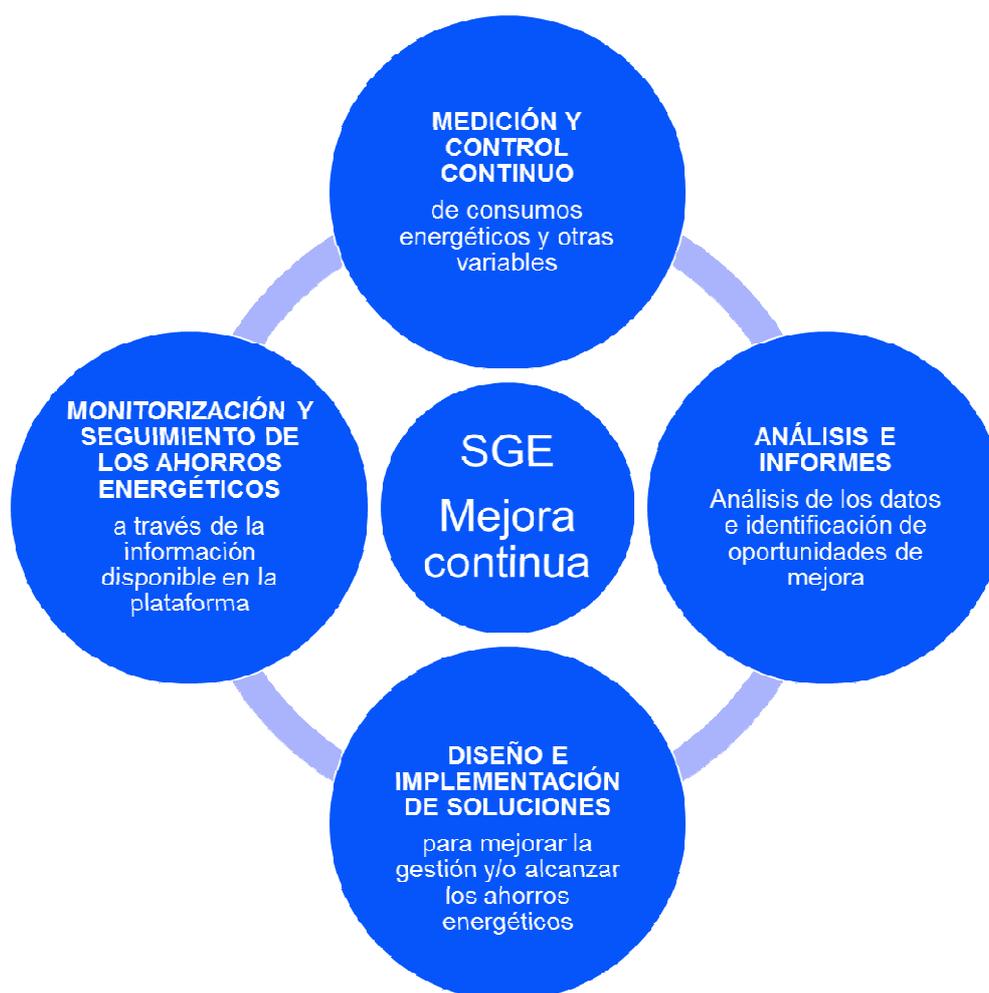
Según se refleja en la figura 2, el sistema de gestión energética debe servir para visualizar los consumos en tiempo real, detectando sobrecostes, anomalías o desviaciones, estudiar sus causas y diseñar con esta información las medidas necesarias y toma de decisiones rápidas a nivel directivo y de gestor operativo para su resolución y obtener ahorros.

Se utilizará una plataforma de software para la monitorización que aporta importantes beneficios ya que posibilita tener completa visibilidad del ciclo de gestión energética. Facilita la toma de decisiones de manera ágil y priorizada, permitiendo analizar su impacto objetivamente.

La plataforma permitirá la realización de informes dinámicos tanto de variables energéticas como otras que afecten a la gestión energética (p.e. ocupación, producción, etc...) permitiendo la realización de ratios por periodos y energías y su exportación a Excel, Word, PDF, etc...

