



**INFORME TÉCNICO**  
**VALORACIÓN DEL AHORRO**  
**DEL**  
**SISTEMA SMARTWATER**  
  
para  
**Esfenica, Sistemas de Eficiencia**  
**Energética e Hídrica S.L.**

11 de Diciembre de 2017

## Índice

1. Introducción .....	3
2. Funcionamiento del sistema SMARTWATER.....	4
3. Especificaciones técnicas del dispositivo SmartWater .....	5
4. Análisis de ahorros del sistema SMARTWATER.....	5
4.1. Introducción .....	6
4.2. Volumen y ahorros asociados de agua sanitaria.....	6
4.2.1. Acumulación de agua en tuberías e inercia térmica del sistema.....	6
4.2.2. Reducción de presión en tuberías de agua fría .....	7
4.2.3. Sistemas adicionales .....	8
4.2.4. Resumen de consumos y ahorros de agua .....	8
4.3. Ahorros energéticos asociados .....	9
4.4. Ahorros en emisiones de CO <sub>2</sub> asociadas .....	9
4.5. Otros ahorros asociados.....	10
4.6. Ejemplo de caso de estudio.....	10
5. Conclusiones .....	12

**Fecha de realización del informe: 11-12-2017**

**Este informe consta de 13 páginas**

## 1. Introducción

El presente informe técnico se presenta a petición de Esfenica, Sistemas de Eficiencia Energética e Hídrica S.L. y se refiere al sistema para ahorro de agua denominado "SMARTWATER", certificado-título de MODELO DE UTILIDAD expedido por la Oficina Española de Patentes y Marcas con referencia:

- N° Solicitud: 201230462
- N° Publicación: ES1077038
- Titulares: Rafael Rodrigo Martorell / Francisco Pelegero Almenara
- Fecha de expedición: 28/05/2012

En la referencia se detalla que SMARTWATER es un sistema pensado principalmente para ahorrar agua, a la vez que aumenta el confort. Es habitual que cuando se produce una demanda de agua caliente en un punto de consumo, ésta no se encuentre a la temperatura deseada, siendo necesario por un tiempo el flujo de agua hasta que llega el agua caliente producida por el generador de ACS (calentador de gas o termo eléctrico). El sistema SMARTWATER acumula el agua que no se encuentra a la temperatura adecuada en un vaso de expansión para su posterior uso cuando se demande agua fría en el punto de consumo, y avisando al usuario cuando el agua caliente ya se encuentra disponible en el punto de consumo.

En este informe se va a realizar la revisión y comprobación de las características del sistema SMARTWATER.

Datos de la empresa solicitante del informe:

- Nombre: Esfenica, Sistemas de Eficiencia Energética e Hídrica S.L.
- CIF: B98540743
- Dirección: C/ José Albi, nº4, Esc. H, Pta 14, 46025, Valencia (España)
- Correo electrónico de contacto: [info@esfenica.com](mailto:info@esfenica.com)
- Página web oficial: [www.esfenica.com](http://www.esfenica.com)

## 2. Funcionamiento del sistema SMARTWATER

El sistema SMARTWATER consta de un dispositivo llamado SmartWater, un vaso de expansión y una limitadora (o reductora) de presión.

