

ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE GESTIÓN DE LA DEMANDA EN UN HOTEL DE TIPO URBANO

G. López Patiño¹; P. A. López Jiménez¹; P. L. Iglesias Rey¹; V. S. Fuertes Miquel¹

Resumen – El trabajo que se aquí se desarrolla presenta un estudio de los consumos registrados en las habitaciones de un hotel de tipo urbano con una clientela mixta de carácter vacacional y de negocios. En el estudio se han comparado la situación en que la instalación está equipada con griferías estándar, con otra en la que se han montado instalado dispositivos de bajo consumo de agua. Los resultados que se presentan sirven como base para la justificación de la viabilidad de la implantación de tales medidas.

Abstract – This work shows a study of the water demands registered in the rooms of a hotel of urban type with a mixed business/holidays customer behaviour. In the study have been compared the plumbing system when is equipped with standard faucets, and after some of these have been replaced with low water consumption devices. The results serves as a justification of the viability of taking account such a measures.

Palabras clave: Ahorro de agua, gestión de demanda de agua, instalaciones interiores de agua, suministro de agua a edificios, grifos de bajo consumo.

Keywords: water save, water demand management, plumbing systems, water supply to buildings, low water devices.

¹ Universidad Politécnica de Valencia – Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente – Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos – Camino de Vera S/N – CP E46022 – Valencia (España) – Tel: (+34) 96 3879890 – Fax: (+34) 96 3877981 E-mail: glpatin@gmmf.upv.es

INTRODUCCIÓN

En España, el sector servicios es uno de los sectores más importantes en la economía nacional, pero también uno de los más competitivos y donde los márgenes comerciales son más estrechos. En este contexto, es incesante la mejora de los márgenes comerciales mediante la búsqueda de formas de gestión más eficientes.

Esto ha llevado a que una de las mayores compañías hoteleras de España se interesase por la mejora en su gestión que podía suponer la implantación de medidas para la reducción de consumos de agua en sus instalaciones.

El trabajo que aquí se presenta desarrolla un estudio realizado sobre un hotel de tipo urbano en la ciudad de Valencia de cara a valorar los ahorros de agua, y a partir de ahí los energéticos, derivados de la implantación de griferías y sistemas de bajo consumo en las habitaciones de dicho establecimiento, siempre sin reducir el confort del usuario necesario para mantener los elevados niveles de satisfacción que se exigen en el sector.

El trabajo se enmarca dentro del proyecto AECO2 cuyo objetivo fundamental es valorar la eficiencia energética y la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, provocados por la implantación de medidas de ahorro de agua.

El procedimiento general que se ha planteado para este estudio ha sido la comparación de los resultados obtenidos en la medición en algunas habitaciones, antes y después de la implantación de los sistemas de ahorro, y su extrapolación a todo el edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

El estudio se ha desarrollado en un hotel situado dentro del casco urbano de la ciudad de Valencia. Se trata de un edificio en altura con 15 plantas y un total de 319 habitaciones, así como salones, restaurante, servicio de cocina y piscina climatizada. El edificio no cuenta con lavandería propia ni, por sus características urbanas, con zona ajardinada de esparcimiento.

La instalación de suministro de agua está formada por doble alimentación independiente de agua fría y agua caliente sanitaria, esta última con circuito de retorno.

Para cada uno de los sistemas de alimentación se cuenta con dos escalones de presión que cubren las necesidades de presión hidrostática. Un primer escalón abarca los suministros desde el sótano hasta la planta sexta, y un segundo escalón cubre desde la planta séptima hasta la quinceava.

Los bombeos de ambos circuitos son independientes, situados ambos en la misma planta sótano. Se trata de grupos de bombas de velocidad variable en paralelo en número acorde a los suministros que abastecen.

Las presiones de tarado de cada uno de los escalones de presión son 6.3 bar y 8.5 bar, respectivamente.

El tipo de usuario de la instalación condicionará los consumos que se vayan a obtener. Al tratarse de un hotel ubicado dentro del núcleo urbano el tipo de cliente será de negocios o vacacional de ámbito urbano, con estancias de tipo corto o medio y con poco tiempo de permanencia en la habitación.

Además, al no disponer de grandes zonas ajardinadas, las posibilidades de implantación de medidas de ahorro de agua son menores, lo que en el caso que se ha analizado ha supuesto que sólo se implante la sustitución de las griferías de las habitaciones por dispositivos de bajo consumo.

