



# Informe técnico del dispositivo AQUARETURN

**Autores:**

Francisco Arregui  
Dr. Ingeniero Industrial  
Javier Soriano  
Dr. Ingeniero Industrial  
Profesores - Instalaciones Hidráulicas -  
E.T.S. de Arquitectura  
ITA. Universitat Politècnica de València

**Fecha:**

Enero 2014

## ÍNDICE

1	Introducción.....	3
2	Funcionamiento del dispositivo.....	3
3	Análisis de los volúmenes de acs no aprovechados .....	5
3.1	Introducción.....	5
3.2	Volumen asociado a la acumulación de agua en tuberías .....	5
3.3	Volumen asociado a la inercia térmica del sistema.....	7
3.4	Frecuencias de uso.....	8
3.5	Volumen de agua no aprovechado .....	9
3.6	Mejora energética .....	9
4	Posibilidad de la aparición de un retorno de caudal hacia otras viviendas a causa de la bomba de recirculación que incorpora el dispositivo .....	10
4.1	Sistema completamente inelástico.....	10
4.2	Sistema elástico .....	11
5	Conclusiones .....	16
6	referencias.....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fases de funcionamiento del dispositivo AQUARETURN.....	4
Figura 2.	Instalación de la vivienda tipo considerada en el estudio. ....	6
Figura 3.	Esquema de la instalación utilizada para la simulación.....	11
Figura 4.	Caudal circulante por la tubería T20.....	12
Figura 5.	Caudal circulante por la tubería T13.....	13
Figura 6.	Caudal circulante por la tubería T19.....	13
Figura 7.	Caudal circulante por la montante, tubería T2.....	14
Figura 8.	Caudal circulante por la tubería T8.....	15

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estimación del volumen de pérdidas asociado a la bañera (por uso).....	7
Tabla 2.	Estimación del volumen de pérdidas asociado al lavabo (por uso).....	7
Tabla 3.	Estimación del volumen de pérdidas asociado a la inercia térmica del sistema (ducha y lavabo) .....	8
Tabla 4.	Estimación del volumen de pérdidas total por vivienda y día (ducha y lavabo).....	9

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico se refiere al dispositivo modular para el ahorro de agua denominado “AQUARETURN”, certificado-título de MODELO DE UTILIDAD de referencia:

Nº SOLICITUD 201130071  
Nº PUBLICACIÓN ES1074141  
TITULAR/ES  
Alfonso CUERVO-ARANGO Y DE CACHAVERA  
FECHA EXPEDICIÓN 29/09/2011

expedido por la Oficina Española de Patentes y Marcas.

AQUARETURN es un producto diseñado para el ahorro de agua y energía en el interior de las viviendas. Su principal cometido es el de recircular el agua en la propia instalación del usuario, evitando que el agua que todavía no se encuentra a la temperatura deseada de utilización salga por el grifo o punto de consumo. Para ello, el dispositivo utiliza las tuberías de agua fría para retornar el agua hasta el calentador. Durante el tiempo que AQUARETURN recircula el agua hacia la caldera/termo eléctrico no existe entrada o salida de agua a la vivienda, por lo que el volumen de agua consumido es nulo.

## 2 FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

Para explicar el funcionamiento del dispositivo se pueden establecer seis fases de funcionamiento (Figura 1).

- Fase 0: Se abre el grifo de agua caliente. Un sensor detecta que el agua no está a la temperatura de utilización e impide la salida de agua por el grifo.
- Fase 1: La bomba se pone en marcha y empieza a circular agua por la conducción de agua caliente, retornándola al productor de agua caliente sanitaria (ACS) por la tubería de agua fría. En caso de que el productor de ACS fuese una caldera, el interruptor de caudal de la misma activa el quemador, enciende la llama y empieza a salir agua caliente de la misma. Dependiendo del modelo de caldera y de sus ajustes, este tiempo de activación puede ser más o menos largo. En esta fase, al estar el grifo cerrado, no hay entrada de agua a la vivienda. Por otro lado, debido a la baja compresibilidad de la instalación de agua del usuario y del edificio, tampoco existe salida de agua de la vivienda.
- Fase 2: A causa de la inercia térmica del sistema, el agua del productor de ACS llega al punto de consumo a una temperatura intermedia, pero siempre inferior a la de utilización. En este caso, el dispositivo sigue recirculando el agua hasta el productor. No existen entradas o salidas de agua a la vivienda.

- Fase 3: El agua que llega al punto de consumo alcanza la temperatura de utilización. La bomba de recirculación se para y el dispositivo AQUARETURN facilita un aviso acústico al usuario para indicarle que el agua en el punto de consumo está a la temperatura deseada.
- Fase 4: El agua a la temperatura deseada de utilización está disponible inmediatamente después de abrir el grifo. El agua templada que se encontraba en la tubería de agua fría se puede aprovechar para la obtención de la mezcla. De este modo se reduce el caudal de agua caliente necesario para producir un chorro de agua caliente (el agua caliente no se mezcla con agua fría sino con agua templada).
- Fase 5: El agua templada almacenada en la tubería de agua fría ha sido consumida en su totalidad y empieza a llegar agua fría al punto de consumo. Esta sería la situación normal de consumo si no se dispusiese del dispositivo AQUARETURN.

