

# Proyecto AQUAMAC

MAC 2.3/C58

## Paquete de tareas P1.PT4

RECOMENDACIONES Y NORMATIVAS SOBRE USO EFICIENTE DEL  
AGUA EN ABASTECIMIENTOS URBANOS

### Tareas PT4-T1

Elaboración de propuesta de recomendaciones y  
normativas

## Propuesta de recomendaciones normativas para promover la gestión sostenible del agua en la Macaronesia

Entidad responsable: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

Colabora: Consejo Insular de Aguas de Lanzarote

Fecha última actualización: Mayo de 2005

Elaborado por: Juani Betancort, Baltasar Peñate, Gilberto Martel,  
Antonio Berriel

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	El proyecto AQUAMAC .....	4
1.2	Agua y Sostenibilidad. Referencias normativas internacionales y europeas....	5
1.3	La Gestión de la Demanda .....	7
1.4	El Agua en los archipiélagos de Açores, Madeira y Canarias.....	9
1.5	Objetivos de las recomendaciones normativas.....	11
2	OBJETO Y CONTENIDOS DE LA PROPUESTA .....	12
3	RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS EFICIENTES DE CONSUMO EN LA EDIFICACIÓN .....	14
3.1	Objetivos.....	16
3.2	Estado del arte .....	16
3.3	Posibilidades de reducción de consumo .....	18
3.4	Ventajas e inconvenientes .....	21
3.5	Recomendaciones normativas para la integración de dispositivos eficientes de consumo.....	22
3.5.1	Contenido de la recomendación normativa .....	22
3.5.2	Propuestas avanzadas .....	26
4	RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL EN PUNTOS DE CONSUMO .....	28
4.1	Objetivos.....	29
4.2	Estado del arte .....	29
4.2.1	Contadores de chorro único.....	30
4.2.2	Contadores de chorro múltiple y de hélice .....	31
4.2.3	Contadores electrónicos.....	32
4.3	Conclusiones generales .....	33
4.4	Recomendaciones normativas sobre sistemas de medición y control a abonados de sistemas de abastecimiento de agua.....	34
4.5	Propuesta técnica en cuanto a preinstalaciones en nueva edificación.....	35
5	RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA. ....	39
5.1	Objetivos.....	39
5.2	Aplicaciones y características del agua de lluvia captada. ....	40
5.2.1	Aplicaciones tradicionales e innovadoras.....	40
5.2.2	Características y consideraciones sobre su utilización.....	42
5.3	Ventajas e inconvenientes .....	44
5.4	Conclusiones generales .....	45
5.5	Recomendaciones normativas para la captación, almacenamiento y utilización de agua de lluvia.....	47
5.5.1	Contenido de la recomendación normativa .....	47
6	RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES.....	50
6.1	Objetivos.....	50

6.2	Potencial de aplicación y ahorro.....	51
6.3	Consideraciones sanitarias y medioambientales.....	52
6.4	Tecnologías disponibles .....	54
6.5	Ventajas e Inconvenientes.....	55
6.6	Conclusiones generales .....	56
6.7	Recomendaciones normativas para la reutilización de aguas grises .....	56
7	<b>RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA PROMOCIÓN DE LA JARDINERÍA CON BAJOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS.....</b>	<b>60</b>
7.1	Objetivos.....	61
7.2	Pautas de diseño de zonas ajardinadas .....	61
7.3	Sistemas de riego .....	62
7.4	Conclusiones generales .....	65
8	<b>RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE MATERIALES UTILIZADOS EN LAS REDES HIDRÁULICAS DE ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>67</b>
8.1	Objetivos.....	67
8.2	Los materiales y su selección .....	68
8.2.1	Termoplásticos .....	70
8.2.2	Fundición Dúctil.....	72
8.2.3	Fibro cemento .....	72
8.3	Ventajas e Inconvenientes .....	72
8.3.1	Polietileno (PE) .....	73
8.3.2	Polipropileno (PP) .....	73
8.3.3	Polibutileno (PB).....	74
8.3.4	Policloruro de vinilo (PVC).....	74
8.3.5	Fundición Dúctil.....	75
8.4	Conclusiones generales .....	76
8.5	Recomendaciones normativas sobre materiales en las redes hidráulicas de transporte y abastecimiento de aguas .....	77
8.5.1	Ámbito de aplicación.....	77
8.5.2	Materiales y redes hidráulicas .....	77
9	<b>EJEMPLOS REALES DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA DEMANDA Y RESULTADOS.....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 *El proyecto AQUAMAC*

Este proyecto titulado TÉCNICAS Y MÉTODOS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN LA MACARONESIA ha sido aprobado en el marco de la Iniciativa Comunitaria INTERREG III B, Espacio **Açores-Madeira-Canarias**. En él participan socios como *Investimentos e Gestão da Agua, S.A.* (Madeira), *Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos* (Açores), *Mancomunidad del Norte de Tenerife*, *Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria*, *Consejo Insular de Aguas de Lanzarote*, *Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria*, *Universidade da Madeira* y el *Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.* como Jefe de Fila.

Dentro de dicho proyecto, uno de los paquetes de tarea contemplados es: “*Recomendaciones y normativas sobre uso eficiente del agua en abastecimientos urbanos*“. El objeto de este paquete de tareas es la elaboración de un borrador de normativa que pueda ser aplicado a escala regional, insular o local con la idea de institucionalizar y generalizar las buenas prácticas de ahorro y eficiencia en la Macaronesia implicando al conjunto de la población y a los diversos sectores de consumo. Al mismo tiempo las recomendaciones y normativas que se desarrollen deben servir como elemento permanente de sensibilización y estímulo de la actualización tecnológica en los sistemas de abastecimiento y formas de uso del agua. Como antecedente en La Macaronesia está la apuesta realizada por la isla de Lanzarote como Reserva de Biosfera por conciliar nivel de vida y actividad económica con la gestión sostenible de los recursos en el entorno insular. Una de las medidas seleccionadas es, precisamente, desarrollar e implantar ordenanzas en materia de eficiencia hídrica y energética que pueden ser transferidas al resto de comunidades de los territorios incluidos en el proyecto. Asimismo en la región de Madeira, la isla de Porto Santo es un ejemplo de importante actividad económica y por tanto de demandas

hídricas en un territorio con recursos muy escasos. Estos dos lugares pueden, por ejemplo, ser los bancos de prueba para implantar de forma demostrativa este tipo de normativas que posteriormente se pueden ir extendiendo al resto de islas o municipalidades.

Las etapas de desarrollo de este paquete de tareas se reflejan a continuación:

- Elaboración de propuestas de recomendaciones y normativa sobre gestión y uso eficiente de agua en abastecimientos urbanos. A partir de referencias internacionales y locales (Reserva de Biosfera de Lanzarote) se elaborará un borrador de recomendaciones y normativa que será distribuido entre todos los socios.
- Revisión y estudio de viabilidad de recomendaciones y propuestas de normativa. El borrador generado será revisado y discutido por los socios, analizando la viabilidad real de implantación de las propuestas. Resultando finalmente una propuesta de normativa consensuada entre todos los socios.
- Elaboración de un borrador de normativas sectoriales. Contempla la adaptación jurídica del borrador de recomendaciones y normativa.

## ***1.2 Agua y Sostenibilidad. Referencias normativas internacionales y europeas.***

El agua es un recurso vital y un vector base de cualquier gestión sostenible, según se reconoce en todos los ámbitos internacionales. Desde la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Río de Janeiro, 1992) se considera al recurso “agua dulce” como un elemento clave para el desarrollo sostenible, estableciéndose criterios integrados para su aprovechamiento, ordenación y uso en el Programa 21, que emana de la propia Cumbre. Según se reconoce en este documento, es preciso que las fuentes de suministro

de agua, sean de superficie, subterráneas u otras, estén apoyadas por medidas encaminadas a conservar el recurso y reducir al mínimo el derroche. Al mismo tiempo plantea contar con tecnologías innovadoras, entre ellas las tecnologías locales mejoradas para aprovechar plenamente los recursos hídricos limitados.

El propio Programa 21 propone una serie de medidas para mejorar la ordenación integrada de los recursos hídricos. Entre ellas destacan:

- Aplicar las decisiones relativas a la asignación de recursos mediante gestión de la demanda, mecanismos de fijación de precios y medidas de reglamentación.
- Promover planes de utilización racional del agua mediante una mayor conciencia pública, programas de educación y la imposición de tarifas de consumo y otros instrumentos económicos.
- Promover la conservación del agua mediante mejores y más eficaces planes de aprovechamiento y de reducción al mínimo del derroche con participación de todos los usuarios, con el desarrollo, entre otros aspectos, de mecanismos para ahorrar agua.

La última Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002) plantea como objetivo prioritario y de enorme relevancia el acceso al agua potable, su gestión eficiente y la prevención de su contaminación. El *Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible* vuelve a reconocer la necesidad de introducir cambios fundamentales en la forma en que producen y consumen las sociedades para aumentar la eficiencia y sostenibilidad de la utilización de los recursos. Con este fin, La Cumbre plantea poner en práctica políticas y medidas destinadas a promover modalidades sostenibles de consumo y programas para sensibilizar al público acerca de su importancia, especialmente en los países desarrollados. En esta línea, el Plan propone integrar las consideraciones relativas a la eficiencia energética en los programas socioeconómicos, especialmente en las políticas

de los sectores que son consumidores importantes, como el sector público, la urbanización, el turismo y la construcción.