Para realizar el análisis, y puesto que se dispone de dos escalones de presión, se ha optado por seleccionar dos habitaciones de control una en cada escalón de presión. A fin de analizar la influencia que puede tener la presión de alimentación en el consumo, se ha optado por elegir una habitación en las plantas más altas del primer escalón, menor presión de suministro como consecuencia de la mayor altura geométrica, y una habitación en las primeras plantas del segundo escalón, con la mayor presión de suministro del escalón².

Las dos habitaciones de control son similares en cuanto a sus equipamientos. Ambas cuentan con un lavabo, bidé, inodoro y un conjunto ducha-bañera, dotadas con el mismo tipo de grifería monomando y con mochila de descarga única en el inodoro.

Los dispositivos de bajo consumo instalados tras la optimización son los mismos en cada una de las habitaciones.

- En la grifería de lavabo se ha sustituido el difusor de chorro por una perlizador de 7.2 l/min, el adecuado a los valores de caudal registrado.

- En el bidé se ha decidido no intervenir por la bajísima utilización del mismo y la dificultad para valorar el consumo y elegir adecuadamente el dispositivo.

- En el inodoro se ha instalado un grifo de descarga de doble pulsador

- En la ducha se ha instalado un regulador de caudal en la salida al flexo de la alcachofa, y no se ha actuado sobre la bañera al ser un dispositivo que consume volumen y no caudal.

DESARROLLO DE LAS MEDICIONES Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

El proceso que se ha llevado a cabo para el análisis se ha desarrollado en tres fases:

En primer lugar, la medición y registro de los caudales totales consumidos en cada habitación controlada.

En segundo lugar, la identificación del punto de consumo de cada uno de los registros.

En tercer lugar el cálculo de los caudales medios instantáneos en cada punto de consumo y para cada registro.

Este proceso se ha repetido para las condiciones de la instalación equipadas con griferías estándar y para cuando en la instalación se han montado los dispositivos de ahorro.

En la primera fase, se han realizado mediciones del caudal consumido en cada una de las habitaciones controladas durante las 24 horas del día, con registro del caudal medio en periodos de muestreo de 5 segundos.

Para la medida de caudal se ha contado, en ambas habitaciones, con un contador volumétrico de clase C y DN 15 para un caudal nominal de 75 l/h y un caudal mínimo de 7.5 l/h (0.125 l/min.) con un cabezal emisor de pulsos trabajando con resolución de un pulso por cada 0.1 litros de consumo.

La clase C del contador y su carácter volumétrico ha permitido registrar caudales consumidos muy bajos, permitiendo incluso la identificación de alguna fuga producida en el sistema abastecido.

² Para facilitar una mejor comprensión de los resultados, en adelante se va a denotar la habitación en el primer escalón de presión como Habitación A, y la habitación controlada en el segundo escalón de presión como Habitación B.

La señal del contador se ha registrado con dataloggers instalados junto a ellos y que se ha ido sustituyendo en periodos de tiempo variables dependiendo de su límite de almacenamiento. Posteriormente, la señal registrada se ha volcado para su análisis computerizado.



Las mediciones se han prolongado durante tres meses con unos periodos hábiles de medición que han variado de una habitación a otra. Así, para la habitación 'A', se han efectuado mediciones durante 46 días con los equipos estándar instalados y 21 días con los dispositivos de bajo consumo. Para la habitación 'B', la duración de mediciones ha sido de 21 días para cada una de las condiciones. La mayor duración de las mediciones en la primera habitación se justifica por el ajuste inicial de parámetros y de aparatos.

Durante la fase dos, el procedimiento de identificación de consumos se ha realizado en base a los patrones de consumo esperados de cada uno de los grifos, registrados mediante un barrido previo al inicio de las medidas.

Los consumos de inodoro presentan un patrón caracterizado por el volumen total de descarga por cisterna y por la modulación del caudal, más pequeño conforme va cerrando la válvula de la grifería de inodoro.

Los consumos de lavabo se caracterizan por un valor de caudal entregado acotado y constante en el tiempo, y por una duración relativamente corta.

Los consumos de bañera son los mayores en valor y en duración.

Los consumos de ducha se caracterizan por unos valores de caudal intermedios pero por una duración prolongada, e incluso intermitente (que se corresponde a la situación de uso para el mojado y enjuagado, pero no durante el enjabonado).

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

El proceso de análisis que se va a realizar requiere de la comparación de las dos condiciones en las que ha trabajado la instalación. Es por ello que se han estudiado por separado las dos situaciones y después se han extraído las conclusiones oportunas de la observación de resultado de cada una de ellas.