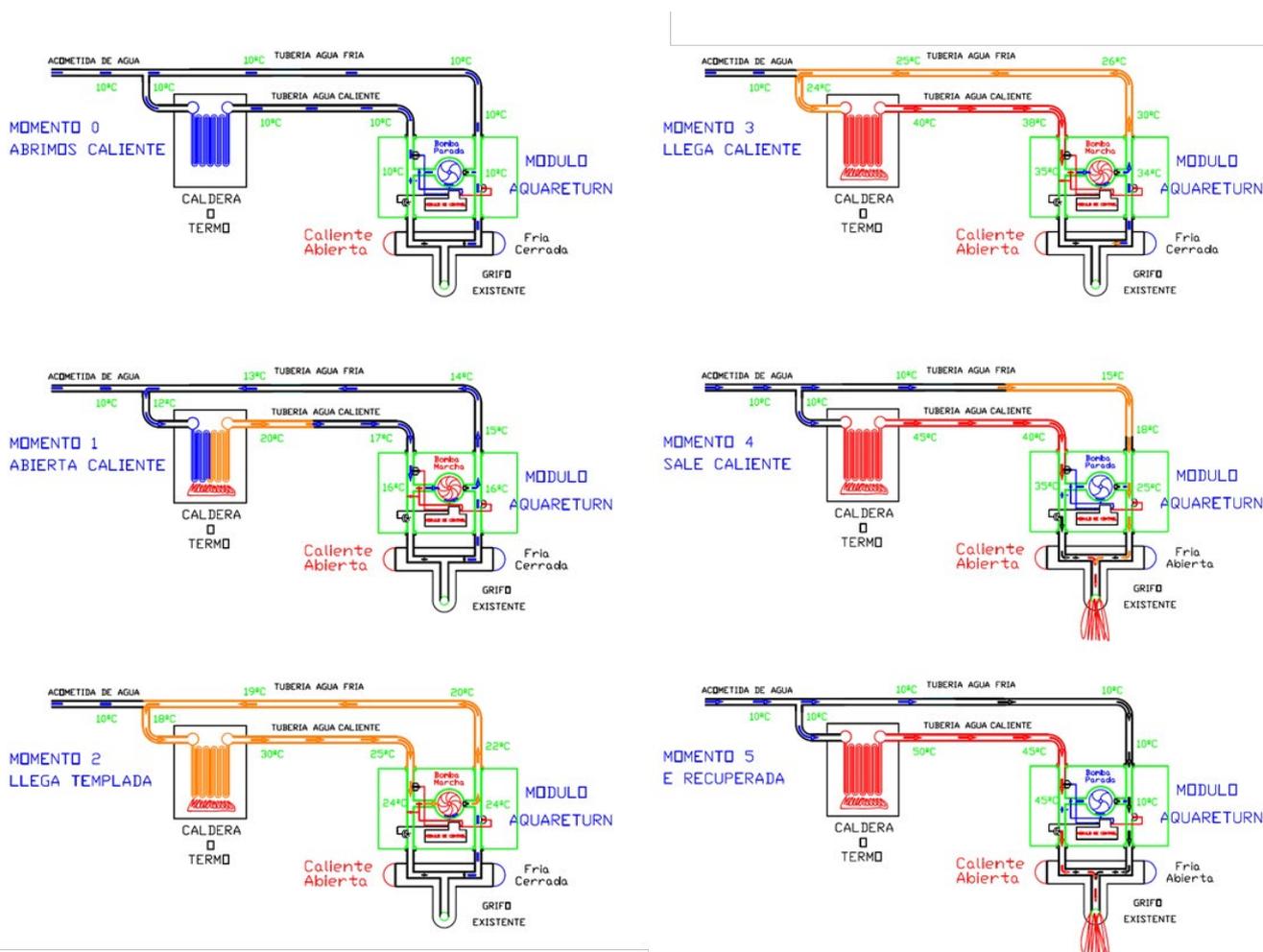


Figura 1. Fases de funcionamiento del dispositivo AQUARETURN

### 3 ANÁLISIS DE LOS VOLÚMENES DE ACS NO APROVECHADOS

#### 3.1 Introducción

En el entorno residencial, comúnmente parte del volumen de agua caliente sanitaria (ACS) acaba derivándose a desagüe sin su aprovechamiento. Esto ocurre en algunos aparatos cuando no se alcanzan las condiciones de uso deseadas (por ejemplo si la temperatura del agua es inferior a la esperada). Esto aplica a diferentes usos en la vivienda, principalmente a los cuartos húmedos equipados con duchas, bañeras, lavabos, bidés y fregaderos.

La determinación del volumen no es sencilla, ya que depende en gran medida de las pautas de uso de los ocupantes. Asimismo, la estacionalidad y otros factores como la localización de la instalación, el nivel de ocupación o incluso el nivel socioeconómico de los ocupantes, puede alterar significativamente dicho volumen.

En lo que sigue, se ha estimado el volumen desaprovechado por no alcanzar una temperatura adecuada. Para ello han sido utilizados datos característicos de instalaciones interiores, frecuencia de usos, volúmenes de cada uso y en general información obtenida de diferentes publicaciones técnicas.

Se han estudiado dos aparatos característicos de viviendas que suelen tener una mayor demanda de ACS; el lavabo y la ducha. Para ambos, se ha diferenciado los volúmenes perdidos englobados en los siguientes conceptos:

- Volumen asociado a la acumulación de agua en las tuberías
- Volumen asociado a la inercia térmica del sistema

#### 3.2 Volumen asociado a la acumulación de agua en tuberías

Se trata directamente del volumen de agua estancada entre usos de ACS. Al encontrarse a una temperatura próxima a la temperatura ambiente y no alcanzar la temperatura deseada este volumen es evacuado directamente sin su aprovechamiento. Se trata por tanto de un volumen de agua que ha sido calentado en un uso anterior, con el consumo energético asociado, y se ha enfriado en contacto con las conducciones tras su estancamiento.

La determinación de este volumen depende principalmente de la configuración de la vivienda, de las distancias entre productor de ACS y puntos de consumo, y de los diámetros interiores de las diferentes conducciones. Para su estimación, se parte de las características particulares de una “vivienda tipo” equipada con los aparatos de estudio (bañera/ducha y lavabo). Por un lado, las longitudes características de cada tramo se han

estimado en función de la distribución de dicha vivienda, suponiendo que está equipada con tres cuartos húmedos; cocina, y dos baños. Por otro lado, y en lo que respecta a los diámetros de las conducciones se ha prestado atención al criterio común de dimensionado de instalaciones, y a los diámetros mínimos impuestos por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Salubridad, HS4, Suministro de Agua (CTE, 2006). En cuanto materiales, se ha acudido a multicapa PE-AL-PEX por tratarse de un material común en instalaciones interiores.

