



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Istituto di Tecnologia dell'acqua. ITA.

## Relazione tecnica del dispositivo AQUARETURN

### **Autori**

Professori – Impianti idraulici

*E.T.S. de Architectura*

ITA. Universitat Politècnica di Valencia.

Dott. Francisco Arregui

Ingegnere industriale

Dott. Javier Soriano

Ingegnere industriale

Data:

Gennaio 2014

## INDICE

1. Introduzione	3
2. Funzionamento del dispositivo	3
3. Analisi dei volumi di ACS non utilizzati	5
3.1 Introduzione	5
3.2 Volume associato all'accumulo d'acqua nelle tubature	5
3.3 Volume associato all'inerzia termica del sistema	7
3.4 Frequenze d'uso	8
3.5 Volume d'acqua non utilizzato	9
3.6 Miglioramento energetico	9
4. Eventuale ritorno di portata verso altre abitazioni a causa della pompa di ricircolo del dispositivo	10
4.1 Sistema interamente anelastico	10
4.2 Sistema elastico	11
5. Conclusioni	16
6. Bibliografia	18

## INDICE FIGURE

Fig. 1. Fasi di funzionamento del dispositivo AQUARETURN	4
Fig. 2. Impianto dell'abitazione tipo oggetto di studio	6
Fig. 3. Schema dell'impianto utilizzato per la simulazione	11
Fig. 4. Portata circolante nella tubatura T20	12
Fig. 5. Portata circolante nella tubatura T13	13
Fig. 6. Portata circolante nella tubatura T19	13
Fig. 7. Portata circolante nella tubatura montante T2	14
Fig. 8. Portata circolante nella tubatura T8	15

## INDICE TABELLE

Tabella 1. Calcolo del volume di perdite associato alla vasca da bagno (ogni uso)	7
Tabella 2. Calcolo del volume di perdite associato al lavandino (ogni uso)	7
Tabella 3. Calcolo del volume di perdite associato all'inerzia termica del sistema (doccia e lavandino)	8
Tabella 4. Calcolo del volume di perdite totale ogni abitazione e giorno (doccia e lavandino)	9

## **1. INTRODUZIONE**

La relazione tecnica in oggetto riguarda il dispositivo modulare per il risparmio idrico denominato AQUARETURN munito di certificato-titolo di MODELLO DI UTILITÀ di riferimento:

N° RICHIESTA: 201130071  
N° PUBBLICAZIONE: ES1074141  
TITOLARE/  
Alfonso CUERVO-ARANGO Y DE CACHAVERA  
DATA RILASCIO: 29.09.2011

rilasciato dall'Ufficio spagnolo Brevetti e Marche.

Il compito principale del prodotto AQUARETURN, progettato per il risparmio idrico ed energetico nelle abitazioni, è quello di mettere in ricircolo l'acqua nell'impianto dell'utente evitando la fuoriuscita dal rubinetto o dal punto di consumo dell'acqua che non ha ancora raggiunto la temperatura voluta di utilizzo. A tal fine, il dispositivo si serve delle tubature dell'acqua fredda per convogliare di nuovo l'acqua verso il boiler. Mentre AQUARETURN provvede a convogliare nuovamente l'acqua verso la caldaia/termo elettrico non si verifica un ingresso o un'uscita della medesima dall'abitazione ragion per cui il volume d'acqua consumato è nullo.

## **2. FUNZIONAMENTO DEL DISPOSITIVO**

Il funzionamento del dispositivo è suddivisibile in sei fasi (Fig. 1).

- Fase 0: apertura del rubinetto di acqua calda. Un sensore rileva che l'acqua non ha raggiunto la temperatura di utilizzo e ne impedisce la fuoriuscita dal rubinetto.
- Fase 1: avvio della pompa e inizio della circolazione d'acqua nella tubatura dell'acqua calda per poi riportarla verso il generatore di acqua calda sanitaria attraverso la tubatura dell'acqua fredda. Qualora il generatore di ACS fosse una caldaia, l'interruttore di portata della medesima attiva il bruciatore, accende la fiamma e dalla caldaia inizierà a uscire acqua calda. In funzione del modello di caldaia impiegata e delle impostazioni, tale tempo di attivazione potrà essere più o meno lungo. Nel corso di questa fase, data la chiusura del rubinetto, non si verifica alcun ingresso d'acqua nell'abitazione. D'altro canto, a seguito della ridotta comprimibilità dell'impianto idrico dell'utente e dell'edificio, non si verifica alcuna fuoriuscita d'acqua nemmeno dall'abitazione.
- Fase 2: data l'inerzia termica del sistema, l'acqua del generatore di ACS raggiunge il punto di consumo a temperatura intermedia ma comunque inferiore a quella di utilizzo. In tal caso, il dispositivo continua a rimettere in circolo l'acqua fino al generatore. Non si verificano ingressi e uscite d'acqua dall'abitazione.

- Fase 3: l'acqua convogliata al punto di consumo raggiunge la temperatura di utilizzo. La pompa di ricircolo si ferma e il dispositivo AQUARETURN trasmette un avviso acustico all'utente per indicargli il raggiungimento della temperatura voluta da parte dell'acqua in corrispondenza del punto di consumo.
- Fase 4: l'acqua alla temperatura voluta di utilizzo è immediatamente disponibile mediante apertura del rubinetto. L'acqua temperata all'interno della tubatura dell'acqua fredda può essere utilizzata per la miscela. Così facendo si riduce la portata d'acqua calda necessaria per ottenere un getto di acqua calda (l'acqua calda non viene miscelata con acqua fredda bensì con acqua temperata).
- Fase 5: l'acqua temperata all'interno della tubatura dell'acqua fredda è stata interamente utilizzata pertanto, in corrispondenza del punto di consumo, inizia a giungere acqua fredda. Così avverrebbe normalmente in mancanza del dispositivo AQUARETURN.