También permitirá el control de la facturación de los diferentes suministros energéticos, así como la gestión documental relativa a la gestión energética.

**Figura 2: Sistema gestión energética**



Fuente: elaboración propia.

## 4. Resultados

### 4.1 Descripción general

Tras los estudios realizados en los distintos establecimientos turísticos se han encontrado, en gran parte de ellos, una serie de ineficiencias en los siguientes aspectos:

- Elevado consumo de agua asociado a las estancias.
- Calderas con bajos rendimientos efectivos.
- Alto consumo de combustible para la generación de calor.
- Deficientes aislamientos en elementos del sistema de calefacción.
- Hay lámparas que pueden sustituirse por otras más eficientes.

En base a estas ineficiencias, se han contemplado una serie de medidas de ahorro (relacionadas en el apartado 3.2) que reducen el consumo energético actual del hotel y, con éste, el coste económico de la energía.

Para cada hotel se detallan las medidas adoptadas. En dicho detalle, presentado en tablas, se indica: el tipo de mejora a realizar, ahorros anuales derivados, tanto energéticos (kWh o m<sup>3</sup>), porcentuales, como económicos (Euros); consumo base sobre el que se producen,

descripción técnica de los equipos y materiales a instalar, estudio económico (inversión a realizar), tiempo de retorno de la inversión, si se vería afectado el funcionamiento normal del hotel con esta medida y la vida útil de las mismas.

#### 4.2 Ejemplo de aplicación. Hotel tipo

Se considera un hotel tipo con las siguientes características reflejadas en la Tabla 4:

**Tabla 4: Hotel tipo. Características**

Ubicación	Interior península
Categoría	4 estrellas
Nº habitaciones	60
Nº plazas	120

Fuente: elaboración propia.

Tras la toma de datos y análisis de información inicial según lo indicado en el punto 3, el estudio contempla unas medidas de ahorro energético (MAEs) en los sistemas de calefacción, iluminación, control de clima y agua caliente sanitaria (ACS).

Para todas las MAEs a implantar se han calculado los ahorros anuales derivados, tanto energéticos (MWh o m3), porcentuales, como económicos (€); el consumo base sobre el que se producen, y el estudio económico de las inversiones a realizar. Se indica también si la medida afectaría al funcionamiento normal del hotel. Adicionalmente, para las medidas de iluminación, se incluye la vida útil de las mismas.

Se presenta un extracto de las medidas de ahorro en la Tabla 5 y en la Tabla 6 se resume la inversión y el período de retorno para cada medida, según lo descrito anteriormente.

**Tabla 5: Ahorros energético-económicos**

Tipo de medida	Consumos base			Ahorro energético			Ahorro porcentual			Ahorro k€
	Elect MWh	Gasoil MWh (PCI)	Agua m3	Elect MWh	Gasoil MWh (PCI)	Agua m3	Elect %	Gasoil %	Agua %	
Calefacción – Cambio combustible a gas natural	-	1.011	-	-	125,4	-	-	12,4	-	34,5
Calefacción - Aislamiento	-	896,9	-	-	21,6	-	-	2,4	-	1,6
Iluminación – Cambio a tecnología LED	44,3	-	-	36,4	-	-	82,2	-	-	7,6
Control Clima - Tarjetero	27,1	593,3	-	2,4	62	-	8,9	10,5	-	4,9
ACS - Perlizador	-	303,5	12.423	-	12,5	536	-	4,1	4,3	1,8
Calefacción - Válvulas termostáticas	-	71,5	-	-	63	-	-	88,1	-	2,9

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6: Inversión asociada y período retorno simple (PRS)**