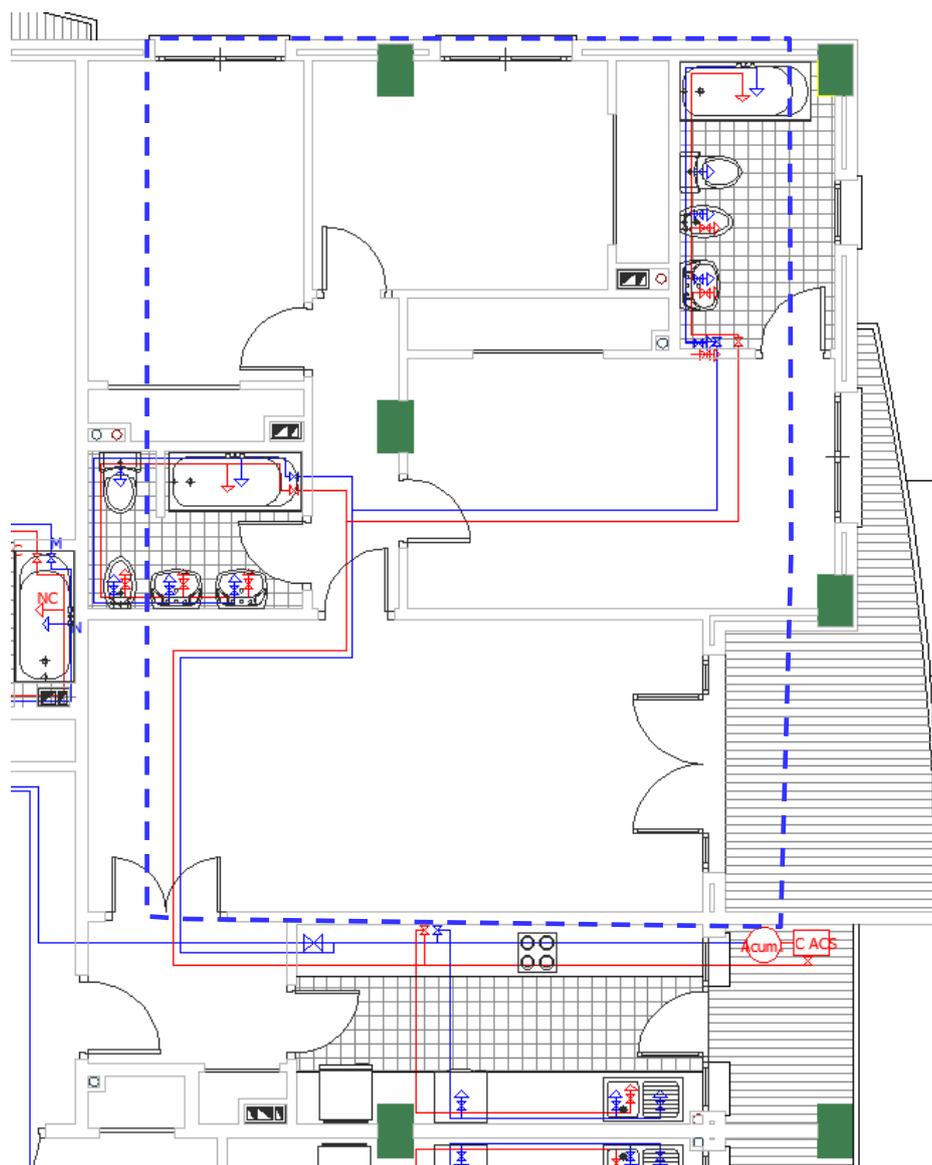


Figura 2. Instalación de la vivienda tipo considerada en el estudio.

Las siguientes tablas muestran la estimación del volumen de pérdidas asociado a cada uso de los aparatos de estudio:

Tabla 1. *Estimación del volumen de pérdidas asociado a la bañera (por uso)*

Tramo		Características dimensionales			
Inicio	Fin	Longitud (m)	Diámetro (mm)	DN multicapa (mm)	Volumen (l)
Productor ACS	Cocina	4	26	32	2.12
Cocina	Aseo	6	26	32	3.19
Aseo	Baño	5	20	25	1.57
Baño	Bañera	5	20	25	1.57
20					<b>8.45</b>

Tabla 2. *Estimación del volumen de pérdidas asociado al lavabo (por uso)*

Tramo		Características dimensionales			
Inicio	Fin	Longitud (m)	Diámetro (mm)	DN multicapa (mm)	Volumen (l)
Productor ACS	Cocina	4	26	32	2.12
Cocina	Aseo	6	26	32	3.19
Aseo	Baño	5	20	25	1.57
Baño	Lavabo	5	15.5	20	0.94
20					<b>7.82</b>

### 3.3 Volumen asociado a la inercia térmica del sistema

Se trata del volumen de agua que no ha estado estancada en el sistema pero no alcanza la temperatura objetivo y por tanto no es utilizada. Este volumen tendría en cuenta la cantidad de agua que a la salida del productor no ha alcanzado la temperatura de servicio y el volumen de agua que, aun alcanzando la temperatura de servicio, llega al punto de uso con temperatura inferior a la deseada por las pérdidas térmicas por conducción.

Estos volúmenes dependen de forma significativa del tipo de productor ACS de la vivienda, del material de las conducciones y de la temperatura ambiente. Para productores de gas, las variables a considerar principalmente son: el tiempo de encendido de la llama en el arranque y el tiempo de calentamiento del serpentín hasta la temperatura de régimen y las pérdidas térmicas en la conducción. En el caso de productores eléctricos, la acumulación de un volumen a temperatura de uso reduce significativamente este volumen y sólo afecta las pérdidas térmicas en el trayecto. Estudios consultados en el entorno residencial estiman un aumento del uso de productores de gas frente a los eléctricos, con una contribución de los primeros próxima al 60% (Aguilar et al, 2005).

Para la estimación del volumen por uso asociado a la inercia térmica de la instalación se han utilizado los caudales mínimos fijados por el Código Técnico de la Edificación (CTE) para los aparatos de estudio. Asimismo, se ha estimado un tiempo de desfase característico atendiendo a respuestas usuales en instalaciones interiores.