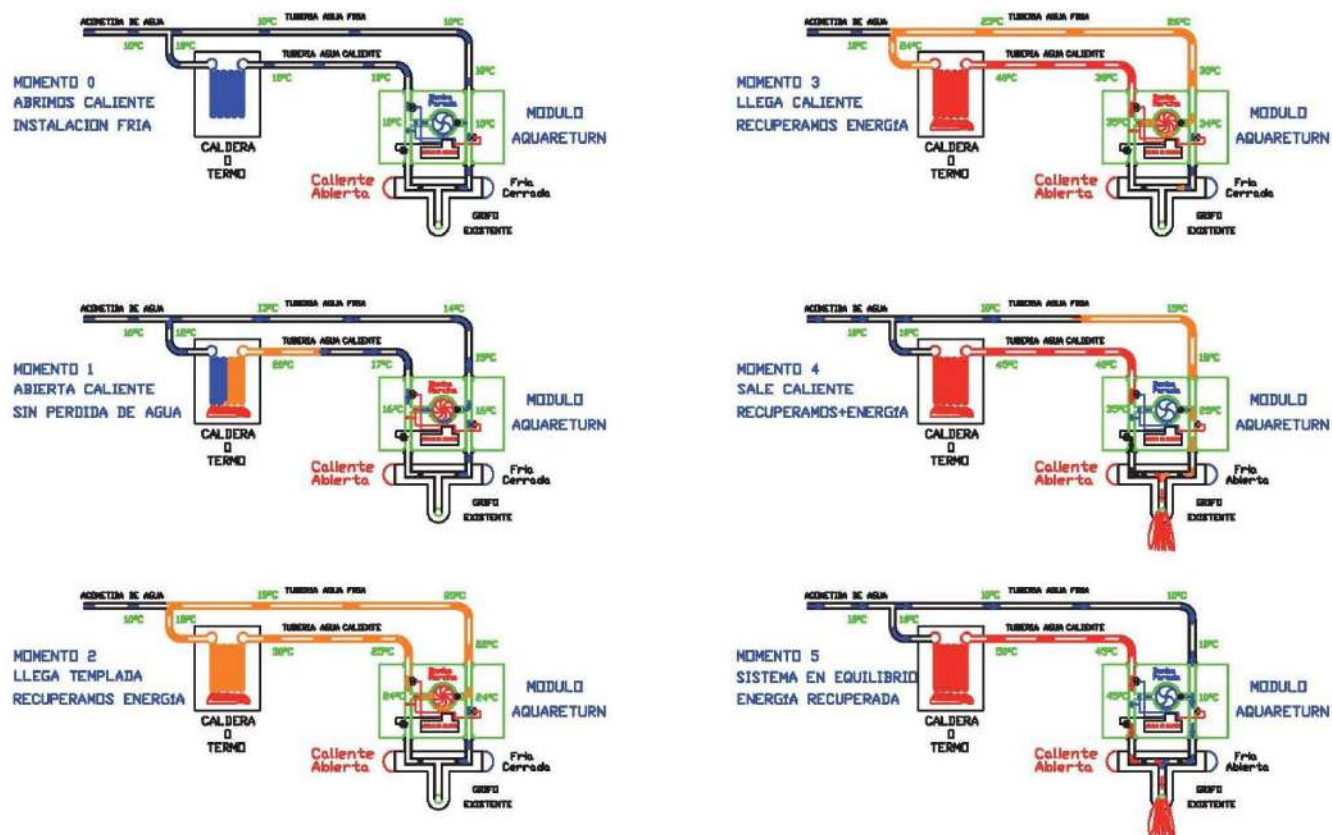


Fig. 1. Fasi di funzionamento del dispositivo AQUARETURN

### **3. ANALISI DEI VOLUMI DI ACS NON UTILIZZATI**

#### **3.1 Introduzione**

In genere, in un contesto abitativo, parte del volume di acqua calda sanitaria (ACS) viene convogliato verso lo scarico senza essere utilizzato. Ciò avviene in alcuni dispositivi allorquando non vengono soddisfatte le condizioni d'uso desiderate (ad esempio, se la temperatura dell'acqua è inferiore al previsto). Ciò è applicabile a vari usi nell'abitazione, in modo particolare nei vani umidi attrezzati con docce, vasche da bagno, lavandini, bidet e lavelli.

Non è facile calcolarne il volume in quanto dipende, in larga misura, dagli usi degli occupanti. Inoltre, la stagionalità e altri fattori quali l'ubicazione dell'impianto, il grado di occupazione e anche il livello socioeconomico degli occupanti, possono incidere in modo significativo su tale volume.

Appresso, è stato calcolato il volume inutilizzato dato il mancato raggiungimento della temperatura voluta. A tal fine, ci si è avvalsi dei dati caratteristici degli impianti interni, frequenza d'uso, volume di ogni uso e, in genere, informazioni ricavate da varie pubblicazioni tecniche.

Sono stati sottoposti a esame due elementi caratteristici dell'abitazione che presuppongono una maggior domanda di ACS: il lavandino e la doccia. Per entrambi, i volumi persi sono stati inseriti nei seguenti concetti:

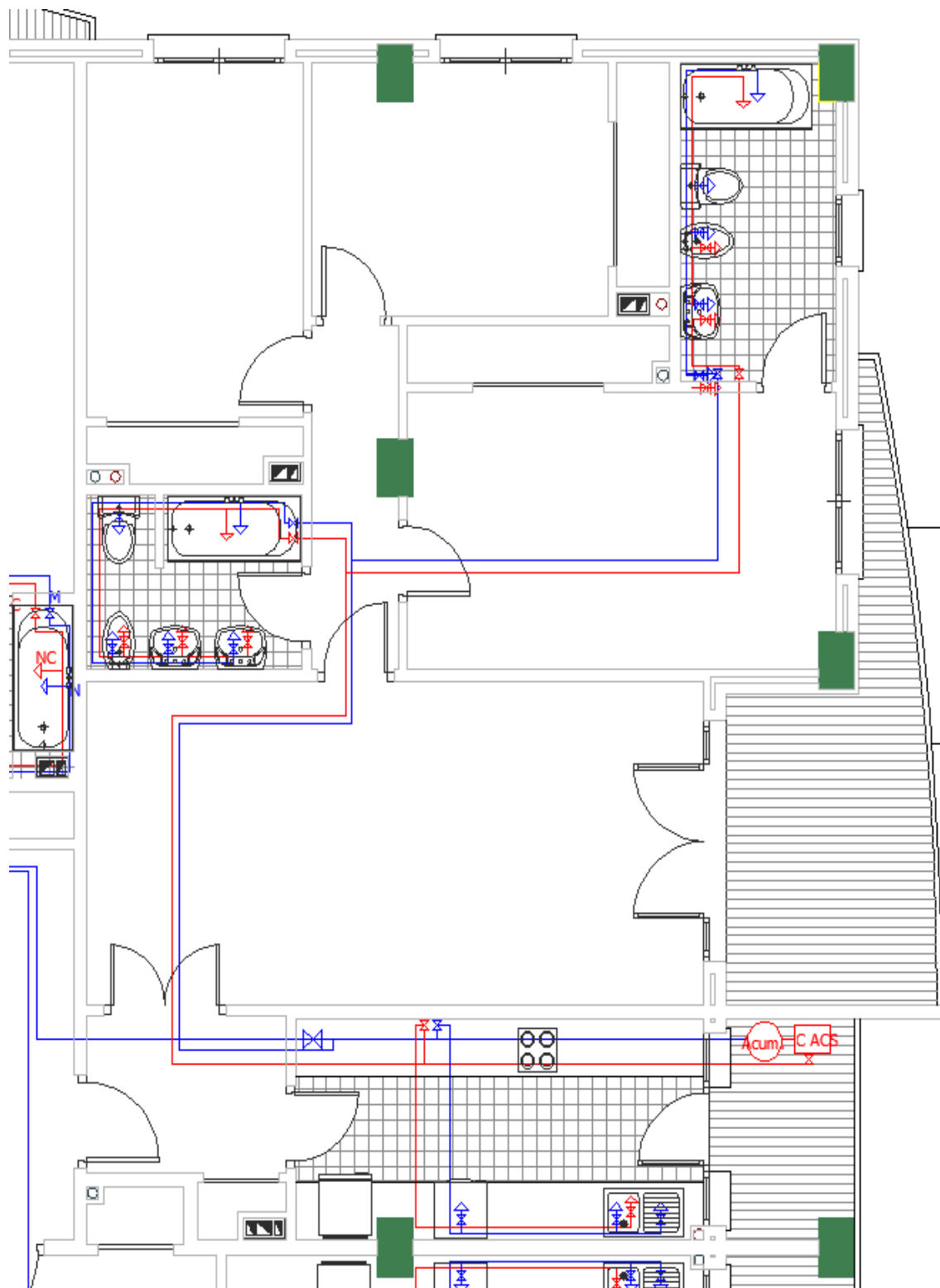
- Volume associato all'accumulo d'acqua nelle tubature
- Volume associato all'inerzia termica del sistema

#### **3.2 Volume associato all'accumulo d'acqua nelle tubature**

Si tratta direttamente del volume d'acqua stagnante fra usi di ACS. Dal momento che presenta una temperatura vicina alla temperatura ambiente e dato che non raggiunge la temperatura voluta, tale volume viene evacuato direttamente prima ancora di un suo eventuale utilizzo. Si tratta, pertanto, di un volume d'acqua riscaldato nel corso di un uso precedente, con conseguente consumo energetico, e raffreddatosi a contatto con le tubature dopo il suo ristagno.

Il calcolo di questo volume dipende sostanzialmente dalla configurazione dell'abitazione, dalle distanze tra il generatore di ACS e i punti di consumo, e dai diametri interni delle varie tubature. Per il rispettivo calcolo, si parte dalle caratteristiche particolari di "un'abitazione tipo" attrezzata con gli elementi oggetto di disamina (vasca da bagno/doccia e lavandino). Da una parte, le lunghezze caratteristiche di ogni segmento sono state calcolate in funzione della distribuzione di tale abitazione ipotizzando la presenza di tre vani umidi: cucina e due stanze da bagno. D'altro canto, per quanto riguarda i diametri delle tubature, si è tenuto conto del criterio comune di dimensionamento degli impianti e dei diametri minimi previsti dal Codice tecnico dell'edificazione di cui al rispettivo documento basilare della salubrità, HS4, fornitura

idrica (CTE, 2006). Per quanto riguarda i materiali, sono stati utilizzati materiali multistrato PE-AL-PEX in quanto si tratta di materiale di largo uso negli impianti da interni.



*Fig. 2 Impianto dell'abitazione tipo oggetto di studio.*

Le tabelle sottostanti riportano il calcolo del volume di perdite associato a ogni uso degli elementi di studio:

*Tabella 1. Calcolo del volume di perdite associato alla vasca da bagno (per uso)*

Segmento		Caratteristiche dimensionali			
Inizio	Fine	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	DN multistrato (mm)	Volume (l)
Generatore ACS	Cucina	4	26	32	2,12
Cucina	Toilette	6	26	32	3,19
Toilette	Stanza da bagno	5	20	25	1,57
Stanza da bagno	Vasca da bagno	5	20	25	1,57
		20			<b>8,45</b>

*Tabella 2. Calcolo del volume di perdite associato al lavandino (per uso)*

Segmento		Caratteristiche dimensionali			
Inizio	Fine	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	DN multistrato (mm)	Volume (l)
Generatore ACS	Cucina	4	26	32	2,12
Cucina	Toilette	6	26	32	3,19
Toilette	Stanza da bagno	5	20	25	1,57
Stanza da bagno	Lavandino	5	15,5	20	0,94
		20			<b>7,82</b>

### 3.3 Volume associato all'inerzia termica del sistema

Si tratta del volume d'acqua non ristagnante nel sistema non utilizzato a seguito del mancato raggiungimento della temperatura obiettivo. In tale volume si terrebbe conto della quantità d'acqua che, all'uscita del generatore, non ha raggiunto la temperatura di servizio e del volume d'acqua che, pur raggiungendo la temperatura di servizio, raggiunge il punto d'uso a temperatura inferiore a quella voluta a seguito delle perdite termiche per conduzione.

Tali volumi dipendono in modo significativo dal tipo di generatore ACS dell'abitazione, dal materiale delle tubature e dalla temperatura ambiente. Per generatori a gas, le variabili da considerare principalmente sono: il tempo di accensione della fiamma all'avvio e il tempo di riscaldamento della serpentina fino a raggiungimento della temperatura di regime e le perdite termiche nella tubatura. Nel caso dei generatori elettrici, l'accumulo di un volume a temperatura d'uso riduce sensibilmente tale volume e va a incidere soltanto sulle perdite termiche nel tragitto. Secondo studi consultati relativi all'contesto abitativo, si calcola un aumento dell'uso dei generatori a gas rispetto a quelli elettrici. Il contributo attribuibile ai primi è di circa il 60% (Aguilar et al, 2005).