Instalación equipada con griferías estándar

Se pretende obtener algunos parámetros significativos mediante el procesamiento de las mediciones registradas completado con la información facilitada por el servicio de atención al cliente del hotel.

Consumo medio por usuario

Para calcular el consumo medio por usuario se han contabilizado el número de ocupaciones de las habitaciones controladas y el número de personas por ocupación.

En total, en la habitación 'A', para 46 días de mediciones, se han observado un total de 43 pernoctaciones (n° ocupaciones $\times$ personas por ocupación) con un consumo total de 6178 litros, lo que da un consumo medio de 143 litros por persona.

Para la habitación 'B' se han tenido 26 pernoctaciones para un total de 21 días con un consumo total de 4455 litros, con un consumo medio de 171 litros por persona, ligeramente superior al de la habitación con menor presión hidrostática.

Consumo medio por tipo de suministro

A continuación se presentan los valores medios, y valores máximos de los caudales consumidos, distribuidos por aparatos. Los valores se obtienen por la suma de los valores medios o máximos de caudal procedente de cada una de los sistemas de alimentación, ya sea agua fría o agua caliente sanitaria (A.C.S.)

Debido a la fuerte dependencia de los consumos medios con los hábitos del cliente, los valores de caudal máximo entregado son muy significativos de cara a poder analizar y comparar las griferías estándar y los dispositivos de ahorro que se instalan.

Tabla 1. Consumo medio por aparato. Con grifería estándar

<i>Aparato</i>	<i>Tipo Consumo</i>	<i>Consumo (l/min)</i>
Lavabo	AF+ACS	4.8
Ducha	AF+ACS	15.6
Baño	AF+ACS	18
Inodoro	AF	9.4 litros/descarga

Tabla 2. Caudal máximo por aparato. Con grifería estándar

<i>Aparato</i>	<i>Tipo Consumo</i>	<i>Caudal (l/min)</i>
Lavabo	AF+ACS	13.2
Ducha	AF+ACS	16.8
Baño	AF+ACS	20.4

Con los valores de los volúmenes totales consumidos, se han obtenido los porcentajes de uso de cada uno de los aparatos. Este parámetro resulta bastante interesante de cara a priorizar las actuaciones sobre uno u otro aparato.

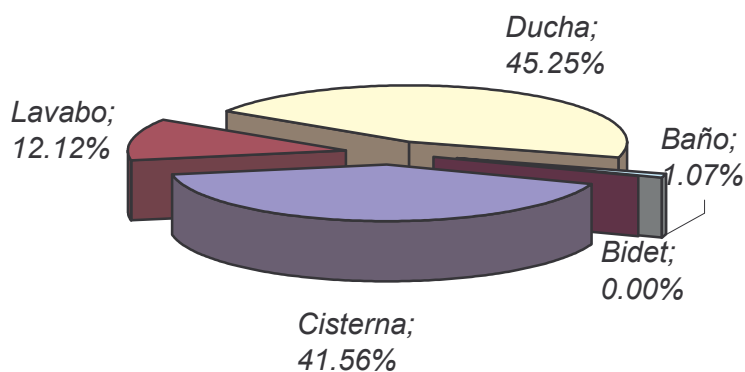


Figura 1. Distribución de consumos por aparato (%).Con grifería estándar

Resulta importante disponer del reparto de los volúmenes consumidos por sistema de abastecimiento. Hay que tener en cuenta, que un ahorro de agua en la instalación de A.C.S. lleva consigo siempre una reducción del consumo energético necesario para calentar esa agua. Desde el punto de vista de la viabilidad económica de la implantación de medidas de ahorro de agua, la reducción en el coste energético que lleva consigo la disminución del consumo de A.C.S. debe ser también contabilizado.

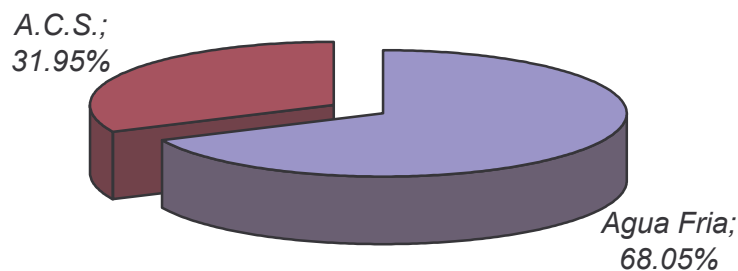


Figura 2. Distribución de consumos por temperatura. Con grifería estándar

Instalación optimizada con dispositivos de bajo consumo.