Dentro del capítulo dedicado a la protección y gestión de la base de recursos naturales del desarrollo económico y social se plantea, específicamente , elaborar *planes de gestión integrada y aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos*. Tal y como plantean las conclusiones de la Cumbre, estos planes deben tener como objetivos, entre otros:

- ❑ Promover su distribución entre los diversos usos de modo que se de prioridad a las necesidades humanas básicas.
- ❑ Fomentar una utilización más eficiente de los recursos hídricos.
- ❑ Reducir las pérdidas y aumentar el reciclaje de agua.
- ❑ La recuperación de los costos de los servicios relacionados con el agua.
- ❑ Emplear todos los instrumentos normativos disponibles, incluida la reglamentación, la vigilancia, las medidas de carácter voluntario, los instrumentos de mercado y la informática.

### ***1.3 La Gestión de la Demanda***

El enfoque hidrológico tradicional se centra en la ampliación indefinida de la oferta de agua mediante el desarrollo de los sistemas de captación, producción, regulación, conducción y distribución. Por el contrario las actuales tendencias en gestión apuntan a abordar la resolución de cada uno de los problemas relacionados con el agua partiendo de una perspectiva general que considere todo el proceso. La materialización de dicha perspectiva global se concreta en lo que ya se está denominando “gestión integrada del agua”, siendo uno de sus propósitos básicos combinar las diferentes actuaciones en los distintos ámbitos de la gestión del agua. En las primeras etapas del camino hacia una gestión integrada del agua surge, como una de las tareas principales, la coordinación de

los que vendrán a ser sus dos componentes básicos: la gestión del agua desde el lado de la oferta y la gestión del agua desde el lado de la demanda. Ambas alternativas no se encuentran hoy en modo alguno en condiciones similares: ni en cuanto a su conocimiento, desarrollo, experiencia, ni aún, consideración (Cobacho R. y col., 1999)<sup>1</sup>.

La gestión de la demanda engloba al conjunto de actividades que permiten reducir la demanda de agua, mejorar la eficiencia en el uso y evitar el deterioro de los recursos hidráulicos. Este enfoque parte de la idea de que la demanda cuantitativa de agua no es sino la expresión física (hidráulica) de una necesidad más profunda: la que los ciudadanos tienen de disponer de determinados servicios hidráulicos (alimentación, aseo, lavado, limpieza, riego, etc.) en condiciones adecuadas de garantía y eficacia (Estevan A., 1996)<sup>2</sup>. Desde el punto de vista práctico las actuaciones en gestión de la demanda se centran en:

- medidas tendentes a hacer más eficientes los hábitos de consumo o la cultura de uso del agua (aspecto este en el que algunas islas y zonas de los archipiélagos de la macaronesia han tenido mucho que enseñar tradicionalmente). En este grupo de medidas se incluyen campañas de sensibilización y modificaciones del sistema tarifario.
- introducir tecnologías economizadoras de agua en los puntos de consumo<sup>3</sup>.
- sustituir recursos de agua potable con mayores costes económicos y ambientales (agua desalada de mar o aguas subterráneas en zonas con riesgo de sobreexplotación) por recursos de otras procedencias insuficientemente aprovechados (pluviales, aguas grises, aguas depuradas,...).
- mejorar la eficiencia y el control en los sistemas de suministro (reducción de pérdidas, mejores sistemas de medida y control,...)<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Cobacho R., Cabrera E. y Doiz R., Jornadas Internacionales Uso Racional del Agua en las Ciudades, 1999.

<sup>2</sup> Villroya C., Estevan, A., Experiencias de gestión de la demanda y conservación del agua en California, 1996.

<sup>3</sup> Ver *Breve Guía de Tecnologías Ahorradoras de Agua* en <http://www.itccanarias.org/aquamac/documentos/index.php>

- y cuantas fórmulas de gestión y acompañamiento ayuden a que la demanda de agua pase a ser una variable susceptible de ser modificada, sin dejar de satisfacer con calidad y garantías las diversas necesidades de servicios hidráulicos.

Habitualmente, los esfuerzos que han logrado reducir el consumo urbano de agua de forma estable consisten en algún tipo de combinación de incentivos económicos, normas reguladoras e información pública que, en conjunto, fomentan la adopción de tecnologías y comportamientos de ahorro. En este sentido, es esencial el desarrollo de un cuerpo normativo como el que se plantea con esta propuesta de recomendaciones normativas que regule y potencie la gestión de la demanda. Al igual que los expertos en planificación energética han descubierto que a menudo resulta más barato ahorrar energía que ampliar o construir más centrales eléctricas, en algunas zonas del planeta se van dando cuenta de que una serie de medidas de uso eficiente del agua pueden dar lugar a un ahorro estable y con ello retrasar o prevenir la costosa necesidad de nuevas infraestructuras, aspecto que resulta fundamental en las islas.

#### ***1.4 El Agua en los archipiélagos de Açores, Madeira y Canarias***

Tradicionalmente se ha considerado que “sobra” agua en el archipiélago de Açores, la isla de Madeira y la mayoría de las islas occidentales del archipiélago canario (Tenerife, La Palma, y La Gomera). En cambio la obsesión por la búsqueda y aprovechamiento del agua ha sido constante en El Hierro, Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria e incluso Porto Santo.

Aunque la realidad es mucho más compleja sí es cierto que el concepto tradicional de captar o producir más agua para satisfacer las necesidades crecientes, hoy en día, no es suficiente. Los abastecimientos de agua deben basarse en principios de sostenibilidad

---

<sup>4</sup> Ver *Ponencias del seminario sobre sistemas innovadores de detección y control de pérdidas en redes de transporte y abastecimiento de agua* en [http://www.itccanarias.org/aquamac/documentos/Seminario\\_mayo\\_2004.pps](http://www.itccanarias.org/aquamac/documentos/Seminario_mayo_2004.pps)

dónde se minimicen los costes ambientales y económicos, y la calidad del servicio y el recurso sea óptima. Sin duda la gestión eficiente de los recursos adquiere cada vez mayor importancia. La excesiva confianza en las variables meteorológicas, en el agua almacenada en los acuíferos insulares o en la tecnología de desalación, en una situación de creciente demanda y ante las impredecibles consecuencias del cambio climático o la subida del precio del petróleo, puede llevar a situaciones límite si no se prevén medidas correctoras con suficiente antelación. Ejemplos de estas circunstancias se pueden detectar en titulares de prensa, inéditos hace algunos años:

- **A Câmara Municipal do Funchal acaba de alertar os munícipes para a necessidade de haver um maior controlo nos gastos de água no concelho.** Diario de Noticias da Madeira, 06/07/2004<sup>5</sup>
- **Poupar água para que não falte.** Diario Insular (Terceira, Açores), 20/07/2004
- **El sector hotelero asegura que los cortes de agua «son una tragedia para el turismo».** Lanzarote: Canarias 7, 03/08/2004

En las islas donde tradicionalmente los recursos naturales han sido suficientes, es prioritario preservar la calidad y evitar la sobreexplotación, así como acometer las inversiones adecuadas para que el transporte y distribución de agua se realice de la forma más eficiente posible y no esté tan sometido a la variabilidad de las precipitaciones. En el resto de islas donde se han abordado proyectos de desalación y reutilización de aguas depuradas es fundamental, también, realizar una gestión enormemente eficiente dada su fragilidad ante cualquier eventualidad. Esta fragilidad se manifiesta en la creciente y absoluta dependencia energética del exterior para producir

---

<sup>5</sup> Un resumen actualizado de noticias sobre el agua en Açores, Madeira y Canarias puede consultarse en [http://www.itccanarias.org/aquamac/noticias\\_y\\_eventos/noticias.php](http://www.itccanarias.org/aquamac/noticias_y_eventos/noticias.php)

los recursos acuíferos necesarios y satisfacer, a su vez, las crecientes demandas residencial y turística.

### ***1.5 Objetivos de las recomendaciones normativas***

Para todas estas claves, unas recomendaciones normativas sobre la gestión sostenible del agua pueden ayudar a reconducir la situación y poner las bases para entrar definitivamente en un proceso de gestión más sostenible en las islas. La elaboración de este conjunto de normativas está basada en la idea de:

- ❑ Institucionalizar y generalizar las buenas prácticas de eficiencia y sustitución en los usos de agua en las islas.
- ❑ Minimizar los impactos y riesgos ambientales asociados a los procesos y materiales utilizados en el ciclo integral del agua.
- ❑ Implicar al conjunto de la población y a los diversos sectores de consumo en la gestión de la demanda de agua.
- ❑ Apoyar la reducción de la cuota de CO<sub>2</sub> emitida desde las islas debido al ciclo del Agua.
- ❑ Sensibilizar de forma permanente sobre la necesidad del uso eficiente y sostenible del agua.
- ❑ Vincular el ahorro de agua al ahorro de energía como vector estratégico y generador de consecuencias ambientales tanto locales como globales.

Para conseguir estos objetivos, la propuesta normativa ha de ser comprensiva y pedagógica, y en su filosofía debe plantearse el promover la innovación cuidando la viabilidad técnica y económica de las regulaciones planteadas.

## 2 OBJETO Y CONTENIDOS DE LA PROPUESTA

El objeto del presente documento es presentar un primer borrador de propuestas normativas para que sean sometidas a debate entre los socios del proyecto AQUAMAC.

Tomando como referencia el trabajo realizado para la Reserva de la Biosfera de Lanzarote, el trabajo se presenta en primera lugar los diferentes campos de actuación que puede abarcar la propuesta normativa, definiendo objetivos y orientaciones para cada uno de ellos. Posteriormente estas orientaciones se concretan en propuestas normativas para cada uno de los campos de actuación. Por último se plantea algunas pautas para llevar a su aprobación por parte de los organismos competentes de algunas de estas propuestas.

Los campos de actuación a considerar en la definición de propuestas y recomendaciones normativas para la gestión sostenible del agua en la macaronesia pueden ser los siguientes:

- Recomendaciones generales para la integración de dispositivos eficientes de consumo en la edificación.
- Recomendaciones generales sobre sistemas de medición y control en puntos de consumo.
- Recomendaciones generales sobre la captación y almacenamiento de aguas pluviales.
- Recomendaciones generales sobre la reutilización de aguas grises.
- Recomendaciones generales para la promoción de la jardinería de bajos requerimientos hídricos.
- Recomendaciones generales sobre materiales utilizados en las redes hidráulicas de abastecimiento.