Per il calcolo del volume per uso associato all'inerzia termica dell'impianto sono state utilizzate le portate minime di cui al Codice tecnico dell'edificazione (CTE) per gli

elementi oggetto di studio. Inoltre, è stato calcolato un tempo di sfasamento caratteristico sulla base di risposte consuete negli impianti interni.

*Tabella 3. Calcolo del volume di perdite associato all'inerzia termica del sistema (doccia e lavandino)*

Generatore ACS a gas con accumulo				Generatore ACS a gas senza accumulo			
Elemento	Q min (l/s)	T sfasamento (s)	Volume (l)	Elemento	Q min (l/s)	T sfasamento (s)	Volume (l)
<b>Lavandino</b>	0,1	30	3	<b>Lavandino</b>	0,1	10	1
<b>Doccia</b>	0,2	30	6	<b>Doccia</b>	0,2	10	2

Appresso, si utilizzeranno i volumi medi dei due generatori di ACS. Di conseguenza, il volume associato all'inerzia termica del sistema per il lavandino è pari a 2 l mentre per la doccia è pari a 4 l/s.

### 3.4 Frequenze d'uso

I volumi suddetti riguardano un unico uso. Di conseguenza, ai fini del calcolo giornaliero dei volumi d'acqua non utilizzata, occorre tener conto delle frequenze caratteristiche d'uso dei due elementi oggetto di studio.

Per l'uso di docce e vasche da bagno, è stato fissato un valore tipico pari a 1,81 usi/giorno per ogni abitazione. Tale valore è stato ricavato da studi sugli usi finali dell'acqua in un contesto abitativo (sia in ambito nazionale che internazionale). Secondo tali studi, il volume tipico giornaliero destinato a questo uso si attesta sui 124,9 l/abitazione; la durata tipica è pari a 489,6 s e il volume medio di ogni uso è pari a 69,15 l (CYII, 2008). Tale frequenza d'uso si avvicina a quella riportata dagli studi consultati (DeOreo and Mayer, 2000 e Butler 1991, Lutz, 2005).

Per quanto riguarda la frequenza d'uso dei lavandini, gli studi precedenti non operano un distinguo tra servizi di acqua fredda e servizi di acqua calda sanitaria, tranne nel caso di Lutz, 2005. Parimenti, le condizioni climatiche e i fattori restanti tipici di ogni studio condizionano in larga misura tali frequenze. In ogni caso, sulla base dei risultati di alcune pubblicazioni, il numero di usi per ogni abitazione e giorno dei rubinetti comuni può aggirarsi sui 3 usi/al giorno per abitazione (valori suggeriti anche da Lutz et al, 2002).

### 3.5 Volume d'acqua non utilizzato

Tenuto conto delle frequenze d'uso di ogni elemento, si calcola il seguente volume non utilizzato associato a ciascun elemento di studio come da tabella sottostante:

*Tabella 4. Calcolo del volume totale di perdite per ogni abitazione e giorno (doccia e lavandino).*



<b>Volume di acqua calda non utilizzato</b>				
<b>Elemento</b>	<b>V accumulo (l)</b>	<b>V inerzia (l)</b>	<b>Frequenza (usi/giorno)</b>	<b>V totale (l/abitar./giorno)</b>
Lavandino	7,82	2	3	29,47
Doccia	8,45	4	1,81	22,54

Tale volume non sarebbe comprensivo del volume d'acqua associato ad altri elementi che possono utilizzare il servizio di ACS quali, bidet o lavello domestico. Comunque sia, l'uso di tali dispositivi contribuirebbe all'aumento del volume d'acqua non utilizzato in un'abitazione.

### **3.6 Miglioramento energetico**

Negli impianti convenzionali, il volume d'acqua riscaldata che non raggiunge la temperatura voluta viene evacuato. Oltre allo spreco di tale volume d'acqua, presuppone anche un maggior consumo energetico. In modo complementare, se il volume d'acqua preriscaldata viene convogliato nuovamente verso il generatore ACS, l'energia consumata da ciascun uso diminuisce dal momento che la medesima è proporzionale al salto termico. Se, poi, si tiene conto del fatto che la temperatura all'interno dell'impianto è, in genere, superiore alla temperatura dell'acqua in entrata nell'abitazione, anche tale salto termico è minore nel corso del ricircolo dell'acqua fino al generatore.

In modo semplificato, si può calcolare il risparmio energetico giornaliero all'atto del ricircolo dell'acqua dal rubinetto dell'utente al generatore ACS per uso successivo, invece di convogliarlo direttamente verso la rete di evacuazione. Ipotizzando un salto termico medio di trasmissione per l'acqua preriscaldata di 10 °C e un volume utilizzato di circa 15 l al giorno (associato soltanto all'inerzia termica del sistema), l'energia giornaliera utilizzata si avvicinerebbe a 0,18 Kwh/giorno. Il consumo energetico del dispositivo AQUARETURN, la cui potenza si attesta sui 150 W per un tempo di funzionamento equivalente al volume precedente, è pari a 0,05 Kwh/giorno (inferiore al 3% dell'energia utilizzata). Laddove si ipotizzasse un volume utilizzato pari a 52 l (tenuto conto, inoltre, del volume d'acqua accumulato nelle tubature e di un salto termico di 5 °C), il risparmio energetico è pari approssimativamente a 0,3 Kwh/giorno, rispetto a 0,01 Kwh/giorno di consumo del dispositivo (di nuovo inferiore al 4%).

## **4. EVENTUALE RITORNO DI PORTATA VERSO ALTRE ABITAZIONI A CAUSA DELLA POMPA DI RICIRCOLO DEL DISPOSITIVO**

In primo luogo, va detto che la pompa di ricircolo di cui è munito il dispositivo AQUARETURN è deputata all'unica funzione di superare le perdite energetiche da attrito nelle tubature e nel dispositivo di riscaldamento per poter così rimettere in ricircolo l'acqua nell'impianto medesimo dell'utente. Dal momento che tali perdite di energia sono di piccola entità, la potenza della pompa necessaria a tal fine è anch'essa minima. Ne è la riprova il basso consumo energetico del dispositivo. In particolare, secondo le informazioni fornite dal fabbricante, l'energia per unità di peso (altezza)

fornita dalla pompa per superare tali perdite da attrito oscilla tra 5 e 6 m.c.a., in funzione della portata oggetto di ricircolo.