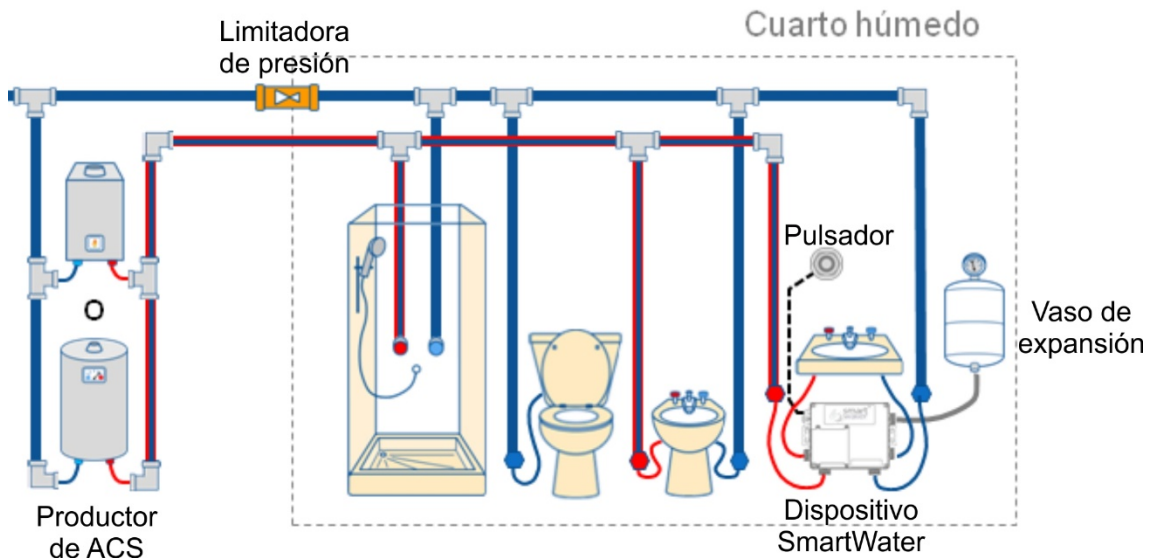


Figura 1. Implementación sistema SMARTWATER.

En la figura 1 se puede ver una implementación general del sistema SMARTWATER. La limitadora de presión limita la presión en la tubería de agua fría a una presión de entre 1.5 a 2 bar, esto hace que la presión en la tubería de agua caliente sanitaria (ACS) se encuentre al menos 1.5 bar por encima de la tubería de agua fría. El vaso de expansión se presuriza a una presión igual o ligeramente inferior a la presión a la que ha quedado reducida la presión en la tubería de agua fría.

El funcionamiento habitual del sistema SMARTWATER consiste en lo siguiente:

1. El usuario acciona el pulsador ante una demanda de ACS.
2. El dispositivo SmartWater hace un sensado de la temperatura del ACS.
3. En el caso de que la temperatura sensada de ACS sea inferior a la temperatura de referencia programada en el dispositivo SmartWater, el sistema entra en funcionamiento para que el agua de la tubería de agua caliente fluya hacia el vaso de expansión. El llenado del vaso de expansión se produce sin necesidad de energía, ya que la presión del agua en la tubería de agua caliente es superior a la de agua fría y a la presurización del vaso de expansión.

4. Una vez alcanzada la temperatura de referencia en la tubería de ACS, el sistema opera internamente para detener el flujo de agua hacia el vaso de expansión y avisa al usuario mediante una señal acústica y/o luminosa en el pulsador, según configuración de usuario.
5. El agua acumulada en el vaso de expansión queda lista para su uso cuando se demande agua fría en el punto de consumo. Concretamente, esta agua será servida antes que el agua procedente de la red de agua fría puesto que la presión del agua acumulada en el vaso de expansión es superior a la suministrada a través de la tubería de agua fría.

### **3. Especificaciones técnicas del dispositivo SmartWater**

El dispositivo SmartWater es la parte activa del sistema SMARTWATER. Dicho dispositivo funciona con cuatro pilas de tipo AA o bien con alimentación externa con un voltaje continuo de entre 9V y 40V. El dispositivo tiene marcado CE y FCC.

Se han comprobado las especificaciones técnicas, tanto eléctricas como hidráulicas, facilitadas por el fabricante.

Hidráulicamente, el dispositivo funciona correctamente hasta presiones de agua de 8 bar, si bien el fabricante indica 6 bar como presión máxima de funcionamiento.

En cuanto al consumo eléctrico del dispositivo, se ha medido éste en los dos estados posibles: reposo y funcionamiento. El consumo del dispositivo en reposo es nulo. El consumo del dispositivo en funcionamiento operado mediante pilas es de 10.5mA, siendo de 20.9mA su consumo mediante alimentación externa.

### **4. Análisis de ahorros del sistema SMARTWATER**

Una vez descrito el principio de funcionamiento del sistema SMARTWATER, se procederá al análisis detallado de los volúmenes de agua ahorrados mediante dicho sistema, así como los ahorros asociados en términos de consumo energético en la instalación de ACS y los ahorros totales en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes.

## 4.1. Introducción

Para realizar el análisis indicado a continuación, se ha considerado la normativa vigente del Código Técnico de la Edificación (CTE) referente a suministro de agua (Documento Básico de Salubridad, Apartado HS4 Suministro de agua).