Una vez que instalados los sistemas de ahorro de agua, se vuelven a repetir las mediciones y se calculan, de nuevo, los parámetros que se consideran más significativos para el análisis y la comparación.

Consumo medio por usuario

La ocupación para esta situación es sensiblemente menor como consecuencia que los tiempos de medición han resultado menores y la época del año en la que han coincidido ha resultado ser de menor actividad hotelera.

En la habitación 'A', se ha producido un total de 12 pernотaciones para un total de 21 días de medición. Para un consumo total de 1640 litros, supone un consumo medio de 136 litros por persona

En la habitación 'B' se ha producido un total de 17 pernотaciones para 21 días de medición, con un volumen total consumido de 2668 litros, con un consumo medio de 160 litros por persona.

Consumo medio por tipo de suministro

Se presentan los valores medios y máximos de caudal entregado. Como consecuencia de la instalación de los equipos, limitadores de caudal en lavabo y ducha, se observa como los valores máximos coinciden con los correspondientes a los límites de los dispositivos instalados.

No obstante, la bañera y el bidé no están optimizados por lo que los consumos son similares a los observados antes de la instalación de los sistemas de ahorro.

En cuanto al inodoro, aparece la posibilidad de producir descargas parciales. La franja de valores que se presenta, para las descargas parciales, obedece a la variabilidad observada en el volumen total durante la descarga parcial, sin que se haya analizado la causa de dicha variabilidad.

Tabla 3. Consumo medio por aparato. Grifería optimizada

<i>Aparato</i>	<i>Tipo Consumo</i>	<i>Consumo (l/min)</i>
Lavabo	AF+ACS	4.8
Ducha	AF+ACS	9
Baño	AF+ACS	18
Inodoro	1 descarga	7.5 l/descarga
	½ descarga	2.8 - 3.5 l/descarga

Tabla 4. Caudal máximo por aparato. Grifería optimizada

<i>Aparato</i>	<i>Tipo Consumo</i>	<i>Caudal (l/min)</i>
Lavabo	AF+ACS	7.2
Ducha	AF+ACS	12
Baño**	AF+ACS	25.2

****** *Aparato sin optimizar*

Para la distribución de consumos por usos, se observa como, al disponerse la posibilidad de doble descarga del inodoro, se reduce el porcentaje de consumo en este aparato, creciendo el porcentaje de los demás.

El mismo efecto se nota en la distribución según el tipo de abastecimiento, pasando a tener una mayor importancia el consumo de A.C.S. al reducirse el volumen total de las descargas.

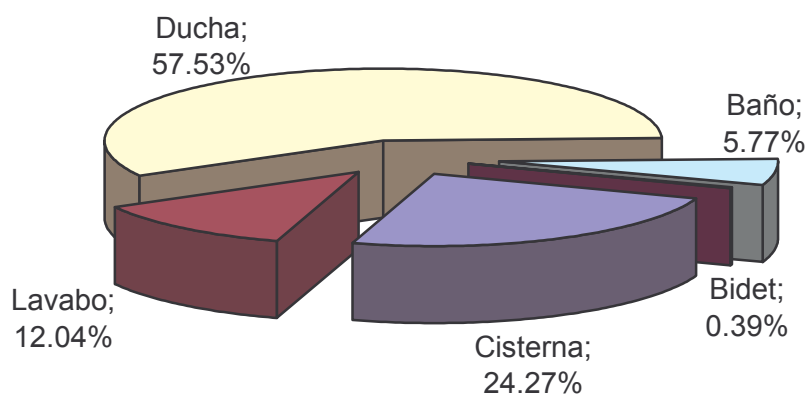


Figura 3. Distribución de consumos por aparatos. Grifería optimizada

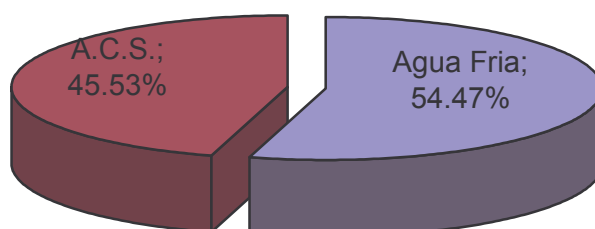


Figura 4. Distribución de consumo por tipo de suministro. Grifería optimizada

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados hidráulicos obtenidos, se pueden extraer una serie de conclusiones:

El consumo medio por ocupación experimenta una gran variabilidad y está muy influenciado por los usos que se hagan de los sanitarios, debido al pequeño tamaño de la muestra de datos registrada. Así, el hecho que durante las mediciones se haya utilizado el baño o no, (con un consumo muy importante en comparación con el resto de consumos) ha producido una modificación significativa de los valores medios. El ratio consumo medio por pernoctación, resulta de gran incertidumbre pero es un punto de partida muy importante.