Tabla 3. Estimación del volumen de pérdidas asociado a la inercia térmica del sistema (ducha y lavabo)

Productor ACS de gas sin acumulación				Productor ACS eléctrico con acumulación			
Aparato	Q min (l/s)	t desfase (s)	Volumen (l)	Aparato	Q min (l/s)	t desfase (s)	Volumen (l)
Lavabo	0.1	30	3	Lavabo	0.1	10	1
Ducha	0.2	30	6	Ducha	0.2	10	2

En lo que sigue, se utilizarán los volúmenes promedios de los dos productores de ACS. Por tanto, el volumen asociado a la inercia térmica del sistema para el lavabo es de 2 l, y para la ducha de 4 l/s.

### 3.4 Frecuencias de uso

Los volúmenes indicados anteriormente atienden a un único uso, por tanto para la estimación diaria de los volúmenes de agua no aprovechada se debe considerar frecuencias típicas de uso de los dos aparatos de estudio.

Para el uso de duchas y bañeras, se ha fijado un valor típico de 1.81 usos/día por vivienda. Este valor se ha obtenido a partir de estudios de usos finales del agua en el entorno residencial (tanto en ámbito nacional como internacional). Según estos estudios, el volumen típico diario destinado a este uso es próximo a 124.9 l/viv, la duración típica 489.6 s y el volumen medio por uso es de 69.15 l (CYII, 2008). Esta frecuencia de uso es próxima a la aportada por otros estudios consultados (DeOreo and Mayer, 2000 y Butler 1991, Lutz, 2005).

En cuanto a la frecuencia de uso en lavabos, los estudios anteriores no distinguen entre servicios de agua fría y de agua caliente sanitaria, salvo Lutz, 2005. Asimismo, las condiciones climáticas y resto de factores propios de cada estudio condicionan en gran medida dichas frecuencias. En cualquier caso, y siguiendo los resultados de algunas publicaciones, el número de usos por vivienda y día de grifos comunes puede estar en torno a 3 usos/día por vivienda (valores sugeridos también por Lutz et al, 2002).

### 3.5 Volumen de agua no aprovechado

Teniendo en cuenta las frecuencias de uso de cada aparato, se estima el siguiente volumen no aprovechado asociada a cada uno de los aparatos de estudio tal como muestra la siguiente tabla:

Tabla 4. Estimación del volumen de pérdidas total por vivienda y día (ducha y lavabo)

Volumen de agua caliente no aprovechado				
Aparato	V acumulación (l)	V inercia (l)	Frecuencia (usos/día)	V total (l/viv/día)
Lavabo	7.82	2	3	29.47
Ducha	8.45	4	1.81	22.54

Este volumen no incluiría el volumen de agua asociado a otros aparatos que pueden utilizar servicio de ACS, como pudiera ser el bidé o el fregadero doméstico. En cualquier caso, el uso de estos dispositivos contribuiría al aumento del volumen de agua no aprovechado en una vivienda.

### 3.6 Mejora energética

En instalaciones convencionales, el volumen de agua precalentada que no alcanza la temperatura deseada acaba evacuándose. Esto supone, además del desaprovechamiento del volumen de agua, un mayor consumo energético. De forma complementaria, si el volumen de agua precalentada se deriva de nuevo al productor ACS, la energía consumida por cada uso disminuye, ya que ésta es proporcional al salto térmico. Si se tiene en cuenta además que la temperatura en el interior de la instalación suele ser superior a la temperatura de agua de entrada al edificio, este salto térmico también es más reducido durante la recirculación de agua hasta el productor.

De forma simplificada se puede estimar el ahorro energético diario cuando se recircula agua desde el grifo del usuario al productor ACS para su posterior uso, en lugar de la descarga directa a la red de evacuación. Suponiendo un salto térmico promedio de transmisión al agua precalentada de 10°C, y un volumen aprovechado de unos 15 l por día (asociado sólo a la inercia térmica del sistema), la energía diaria aprovechada es próxima a 0.18 KWh/día. El consumo energético del dispositivo AQUARRETURN, cuya potencia es próxima a 150 W y para un tiempo de funcionamiento equivalente al volumen anterior, es de 0.005 KWh/día (inferior al 3% de la energía aprovechada). En el caso de suponer un volumen aprovechado de 52 l (teniendo en cuenta además el volumen de agua acumulado en las tuberías, y un salto térmico de 5°C), el ahorro energético es de aproximadamente 0.3 KWh/día, frente a los 0.01 KWh/día de consumo del dispositivo (de nuevo inferior al 4%).

#### **4 POSIBILIDAD DE LA APARICIÓN DE UN RETORNO DE CAUDAL HACIA OTRAS VIVIENDAS A CAUSA DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN QUE INCORPORA EL DISPOSITIVO**

En primer lugar indicar que la bomba de recirculación que incorpora AQUARETURN tiene como única función vencer las pérdidas de energía por fricción en las tuberías y calentador, para así poder recircular el agua en la propia instalación del usuario. Estas pérdidas de energía son de pequeña magnitud, por la que la potencia de la bomba necesaria para ello es también mínima. Prueba de lo anterior es el bajo consumo energético del aparato. Concretamente, y según la información facilitada por el fabricante, la energía por unidad de peso (altura) que suministra la bomba para vencer dichas pérdidas por fricción oscila entre 5-6 m.c.a, dependiendo del caudal recirculado.

Respecto a la posibilidad de retornos de agua hacia otras instalaciones cabe señalar en primer lugar que el Código Técnico de la Edificación, Sección HS 4 – Suministro de Agua, apartado 2.1.2., especifica que a la salida de cualquier contador o en la base de las ascendentes (montantes) hacia las viviendas, es obligatorio la instalación de un sistema antirretorno para “evitar la inversión del sentido del flujo”. Es decir, cualquier instalación de agua diseñada de acuerdo al Código Técnico de la Edificación, dispone de los mencionados dispositivos antirretorno que impedirían una circulación de agua desde la instalación de un usuario del aparato AQUARETURN hacia las instalaciones vecinas.