## 4.2. Volumen y ahorros asociados de agua sanitaria

En este apartado se describirán los volúmenes de ACS y fría que intervienen durante el proceso de funcionamiento del sistema, así como sus ahorros asociados.

### 4.2.1. Acumulación de agua en tuberías e inercia térmica del sistema

En el instante en el que se produce una demanda de agua caliente, si la temperatura del agua contenida en la tubería de agua caliente (ACS) en el punto de consumo es inferior a la del punto de generación de ACS (calentador de gas o termo eléctrico), esta agua es generalmente desechada hasta que la temperatura en el punto de consumo alcanza la deseada. Dicho volumen de agua corresponde con el agua acumulada en dicha tubería y la asociada a la inercia térmica del suministro de agua caliente.

El estudio se centra en redes de ACS con una longitud de tubería de ida al punto de consumo más alejado de hasta 15 m, pues en el caso de que dicha longitud sea igual o mayor de 15 m es obligatoria la disposición de una red de retorno, tal como se indica en el apartado 2.3 “Ahorro de agua” del documento CTE-HS4<sup>a</sup>. El volumen de agua total contenida en dicha tubería de 15 m es de 4.71 litros, considerando el diámetro mínimo indicado por dicha normativa para la tubería de suministro a una ducha/bañera estipulada en un diámetro mínimo de 20 mm (Tabla 4.2 de CTE-HS4).

Adicionalmente a este volumen asociado a la acumulación de agua en tuberías, se debe considerar la inercia térmica del suministro de agua caliente. Esto es debido a las pérdidas térmicas por conducción que sufre el agua procedente del generador de ACS hasta alcanzar el punto de consumo, que transcurrido un tiempo ( $T_{inercia}$ ) es igual a la temperatura procedente del productor de ACS. El volumen de agua resultante a inercia

---

<sup>a</sup> Código Técnico de la Edificación: Documento Básico HS Salubridad. <<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-salubridad.html>>

térmica es 2.55 litros, considerando tiempos típicos de 17 segundos para el tiempo de inercia<sup>b</sup> y un caudal mínimo de 0.15 l/s (Tabla 2.1 de CTE-HS4).

Por tanto, el volumen acumulado de agua en tuberías e inercia térmica del suministro de agua caliente es de 7.26 litros, como se muestra en la Tabla 1.

Tubería agua caliente			Inercia térmica			Total (litro)
Longitud tubería (m)	Diámetro tubería (mm)	Volumen de agua (litro)	T <sub>inercia</sub> (s)	Caudal (litro/s)	Volumen de agua (litro)	
15	20	4.71	17	0.15	2.55	7.26

Tabla 1. Acumulación de agua en tuberías e inercia térmica del sistema.

#### 4.2.2. Reducción de presión en tuberías de agua fría

La utilización del sistema SMARTWATER conlleva una reducción de la presión de suministro de agua fría en el punto de consumo hasta el valor mínimo de 1.5 bar estipulado en el CTE-HS4, lo cual conlleva una reducción aproximada del caudal asociado del 25% al reducir la presión de 3 bar típica a 1.5 bar. En el caso típico de considerar una mezcla de agua fría y caliente del 50%, los consumos típicos para el uso de ducha/bañera, lavabo y cocina, son reflejados en la Tabla 2.

Tipo	Consumo de agua				Ahorros de agua		
	Consumo unitario típico (litro)	Flujo típico (litro/min) eq. 3 bar	Flujo reducido (litro/min) eq. 1,5 bar	Consumo unitario reducido (litro)	Ahorro unitario (litro)	Agua Caliente <sup>(1)</sup> (litro)	Agua Fría <sup>(1)</sup> (litro)
Ducha (uso)	77.36	15.47	11.04	55.20	22.16	11.08	11.08
Lavabo (persona/día)	16.00	15.47	11.04	11.42	4.58	2.29	2.29
Cocina (día)	15.00	15.47	11.04	10.70	4.30	2.15	2.15
<b>Total</b>	<b>108.36</b>			<b>77.32</b>	<b>31.04</b>	<b>15.52</b>	<b>15.52</b>

Tabla 2. Consumo y ahorro de agua asociado a la reducción de presión del agua.