Per quanto riguarda gli eventuali ritorni d'acqua verso altri impianti, va segnalato in primo luogo che il Codice tecnico per l'edificazione, sezione HS4 - Fornitura idrica, punto 2.1.2., indica che in corrispondenza dell'uscita di qualsiasi contatore o alla base delle tubature ascendenti (montanti) verso le abitazioni, è prevista necessariamente l'installazione di un sistema antiritorno per "evitare l'inversione del senso del flusso". Vale a dire, qualsiasi impianto idraulico progettato in conformità al Codice tecnico per l'edificazione, dispone dei suddetti dispositivi antiritorno atti a impedire un ricircolo d'acqua dall'impianto di un utente del dispositivo AQUARETURN verso gli impianti vicini.

Ciò nonostante, dal momento che non tutti gli impianti sono muniti di dispositivo antiritorno oppure dato un suo eventuale guasto, è opportuno analizzare l'eventuale ritorno d'acqua in questi casi. Al fine di tale analisi, si terrà conto delle situazioni di cui appresso:

- Sistema interamente anelastico. Non esistono sacche d'aria nell'impianto e il fluido del medesimo può essere ritenuto interamente incompressibile.
- Sistema elastico. Nella parte superiore dei dispositivi di riscaldamento elettrici, si accumulano piccole sacche d'aria che conferiscono una certa elasticità al sistema.

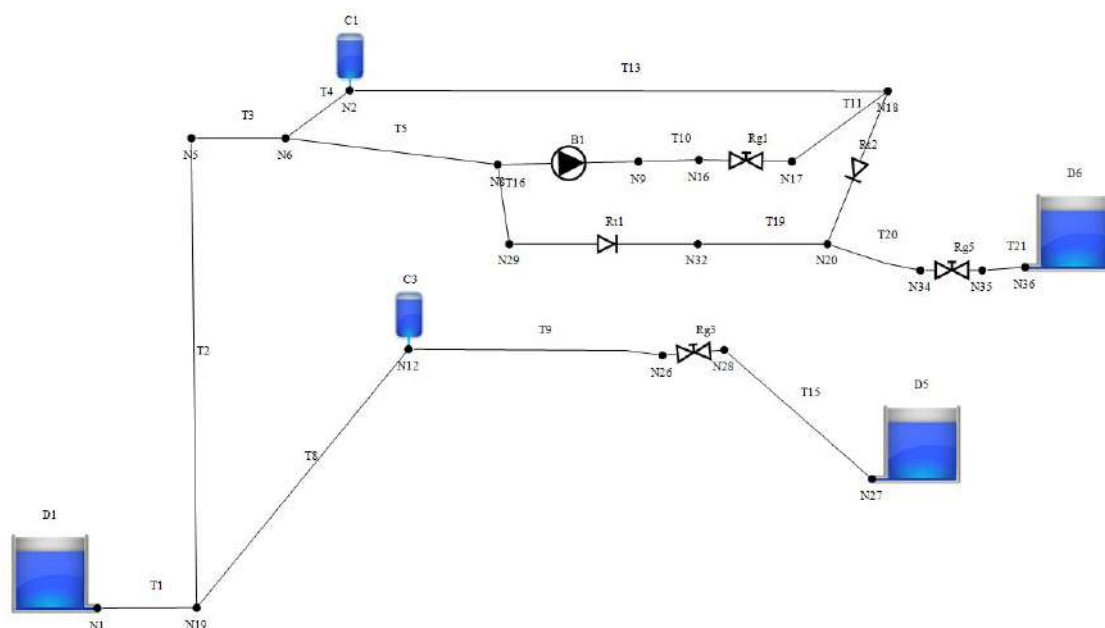
#### **4.1 Sistema interamente anelastico**

In tal caso, va premesso che non può esistere un'uscita d'acqua dall'impianto dell'utente munito del dispositivo di AQUARETURN verso gli impianti vicini. In tale eventualità, la pressione nell'impianto munito del dispositivo AQUARETURN farebbe registrare un calo immediato e l'altezza della pompa di ricircolo non basterebbe a superare la contropressione esistente negli impianti restanti.

#### **4.2 Sistema elastico**

Si tratta dell'unico caso in cui potrebbe verificarsi un flusso inverso di portata a seguito dell'uso del dispositivo AQUARETURN. Ai fini della verifica della validità di tale ipotesi, ci si è avvalsi di un software di analisi dei transitori idraulici (ALLIEVI) che tiene conto sia della compressibilità del fluido sia degli elementi costituenti l'impianto. Il sistema proposto è formato da un alloggio ai piani alti, a 25 m di altezza, e da un altro alloggio ai piani bassi, a 3 m. Il consumo di quest'ultimo è costante ed è pari a 0,2 l/s. L'alloggio ai piani alti è munito del dispositivo AQUARETURN.

La Fig. 3 mostra lo schema idraulico rappresentato dal modello di simulazione.



*Fig. 3. Schema dell'impianto utilizzato per la simulazione*

L'alloggio ai piani alti, conta i seguenti elementi:

- Boiler acqua (C1) munito di una piccola sacca d'aria in alto.
- Rubinetto di consumo (Rg5 e D6). Benché l'apertura del rubinetto avvenga decorsi 2 secondi dalla simulazione, l'acqua inizierà a uscire soltanto a raggiungimento avvenuto della temperatura di utilizzo. Si è ipotizzato che ciò avvenga decorsi 10 secondi dalla simulazione. In tale momento, la portata in uscita dal rubinetto aumenta fino a 0,2 l/s sebbene presenti leggere oscillazioni. In pratica, avrà grandezza inferiore (vedi Fig. 3).
- Pompa di ricircolo dell'acqua (B1).
- Elettrovalvola per l'annullamento del ricircolo della pompa (Rg1) anche se fosse in funzione.