- Recomendaciones generales sobre la reutilización de las aguas depuradas<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Trabajo no incluido en este documento. Par actualizaciones y ampliaciones del documentos consultar:  
[www.itccanarias.org/aquamac](http://www.itccanarias.org/aquamac)

### 3 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INTEGRACIÓN DE DISPOSITIVOS EFICIENTES DE CONSUMO EN LA EDIFICACIÓN

La integración de dispositivos eficientes de consumo en la edificación en general constituye el núcleo central de muchos programas de gestión de la demanda de agua que se han llevado a la práctica en el ámbito nacional e internacional. En consecuencia, el repertorio de programas de este tipo que ha sido ensayado es muy extenso y existen diversos estudios y experiencias prácticas de sus resultados. Una componente fundamental de esta estrategia es el establecimiento de normas para instalaciones comunes como inodoros, duchas y grifería en general. Las normas aplicadas en diversos países promocionan u obligan a incorporar especificaciones tecnológicas que aseguren la eficiencia de los nuevos aparatos e instalaciones de servicio.

La experiencia registrada en la aplicación de estos dispositivos es amplia, dada su fácil integración. Como pioneras en este campo cabe destacar las actuaciones realizadas en EE.UU. desde principios de los años ochenta, que permitieron establecer normativa reguladora que garantizara que las nuevas edificaciones o las viviendas rehabilitadas fueran equipadas con dispositivos de alta eficiencia. Así, en 1992 se promulgó la “Energy Policy Act”, que engloba un paquete legislativo en el que se incluye la *Ley Nacional de Eficiencia de los Productos de Fontanería*. El objetivo principal de esta norma era lograr considerables ahorros de agua, estables y previsibles en el tiempo, a partir de la instalación de elementos y accesorios de ahorro de agua tanto en todas las viviendas de nueva planta, como en las que sean objeto de reformas.

En el ámbito europeo destaca la iniciativa de AFNOR (*Association Française de Normalisation*), que tiene establecidos criterios ecológicos para economizadores de agua. Asimismo, en el ámbito español, destaca el distintivo de garantía de calidad

ambiental de la *Generalitat de Catalunya*, establecido para productos y sistemas que favorecen una mayor eficiencia en el uso del agua, mediante la instalación de modelos de grifos, duchas e inodoros diseñados al efecto, y la colocación de dispositivos con igual propósito. Este distintivo de garantía se complementa con el DECRETO 202/1998, de 30 de julio, por el que se establecen medidas de fomento para el ahorro de agua en determinados edificios y viviendas en la Comunidad Autónoma Catalana.

En Portugal se ha de tomar como referencia el **Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água**<sup>7</sup> del *Instituto da Água* dependiente del *Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território* de Portugal, donde se propone la adopción de medidas normativas para promover los dispositivos eficientes.

A nivel municipal, el Plan General de Calviá (Mallorca) incorpora normativa en cuanto a mecanismos eficientes en nuevas edificaciones. Otro referente de ordenanza municipal es la del Ayuntamiento de Alcobendas (Madrid) para el ahorro de consumo de agua, auspiciada por *WWF/Adena* desde el proyecto Alcobendas, Ciudad del Agua para el siglo 21. Asimismo, la *Fundación Ecología y Desarrollo*, de Zaragoza, ha potenciado el fomento del conocimiento y la implantación de tecnologías eficientes para disminuir el consumo de agua, a través de la elaboración de normas técnicas que exijan o, al menos, recomienden su utilización en los edificios de nueva construcción.

En el caso de Canarias existe la referencia de los documentos de la Estrategia de Lanzarote en la Biosfera, donde se preconizan las políticas de gestión de la demanda, y la experiencia desarrollada en el municipio de Teror (Gran Canaria), a través de actividades de sensibilización y de la instalación de economizadores en viviendas y edificios públicos con el objeto de evaluar y demostrar la viabilidad de este tipo de tecnologías.

---

<sup>7</sup> Puede ser consultado en [http://www.inag.pt/inag2004/port/quem\\_somos/pdf/uso\\_eficiente\\_agua.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/quem_somos/pdf/uso_eficiente_agua.pdf)

### 3.1 *Objetivos*

Los principales objetivos de estas recomendaciones normativas son:

- Mejorar la eficiencia del equipamiento hidráulico y sanitario utilizado en la edificación de las islas de la Macaronesia. Concretamente en los equipamientos relacionados con los usos interiores residenciales, turísticos y de establecimientos de titularidad pública.
- Divulgar y promover el uso de los dispositivos eficientes, no sólo en la nueva edificación sino también en la existente.

### 3.2 *Estado del arte*

Desde el punto de vista de la tecnologías y dispositivos ahorradores de agua para viviendas, plazas turísticas y edificios de titularidad pública existe un amplio abanico de posibilidades<sup>8</sup>. A continuación se describen las disponibles en el mercado y que pueden servir de referencia para la definición de recomendaciones normativas.

□ **Para grifos de lavabo y cocina.**

- Monomandos de apertura en dos fases.
- Monomandos de apertura en frío para la posición central (ahorro energético).
- Reguladores de caudal
- Grifos termostáticos
- Grifos temporizados con mecanismo de cierre voluntario
- Grifos electrónicos
- Limitadores de caudal
- Grifos de lavabo y cocina con aireadores, perlizadores de bajo consumo

---

<sup>8</sup> Ver **Breve Guía de Tecnologías Ahorradoras de Agua** en <http://www.itccanarias.org/aquamac/documentos/index.php>

□ **Para duchas.**

- Cabezales de ducha eficientes
- Reductores de caudal
- Interruptores de flujo de agua
- Apliques de duchas eficientes para instalaciones públicas

□ **Para inodoros.**

- Cisternas con depósitos de 6 l de capacidad máxima
- Interrupción de descarga mediante doble pulsador
- Interrupción de descarga mediante otros mecanismos
- Sistemas de descarga presurizada

Algunos de estos elementos actúan, por un lado, reduciendo el caudal de agua utilizada sin que el usuario lo perciba y sin deteriorar la calidad del servicio. Para lograrlo se sirven de diversos métodos: reducen la capacidad de almacenamiento del sistema, rompen el flujo de agua y lo mezclan con aire, etc. En esta gama se encuentran los aireadores, perlizadores, limitadores de caudal, grifos de lavabo y cocina economizadores, cabezales y reductores de caudal para duchas, apliques de ducha para instalaciones de uso público o las cisternas con depósitos capacidad máxima limitada.

En otros dispositivos la disminución del consumo depende de su correcta utilización y, por tanto, de la actitud del usuario. En este caso se encuentran los sistemas monomandos de apertura en dos fases o en frío para la posición central, los grifos termostáticos y los temporizados con mecanismo de cierre voluntario, los interruptores de flujo de agua para duchas y los sistemas de interrupción de descarga mediante doble pulsador u otros mecanismos para cisternas. En estos sistemas en los que la eficacia depende del usuario resulta necesario informar para que se realice una correcta y eficiente utilización del dispositivo.

Prácticamente todas estas modalidades son fácilmente aplicables en nuevos edificios y reformas sin que ello suponga pérdida en la calidad del servicio en ninguno de los casos. Es más, la incorporación de todo este tipo de medidas puede ser percibida, en último caso, como una mejora en la calidad, tanto de los materiales como en el confort para el usuario.

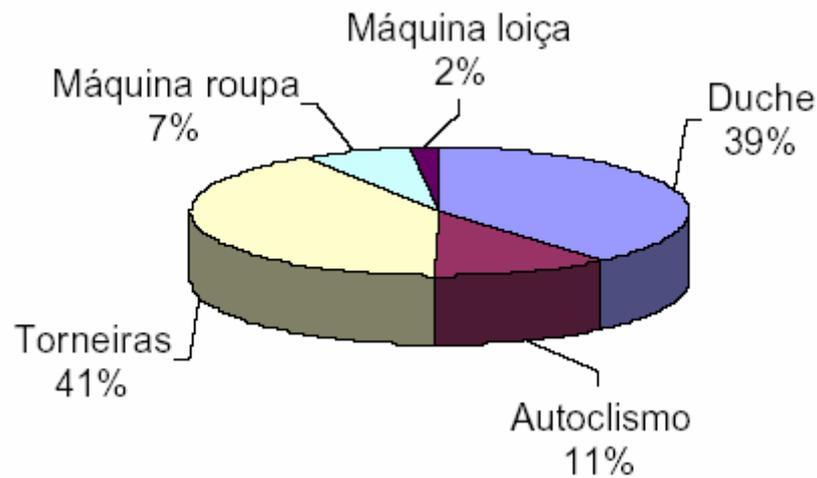
### ***3.3 Posibilidades de reducción de consumo***

A la hora de estimar el impacto de la inclusión de dispositivos eficientes en las nuevas viviendas, apartamentos y habitaciones de hotel, es necesario partir del conocimiento del consumo que se produce en grifos, duchas e inodoros, y determinar qué peso supone en el consumo global del habitáculo. Diversos estudios de consumo en usos domésticos ofrecen resultados divergentes respecto a la importancia relativa de los grifos y las duchas en el uso total del agua en una vivienda. Según los estudios realizados por la AWWARF (*American Water Works Association Research Foundation*) se asume que el 32,6 % del consumo domiciliario corresponde a los elementos de grifería, mientras que el inodoro supone el 27,7 %. El *National Water Demand Management Centre* de la *Environment Agency* del Reino Unido, aporta que el fregadero supone un 15%, el lavamanos un 8%, la ducha un 5% y la bañera otro 15% de los usos de una vivienda en Inglaterra y Gales. Al inodoro se le otorga un 35% de la demanda en el hogar. En este estudio se contemplan un 6% de usos exteriores y un impacto del lavavajillas del 4%.