<sup>(1)</sup> Considerando un 50 % de mezcla de agua caliente y fría.

<sup>b</sup> M. Hofmann, "Geduldig warten auf warmes Wasser?", SANITÄR+HEIZUNGSTECHNIK 8, pp. 42-45 (2006)

#### 4.2.3. Sistemas adicionales

La instalación de suministro de agua potable en viviendas suele tener sistemas de tratamiento del agua, como el caso de equipos de descalcificación. Estos sistemas requieren un consumo de agua adicional durante el proceso de regeneración de las resinas catalizadoras de los lechos filtrantes, que para una dureza del agua estimada de 40° requiere un consumo típico de 200 litros cada 3 m<sup>3</sup> de agua tratada (correspondiente a una regeneración).

#### 4.2.4. Resumen de consumos y ahorros de agua

El empleo de SMARTWATER produce un ahorro en el consumo de agua por la reutilización del agua debida a la acumulación de agua en tuberías e inercia térmica del suministro de agua caliente, y a la reducción de presión del agua. Esto origina un ahorro por demanda de agua caliente en cada uno de los casos donde se requiere la misma (ducha/bañera, lavabo, cocina), tal como se detalla en la Tabla 3.

Volumen de agua (litro)	Ducha/Bañera		Lavabo		Cocina	
	Sin emplear SmartWater	Empleando SmartWater	Sin emplear SmartWater	Empleando SmartWater	Sin emplear SmartWater	Empleando SmartWater
Espera	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
Consumo unitario	77.36	55.20	16.00	11.42	15.00	10.70
Reutilización	0	7.26	0	7.26	0	7.26
Total	84.62	55.20	23.26	11.42	22.26	10.70
<b>Ahorro total</b>	<b>29.42</b>		<b>11.84</b>		<b>11.56</b>	

Tabla 3. Consumos y ahorros de litros de agua para diferentes tipos de demanda de agua caliente.

En el caso del empleo de un equipo de descalcificación, dichos ahorros serán incrementados tal como se indica en la Tabla 4.

Ahorro de agua (litro)	Ducha/Bañera	Lavabo	Cocina
Consumo	29.42	11.84	11.56
Operación descalcificador	1.96	0.79	0.77
<b>Ahorro total</b>	<b>31.38</b>	<b>12.63</b>	<b>12.33</b>

Tabla 4. Consumos y ahorros de litros de agua para diferentes tipos de demanda de agua caliente considerando un equipo de descalcificación.



### 4.3. Ahorros energéticos asociados

El empleo del sistema SmartWater produce una reducción en el consumo de agua caliente, así como en el consumo energético del generador de ACS (calentador de gas o termo eléctrico) asociado. En la Tabla 5 se muestran dichos ahorros para cada tipo de demanda considerada.

Ahorros por demanda	Ducha/Bañera	Lavabo	Cocina
Agua caliente (litro)	11.08	2.29	2.15
<b>Energía (kWh)</b>	<b>0.551</b>	<b>0.114</b>	<b>0.107</b>

Tabla 5. Ahorros energéticos en generación de ACS para diferentes tipos de demanda de agua caliente.

En el caso de existir un circuito de recirculación en la instalación de ACS, éste sería substituido por el sistema SMARTWATER y eliminando sus costes energéticos de operación. La potencia total requerida por un circuito de recirculación es estimada en 0.833kW típicamente. Este valor se debe a la potencia calorífica de 0.748kW en el generador de ACS por pérdidas térmicas del agua en recirculación (caída de temperatura de 2.78°C y caudal de recirculación de 3.79 litros/minuto) y a la potencia eléctrica de la bomba de recirculación con un valor típico de 0.085kW.

### 4.4. Ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas

El consumo de un volumen de agua requiere de una energía a lo largo del ciclo del agua, que abarca la producción y distribución para su uso, así como el posterior transporte y tratamiento de las aguas residuales. Un valor típico en España para la energía requerida por el ciclo del agua es de 5.93 kWh/m<sup>3</sup>, el cual depende de muchos factores como son el tipo de producción (fuente superficial o desalinización) o el tipo de tratamiento de las aguas residuales. Esta energía lleva asociada un valor de emisiones de CO<sub>2</sub> estimado en 2.283 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes por m<sup>3</sup> de agua consumida. En la Tabla 6 se muestran la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes para los diferentes tipos de demanda de agua caliente con o sin descalcificación.