Tipo de medida	Inversión				¿Afecta a funcionamiento Hotel?	Vida útil Horas de uso
	Ejecución €	Legalización €	Total €	PRS años		
Calefacción – Cambio combustible a gas natural	56.809	3.000	59.809	1,73	SI	-
Calefacción - Aislamiento	1.783	0	1.783	1,11	SI	-
Iluminación – Cambio a tecnología LED	14.612	0	14.612	1,92	NO	30.000
Control Clima - Tarjetero	8.014	0	8.014	1,64	NO	-
ACS - Perlizador	2.678	0	2.678	1,49	NO	-
Calefacción - Válvulas termostáticas	2.448	0	2.448	1,88	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Para el hotel tipo que nos ocupa, la acción conjunta de las mejoras supone una reducción del coste energético del 32,6% respecto al gasto energético total (electricidad, combustibles y agua) del año base, según refleja la Tabla 7.

**Tabla 7: Resultados implantación medidas de mejora**

Coste energético inicial (€)	163.490
Coste energético final (€)	110.190
Ahorro energético (€)	53.300
Ahorro porcentual (%)	32,6
Inversión asociada (€)	89.344
Período retorno simple (Años)	1,68

Fuente: elaboración propia.

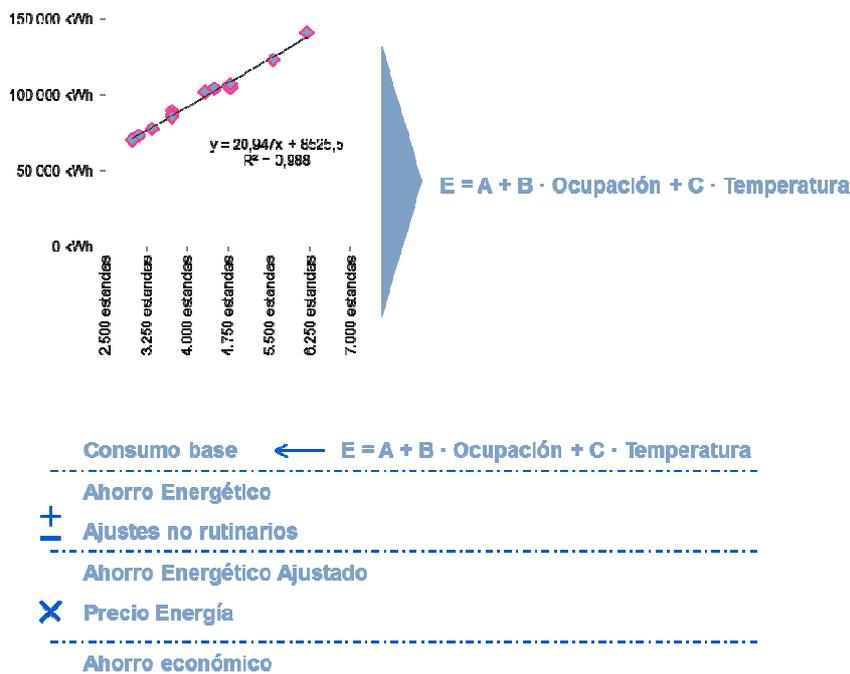
Una vez implantadas las mejoras, se deberá realizar un seguimiento para comprobar el cumplimiento de los objetivos de ahorro propuestos. El modelo de gestión, basado en la norma ISO 50001, utilizará un sistema de gestión energética que sistematizará el proceso empleando indicadores como los de la tabla 8, que se diseñarán para integrar la medición de consumos energéticos y las variables relativas a la actividad de los hoteles. Mediante el acceso continuo a los datos, registrados en la plataforma de monitorización, se ajustará periódicamente la línea base y el resultado, y reflejará las conclusiones en los informes de medida y verificación. Para ello se deberá establecer un modelo matemático que relacione los consumos y las variables que afecten a los mismos, y una forma sería emplear un modelo mediante regresión lineal según la figura 3.

**Tabla 8: Indicadores energéticos sector hotelero**

Indicador	Unidades
Consumo energético del hotel por estancia	kWh / estancia
Consumo energético del hotel por superficie útil	kWh / m <sup>2</sup> útil
Consumo energético del hotel por habitaciones disponibles	kWh / habitación
Consumo energético de la instalación en climatización por habitación disponible	kWh (Clima) / habitación

Fuente: elaboración propia.