El *Instituto da Água* de Portugal propone la siguiente distribución de consumos<sup>9</sup> en su **Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água**.

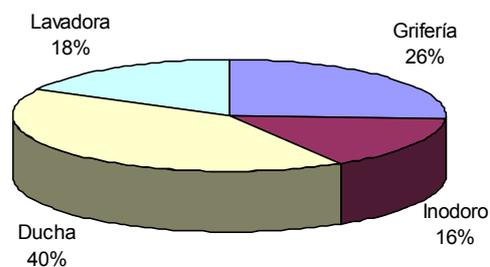
---

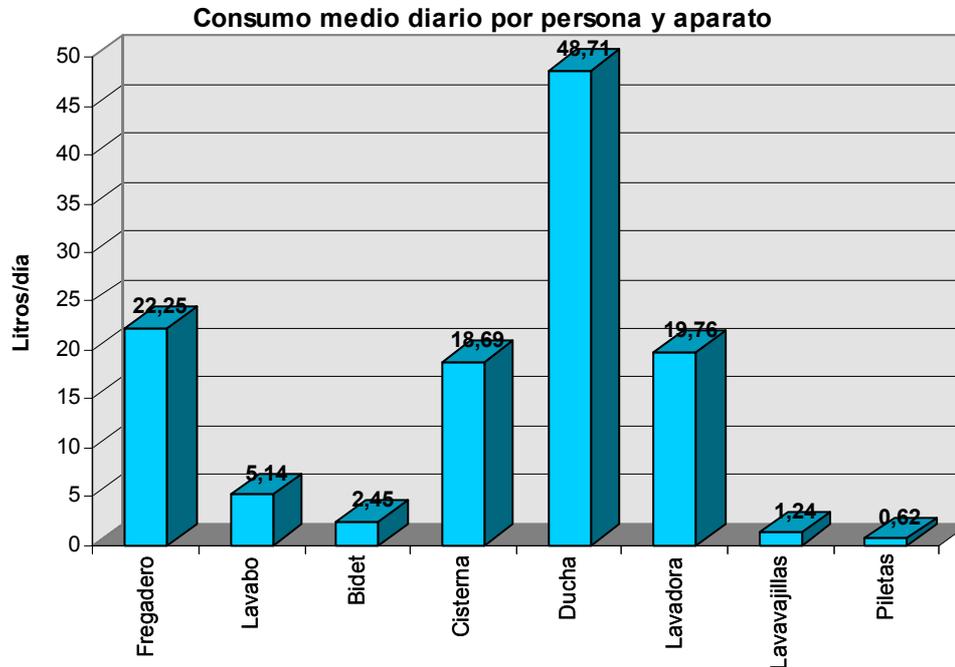
<sup>9</sup> No contempla usos exteriores.



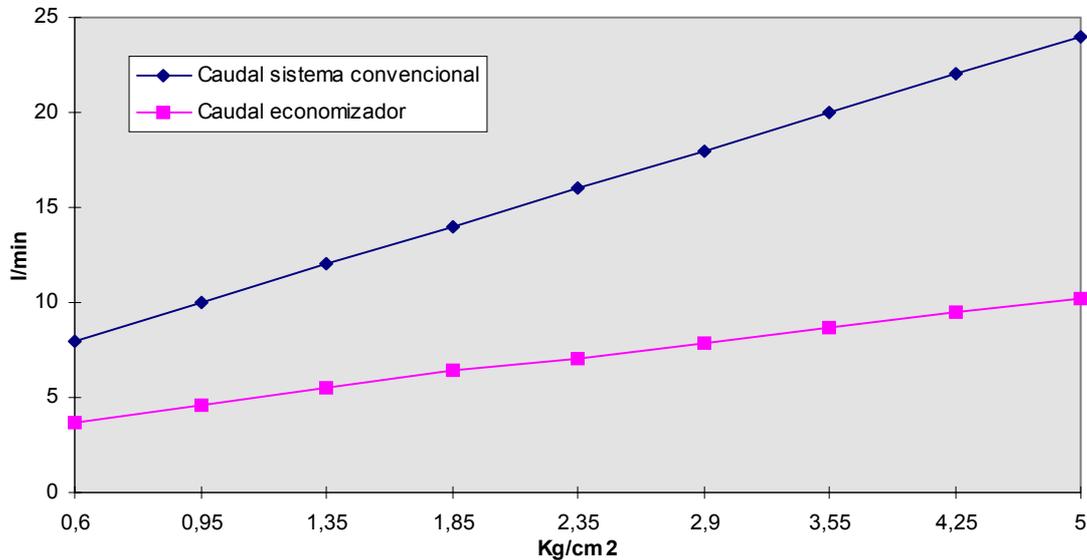
Como se puede observar existen importantes diferencias entre los diferentes datos publicados según la fuente o la zona geográfica dónde realice el estudio. Esta circunstancia plantea la necesidad de realizar investigaciones específicas y locales sobre micromedición para poder obtener conclusiones y prospectar el potencial de ahorro por dispositivo de consumo.

Para Canarias, existen estudios más cercanos como el realizado en 1995 por el *Departamento de Ingeniería Mecánica* de la *Universidad de Las Palmas de Gran Canaria* entre la población de la ciudad. Los resultados medios de este estudio son representados en la siguiente gráfica.





Claramente se puede observar que el consumo mayor se produce en el uso de la ducha con un consumo medio de 48,71 l/persona-día, seguido del uso del fregadero con 22,25 l/persona-día y de la lavadora y la cisterna con 19,76 l/persona- día y 18, 69 l/persona-día respectivamente. Estos datos dan para la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria un consumo neto medio por habitante y día de unos 120 litros (173 litros de dotación bruta en 1995). Ello supone un impacto del consumo de grifos de cocina y lavabo de un 23, 6 % y de duchas de un 40,6 %. Asumiendo una disminución del consumo con dispositivos eficientes en duchas de un 30%, y un 50 % en los dispositivos de grifería de cocina y lavabo, según la presión de suministro, se prevé que en las nuevas viviendas, habitaciones de hotel o plazas extrahoteleras, dotadas con sistemas economizadores, se reduzca el consumo de agua como mínimo en un 20% respecto a las viviendas sin dispositivos de ahorro en la grifería. En esta estimación no se ha contabilizado el posible ahorro añadido por el uso de inodoros.



Comparación de caudales entre sistemas convencionales y sistemas con economizador.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Ventajas e inconvenientes

La utilización de este tipo de sistemas tiene claras ventajas tanto desde el punto de vista de la gestión de la demanda de agua, al ofrecer unos ahorros fácilmente cuantificables y objetivos, como desde el punto de vista del usuario ya que suponen una mejora en la calidad del servicio a todos los niveles.

Como posibles inconvenientes están que:

- El coste económico de las tecnologías propuestas es superior al de los sistemas convencionales.
- La normativa de la Unión Europea en cuanto a la fabricación de grifería que exige unos caudales muy superiores a los que la tecnología actual es capaz de ofrecer sin pérdida de confort.
- Deficiencias en la presión de la red que puedan provocar pérdidas de confort en algunos casos.
- Las tecnologías propuestas no sean de fácil acceso en el mercado.

Estos inconvenientes pueden ser paliados o subsanados a través de la implantación de las propias recomendaciones normativas. En el caso, de los precios cuando se trata de rehabilitación o nueva edificación las diferencias suelen ser mínimas comparadas con el montante total de la obra y si se trata de instalaciones existentes la recuperación de la inversión suele verse apoyada por el ahorro que supone en la tarifa de agua y energía. De todas formas la gestión de estas normativas en el ámbito local deben promover la implicación de las empresas suministradoras de tecnologías eficientes para que doten a los mercados a precios competitivos y promoviendo, incluso, incentivos para la sustitución de la grifería convencional.

### ***3.5 Recomendaciones normativas para la integración de dispositivos eficientes de consumo***

La utilización de dispositivos eficientes en la edificación es una de las formas más sencillas, baratas y eficaces de conseguir ahorros de agua fácilmente cuantificables. Por tanto debe ser objetivo de estas recomendaciones normativas, a través de su aplicación en el ámbito local, extender el uso de dispositivos eficientes en toda la nueva edificación. Como elemento demostrativo, se debe imponer en toda la edificación de titularidad pública, nueva o existente, y, en la medida de lo posible, difundir su aplicación en la edificación existente, tanto residencial como de uso turístico.

#### **3.5.1 Contenido de la recomendación normativa**

Serán de carácter obligatorio en:

- Instalaciones de uso público nuevas y existentes.
- Cualquier tipo de edificación de nueva planta o que se someta a rehabilitación.
- En toda la edificación existente en la isla de Lanzarote con un plazo de adaptación de tres (3) años. Para la puesta en marcha de dicho período de

adaptación, la Administración insular ha de aprobar un sistema de incentivos a los abonados que soliciten voluntariamente adaptarse a la Norma. A partir del quinto año se sancionará a través de la tarifa del agua a los abonados que no hayan solicitado adaptarse a la nueva normativa. Cada abonado que solicite adaptarse pasado el trienio de adaptación y se compruebe mediante inspección los cambios propuestos volverá a disponer automáticamente de la tarifa normal vigente.