El empleo del sistema SMARTWATER produce una reducción en el consumo de agua caliente, así como en el consumo energético del generador de ACS (calentador de gas o termo eléctrico) asociado y su equivalente en emisiones de CO<sub>2</sub>. En la Tabla 7 se muestran dichos ahorros en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes para cada tipo de demanda considerada.

Ahorros por demanda	Sin descalcificador			Con descalcificador		
	Ducha/Bañera	Lavabo	Cocina	Ducha/Bañera	Lavabo	Cocina
Agua (litro)	29.42	11.84	11.56	31.38	12.63	12.33
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>)</b>	<b>0.067</b>	<b>0.027</b>	<b>0.026</b>	<b>0.072</b>	<b>0.029</b>	<b>0.028</b>

Tabla 6. Reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> para diferentes tipos de demanda de agua con y sin descalcificación.

Ahorros por demanda	Ducha/Bañera	Lavabo	Cocina
Consumo energía (kWh)	0.551	0.114	0.107
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>)</b>	<b>0.212</b>	<b>0.044</b>	<b>0.041</b>

Tabla 7. Reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> en generación de ACS para diferentes tipos de demanda de agua caliente.

En el caso de existir un circuito de recirculación en la instalación de ACS, este sería sustituido por el sistema SMARTWATER, eliminando los costes energéticos de operación del circuito de recirculación y su equivalente en emisiones de CO<sub>2</sub>, considerando el coeficiente de conversión 0.385 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes por kWh consumido por el circuito de recirculación.

#### 4.5. Otros ahorros asociados

Existen otros ahorros a tener en consideración, como son los costes de mantenimiento del equipo de descalcificación. El consumo de sal necesaria para el proceso de regeneración de las resinas catalizadoras de los lechos filtrantes se estima en 0.7 kg de sal por cada m<sup>3</sup> de agua tratada.

#### 4.6. Ejemplo de caso de estudio

En este apartado se presenta a modo de ejemplo el caso de estudio para una vivienda con 1 residente con las demandas mínimas diarias (1 uso de ducha/bañera, 1 uso de lavabo, 1 uso de cocina) en el suministro de ACS, con un sistema de descalcificación y un circuito de recirculación en la instalación de ACS funcionando 1 hora diaria, por ser considerado el caso más restrictivo. Para este escenario, el consumo anual de agua, energía y emisiones de CO<sub>2</sub> sin emplear el sistema SMARTWATER se muestran en la Tabla 8.

	Consumo anual sin sistema SMARTWATER		
	Agua (litro)	Energía (kWh)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> )
ACS + Agua fría	47501.10	-	108.45
Calentador	-	1377.69	530.41
Descalcificador	3166.74	52.56	27.47
Circuito de recirculación	-	304.05	117.06
<b>Total (unidades/año)</b>	<b>50667.84</b>	<b>1734.30</b>	<b>783.39</b>

Tabla 8. Consumos anuales de agua, energía y emisiones de CO<sub>2</sub> para una vivienda de 1 residente sin el sistema SMARTWATER.

La instalación del sistema SMARTWATER en dicha vivienda conlleva unos ahorros anuales de agua, energía y emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes mostrados en la Tabla 9.

	Ahorro anual con sistema SMARTWATER		
	Agua (litro)	Energía (kWh)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> )
ACS + Agua fría	19279.30	-	44.02
Calentador	-	281.49	108.37
Descalcificador	1285.29	-	2.93
Circuito de recirculación	-	304.05	117.06
<b>Total (unidades/año)</b>	<b>20564.59</b>	<b>585.54</b>	<b>272.38</b>

Tabla 9. Ahorros anuales de agua, energía y reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> para una vivienda de 1 residente tras la instalación del sistema SMARTWATER.

Como conclusión, el empleo del sistema SMARTWATER en la demanda de agua caliente en el punto de consumo produce un ahorro del 40.6% en el consumo de agua total, un 33.8% en el consumo de energía y una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes del 34.8%.

A dichos ahorros hay que añadir el ahorro en mantenimiento del sistema de descalcificación, el cual se estima en 13.49 kg de sal de regeneración para los datos presentados.