No obstante, y dado que no todas las instalaciones disponen de un dispositivo antirretorno, o que este puede fallar, conviene analizar la posibilidad de un retorno de agua en estos casos. Para llevar a cabo este análisis se van a considerar las siguientes situaciones:

- Sistema completamente inelástico. No existen bolsas de aire en la instalación y el fluido de la misma puede considerarse completamente incompresible.
- Sistema elástico. En la parte superior de los calentadores eléctricos se acumulan pequeñas bolsas de aire que dotan de cierta elasticidad al sistema.

##### **4.1 Sistema completamente inelástico**

En este caso resulta inmediato concluir que es imposible la existencia de una salida de agua desde la instalación del usuario con AQUARETURN hacia las instalaciones vecinas. Si ello ocurriese, la presión en la instalación con AQUARETURN descendería rápidamente y la altura de la bomba de recirculación no sería suficiente para vencer la contrapresión existente en el resto de instalaciones.

## 4.2 Sistema elástico

Este es el único caso en el que podría aparecer un flujo inverso de caudal por el uso del dispositivo AQUARETURN. Para comprobar la validez de dicha hipótesis se ha utilizado un software de análisis de transitorios hidráulicos (ALLIEVI), que tiene en cuenta tanto la compresibilidad del fluido como de los elementos que componen la instalación. El sistema propuesto está conformado por una vivienda en planta alta, situada a cota 25 metros, y otra vivienda en planta baja, a cota 3 metros. El consumo de la vivienda en planta baja es constante e igual a 0.2 l/s. La vivienda en planta alta cuenta con el dispositivo AQUARETURN.

La Figura 3 muestra el esquema hidráulico que representa el modelo de simulación:

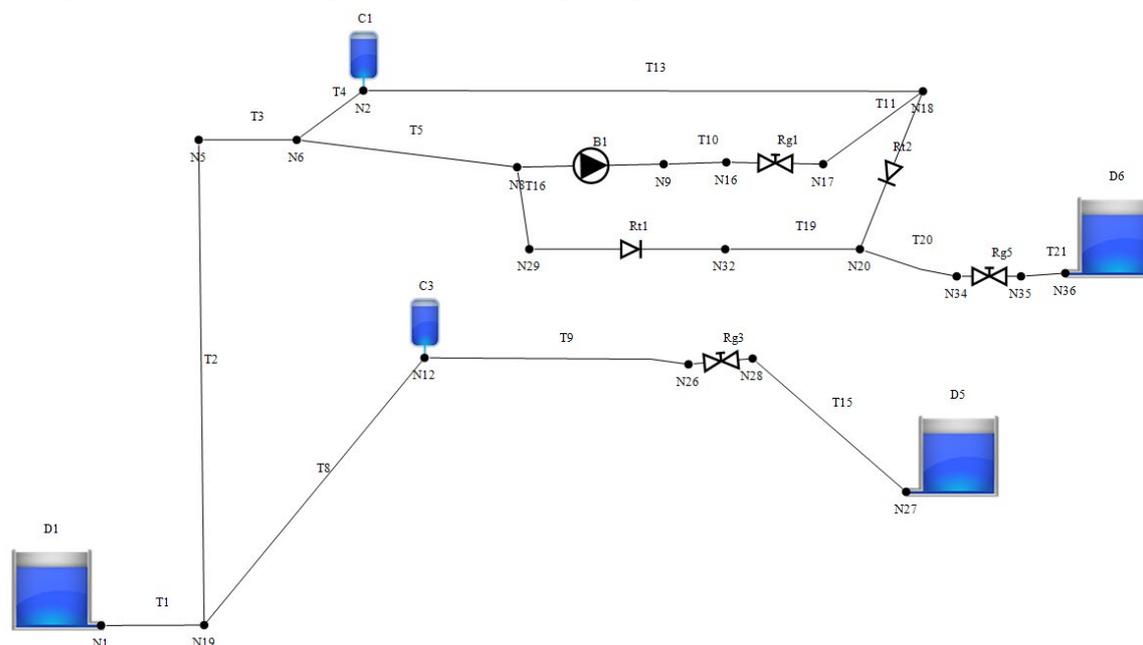


Figura 3. Esquema de la instalación utilizada para la simulación

La vivienda de la planta alta cuenta con los siguientes elementos:

- Calentador de agua (C1) con una pequeña bolsa de aire en su parte superior
- Grifo de consumo (Rg5 y D6). Aunque el grifo se abre en el segundo 2 de la simulación, no empieza a salir agua hasta que no se alcanza la temperatura de utilización. Se ha supuesto que esto ocurre a los 10 segundos de simulación. En este momento el caudal saliente por el grifo asciende hasta los 0.2 l/s aunque sufre unas ligeras oscilaciones, que en la práctica será de una magnitud inferior (ver Figura 3).
- Bomba de recirculación del agua (B1)
- Electroválvula para anular la recirculación de la bomba (Rg1) aunque esta estuviese en marcha.

La vivienda de la planta baja cuenta con los siguientes elementos:

- Calentador de agua (C3) con una pequeña bolsa de aire en su parte superior
- Grifo de consumo (Rg3 y D5). Se supone un consumo constante durante la simulación de 0.2 l/s.

El cálculo se ha realizado suponiendo la condición de funcionamiento más desfavorable, que correspondería a un sistema altamente elástico. Para modelar la elasticidad del sistema se han incorporado a las conducciones sendos calentadores de agua (depósitos con una bolsa de aire en la parte superior). También se ha fijado como celeridad de las tuberías un valor de 500 m/s, que correspondería a una tubería plástica que dotaría al sistema de mayor elasticidad.

La secuencia de la simulación es como sigue:

- Fase 0: En  $t=2$  s se abre el grifo y la bomba se pone en marcha. No obstante, como se entiende que el agua no está a temperatura de utilización, no existe caudal de salida por el grifo (T20, ver Figura 4). El agua por la tubería T13 empieza a circular en sentido inverso (Figura 5). El caudal cambia ligeramente en el tiempo debido al efecto de la compresibilidad del aire en el calentador (C1).