Dispositivo	Recomendación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grifos de lavabo, bidé y fregadero</li> </ul>	<p>En los nuevos edificios o instalaciones, incluidas rehabilitaciones, de cualquier tipo de uso (residencial, turístico o público) y para cualquier tipo de ámbito se instalarán griferías cuyos caudales máximos sean los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <b>8 litros/minuto para presiones entre 1 y 3 atmósferas.</b></li> <li>❑ <b>9 litros/minuto para presiones entre 3 y 5 atmósferas.</b></li> </ul> <p>Las griferías convencionales han de incorporar perlizadores, economizadores o reductores / limitadores de caudal que ofrezcan las mismas prestaciones de caudal antes citadas, una vez instalados.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Duchas</li> </ul>	<p>En los nuevos edificios o instalaciones, incluidas rehabilitaciones, de cualquier tipo de uso (residencial, turístico o público) y para cualquier tipo de ámbito se instalarán cabezales de duchas fijas o móviles cuyos</p>

	<p>caudales máximos sean los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <b>10 litros/minuto para presiones entre 1 y 3 atmósferas.</b></li> <li>❑ <b>12 litros/minuto para presiones entre 3 y 5 atmósferas.</b></li> </ul> <p>Las duchas convencionales podrán incorporar cabezales de ahorro o reductores / limitadores de caudal que ofrezcan las mismas características antes citadas una vez instalados.</p>
<b>Dispositivo</b>	<b>Recomendación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inodoros</li> </ul>	<p>En los nuevos edificios o instalaciones, incluidas rehabilitaciones, de cualquier tipo de uso (residencial, turístico o público) y para cualquier tipo de ámbito se instalarán inodoros cuyos volúmenes máximos admitidos para cada descarga sea de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ <b>6 litros por descarga.</b></li> </ul> <p>Todos los inodoros deben contar con algún mecanismo de interrupción voluntaria de salida de agua o un sistema de pulsación que permita seleccionar entre descarga corta o larga.</p> <p>Cada inodoro debe incorporar de forma visible en la cisterna las instrucciones de uso del dispositivo de interrupción de descarga o de pulsación para la selección de descarga corta o larga.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grifos, sanitarios y duchas de uso público</li> </ul>	<p>En los nuevos edificios, instalaciones o rehabilitaciones de edificios de uso público y para cualquier tipo de ámbito se instalarán grifos temporizados con cierre automático, limitando el tiempo de descarga entre 5 segundos (lavabos) y 10 segundos (duchas). Los grifos temporizados deberán ser modelos que permitan el cierre voluntario con una segunda pulsación.</p> <p>Cada servicio público deberá incorporar de forma visible las instrucciones de uso del sistema de cierre voluntario del grifo temporizado.</p> <p>Si en la instalación se utiliza grifería electrónica de cierre automático, no será de aplicación el uso de grifos temporizados.</p>

<b>Dispositivo</b>	<b>Recomendación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grifos monomando</li> </ul>	<p>En cualquier tipo de instalación de uso público nuevas y existentes o en cualquier caso de nueva planta o que se someta a rehabilitación se instalarán monomandos de apertura en dos fases y de apertura en frío para la posición central.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación del agua caliente</li> </ul>	<p>En cualquier tipo de instalación de uso público nuevas y existentes o en cualquier caso de nueva planta o que se someta a rehabilitación se exigirá la utilización de grifería termostática en duchas y bañeras, de tal forma que se disponga de un selector de temperatura.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Grifería electrónica de cierre automático</li> </ul>	<p>Se permitirá en cualquier grifería de uso en establecimientos públicos, lavabos de hoteles y edificios oficiales.</p>

### 3.5.2 Propuestas avanzadas

Con el objeto de mejorar la tecnología utilizada en los diferentes ámbitos de consumo, en la línea de ofrecer servicios más eficientes, de calidad y más económicos al usuario, se proponen una serie de medidas complementarias para el ahorro y uso eficiente del agua en la edificación. Principalmente en el sector servicios es interesante incorporar la mejor tecnología disponible para el ahorro de agua y energía. La innovación y la protección medioambiental deben ser uno de los principales distintivos de calidad. En este sentido se recomienda la consideración de una serie de dispositivos que promueven el ahorro, independientemente de los establecidos en las recomendaciones normativas. Así se plantean propuestas avanzadas de aplicación voluntaria que incorporan la mejor tecnología disponible en materia de ahorro de agua y energía.

#### **Mejoras recomendadas sobre el uso de grifos monomando.**

La instalación de este tipo de grifos en usos de tipo doméstico y de servicios se ha generalizado. Entre sus ventajas están la sencillez de su manejo, atractivo estético, supresión de fugas y goteos o la comodidad y rapidez para la regulación de la temperatura del agua. Por otra parte tienen dos inconvenientes que pueden influir en un incremento del consumo de agua y energía. El primero es que el grifo monomando se

suele accionar hasta el tope aportando el máximo caudal sin que realmente sea necesario y que, además, la palanca del monomando se suele posicionar en el punto central, con lo que al abrirse se utilizar parte de agua caliente sin que sea necesario ni se llegue a percibir su uso. Para solventar estos aspectos se pueden instalar monomandos de apertura en dos fases y de apertura en frío para la posición central.

### **Mejoras recomendadas para la regulación del agua caliente.**

Se propone la utilización de grifería termostática en duchas y bañeras, de tal forma que se disponga de un selector de temperatura con el fin de lograr una temperatura constante y reducir los tiempos de espera y los cambios de temperatura del agua la hora de la ducha, con el consiguiente ahorro de agua y energía (16% de ahorro agua y energía respecto al monomando según el *Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques* de Francia).

Como elemento opcional se recomienda el uso de interruptores del flujo de agua<sup>10</sup>. Este sistema se coloca al inicio del flexo de la ducha y su misión es la de bloquear el paso del agua sin cerrar el mando. Evita que en los tiempos de enjabonado se pierda la regulación de temperatura del agua al dejar el mando en la misma posición lograda al inicio.

### **Grifería electrónica de cierre automático**

Se propone este tipo de grifería para uso en establecimientos de uso público como lavabos de hoteles y edificios oficiales, ya que ofrecen las mejores prestaciones desde el punto de vista de la calidad del servicio y el ahorro de agua. El uso de grifería electrónica es alternativo al uso de grifos de cierre temporizado que no suelen garantizar un ahorro a medio plazo.

---

<sup>10</sup> Ver **Breve Guía de Tecnologías Ahorradoras de Agua** en <http://www.itccanarias.org/aquamac/documentos/index.php>

## 4 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL EN PUNTOS DE CONSUMO

Con el fin de promover un uso más eficiente del agua, mejorar la gestión de los abastecimientos urbanos y lograr unos ciertos niveles de ahorro que puedan ser evaluables, resulta esencial contar con información completa y de calidad sobre los consumos reales. En este sentido, los sistemas de lectura y la calidad en la medida de los contadores constituyen elementos imprescindibles de cualquier política de gestión de la demanda. A su vez, la precisión y la operatividad en la obtención de medidas aprovechando los nuevos sistemas de comunicación y transmisión de datos pueden mejorar la recuperación de costes de los abastecimientos, minimizando las pérdidas por subcontaje y reduciendo el tiempo y los costes económicos de la obtención de las lecturas de contadores.

Los contadores de agua con nuevas tecnologías (digitales) presentan numerosas ventajas respecto a los contadores mecánicos que se encuentran actualmente instalados en los edificios. Algunas ventajas de gran importancia como controlar los consumos, las fugas en tuberías o accesorios, así como, la posibilidad de llevar a cabo una solución integradora con cualquier tipo de red de comunicaciones existente, que permita la telegestión del suministro de agua, convierte este tipo de aplicaciones en un gran avance no sólo para los usuarios de los edificios, sino para las compañías suministradoras de agua en las zonas controladas por este sistema<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Sistema de telegestión de contadores digitales de agua para experiencia piloto en Arrecife (Lanzarote), *Fundación Centro Canario del Agua y Consejo Insular de Aguas de Lanzarote*, Proyecto AQUAMAC (julio de 2004)

#### ***4.1 Objetivos***

- ❑ Universalizar la instalación de sistemas de control y medida de todos los consumos de agua, ya sean públicos o privados.
- ❑ Mejorar la precisión y las prestaciones técnicas de los sistemas de medida y control de los consumos de agua.
- ❑ Posibilitar sistemas tarifarios y de facturación basados en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

#### ***4.2 Estado del arte***

La instalación de contadores individuales (un contador por vivienda) es actualmente obligatoria para toda vivienda de nueva construcción, rechazándose por ineficiente y por su escaso control las instalaciones de contadores comunes para edificios o consumos distribuidos. El control del consumo de agua se realiza principalmente a través de contadores de velocidad, y, en menor medida, mediante contadores volumétricos y contadores electrónicos. Siendo estos últimos los más escasos pese a su precisión La medición de los consumos adquiere una enorme importancia para las empresas suministradoras, ya que a mayor precisión y facilidad de obtención de la medida se pueden lograr reducciones importantes de los caudales no contabilizados (pérdidas) y se comienza a disponer de un nivel de información que permite plantear políticas de gestión de la demanda con mayores garantías.

Según la normativa vigente sólo se contemplan dos tipo de contadores:

- ❑ Contadores de velocidad.
- ❑ Contadores de volumen o volumétricos.

Los primeros disponen de una turbina que es movida por el agua y dentro de estos contadores de velocidad se pueden distinguir:

- ❑ Contadores de chorro único (tipo U) o de molinete.
- ❑ Contadores de chorro múltiple (tipo M) o de turbina.
- ❑ Contadores de hélice (tipo Woltman).
- ❑ Contadores proporcionales.

Respecto a los contadores de volumen, el consumo de agua se mide a través de un recipiente, de manera que queda registrado el número de veces que se llena. La precisión de estos contadores se considera mayor, pues no están sometidos al posible subcontaje ocasionado por caudales reducidos, golpes de ariete, etc. Este tipo de contadores no se suele emplear en España. Dentro de estos contadores de volumen, distinguimos:

- ❑ Contadores de cilindro y pistón.
- ❑ Contadores de disco.

A nivel general, en función de los métodos de lectura de consumos, encontramos dos tipos de contadores:

- ❑ De Esfera de lecturas parciales: Antiguos, pero todavía en uso en viejas instalaciones.
- ❑ De lectura directa: El consumo se muestra mediante rodillos numerados.

