



**SMARTSPACES. Los usuarios, actores clave para el  
ahorro y la eficiencia energética en edificios  
municipales de Lleida**

**Autor:** Esther Fanlo Grasa

**Institución:** Ayuntamiento de Lleida

**Otros autores:** Jordi Carbonell (CIMNE); Elisenda Pardell (Ayuntamiento de Lleida);  
Gustavo Gomez (INERGY)

### Resumen

Implicar y corresponsabilizar a los usuarios y visitantes en la eficiencia energética de los edificios municipales puede suponer un ahorro energético de más del 15 % únicamente con la aplicación de medidas de concienciación y organización, sin modificación de la infraestructura del edificio. El proyecto europeo SMARTSPACES que se desarrolla en Lleida, conjuntamente con 11 ciudades europeas más, está poniendo a punto un sistema informático y un protocolo de actuación para conseguir ahorro energético a través de la información, la comunicación y la ayuda a la toma de decisiones.

**Palabras clave:** ahorro energético; eficiencia; participación pública, ayuntamiento

## Introducción

Algunos proyectos destacan la importancia de involucrar a los usuarios para conseguir ahorro y eficiencia energética en los edificios. Para ello es necesario facilitarles información y hacer un seguimiento de los comportamientos y los hábitos cotidianos.

Aplicar la tecnología para motivar las personas a utilizar los edificios de forma que el consumo energético sea el máximo de eficiente posible se ha visto como la clave para alcanzar ahorros energéticos sostenibles. La información que proviene de los servicios energéticos es transformada y comunicada convenientemente a los usuarios finales como parte de la campaña de concienciación y gestión participativa de la energía. Para organizar este programa se ha explotado el conocimiento de la red europea de agencias de la energía y se han seguido las buenas prácticas desarrolladas a través del programa europeo Intelligent Energy in Europe.

## Breve descripción del proyecto SMARTSPACES y su aplicación en Lleida

El proyecto europeo SMARTSPACES es un proyecto de aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para obtener ahorro en el consumo energético de los edificios municipales. El objetivo establecido consiste en obtener un mínimo del 15 % de ahorro en el consumo energético de los edificios municipales aplicando TIC. La propuesta es medir el consumo energético de forma desagregada y poder monitorizar el consumo y la temperatura en continuo. El sistema de medida va acompañado de una interface sencilla que además de ser útil para los gestores energéticos porque es fácil de controlar y analizar el consumo de forma desagregada, también es un sistema de *Ayuda a la toma de decisiones*, y un instrumento clave para la concienciación ambiental de los usuarios.

El proyecto, de 3 años, ha ocupado el primer año en el desarrollo de los programas de control y monitoreo de la información, las encuestas a los usuarios y trabajadores y la definición y coordinación de las actuaciones que se tenían que desarrollar en 11 diferentes ciudades europeas que actúan como pilotos. El segundo año se han monitorizado los consumos, antes de la intervención. Y el tercer año se han involucrado a los usuarios y a los gestores para promover la consulta de los sistemas de monitorización, la implementación de medidas correctoras, la realización de las campañas de concienciación y la evaluación continuada del ahorro.

El ahorro energético que se espera en Lleida, si se reduce un 15% los consumos sobre el año base 2010, es de 349 MWh/anuales, 96 T de CO<sub>2</sub> y un ahorro económico equivalente aproximado de 40.000 euros anuales

Estas actuaciones forman parte de un proyecto global Europeo en el que participan 11 ciudades de 8 países diferentes, y en el que se actúa sobre 580 edificios que suman más de un millón de m<sup>2</sup> de superficie y que acogen 18.000 trabajadores y 400.000 visitantes. El proyecto tiene un presupuesto global de 7 millones de euros y una duración de 3 años que finaliza en diciembre de 2014.