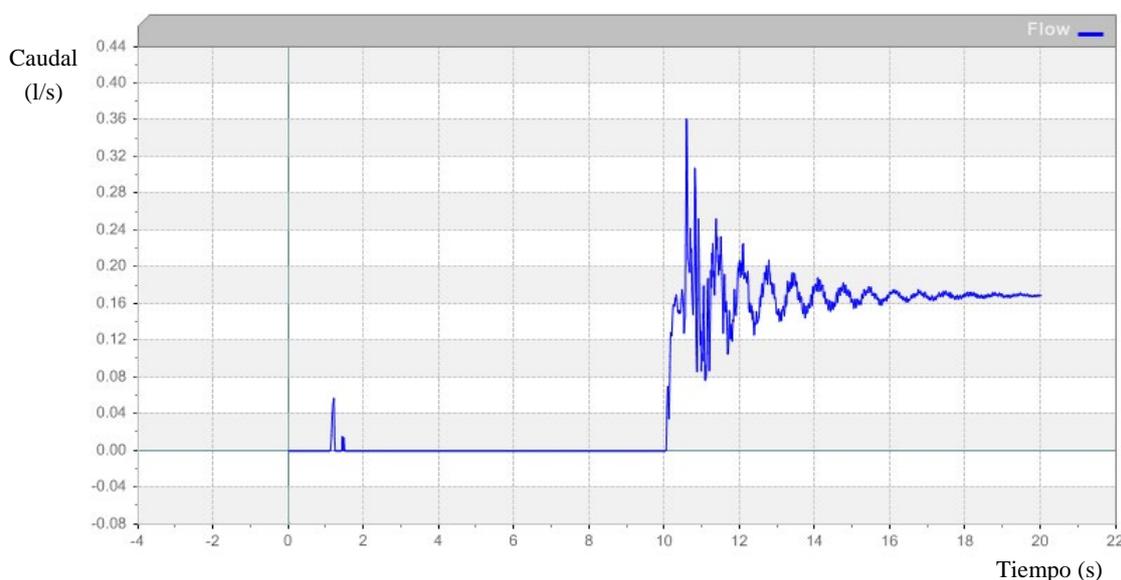


Figura 4. Caudal circulante por la tubería T20

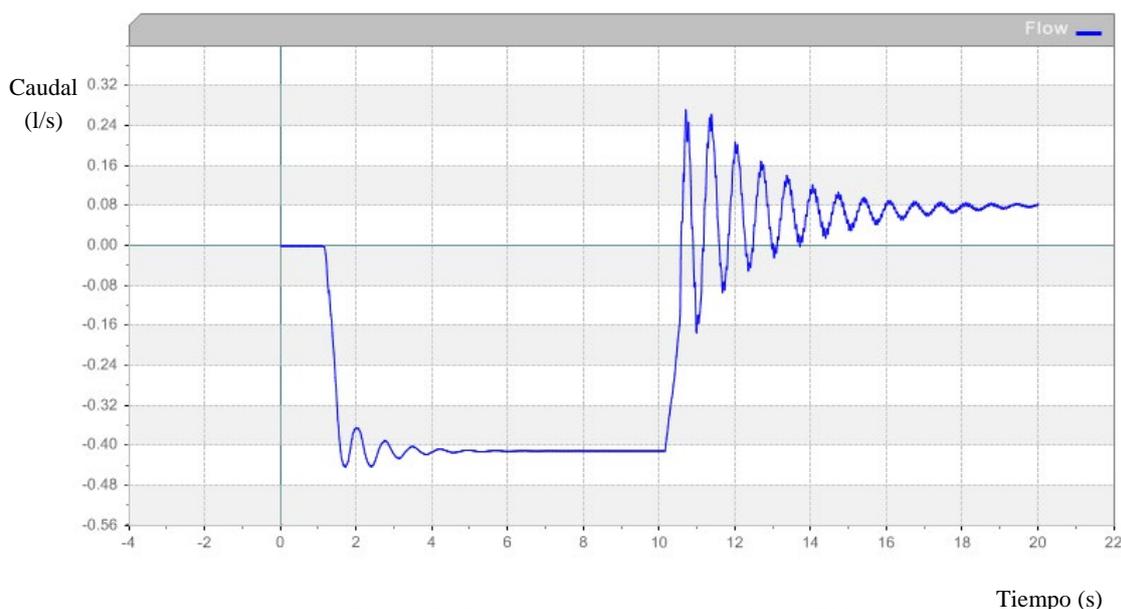


Figura 5. Caudal circulante por la tubería T13

- En el segundo 10, comienza a salir agua por el grifo y lógicamente se invierte el sentido de circulación del caudal en la tubería T13. El caudal tiende a estabilizarse alrededor de un valor cercano a 0.17 l/s. El caudal saliente por el grifo es de 0.2 l/s (Tubería T20), por lo que el resto de caudal (0.09 l/s) lo aporta la tubería donde está montada el anti-retorno Rt2.