**Figura 3: Cálculo ahorros con el protocolo IPMVP de un hotel tipo**



Fuente: elaboración propia.

Por ejemplo, se ha considerado la opción C para el cálculo del ahorro de las medidas que reducen el consumo de combustible, de este modo, se monitorizará el contador de la compañía suministradora del combustible. Al usar esta opción, se deberá ajustar el consumo de la línea base a las condiciones de la línea de resultado para poder calcular el ahorro. Se tendrán en cuenta las variables de temperatura y de ocupación del hotel.

Se compararán el número de estancias en la línea base y en la línea resultado. Y emplear una regresión lineal entre consumo de combustible y la ocupación de la línea base permitirá transformar el consumo de combustible de la línea base a las condiciones de ocupación de la línea resultado.

La regresión tendrá la siguiente forma:

Consumo de Combustible (E) = A + B x Ocupación (línea base) + C x Temperatura

Siendo A, B y C constantes determinadas en base a los consumos y la variable ocupación y temperatura.

El objetivo de esta regresión es obtener las constantes A, B y C.

Una vez obtenida esta expresión, se calculará el consumo de la línea base ajustada a las

condiciones de la línea resultado de la siguiente manera:

CONSUMO AJUSTADO LÍNEA BASE = A + B x Ocupación (línea resultado) + C x Temperatura

Siendo las constantes A, B y C las obtenidas en la regresión anterior.

A esto habrá que añadirle los ajustes no rutinarios mencionados anteriormente.

## 5. Conclusiones

El desarrollo de una propuesta para mejora de la eficiencia energética requiere de la puesta en marcha de una serie de medidas de ahorro energético con el propósito de reducir el consumo de energía y sus costes asociados. La importancia de recabar los datos y hacer un adecuado análisis de los mismos, seleccionando las medidas de ahorro que tengan mayor viabilidad, y contrastar con un Plan de Medida y Verificación, implantando un sistema de gestión energética monitorizado, hace imprescindible utilizar una metodología como la presentada que permita llevar a cabo la propuesta con éxito.

Del presente documento se concluye que la metodología presentada puede ser un modelo que muestre los beneficios potenciales en materia económica y medioambiental que ofrece la apuesta por la mejora de la eficiencia energética, y el compromiso en el camino hacia la excelencia energética y la sostenibilidad en los establecimientos turísticos. Y se propone como base para un posterior desarrollo con mayor profundidad del plan de medida y verificación acorde al IPMVP y del sistema de gestión de energía según ISO 50001.

## 6. Bibliografía

España. UNE-EN ISO 50001:2018 Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. (ISO 50001:2018).

Instituto Nacional de Estadística (2019). *Cuenta satélite del turismo de España. Aportación del turismo a la economía española – Año 2017*. Obtenido de [https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736169169&menu=ultiDatos&idp=1254735576863](https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736169169&menu=ultiDatos&idp=1254735576863)

Instituto Nacional de Estadística (2019). *Hoteles: encuesta de ocupación, índice de precios e indicadores de rentabilidad. Sector hotelero - Noviembre 2018*. Obtenido de [https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736177015&menu=ultiDatos&idp=1254735576863](https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177015&menu=ultiDatos&idp=1254735576863)

International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP). Efficiency Valuation Organization. Disponible en <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>

Efficiency Valuation Organization (EVO). (2012). *International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP), Concepts and options for determining energy and water savings. Volume 1*. EVO 10000 – 1:2012.

Rey Martínez, F.J., Velasco Gómez, E., & Rey Hernández, J.M. (2018). *Eficiencia energética de los edificios. Sistema de gestión energética ISO 50001. Auditorías energéticas*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A.

Aranda Usón, A., Barrio Moreno, F., García León, M.P., & Alcalde Germán, E. (2014). *Sistemas de Gestión de la Energía*. Zaragoza, España: Prensas U Zaragoza.