En la ciudad de Lleida actúan 3 socios conjuntamente: el Ayuntamiento de la ciudad, a través de su Agencia de la Energía, CIMNE, centro internacional de métodos numéricos

en ingeniería, de la Universidad Politécnica de Catalunya, la empresa INERGY, spin off de la UPC

## Características de los edificios municipales monitorizados en LLeida

Se han monitorizado 3 tipologías de edificios municipales diferentes:

**Edificio Sant Francesc:** edificio de oficinas donde se ubica el área económica municipal y todos los servicios relacionados con la gestión de los tributos municipales, y que acoge los equipos de SIE municipal en la planta subterránea. En este edificio trabajan 101 funcionarios en tareas administrativas que hacen horario de oficina y es visitado anualmente por 250.000 personas externas que acuden a hacer gestiones. La superficie total del edificio son 2.399 m<sup>2</sup> y el consumo energético del año 2010 fue de 214.921 kWh de electricidad y 161.603 kWh de gas

**Pabellones deportivos de barrio:** se han monitorizado 2 pabellones deportivos de los barrios de Cappont y Pardinyes cuyo uso principal es el del entrenamiento deportivo y acoger competiciones escolares. Estos edificios tiene pocos trabajadores fijos, 2 en cada pabellón, y de bajo perfil técnico (conserje y personal de limpieza). Por otro lado, tiene gran asistencia de visitantes que acuden a entrenar o competir, con más de 170.000 usuarios cada uno de ellos. Son visitantes esporádicos, que visitan el pabellón raramente y otros que acuden periódicamente a los entrenamientos. La superficie de los dos pabellones es de 3.534 m<sup>2</sup> y el consumo energético fue de 98.363 kWh de electricidad y 270.297 kWh de gas

**Pabellón municipal de Barris Nord:** este edificio es el pabellón central de la ciudad, que se utiliza para grandes acontecimientos deportivos, espectáculos multitudinarios y también como entrenamiento de los equipos profesionales de la ciudad y sede de los clubes de básquet y hándbol. Dispone de 4 trabajadores fijos y 93.000 visitantes anuales. La superficie del pabellón es de 10.115m<sup>2</sup> y el consumo energético en 2010 fue de 374.955 kWh de electricidad y 1.209.255 kWh de gas

## El sistema BEIS y el SIE

En todos los edificios monitorizados se han colocado sondas de temperatura, contadores de consumo eléctrico y contadores de gas desagregados para el máximo de áreas, plantas o unidades de cada instalación que han sido posibles. Estas sondas descargan datos mediante modem en el sistema BEIS y han monitorizado los edificios previamente a cualquier intervención durante el año 2013.

El sistema BEIS (*Building Energy Information System*) ha sido desarrollado por el socio tecnológico del proyecto, CIMNE, y consiste en un programa que presenta de forma comprensible para usuarios no especializados la monitorización energética de los edificios controlados.

Este sistema permite acceder en tiempo real a la información de temperatura interior y exterior del edificio y consumo de electricidad y gas, desagregado por plantas o por zonas cuando la instalación lo permite. El sistema también incluye útiles para generar informes, alarmas y comparativas estadísticas y presentaciones sencillas que permiten apreciar a primera vista el ahorro que se va alcanzando.



Fig. 1 - Imagen del programa BEIS como lo ven los usuarios

Así los usuarios pueden comprobar en directo la evolución de los consumos y las temperaturas de las diferentes zonas del edificio y constatar de forma sencilla los ahorros que se van consiguiendo respecto el año de referencia.

Para los gestores existe un módulo de alarmas y generación de estadísticas y informes que permite analizar y evaluar los consumos y preparar graficas sencillas que explican la evolución de los diferentes parámetros.

El programa está disponible online y cada usuario pueda acceder a mayor o menor información en función de los permisos de acceso de los que dispone.

La plataforma BEIS tiene gran utilidad para los gestores ya que permite hacer un seguimiento continuado de los consumos y analizarlos para proponer ajustes que mejoren el rendimiento del sistema es un buen instrumento de alerta para detectar rápidamente posibles disfunciones o descuidos (consumos excesivos, en horarios no justificados por la actividad, temperaturas excesivamente altas o bajas, etc)

Por otro lado, para uno de los equipamientos también se usa el SIE (Sistema de Información y Gestión Energética) que es una aplicación on-line desarrollada por Inergy con el objetivo de facilitar la gestión eficiente de los suministros energéticos y de agua y de optimizar el consumo energético, reduciendo el gasto y minimizando la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)



Fig.2 - Imagen del programa SIE como lo ven los usuarios

La información de consumos, a partir de los valores obtenidos de la facturas, es introducida en el SIE y validada automáticamente para detectar cualquier irregularidad en las facturas o en el consumo real enviado por los dispositivos de monitorización. Cuando se detecta un mal funcionamiento de las instalaciones, el SIE también puede enviar unas alarmas energéticas que evitan el aumento del gasto y facilitan los datos necesarios para optimizar el uso de la energía y la contratación de los suministros.