L'alloggio al piano basso dispone dei seguenti elementi:

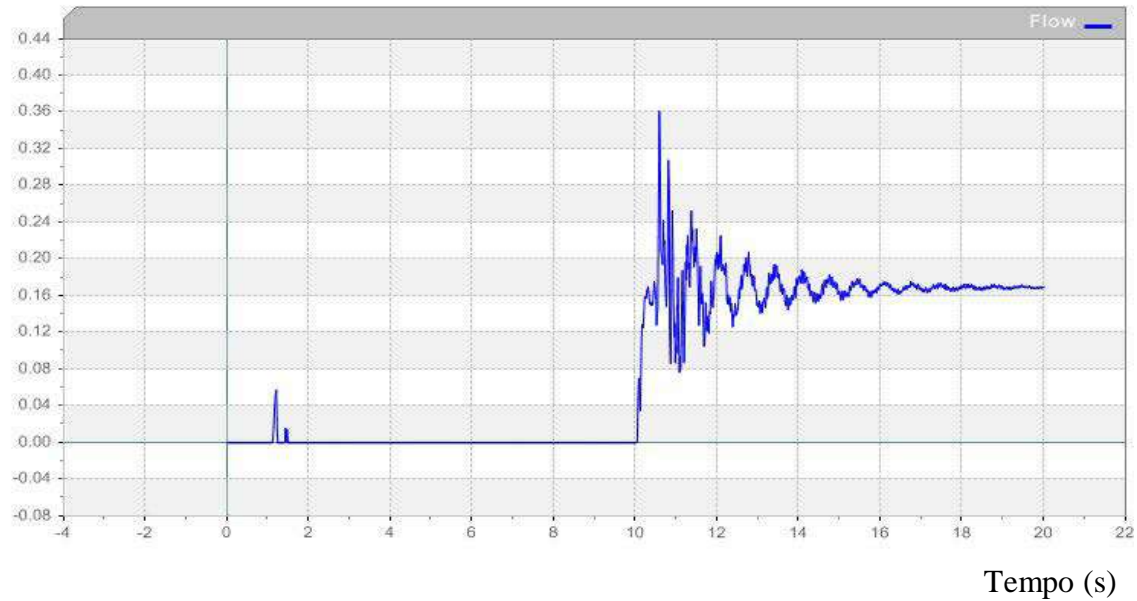
- Boiler acqua (C3) munito di una piccola sacca d'aria in alto.
- Rubinetto di consumo (Rg3 e D5). Si ipotizza un consumo costante pari a 0,2 l/s nel corso della simulazione.

Il calcolo è stato effettuato ipotizzando la condizione di funzionamento più sfavorevole equivalente a un sistema altamente elastico. Per modellare l'elasticità del sistema, si è provveduto a collegare alle tubature i rispettivi boiler d'acqua (serbatoi muniti di una sacca d'aria in alto). Inoltre, è stato fissato il valore di 500 m/secondo quale velocità delle tubature, equivalente a un tubatura plastica che conferirebbe maggiore elasticità al sistema.

La sequenza della simulazione è come segue:

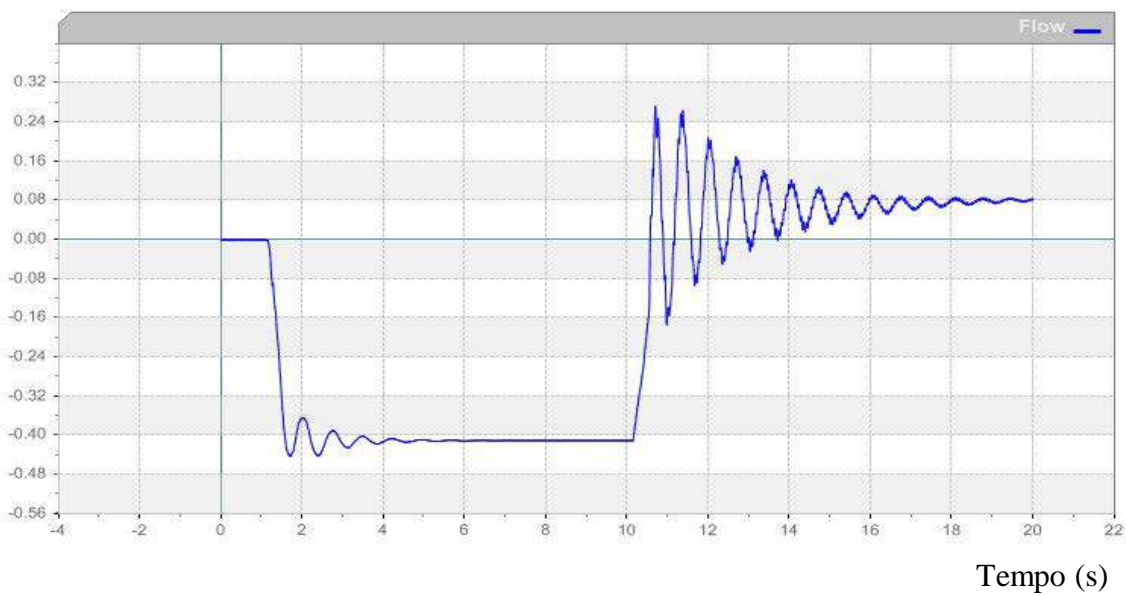
- Fase 0: a  $t=2$  s, apertura del rubinetto e avvio della pompa. Ciò nonostante, dal momento che l'acqua non ha raggiunto la temperatura di utilizzo, il rubinetto non fornisce alcuna portata (T20, vedi Fig. 4). L'acqua nella tubatura T13 inizia a circolare in senso inverso (Fig. 5). La portata cambia leggermente nel tempo a seguito dell'effetto della comprimibilità dell'aria nel boiler.

Portata (l/s)