Se enumeran a continuación los contadores de mayor aplicación dentro la clasificación antes mencionada.

#### **4.2.1 Contadores de chorro único**

El contador de turbina de chorro único con acoplamiento magnético transmite el giro de la turbina de forma fiable al totalizador. La versión estándar es el contador clásico y compacto para montaje sobre puente. Se encuentra disponible tanto como contador de

agua fría y caliente como para distintos caudales de paso y longitudes de construcción, lo que le proporciona una gran versatilidad para un amplio campo de aplicaciones.

#### **Ventajas:**

- ❑ Ofrece la garantía de un alto grado de exactitud y una larga vida útil. Excluye toda posibilidad de penetración de sustancias extrañas o depósitos en el totalizador de rodillos, además su concepción hermética evita la entrada de salpicaduras de agua. Pueden ser integrado sin problemas en sistemas automáticos de lectura, gracias a la disponibilidad de una variante con salida de contacto.
- ❑ Está especialmente indicado para el registro de consumos reducidos, p.ej. en apartamentos.

#### **Inconvenientes:**

- ❑ Limitados caudales de lectura.

#### **4.2.2 Contadores de chorro múltiple y de hélice**

Los contadores de agua de chorro múltiple y los de grandes caudales son concebidos para trabajos de mayor envergadura. Los contadores para viviendas son de turbina y chorro múltiple, y los de grandes caudales son de tipo Woltman.

Los contadores de agua de chorro múltiple son concebidos como contadores de tipo seco con acoplamiento magnético para el registro del consumo de agua fría y caliente.

Los contadores domésticos están dimensionados para un caudal de paso nominal máximo alrededor de los 10 m<sup>3</sup>/h. Los contadores para grandes caudales se han dimensionado para caudales nominales de aproximadamente 150 m<sup>3</sup>/h máximo.

#### **Ventajas:**

- ❑ Contadores robustos, sólidos y de larga vida útil,
- ❑ Destacada exactitud de medición incluso bajo condiciones extremas.
- ❑ Pérdida de presión extremadamente baja.
- ❑ Los contadores de tipo doméstico también se pueden servir con salida de contacto, lo que permite su integración en sistemas de rango superior.

**Inconvenientes:**

- ❑ Tamaño desproporcionado para su aplicación.
- ❑ Alto coste.

#### **4.2.3 Contadores electrónicos**

Fuera de esta clasificación encontramos los contadores electrónicos de una mayor precisión que los anteriores. Disponen de turbinas de densidades similares a las del agua colocadas en tubos totalmente lisos. El registro de volumen de agua no es mecánico sino se que se basa en la excitación de un transductor electrónico, que a su vez transmite los datos a un microprocesador.

Se pueden obtener una serie de datos estadísticos que nos permitan controlar mejor el consumo de agua. Además, dada la sensibilidad de estos contadores, se pueden detectar valores de consumo anómalos (por debajo o por encima de consumos tipo), que permiten detectar fugas.

**Ventajas:**

- ❑ De una mayor precisión que los anteriores.
- ❑ Se puede hacer una lectura de los datos de manera visual (display digital) o a través de sistemas informáticos y de comunicación.
- ❑ Se dispone en todo momento de valores de consumo reales.

### **Inconvenientes:**

- ❑ Alto coste
- ❑ Requieren cualificación para su manipulación inicial.

### ***4.3 Conclusiones generales***

Con el fin de mejorar la gestión de los abastecimientos urbanos y lograr unos ciertos niveles de ahorro que puedan ser evaluables, resulta esencial contar con información completa y de calidad sobre los consumos reales.

A raíz de lo expuesto es indispensable disponer de una mayor precisión en los datos de consumos y tener información a través de sistemas informáticos en tiempo real, para lo cual es necesario la instalación de contadores electrónicos en todos la nueva edificación dónde se puedan aprovechar al máximo las ventajas de estos sistemas, incluyendo el ámbito doméstico, turístico, industrial y las instalaciones de uso de uso público. A la vez estas instalaciones se deberán ir incorporando a un sistema de control y facturación remota de consumos.

Paralelamente se ha de proceder a la sustitución de los dispositivos de control y medición de caudal actuales por contadores electrónicos en la edificación existen donde se considere más rentable su implantación.

#### ***4.4 Recomendaciones normativas sobre sistemas de medición y control a abonados de sistemas de abastecimiento de agua***

<b>Dispositivos de control y medición</b>	<b>Aplicación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de contadores electrónicos</li> </ul>	<p>Instalación de contadores electrónicos en todos los nuevos abonados al sistema, a partir de la aprobación de las ordenanzas locales correspondientes, incluyendo ámbito doméstico, turístico industrial y las instalaciones de uso público. Estas instalaciones se irán incorporando a un sistema de control y facturación remota de consumos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de los contadores actuales</li> </ul>	<p>Sustitución, en un periodo inferior a dos (2) años, de los dispositivos de control y medición de caudal actuales por contadores electrónicos en cualquier instalación de titularidad pública.</p> <p>Sustitución, en un periodo inferior a diez (5) años, de los dispositivos de control y medición de caudal actuales por contadores electrónicos en instalaciones de titularidad privada de más de 50 abonados.</p>

Las recomendaciones propuestas serian de carácter obligatorio en:

- ❑ Cualquier tipo de urbanización o edificación de nueva construcción o que se someta a reforma en sus instalaciones hidráulicas tanto de carácter público como privado cuando albergue más de 50 abonados.
- ❑ Instalaciones de uso público existentes ubicadas en aglomeraciones urbanas.

Las recomendaciones recogidas en este apartado serian de cumplimiento voluntario en:

- ❑ Cualquier tipo de urbanización o edificación existente, tanto de carácter público como privado.

#### ***4.5 Propuesta técnica en cuanto a preinstalaciones en nueva edificación***

Dado el carácter de relativa proximidad en cuanto a instalación de contadores digitales de agua a cargo de las empresas inmersas en este sector, no existe una Normativa común que se pudiera aplicar en todo el territorio Nacional, que recogiera los requisitos necesarios en las nuevas edificaciones para permitir la inclusión de contadores digitales y su lectura a distancia. No obstante, las necesidades al respecto son limitadas y en la mayoría de los casos no se requiere de grandes inversiones para introducir estos Sistemas en las edificaciones existentes.

La normativa que se presenta a continuación se refiere únicamente a la instalación e interconexión de contadores, para permitir su lectura centralizada mediante T.P.L o PC. No obstante, nada impediría usar las mismas para su utilización en un Sistema de Telegestión de Contadores.

Respecto a la necesidad en infraestructuras de comunicación, encaminadas a permitir la implementación de un Sistema de Telectura de Contadores, manifestar que bastarán

con las recogidas en la normativa relacionada con infraestructuras de telecomunicaciones en nuevas edificaciones.

Manifiestar también que esta propuesta no recoge el número máximo de contadores a interconectar, ni las distancias máximas de interconexión con manguera eléctrica o utilizando par trenzado, dado que no estamos en condiciones todavía de presentar una propuesta fehaciente. Tampoco se recoge la utilidad o eficiencia del Sistema implementado en Lanzarote, atendiendo al número mínimo de contadores en edificios o bloques de viviendas, dado que no estamos en disposición de ello.

Para hacer posible la lectura automática de los contadores situados tanto en armarios o registros individuales y/o cuartos o armarios de baterías de contadores, estén situados tanto en el exterior como en el interior de la finca, por parte del promotor y a su cargo, se instalarán los siguientes elementos:

1. Caja de toma de lectura en fachada que debe cumplir los siguientes requisitos:

- Irá empotrada, próxima a la entrada del edificio.
- Sus dimensiones serán de 85 x 85 x 85 mm, estará dotada de tapa exterior de protección con el anagrama de INALSA y cierre normalizado con mando triángulo macho de 7 mm.
- En su interior irá alojado un conector tipo JACK estéreo de 1 ¼" (J) 6,35 mm) hembra con su correspondiente placa electrónica, y a ella podrán conectarse un máximo de 50 contadores.

2. Caja de derivación de lectura en interior:

En el cuarto o armario de la batería de contadores, existirá una caja de derivación estanca, de dimensiones 100 x 100 x 50 mm, protección IP 65 y precintable, que se posicionará a 25 cm de cualquiera de las tomas extremas más elevadas de la batería, y una altura sobre el suelo de 130 cm. Irá atornillada o empotrada en la pared. En su

interior irá alojado un conector tipo JACK estéreo de 1 1/4" (J 6,35 mm) hembra con su correspondiente placa electrónica y de ella partirá un cable de longitud de un metro para su conexión con uno de los contadores de la batería. A ésta caja podrán conectarse un máximo de 50 contadores.

### 3. Cableado para lectura de contadores electrónicos:

Para la conexión de la caja punto de lectura de la fachada con la caja de derivación interior de la batería se instalará un tubo funda corrugado reforzado, de diámetro de 25 cm. Por el interior del mismo discurrirá un cable telefónico de 6 hilos CIE 600, aislado con funda de protección de PVC o silicona. Si la longitud de hilo a instalar entre la caja de derivación de lectura interior y la caja de punto de lectura en fachada es superior a 40 metros se instalará cable manguera eléctrico de 3 x 1.5 mm<sup>2</sup>.

La instalación se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limiten los locales donde se efectúa la instalación. Se colocarán cajas de registro, que han de quedar accesibles y con tapas desmontables, a lo largo del recorrido del tubo funda, que será por zonas comunes del inmueble, y de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- En línea recta cada 30 m. de canalización.
- En tramos con una o dos curvas cada 15 metros de canalización.

Para las curvas del tubo de protección se utilizará un radio mínimo de curvatura de 17 cm.