## Las campañas de concienciación ambiental

El objetivo del proyecto SMARTSPACES es demostrar que las TIC son una buena opción para la concienciación de los usuarios. Es por ello que dentro del proyecto se ha organizado una campaña de concienciación que está coordinada estrechamente con las actuaciones.

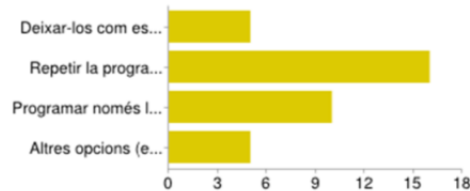
La estrategia de la campaña de concienciación del personal ha tenido en cuenta las siguientes premisas:

- **Presentación inicial extensa del proyecto** a los usuarios. y pequeño proceso de toma de decisiones sobre cómo afrontar los cambios.
  - o Se explica que se monitoriza
  - o Se explican los resultados
  - o Se discute sobre las posibles actuaciones
  - o Se explica el uso y el seguimiento a través del BEIS que los usuarios pueden hacer
- **Acciones divididas en campañas** con el objetivo de que coincidan las acciones con las campañas de concienciación y hacerlas de esta manera mas significativas para el usuario ya que explica y sensibiliza sobre algo que está pasando en ese momento
  - o Calefacción
  - o Electricidad (luz, aparatos eléctricos enchufados, ascensor)
  - o Climatización
  - o Vuelta a la calefacción
- **Explicitar los objetivos y las metas y valorar los resultados:** Cada campaña se inicia con un email que avisa de los objetivos de ahorro que se proponen, de buenas prácticas a aplicar en relación con al tema que se trata y al final de cada campaña una valoración del grado de consecución de las metas y de las propuestas, sugerencias o cambios que los usuarios proponen. Es importante antes de empezar y al acabar las acciones hacer una encuesta de satisfacción de los usuarios valorando: confort, interés de las acciones, grado de satisfacción con las acciones. Los resultados de la encuesta són útiles para diseñar las siguientes secuencias de programación. Por ejemplo, en el caso de la climatización, el 46% de los usuarios contestan que se tendría que repetir la programación que se ha ensayado este verano, frente al 14 % que consideran que se debería dejar como estaba anteriormente. El 29 % responde que podría haber una opción matizada respecto lo que se ha hecho en verano, programando el cierre del sistema pero dejando abierto a los usuarios la hora de arrancada.





**Que creus que hauriem de fer amb els termostats?**



Deixar-los com estaven abans	5	14%
Repetir la programació que s'ha assajat aquest estiu	16	46%
Programar només l'aturada de l'aire, i deixar obert l'horari l'arrencada	10	29%
Altres opcions (especificar en el quadre d'observacions)	5	14%

Fig. 3 – Modelo de email a los usuarios de valoración de la campaña y resultados de la encuesta

- **Formatos de comunicació:** Un aspecto clave de la comunicació son los canales utilizados. Para los usuarios habituales de los edificios, en este caso, se ha utilizado principalmente el correo electrónico dado las características de los usuarios y una vez comprobado que había un sector que no se conectaba a las plataformas BEIS. Complementariamente a este medio de comunicació también se informa a los visitantes de las medidas que se están llevando a cabo haciendo explicitas las acciones (pegatinas con consejos de uso de los termostatos, carteles de cierra la luz, usa el ascensor, etc)

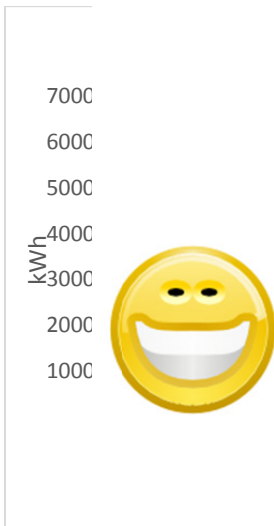


Fig. 4 – Carteles explicando la limitación de acceso a los termostatos y la importancia de controlar la calefacción