El equipo SmartWater funciona con 4 pilas alcalinas del tipo AA (1.5V y 2800mAh) que contienen una energía total de 16.8Wh, pudiendo llegar a realizar más de 21300 operaciones con un tiempo de espera de agua caliente típico de 45 segundos por demanda. Por tanto, la vida útil estimada de las pilas es superior a 19 años para

las 3 demandas de agua caliente diarias consideradas en el caso bajo estudio, con un consumo anual del equipo inferior a 0.9Wh.

## 5. Conclusiones

El presente informe analiza en detalle el modo de operación del sistema SMARTWATER en instalaciones domésticas de agua caliente sanitaria (ACS), indicando el funcionamiento hidráulico del dispositivo SmartWater, así como los ahorros en agua, energía y emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

Entre las características técnicas del dispositivo SmartWater caben destacar su alimentación mediante 4 pilas tipo AA, un bajo consumo en funcionamiento inferior a 11mA así como nulo en reposo y la no necesidad de estar conectado a la red eléctrica. Esto permite que el equipo tenga una gran autonomía de más de 21300 operaciones, lo que se traduce en una vida útil de las pilas de varios años en funcionamiento normal.

El uso del sistema SMARTWATER en la demanda de agua caliente (ACS) produce un ahorro total del agua consumida debido tanto a la reutilización del agua acumulada en la tubería de agua caliente y su inercia térmica del suministro de agua caliente (acumulada en vaso de expansión), como a la reducción de presión del agua fría (reducción de los caudales de agua en demanda). Este ahorro puede alcanzar un valor en torno al 40.6% del consumo de agua total en comparación a la instalación sin el sistema SMARTWATER.

Adicionalmente, se produce un ahorro en el consumo energético del generador de ACS (calentador de gas o termo eléctrico) por la reducción del consumo de agua caliente (ACS), así como el ahorro energético debido a la operación de un circuito de recirculación, el cual se encontraría instalado con anterioridad y es sustituido por el sistema SMARTWATER. El ahorro energético total puede alcanzar un valor en torno al 33.8%.

Por otra parte, el ahorro en el consumo de agua y energía totales en la instalación lleva asociada una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido a dos conceptos: ciclo del agua y gasto energético. Esta reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes puede alcanzar un valor en torno al 34.8% del valor de emisiones respecto a la misma instalación sin el sistema SMARTWATER. Otros ahorros adicionales deben ser tenidos en cuenta tales como el mantenimiento del sistema de descalcificación.

Los porcentajes de ahorros indicados anteriormente son orientativos en orden de magnitud debido a la singularidad de las pautas de consumo presentes en la red de suministro de agua sanitaria (ACS y agua fría) con el sistema SMARTWATER.

Es de reseñar que la instalación del sistema SMARTWATER en la red de suministro de agua sanitaria no conlleva ningún inconveniente, incompatibilidad o disfunción técnica con la operación normal de dicha red. Siguiendo las indicaciones de instalación proporcionadas por el fabricante, el sistema SMARTWATER no producirá alteración perjudicial en la seguridad y salubridad de la instalación de agua sanitaria.

En caso de fallo del sistema SMARTWATER, el sistema de suministro de agua caliente no sufre ningún perjuicio y operará como si el sistema SMARTWATER no se encontrara presente. Como ventaja adicional aportada por el sistema SMARTWATER se encuentra la detección de anomalías en el sistema de suministro de agua caliente por parte del equipo SmartWater, alertando al usuario de dicha anomalía y posibles causas.

Como conclusión final del presente informe cabe destacar el gran aumento de la eficiencia de la red de agua sanitaria tras la instalación del sistema SMARTWATER, traducido en un ahorro de 30-40% del agua y energía totales consumidas con muy bajo consumo por parte del equipo SmartWater en torno a 1Wh anual.

**Gandía, 11 de Diciembre de 2017**

***Fdo: Jesús Alba Fernández***  
*Catedrático de Universidad - Centro de Tecnologías Físicas*  
*Escuela Politécnica Superior de Gandía ([www.gandia.upv.es](http://www.gandia.upv.es))*  
*Universitat Politècnica de València ([www.upv.es](http://www.upv.es))*  
*C/ Paranimf nº1 46730, Grao de Gandia (Valencia) Spain*