*Fig. 4. Portata circolante nella tubatura T20*

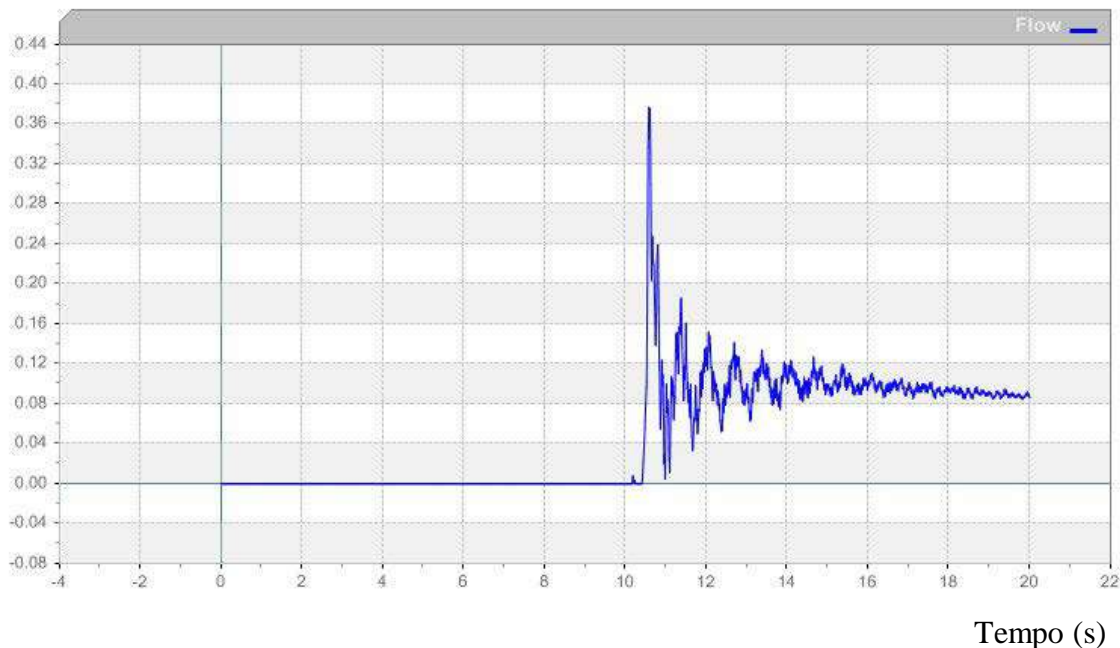
Portata (l/s)



*Fig. 5. Portata circolante nella tubatura T13*

- In corrispondenza del 10° secondo, inizia a uscire acqua dal rubinetto e, naturalmente, viene invertito il senso di ricircolo della portata nella tubatura T13. La portata tende a stabilizzarsi su un valore di circa 0,17 l/s. La portata in uscita dal rubinetto è pari a 0,2 l/s (tubatura T20), ragion per cui la portata restante (0,09 l/s) viene conferita dalla tubatura in cui è stato predisposto il sistema antiritorno Rt2.

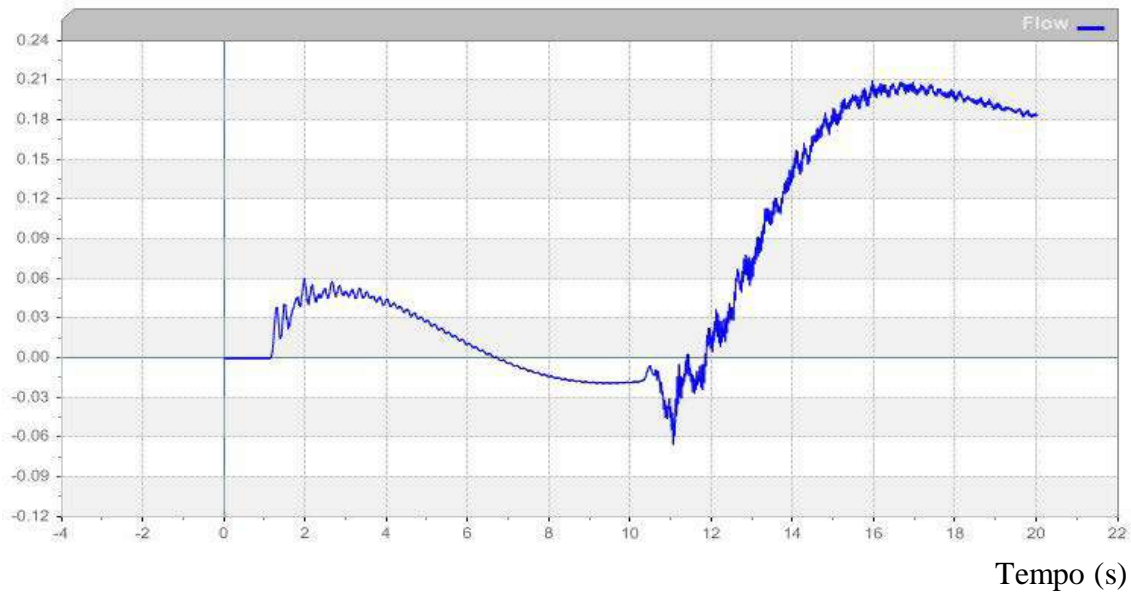
Portata (l/s)



*Fig. 6. Portata circolante nella tubatura T19*

- La portata circolante nella tubatura montante (T) è nulla fino all'istante 1 (Fig. 7), momento in cui viene avviata la pompa. A seguito della maggior pressione esistente nell'abitazione, data l'energia conferita dalla pompa, l'aria del boiler viene compressa e una piccola portata viene convogliata verso l'alloggio ai piani bassi (munito di AQUARETURN). D'altro canto, in senso inverso circolerebbe un piccolo volume d'acqua (all'incirca, 0,1 l) fino all'atto dell'apertura del rubinetto. Tale volume equivale al volume di 0,3 m di tubatura avente diametro interno pari a 20 mm. Comunque sia, va segnalato che tale portata inversa si verificherebbe soltanto laddove non esistesse una valvola antiritorno predisposta alla base della tubatura montante, la cui presenza è obbligatoria attualmente per poter soddisfare il CTE-HS4.
- L'aumento progressivo (non istantaneo) della portata circolante nella tubatura T2 è riconducibile alla presenza del serbatoio che, nei primi momenti in cui si apre il rubinetto, fornisce la portata in corrispondenza del punto di consumo.

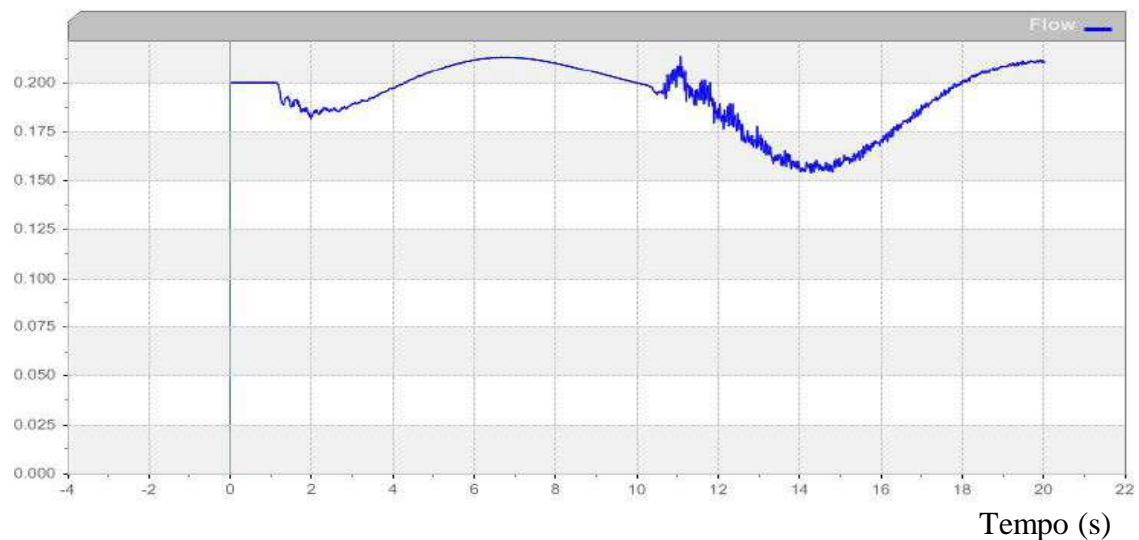
Portata (l/s)