En caso de hacer pasar el cableado por el suelo, paralelo al tubo de alimentación general de agua o por cualquier otro lugar con posibilidad o presencia de agua, se utilizará cable eléctrico aislado con funda de protección contra la humedad (3 x 1,5 mm<sup>2</sup>).

El cable eléctrico que discurre por el tubo funda será continuo en todo su recorrido. No existirán, por tanto, conexiones intermedias entre la caja de derivación y la caja del

punto de lectura, es decir, sólo se permitirán uniones en las cajas de punto de lectura y cajas de derivación, nunca en las cajas de registro intermedias.

Un único cable permitirá la lectura de un máximo de 50 contadores, aunque estén instalados en baterías diferentes. En el caso de existir más de 50 contadores en el edificio, se deberá realizar una instalación independiente, como mínimo, por cada grupo de 50 contadores.

Se instalará un tubo de funda corrugado y reforzado de diámetro 25 mm, entre el cuarto de batería de contadores y el armario de distribución general de telefonía del edificio.

En nuevas promociones tanto de viviendas unifamiliares, como bloques de viviendas de una misma urbanización o promoción, y promociones de naves comerciales o industriales, se deberá instalar una canalización de diámetro 28 mm reforzada, dotada de cable de 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> que une entre sí la totalidad de los distintos armarios y/o contadores individuales y/o baterías.

## **5 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA.**

En islas con carencias de recursos naturales hídricos, es normal que se configuren a lo largo de la historia tradiciones en cuanto a la implantación de infraestructuras de aprovechamiento de los escasos recursos pluviales, así como de una exquisita gestión del preciado bien. En algunas de estas islas casi se podría hablar de un sistema de supervivencia. (Ver casos de esta circunstancia en islas de Açores, Madeira y Canarias donde sea interesante poner en práctica estas recomendaciones)

A partir de los años 60, el aumento de la disponibilidad económica para adquirir la tecnología, ha generado una mejora sustancial del nivel de vida y la capacidad de dotación de servicios hídricos. Este proceso ha ido en paralelo al progresivo abandono de los sistemas tradicionales de aprovechamiento.

Hoy en día combinando tradición y modernidad es posible incrementar el aprovechamiento de los recursos pluviales. Los resultados finales que se pretenden con esta orientación es sustituir el uso de agua potable en determinados usos que no requieren unas características sanitarias muy estrictas y, por otra parte, dotar a las nuevas edificaciones de una cierta capacidad de captación y almacenamiento de recursos naturales que pueden llegar a tener un valor estratégico en situaciones de crisis o averías prolongadas.

### ***5.1 Objetivos***

El objetivo general será establecer un marco legal que regule el aprovechamiento de aguas de origen pluvial en las viviendas, edificios de titularidad pública, naves industriales e instalaciones hoteleras y extrahoteleras de nueva construcción.

Desde el punto de vista cualitativo la potenciación y establecimiento de esta norma en la captación, almacenamiento y uso de pluviales tiene valor estratégico pero, a la vez, consigue que se disponga de unas reservas de agua con una calidad tal, en cuanto al contenido en sales disueltas, que difícilmente se obtendría por otros medios. Este aspecto del agua de lluvia no implica que se pueda realizar un uso indiscriminado de ella, pero sí es un detalle a valorar en su justa medida.

Entre los objetivos específicos se pueden mencionar los siguientes:

- Optimización y gestión eficiente del uso de los recursos hídricos naturales.
- Sustitución del agua potable en aquellos usos en los que no se requiera un estándar de alta calidad y por tanto reducción de los consumos de agua potable.
- Disminución de los costes energéticos y económicos asociados a la potabilización de agua de otros orígenes.
- Disponer de cierta independencia del abasto público de agua.

## ***5.2 Aplicaciones y características del agua de lluvia captada.***

### **5.2.1 Aplicaciones tradicionales e innovadoras**

Desde hace siglos y en todo el mundo, se ha recurrido a la captación del agua de lluvia, como un medio fácil y económico para el abastecimiento doméstico, para bebida de animales, jardinería y usos en agricultura. La lluvia se recogía de varias superficies, normalmente los tejados y azoteas de las casas y se almacenaban en tanques o cisternas. Con el desarrollo de los sistemas centralizados comunitarios de distribución y tratamiento de aguas, estos sistemas han sido abandonados poco a poco, aunque se estima que alrededor de 100 millones de personas en el mundo depende total o parcialmente de ellos. Sin embargo, actualmente, se siguen empleando en diversos entornos y resurge en todos los países industrializados como un elemento de innovación, diversificación y de gestión sostenible de los recursos.

Algunas de estas aplicaciones se localizan en:

- ❑ Edificaciones individuales con conexión a red de abasto, pero que utilizan este recurso para autoconsumo, recurriendo al agua de abasto sólo en época de escasez o según los usos. Tradicionalmente también en viviendas aisladas de la red de abastecimiento.
- ❑ Comunidades rurales o pequeñas poblaciones con alta o media precipitación, y donde en muchos casos no se dispone de agua en calidad y cantidad necesaria para consumo humano o red de abastecimiento. En muchas de estas comunidades la captación de agua de lluvia aparece como única posible fuente de provisión de agua.
- ❑ Instalaciones comunitarias en empresas y edificios públicos de países desarrollados como criterio de sostenibilidad y de reducción de costes<sup>12</sup>.

En archipiélagos como Hawai y continentes enteros como Australia promocionan la recolección del agua de lluvia como fuente principal para el abasto doméstico. En las islas Bermudas, las islas Vírgenes y otras islas del Caribe donde el agua de lluvia es la opción más viable de abasto, los edificios de titularidad pública, casas privadas y turísticas recolectan y almacenan agua.

En zonas dónde los recursos hídricos y las precipitaciones son escasos, como en el archipiélago canario y otras zonas de la macaronesia, la población ha desarrollado toda una cultura tradicional de aprovechamiento de este recurso que en algunas islas llega a ser un patrimonio cultural muy importante. Por ejemplo, en las condiciones prácticamente desérticas de islas como Lanzarote se puede estimar una disponibilidad de 6 m<sup>3</sup>/año por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie de captación, lo que daría una cobertura desde dos meses y medio hasta más de cuatro meses del consumo en inodoros de una familia de 4 miembros, según el uso que se haga del dispositivo y la tecnología aplicada, y una

---

<sup>12</sup> Por ejemplo el Aeropuerto de Frankfurt.

cobertura total de entre 12 y 16 días. Siempre con cálculos realizados para consumos modernos. Con pautas de consumo tradicionales, más ahorradoras, e incorporando tecnologías de ahorro los periodos de cobertura pueden ser sensiblemente superiores. Esta cantidad de agua recogida, no es nada desdeñable, si además tenemos en cuenta, el coste económico asociado a la producción, transporte y distribución de agua, así como la fragilidad de los sistemas de abastecimiento al depender del suministro continuo de energía.

### 5.2.2 Características y consideraciones sobre su utilización

El agua de lluvia se caracteriza principalmente por ser un agua de tipo “blanda” (bajo contenido en carbonato cálcico), con una dureza con valor prácticamente cero. Además la cantidad de sólidos disueltos es muy baja así como su turbidez en general.

A medida que el agua cae ésta va disolviendo el  $\text{CO}_2$  presente en la atmósfera, y por lo tanto se vuelve ligeramente ácida (pH 5,6), valores que pueden corregirse añadiendo pequeñas cantidades de cal. Esta calidad es función de la localidad y puede verse alterada en zonas industrializadas, debido a las emisiones atmosféricas. Una vez que el agua de lluvia entra en contacto con la superficie de recolección, arrastra gran cantidad de partículas y microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que llegan al tanque de almacenamiento. En función del uso final que se desee dar al agua, se deberá realizar algún tipo de tratamiento u otro. Si el agua se utiliza con fines domésticos y/o alimentarios se debería someter a un exhaustivo sistema de filtrado y desinfección (potabilización).

Si el uso final es el riego o usos interiores que no requieran aguas potables (como es el caso de aguas de limpieza o inodoros) no será necesario realizar un tratamiento tan estricto.

### 5.2.2.1 Agentes de desinfección disponibles

Los principales agentes de desinfección disponibles en el mercado<sup>13</sup>, aplicables también a las aguas de lluvia que se requiera su utilización en usos domésticos, son tres: cloro, ozono y luz ultravioleta:

- **Cloro:** es el desinfectante más utilizado debido a su bajo coste, solubilidad en agua, disponibilidad y efectividad. Se puede disponer en forma granular o en tabletas y las formas químicas pueden ser: cloro gas, hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, etc. Esta desinfección se puede hacer manual o con una bomba de dosificación. Las concentraciones de cloro libre en el agua suelen medirse con un test de Cl para piscinas. Se recomienda que el nivel de cloro esté entre 1mg/l y 2 mg/l. La principal desventaja de este compuesto es la formación de compuestos orgánicos halogenados (trihalometanos) de propiedades cancerígenas en presencia de materia orgánica.
- **Ozono:** es una forma de oxígeno que se produce al pasar el aire u oxígeno puro a través de un campo eléctrico muy potente. El ozono reacciona rápidamente frente a los microorganismos ya que es tóxico para los mismos “per se” y además oxida la materia orgánica presente en el agua. La capacidad de desinfección depende de la concentración en la que se encuentre, tiempo de contacto y el de los agentes patógenos. Recientemente se han desarrollado equipos compactos de uso domiciliario. La principal desventaja que presenta y por tanto limita su uso es su alto coste.
- **Luz ultravioleta:** los microorganismos son inactivados debido al daño fotoquímico del ácido nucleico. La alta energía asociada la radiación UV de onda corta (rango 240-280 nm) es absorbida por el DNA o RNA celular. La eficiencia del sistema UV depende de las características del agua, intensidad de la radiación UV, tiempo de exposición del microorganismo y la configuración del reactor.