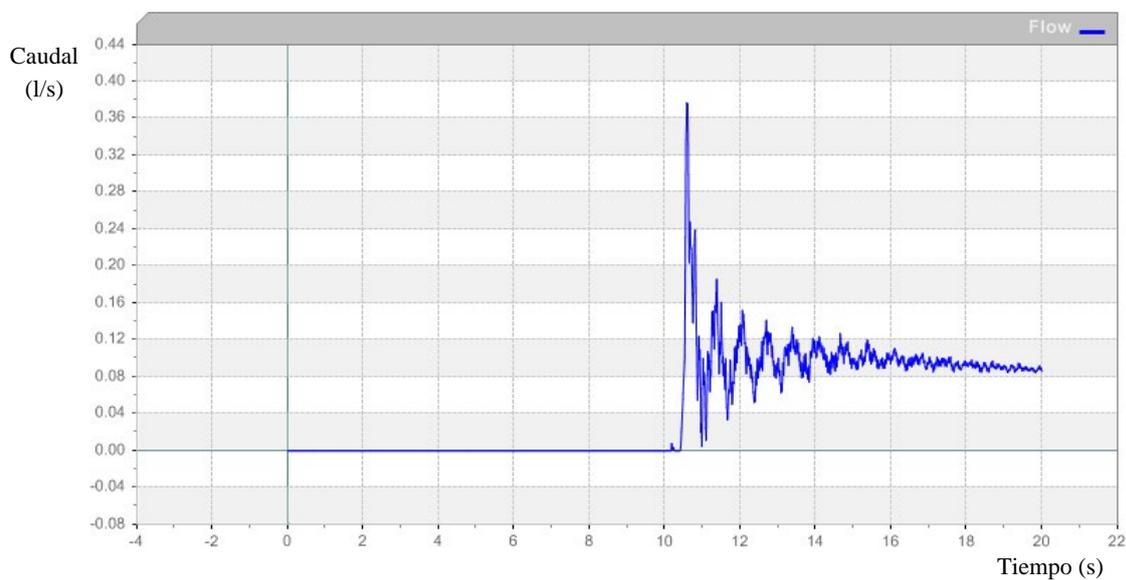


Figura 6. Caudal circulante por la tubería T19

- El caudal circulante por la montante (T2) es nulo hasta el instante 1 (Figura 7), momento en el que se pone en marcha la bomba. Debido a la mayor presión en la vivienda, por la energía aportada por la bomba, el aire del calentador se comprime, y circula un pequeño caudal hacia la vivienda en planta alta (con AQUARETURN). Por otro lado, un pequeño volumen de agua (aproximadamente 0.1 litros) circularía en sentido inverso hasta el momento en el que se abre el grifo. Este volumen corresponde al volumen de 0.3 metros de tubería de diámetro interior 20 mm. En cualquier caso, es imprescindible señalar que dicho caudal inverso únicamente aparecería si no hubiera una válvula anti-retorno instalada en la base de la montante, algo que es obligatorio en la actualidad para cumplir el CTE-HS4.
- El aumento progresivo (no instantáneo) del caudal circulante por la tubería T2 es debido a la presencia del depósito, que en los primeros instantes en los que se abre el grifo contribuye al suministro de caudal en el punto de consumo.

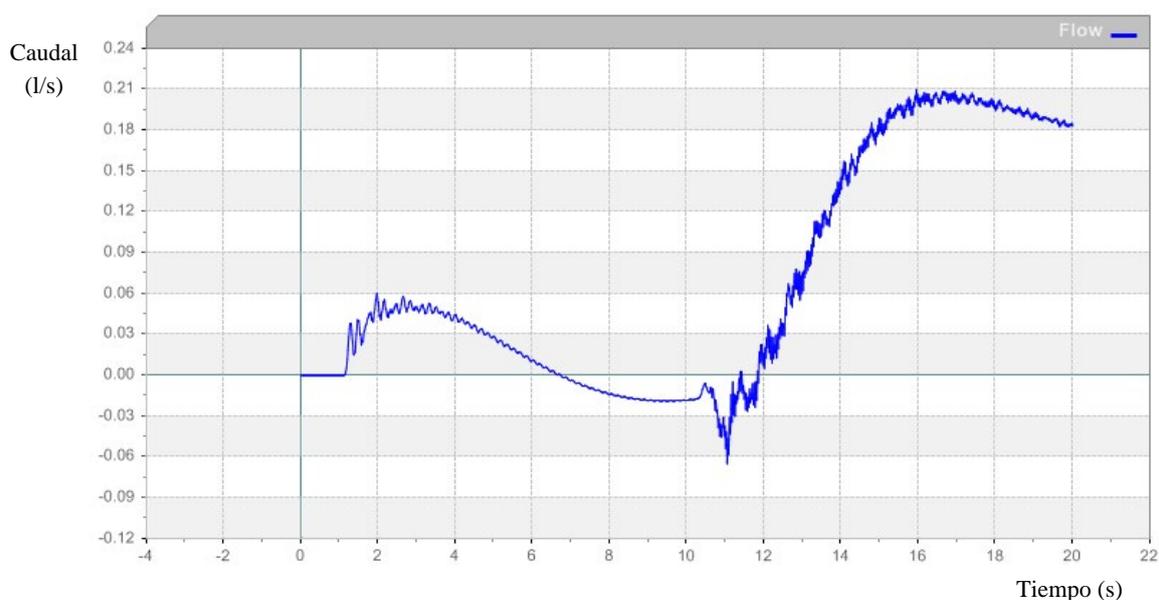


Figura 7. Caudal circulante por la montante, tubería T2

- Si se analiza el caudal circulante hacia la vivienda de la planta baja, a través de la tubería T8 (Figura 8) se observa un caudal constante hasta el instante de tiempo 10 segundos, momento en el cual baja ligeramente al reducirse la presión de alimentación de la vivienda (presión en el nudo N5), aunque posteriormente se recupera hasta el valor de 0.2 l/s. Dado que el caudal de salida del grifo es constante, durante ese corto periodo la diferencia de caudal se aporta desde el depósito C3 (el aire en su interior se expande ligeramente al bajar la presión de la tubería).