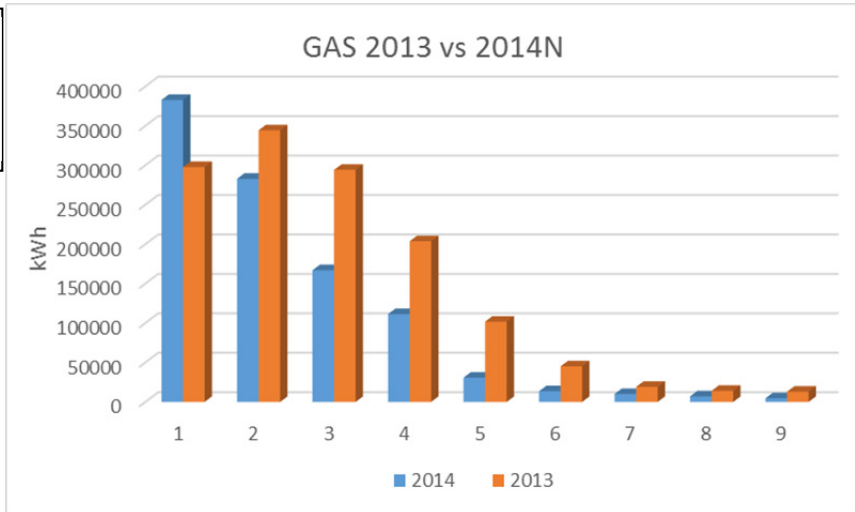
## Resultados obtenidos

La monitorización del sistema ha dado un resultado de ahorro energético del 12 % en la electricidad consumida y un 24 % en el consumo de gas para calefacción, con valores normalizados, en lo que llevamos de años.



**17% de Ahorro Electricidad**  
[12% N]

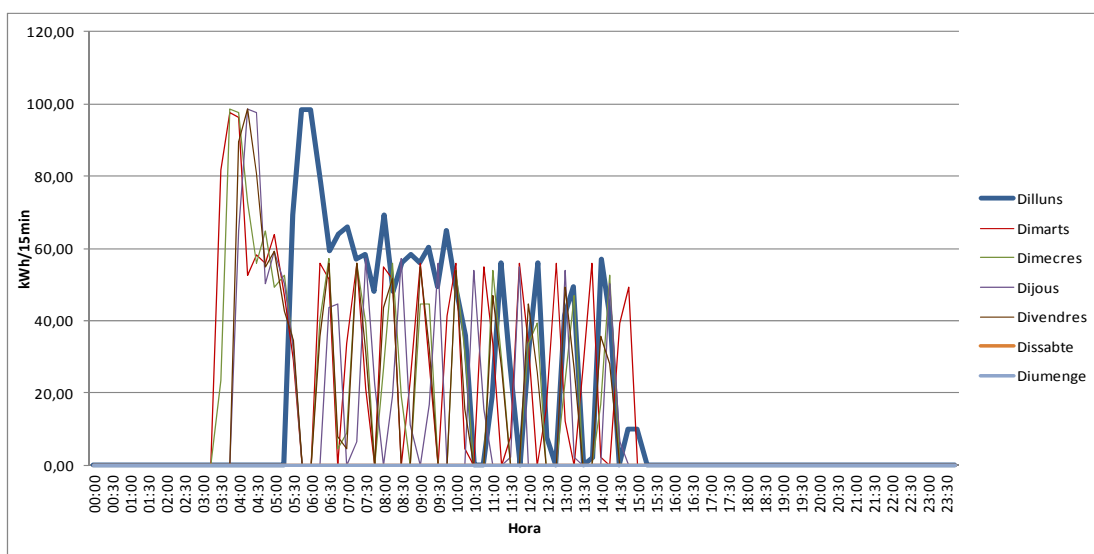
**33% de Ahorro GAS**  
[24% N]



Para estos ahorros se han realizado las siguientes acciones técnicas cuya oportunidad fue detectada al analizar los resultados del primer año de monitorización:

Acciones técnicas:

- **Reprogramación de los equipos de calefacción** ajustándolos a las horas de uso de los espacios. Se han detectado algunos casos en los que el horario de arranque de la calefacción era dos horas más tarde los lunes que el resto de la semana. Se ha corregido la programación arrancando antes los lunes y más tarde el resto de la semana, para hacer frente al enfriamiento del fin de semana