La instalación de los sistemas ahorradores de agua en las habitaciones ha supuesto una reducción del consumo medio por ocupante de 7 litros para la habitación con menos presión y de 11 litros para la habitación con más presión, lo que significa un 5% de reducción en el consumo medio para la habitación 'A' (menos presión) y un 6.5% de reducción para la habitación 'B' (más presión).

Existe una dependencia del consumo total en la habitación con la presión de servicio. De tal forma que los consumos en la habitación 'B' son entre un 17% y un 19% mayores que los de la habitación 'A'. Estas diferencias son mayores incluso después de haber instalado los equipos ahorradores de consumo como consecuencia del peso que gana el consumo de las duchas al instalar cisternas de inodoro de doble pulsador.

El consumo medio en el lavabo con las griferías estándar y con la grifería ahorradora de agua resulta prácticamente igual, no siendo achacable a que la grifería ahorradora suministra

demasiado caudal, sino a que los consumos con la griferías estándar son más bajos de lo esperado.

La tendencia a que el consumo de lavabo con griferías estándar no es tan alta como se podía esperar es un hecho que ya había sido observado por los autores en otros estudios (López et al. 2004) .

La justificación general que explica este comportamiento es porque caudales excesivos en los lavabos resultan molestos al usuario y éste tiene tendencia a cerrarlos hasta lograr un chorro que le satisface. Esta situación no se manifiesta en las griferías de ducha porque allí el usuario está ‘sumergido’ en el chorro de agua.

No obstante, a la vista de los caudales máximos, la grifería ahorradora de lavabo entrega un 45% menos de caudal que una grifería estándar (de 13.2 a 7.2 l/min), lo que justifica el ahorro.

El consumo medio de una grifería de ducha ahorradora frente a una grifería estándar es un 41% inferior (de 15.9 a 9 l/min).

El consumo de una cisterna, cuando es descargado de forma total , después de la optimización se reduce en un 20% (de 9.4 litros a 7.5 litros)

Sin embargo, el ahorro en el volumen consumido por cada uso de cisterna cuando la descarga el parcial llega hasta el 66% (de 9.4 litros a 3.2 litros³)

El porcentaje de consumo del inodoro frente al resto de consumos ha bajado desde un 45% antes de la optimización a un 24% después de instalar el mecanismo de doble pulsador, como consecuencia de la reducción del volumen de descarga y por la posibilidad de producir descargas parciales.

De las descargas de inodoro producidas, un 30% se corresponden con descargas parciales y un 70% con descargas totales.

Apenas se han observado consumos en el bidé, por lo que los ahorros que se puedan conseguir con su optimización son prácticamente testimoniales.

Teniendo en cuenta el porcentaje medio de usos de cada uno de los aparatos sanitarios registrada y el ahorro que se puede conseguir con cada uno de ellos se puede llegar a un ahorro total de un 44% del consumo por habitación⁴

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

López Patiño, G.; Pérez García, R.; Martínez Solano, F. J.; Ruiz Moya, L.(2004), “*Diseño de instalaciones para el ahorro de agua en edificios*”, IV Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua. Tortosa, España. Noviembre 2004.

³ se ha considerado como valor medio entre los 2.8 litros/descarga y los 3.5 litros/descarga)

⁴ Ahorro calculado a partir de porcentaje de uso sin haber realizado la optimización pero teniendo en cuenta los porcentajes de descargas parciales y totales obtenidos después de la optimización.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se engloba dentro del Proyecto de iniciativa privada AECO2, “Interrelación entre el ahorro de agua, energía y CO₂”.

El estudio ha sido posible gracias a los recursos puestos a disposición de los investigadores por parte del Departamento de Obras y Mantenimiento de la cadena hotelera Sol Meliá, y por parte de la empresa TEHSA.

Se quiere agradecer especialmente la inestimable colaboración de todo el personal de Sol Meliá.