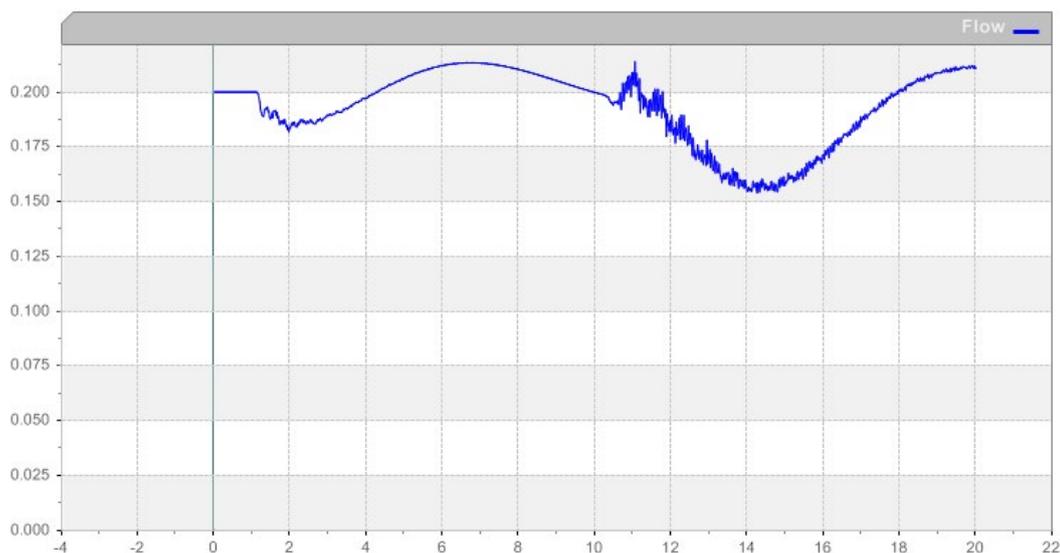


Figura 8. Caudal circulante por la tubería T8

## 5 CONCLUSIONES

El presente informe analiza en detalle el funcionamiento hidráulico del dispositivo AQUARETURN en la instalación doméstica del circuito de agua caliente sanitaria (ACS). El ahorro de agua y energía que representa el uso de este dispositivo depende lógicamente del tipo de vivienda y pautas de consumo. En todo caso, y sobre la base de estudios previos, y para una vivienda de referencia tipo, se ha llevado a cabo una estimación del volumen de agua caliente no aprovechado en caso de no disponer de AQUARETURN.

Contabilizando únicamente un lavabo y una ducha, dicha estimación es cercana a los 50 litros por vivienda y día. Este valor puede variar de forma significativa en función de las características de la vivienda, y pautas de consumo.

La incorporación del dispositivo permite el ahorro de estas cantidades de agua, y supone lógicamente un ahorro energético asociado. Este ahorro supera con mucho el consumo eléctrico del dispositivo AQUARETURN (un 5% de la energía ahorrada para el caso de referencia considerado en el cálculo).

El empleo de AQUARETURN en una vivienda, correctamente instalado de acuerdo con las indicaciones del fabricante, no genera ningún inconveniente ó disfunción técnica en la instalación, ni para el usuario de la vivienda concreta ni para otras instalaciones vecinas en el mismo edificio. En este sentido, debe recalcar que las instalaciones para suministro de agua en viviendas cuentan obligatoriamente con sistemas antirretorno para evitar cualquier posibilidad de inversión del sentido del flujo en las ascendentes (montantes) a las distintas viviendas de un edificio, como recoge el *Código Técnico de la Edificación (Sección HS4)*. Aparte, se especifica también la obligatoriedad de disponer de válvulas antirretorno a la salida de cualquier contador. Esto **permite descartar la eventual aparición de un retorno de caudal a otra vivienda.**

No obstante, en el presente estudio se analiza el caso hipotético de una instalación no reglamentaria o en todo caso, desprovista por los motivos que fuere de válvulas antirretorno operativas. Se contemplan dos hipótesis de cálculo:

- a) En la hipótesis de comportamiento incompresible del agua y sistema rígido de tuberías, es físicamente imposible la existencia de retornos, como se justifica en el punto 4.1 del informe.
- b) En la hipótesis de sistema elástico, se analiza el escenario más desfavorable posible, que corresponde al supuesto de máxima elasticidad del sistema (tuberías y productor ACS). Se considera una hipotética vivienda en plantas superiores



equipada con el dispositivo AQUARETURN, y se analiza la posible afección a una vivienda situada en planta inferior. Las simulaciones hidráulicas del funcionamiento del sistema en este caso se han llevado a cabo con un software específico de transitorios hidráulicos desarrollado en la Universitat Politècnica de València (ALLIEVI).

Los resultados de las simulaciones realizadas permiten comprobar la existencia de pequeñas oscilaciones de caudal durante los primeros instantes, inducidas por el arranque de la bomba AQUARETURN, las cuales desaparecen durante el funcionamiento en régimen permanente. Se comprueba la inexistencia en la práctica de volúmenes de retorno de agua desde la instalación particular a la instalación general del edificio, y por lo tanto no existen posibles afecciones reales a otras viviendas derivadas de la instalación de AQUARETURN. Para una instalación sin antirretornos como la considerada, en todo caso, las simples fluctuaciones de presión en la red pueden dar lugar a oscilaciones comparables en la instalación (sin AQUARETURN).

Por lo tanto, se concluye la idoneidad técnica del sistema para su incorporación en instalaciones interiores de suministro de agua, sin que el dispositivo provoque ninguna alteración del normal funcionamiento de la instalación, ni afecte negativamente a las condiciones preexistentes de seguridad y salubridad, siempre y cuando como es lógico se instale y utilice debidamente, conforme a las indicaciones del fabricante.

Valencia, 20 de diciembre de 2013

Fdo. Francisco Arregui de la Cruz  
ITA-UPV

Fdo. Javier Soriano Olivares  
ITA-UPV

## 6 REFERENCIAS

- Aguilar C., White D.J., and Ryan D.L., 2005. “Domestic Water Heating and Water Heater Energy Consumption in Canada”. CBEEEDAC 2005–RP-02. Department of Economics University of Alberta (Canada).
- CTE, 2006. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Salubridad, HS4. Suministro de agua. Real Decreto 314/2006 BOE nº74, 28 de marzo de 2006.
- CYII, 2008. “*Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid*”, CUADERNOS DE I+D+I, Canal de Isabel II – 2008, ISBN: 978-84-936445-3-6.
- Hendron and Burch, 2007. “Development of Standardized Domestic hot water event schedules for residential buildings”. Conference Paper, NREL/CP-550-40574. <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/40874.pdf>
- Lutz, JD, Klein, G., Springer D., and Howard BD. “*Residential Hot Water Distribution Systems: Roundtable Session*”. Residential Buildings: Technologies, Design, Performance Analysis, and Building Industry Trends. ACEEE, 2002. Conference Proceedings [http://aceee.org/files/proceedings/2002/data/papers/SS02\\_Panel1\\_Paper11.pdf](http://aceee.org/files/proceedings/2002/data/papers/SS02_Panel1_Paper11.pdf)