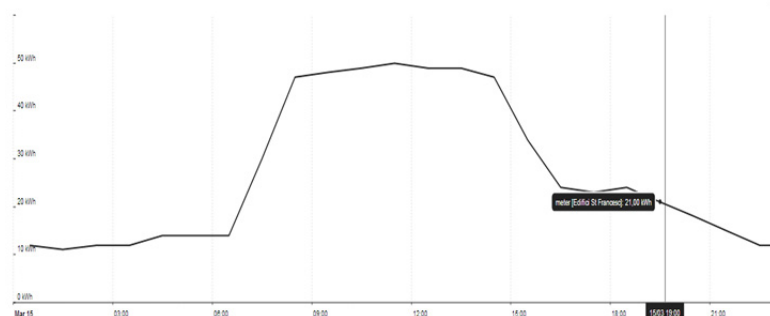
- **Incluir en la programación de la calefacción los días festivos entre semana,**

La monitorización permitió constatar que los sistemas de calefacción estaban programados con unos valores de temperatura para los días laborables (de lunes a viernes) y otro con valores inferiores para el fin de semana en que no había ocupación del edificio. A pesar que el programador de la caldera permitía introducir valores anuales, no se habían programado como temperatura inferior de fin de semana aquellos días festivos entre semana. L

- **Controlar las temperaturas de set point** : los usuarios propusieron que se limitara físicamente el acceso a los termostatos por lo que se instalaron unos cajetines cerrados que únicamente son manipulados por los gestores energéticos. Con esta medida se ha evitado fluctuaciones y interferencias en la programación, que se ha ajustado en función del comportamiento térmico del edificio

- **Reducir la potencia eléctrica contratada:** la monitorización anual detallada de los edificios ha permitido ajustar el término de potencia contratada, que aunque no supone ahorro energético, sí que ha supuesto un ahorro en la facturación anual del edificio de cerca de 5.549 €/año.

- **Ajustar mejor el horario de ocupación del edificio**: el análisis diario de los consumos permitió observar que aunque los usuarios del edificio marchaban a las 7 de la tarde, se continuaban con los consumos elevados hasta las 9 de la noche, hora en que finalizaba el servicio de limpieza. Se ha adelantado una hora la salida del personal de limpieza para acercar los horarios a los de uso del edificio.



## Lecciones aprendidas

Este proyecto tiene un componente experimental importante por lo que se ha hecho un esfuerzo de análisis de los parámetros que mejor han funcionado, de las oportunidades descubiertas y de las posibilidades de réplica en otros edificios y ciudades. Algunas de las lecciones aprendidas en este proyecto son:

### **La fuerza de la monitorización:**

El hecho de monitorizar el sistema y tener información directa, inmediata y comparable de los consumos energéticos ya es un primer paso para el ahorro energético ya que permite conocer con precisión que es lo que está pasando en cada momento. Hay una parte del personal que se siente atendido y participe del proyecto y otra que se siente vigilado. Se ha podido detectar ahorros energéticos no atribuibles a ninguna acción de mejora o control, simplemente por el hecho de hacer explicaciones sobre el proyecto y proponer a los usuarios que se monitorizará el edificio. Creemos, por los comentarios recibidos, que una parte de los usuarios están contentos al saber que se va a hacer un esfuerzo de optimización de los consumos, con base económica, pero también haciendo hincapié en el objetivo ambiental (disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>) y esto provoca mayor alerta en los comportamientos habituales. Otra razón también comprobada es que algunos comportamientos poco eficientes (dejar maquinas o luces encendidas fuera de horas) se han dejado de hacer en el momento que el personal ha sido consciente que se estaba haciendo una monitorización y por lo tanto se detectaban automáticamente malas prácticas.

Cabe añadir también que durante el proceso de monitorización se consigue un buen conocimiento del edificio, tanto de su comportamiento energético como de la gestión que se realiza, o de la estructuración de las actividades que acoge. Esto puede parecer una obviedad, pero en muchas ciudades de mediano tamaño, con una organización municipal

compleja que a menudo comporta poca comunicación entre departamentos y un buen número de edificios municipales (en el caso de Lleida hay 300 edificios municipales) la monitorización permite disponer de buena información sobre el funcionamiento global de cada uno de los edificios (desde el mantenimiento que se realiza a las actividades, los consumos, la estructura de mando, etc).

### **Las campañas de concienciación han de ser significativas:**

A menudo las campañas de concienciación ponen todo el peso y la responsabilidad de los resultados en las acciones voluntarias de los usuarios individualmente. En este caso, las campañas de concienciación se han planteado como un instrumento más de la gestión y se han realizado de forma concreta en el momento que tenían sentido y que se planteaban actuaciones técnicas. Por ejemplo, la campaña de climatización se ha hecho en enero, coincidiendo con el momento que se regulaban los termostatos de los radiadores y se modificaba los horarios de funcionamiento de las calderas, En ese mismo momento, los usuarios han recibido emails con una explicación de lo que se pretendía hacer y una propuesta de metas a alcanzar, así como un recordatorio de buenas prácticas relacionadas con el tema.