*Fig. 7. Portata circolante nella tubatura T2*

- Se analizziamo la portata circolante verso l'alloggio al piano basso, tramite la tubatura T8 (Fig. 8), si rileva una portata costante fino alla decorrenza del 10° secondo, momento in cui si riduce leggermente dato il calo di pressione di alimentazione dell'alloggio (pressione in corrispondenza del nodo N5), per poi riportarsi nuovamente sul valore di 0,2 l/s. Dal momento che la portata in uscita dal rubinetto è costante, in tale breve periodo, la differenza di portata viene conferita dal serbatoio C3 (al suo interno, l'aria si espande leggermente dato il calo di pressione della tubatura).

Portata (l/s)



*Fig. 8. Portata circolante nella tubatura T8*

## 5.- CONCLUSIONI

La relazione in oggetto analizza nei dettagli il funzionamento idraulico del dispositivo AQUARETURN nell'impianto domestico del circuito di acqua calda sanitaria (ACS). Il risparmio idrico ed energetico riconducibile all'uso di tale dispositivo dipende, logicamente, dal tipo di alloggio e dal tipo di consumi. In ogni caso, sulla base di studi precedenti, per un alloggio di riferimento tipo, è stato calcolato il volume d'acqua calda non utilizzato qualora non si disponesse di AQUARETURN.

Tenendo conto esclusivamente di un lavandino e di una doccia, tale calcolo è pari a circa 50 l per ogni alloggio e giorno. Tale valore può variare in modo significativo in funzione delle caratteristiche dell'alloggio e dei consumi.

Il collegamento del dispositivo consente di risparmiare tali volumi d'acqua e presuppone, naturalmente, un risparmio energetico associato che supera di gran lunga il consumo elettrico del dispositivo AQUARETURN (risparmio energetico del 5% nel caso esaminato nel calcolo).

L'utilizzo del dispositivo AQUARETURN in un alloggio, correttamente installato in conformità alle istruzioni del fabbricante, non produce alcun inconveniente o malfunzionamento tecnico nell'impianto né per l'utente dell'alloggio concreto né per altri impianti vicini del medesimo edificio. In tal senso, va evidenziato che gli impianti per la fornitura idrica negli alloggi dispongono obbligatoriamente di sistemi antiritorno per evitare eventuali inversioni del senso del flusso nelle tubature ascendenti (montanti) verso i vari alloggi di un palazzo come previsto dal *Codice tecnico per l'edificazione (Sezione HS4)*. Inoltre, viene illustrata anche l'obbligatorietà di disporre di valvole antiritorno all'uscita di qualsiasi contatore. Ciò **consente di escludere l'eventuale comparsa di un ritorno di portata verso un altro alloggio.**

Ciononostante, nello studio in oggetto, si analizza il caso ipotetico di un impianto non regolamentare o, in ogni caso, privo di valvole antiritorno operative. Si contemplano due ipotesi di calcolo:

- a) Nell'ipotesi dell'incompressibilità dell'acqua e del sistema rigido delle tubature, è fisicamente impossibile l'esistenza di ritorni, come da punto 4.1 della relazione.
- b) Nell'ipotesi del sistema elastico, si analizza il contesto più sfavorevole possibile che equivale all'ipotesi di massima elasticità del sistema (tubature e generatore ACS). Viene ipotizzata un alloggio ai piani superiori attrezzato con il dispositivo AQUARETURN e si analizza l'eventuale incidenza su un alloggio al piano inferiore. Le simulazioni idrauliche del funzionamento del sistema in tal caso sono state effettuate con un apposito software dei transitori idraulici messo a punto presso la *Universitat Politècnica* di Valencia (ALLIEVI).

I risultati delle simulazioni effettuate consentono di verificare l'esistenza di piccole oscillazioni della portata nei primi momenti, riconducibili all'avvio della pompa AQUARETURN, che scompaiono durante il funzionamento a regime.

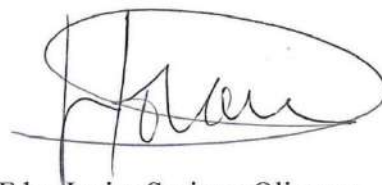
permanente. Si verifica l'inesistenza, in pratica, di volumi di ritorno d'acqua dall'impianto privato all'impianto generale del palazzo. Di conseguenza, non esistono condizionamenti reali per altri alloggi derivanti dall'impianto di AQUARETURN. Nel caso di un impianto privo del sistema antiritorno come quello ivi considerato, in ogni caso, le semplici fluttuazioni di pressione nella rete possono comportare oscillazioni comparabili nell'impianto (privo del dispositivo AQUARETURN).

Pertanto, si ritiene che il sistema sia idoneo, in termini tecnici, per relativo inserimento negli impianti interni di fornitura d'acqua senza incidere negativamente sul normale funzionamento dell'impianto né sulle condizioni preesistenti di sicurezza e di salubrità purché, com'è logico, si provveda alla sua regolare installazione e al suo corretto uso in conformità alle istruzioni del fabbricante.

Valencia, 20 de diciembre de 2013

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Francisco Arregui de la Cruz', with a large, stylized flourish at the end.

Fdo. Francisco Arregui de la Cruz  
ITA-UPV

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Javier Soriano Olivares', with a large, stylized flourish at the end.

Fdo. Javier Soriano Olivares  
ITA-UPV



## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar C., White D.J., and Ryan D.L., 2005. "Domestic Water Heating and Water Heater Energy Consumption in Canada". CBEEDAC 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)