Las campañas de concienciación desagregadas y vinculadas a las actuaciones tienen un mayor efecto tanto sobre las acciones técnicas que se realizan, porque las refuerzan, como sobre la sensibilización ambiental de los usuarios, que incorporan las buenas prácticas no solo al lugar de trabajo sino también al ámbito doméstico

### **Condicionantes de la instalación:**

Las posibilidades que ofrece las instalaciones son las que son y a veces no permiten mejorar mucho el sistema sin hacer cambios importantes en las instalaciones o en la misma estructura del edificio. En este proyecto nos hemos encontrado instalaciones con programadores de calderas que permitían programación anual, sectorización, graduación en el funcionamiento de las bombas, etc. que no se aprovechaban porque los responsables no sabían de las posibilidades del programador y funcionaban en modo encendido/apagado. En nuestro caso, en el pabellón de Barris Nord, optimizar la programación de los equipos ha permitido grandes ahorros directamente.

No es el caso de otros edificios, como Sant Francesc, donde los equipos de gestión son tan sencillos que no permiten introducir más de una temperatura de setpoint en los termostatos ni sectorizar encendidos y apagados, por ejemplo. En este caso, las posibilidades directas de ahorro derivadas de la gestión son menores.

Por lo tanto, cuanto mayor sean las posibilidades de automatización, sectorización y graduación, mayores opciones de ahorro y de ajuste del confort energético. Cabe señalar también que estos equipos son más complejos, y por lo tanto, es necesario disponer de personal cualificado capaz de detectar posibilidades de mejora en el rendimiento del equipo y del edificio en general y a su vez, ser capaz también de sacar el máximo rendimiento a las posibilidades de programación que ofrecen los equipos

## **El factor humano**

En el desarrollo del proyecto hemos podido comprobar el contraste entre las oportunidades y los problemas que ofrecen edificios donde los usuarios tienen poca relación con el edificio, como los pabellones deportivos, en comparación con los edificios que son el lugar de trabajo de los usuarios y que por lo tanto pasan mucho más tiempo en ellos.

En los edificios con baja implicación de los usuarios, la gestión ha sido mucho más dirigida técnicamente, informando a los usuarios de las actuaciones que se habían realizado y los resultados de forma general y muy sencilla para aumentar su sensibilización sobre el consumo energético y que ha generado poca expectación.

En cambio, en los edificios donde los usuarios pasan muchas horas y muchos días al año, ha sido más importante dedicarse a una buena gestión de las relaciones humanas que el establecimiento de medidas técnicas encaminadas al ahorro energético. Mediar entre diferentes sensibilidades a la temperatura, ajustar en la medida de lo posible los espacios comunes, decidir las actuaciones, etc ha requerido de numerosas reuniones y explicaciones a los usuarios para que mayoritariamente asumieran y consensuaran las acciones técnicas a realizar. Así, el personal propuso que se pusieran cajetines que evitaran el acceso libre a los termostatos y que fueran únicamente manipulados por el personal técnico del proyecto, sin posibilidad de intervención de los usuarios. También fue necesario promover el uso del software BEIS de monitorización para que conocieran en directo las temperaturas de cada zona y los consumos y poder ajustar la temperatura interior a los niveles normativos, superando las percepciones subjetivas de calor/frío.

Dada la importancia del factor humano es importante constatar que hace falta mantener vivo el proyecto continuamente, para que el personal siga implicado. Para ello, es interesantes la secuenciación temporal de las campañas, mantener contacto periódico por correo electrónico, establecer objetivos y valorar los resultados, dar una información clara y bien jerarquizada para que haya diferentes niveles de lectura para usuarios mas o menos interesados, en hacer encuestas de valoración de las actuaciones, mantener reuniones periódicas, ofrecer un aplicativo de consulta atractivo y claro, etc

Finalmente y como conclusión destacar del proyecto que se constata que con la monitorización y algunas acciones sencillas ya se puede conseguir un ahorro energético del edificio y que este aspecto es reforzado con la implicación de los usuarios en los objetivos que se persiguen, especialmente en aquellos casos que los usuarios tienen allí su lugar de trabajo.