<sup>13</sup> En el saber popular existen otros sistemas tradicionales de conservación y tratamiento del agua de lluvia almacenada que no son objeto de este trabajo.

Para estos sistemas es necesario la presencia de un prefiltro ya que este sistema sólo es eficiente a concentraciones de sólidos en suspensión inferior a 30 mg/l. La unidad de UV debe estar correctamente calibrada y testada antes de su instalación con la finalidad de asegurar la completa desinfección del agua.

### ***5.3 Ventajas e inconvenientes***

En general la captación y aprovechamiento de agua de lluvia presenta las siguientes ventajas e inconvenientes:

#### **Ventajas:**

- Diversificación de los recursos hídricos utilizables.
- Alta calidad físico-química del agua de lluvia.
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para sistemas aislados.
- Requerimientos mínimos de energía para la operación del sistema.
- Fácil mantenimiento.
- Posibilidad de empleo de mano de obra local en la implantación de los sistemas.
- Bajo costo de las instalaciones.
- Reduce costos energéticos globales, sustituyendo el uso de parte del agua desalada de mar necesaria.
- Ahorro económico del usuario, evitando parte de los costes asociados a la compra de agua.
- Dotar de cierta capacidad de almacenamiento de recursos hídricos que pueden tener valor estratégico en determinadas circunstancias.

#### **Inconvenientes:**

- ❑ La cantidad de agua de lluvia captada depende de la pluviometría de la zona.
- ❑ El agua puede llegar a contaminarse en la propia superficie de captación o en el depósito de almacenamiento.
- ❑ Los depósitos aumentan los costos de inversión en la edificación y pueden llegar a ser un factor limitante.
- ❑ Para reutilización interior en inodoros es necesario doble canalización y bombeo, así como desinfección lo que conlleva un aumento de los costes.

#### ***5.4 Conclusiones generales***

A pesar de que las precipitaciones puedan ser escasas en algunas zonas, las aguas pluviales suponen un recurso más que debe ser aprovechado, sin costes asociados a su producción y que ha sido un recurso tradicionalmente explotado por la población de las islas. Su falta de aprovechamiento supone un despilfarro de recursos naturales y un coste de oportunidad desde el punto de vista económico.

Los edificios de nueva construcción tienen la posibilidad, con garantías, de recoger, almacenar y reutilizar las aguas pluviales. Para ello, deberán disponer de sistemas captadores de agua pluvial en los techos o cubiertas y contar con sus correspondientes sistemas de almacenamiento y aprovechamiento del recurso. Además, los sistemas instalados deberán adoptar los mecanismos de tratamiento y desinfección del agua acorde con el uso final previsto. Las condiciones específicas de usos del agua a reutilizar se deben adaptar según el uso final del agua captada.

Los sistemas de captación de pluviales deben constar de cuatro componentes:

1. **Captación:** que está constituido por la superficie del techo del edificio. Dicha superficie debe contar con una extensión e inclinación adecuada para la escorrentía del agua hacia el sistema de recolección. La superficie debe estar construida con materiales impermeables e inertes de forma que no liberen ningún componente que pueda alterar la calidad final del agua.
2. **Recolección y conducción:** lo constituyen las tuberías o canaletas que transportan el agua recogida hacia el tanque de almacenamiento. El material de construcción de los mismos debe ser inerte. El sistema debe contar con dispositivos que filtren o retengan materias con el fin de evitar la obstrucción de las tuberías y la contaminación del agua.
3. **Interceptor:** consiste en un dispositivo de descarga de las primeras aguas de lavado del techo. Este dispositivo impide que material contaminante llegue al depósito de almacenamiento.
4. **Almacenamiento:** depósito destinado acumular el agua recogida de lluvia. Este depósito debe ser impermeable, estanco, disponer de una entrada que permita su limpieza regular y contar con filtros de entrada.

Las aguas recogidas serán reutilizadas en las propias instalaciones o edificaciones y los usos previstos como recarga de cisternas, sistemas contra incendios, riego de jardines, riego agrícola, etc., dependerán del tipo y ubicación de la edificación.

Los criterios microbiológicos y físico-químicos que debe cumplir el agua en función del uso final, y las características técnicas de los captadores de agua pluvial, así como las condiciones de instalación de las mismas, deben recogerse en las normativas locales que se aprueben.

## ***5.5 Recomendaciones normativas para la captación, almacenamiento y utilización de agua de lluvia***

### **5.5.1 Contenido de la recomendación normativa**

Las nuevas edificaciones deberían dotarse con una cierta capacidad de captación y almacenamiento de recursos naturales que pueden llegar a tener un valor estratégico. La instalación a realizar y sus características será las siguientes:

- *Superficie de captación:* Se deben utilizar como superficies de captación no sólo las cubiertas y azoteas de la actividad, sino que también se deben habilitar zonas de captación adicionales con el fin de almacenar el máximo de volumen de agua de lluvia posible. Para ello se exige que la cubierta del depósito de almacenamiento de estas aguas, si es exterior, esté considerado como cubierta de captación y se recogerán también las aguas recolectadas por vías internas al aire libre. Todas las zonas de captación dispondrán de un filtro o sistemas de mallas con el fin de evitar posibles obturaciones y alteración de la calidad del agua por materiales indeseables.
- *Derivador:* Mecanismo físico encargado de derivar las primeras aguas de lluvia hacia la red de alcantarillado. Este dispositivo impide que material indeseable o aguas de muy baja calidad entren en el tanque de almacenamiento. Para el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta que el volumen estimado para “lavar” 1 m<sup>2</sup> de superficie es 1 litro. El volumen que resulta de la limpieza de la superficie captadora debe ser derivada al sistema de alcantarillado.
- *Red hidráulica de recolección:* Toda instalación de captación y almacenamiento de pluviales debe contar con una red exclusiva para la recolección y transporte de esta agua. Las tuberías de conducción del agua pluvial deberán ser de color marrón y deberán estar instaladas de tal

forma que no exista posibilidad alguna de entrar en contacto con el agua destinada al consumo público. Serán de HDPE<sup>14</sup> y tendrán la señalética mínima que permita la identificación de las mismas como aguas no potables.

- *Depósito de almacenamiento*: Depósito exclusivo para almacenar aguas pluviales, ubicado de manera que su cubierta sirva de superficie de captación, si es posible. Su dimensión seguirá el ratio de 16 m<sup>3</sup> de capacidad por cada 100 m<sup>2</sup> de superficie de captación global, siendo de como mínimo 15 m<sup>3</sup> de capacidad. Contará con un rebosadero que estará conectado a la conducción de aguas grises (si existiera) y a la red de saneamiento y dispondrá de una alimentación desde la red municipal de abasto. Esta conexión, no podrá entrar en ningún caso en contacto con el nivel máximo del depósito. Se procederá a la limpieza interior del depósito de almacenamiento como mínimo una vez al año. El depósito debe estar protegido contra retornos de agua o cualquier otra causa de contaminación.

Los depósitos de agua de lluvia tendrán que guardar, como mínimo las siguientes distancias:

- a) 10 metros a fosas sépticas y/o pozos negros.
- b) 1,50 metros a red subterránea de aguas fecales y/o grises.

Todos los elementos integrantes del sistema de captación de aguas, deberán estar contruados y en su caso impermeabilizado o protegido con materiales que no introduzcan en el agua cualquier elemento que degraden la calidad de la misma.

En el caso de edificación turística/industrial de nueva construcción ya sea pública o privada, los usos permitidos para el agua captada son instalaciones contraincendios,

---

<sup>14</sup> Polietileno de alta densidad (HDPE – 0,955 gr/cm<sup>3</sup>).

limpieza de superficies, riego (jardines) u otro uso que disponga la actividad realizada, considerándose que en ningún caso se podrá utilizar el agua captada para fines domésticos y/o alimentarios. Si se le quiere dar un uso alternativo dentro de la actividad desarrollada, se deberá realizar un análisis físico-químico del agua captada y cumplir con los criterios establecidos en la Directiva Europea 98/83 CE relativa a la calidad de aguas destinadas a consumo humano.

En el caso de edificación residencial de nueva construcción, fuera de entramados urbanos, los usos permitidos, además de los especificados para las edificaciones turísticas/industriales, serán el riego de jardines comunes y el riego agrícola. En ningún caso se podrá utilizar el agua captada para fines domésticos y/o alimentarios.

Para cualquier tipo de edificación y zona, si se combinan esta agua con las grises, el único uso permitido es la descarga en inodoros. Los criterios a seguir se detallan en las recomendaciones normativas para la reutilización de aguas grises.

## 6 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Desde el punto de vista de la gestión de la demanda la reutilización de aguas debe plantearse prioritariamente como una fuente que sustituye recursos de otras procedencias de mayor impacto ambiental o de mayor coste en su obtención. Por lo cual habría que propiciar que el agua depurada (gris o residual) se utilice de forma prioritaria para sustitución de determinados usos que actualmente se realizan con agua potable procedente de aguas subterráneas o de desalación y que no requieren agua de alta calidad. Todo ello con el fin de liberar recursos para otros usos más exigentes y suavizar las curvas de crecimiento de las necesidades de producción. En este marco las aguas grises pueden convertirse en un recurso de agua doméstico valorizable.

### 6.1 *Objetivos*

Los principales objetivos de estas recomendaciones son:

- ❑ Disminuir el consumo de agua potable en aquellos usos que no requiera estándares de alta calidad.
- ❑ Mejorar el uso eficiente de los recursos naturales e industriales disponibles.
- ❑ Divulgar y promover la reutilización de las aguas grises, no sólo en la nueva edificación sino también en la existente.
- ❑ Regular y optimizar los usos de las aguas grises.

## 6.2 *Potencial de aplicación y ahorro*

Las “aguas grises” se definen como las aguas procedentes de bañeras, duchas y lavabos, así como las fracciones no grasientas de aguas de fregaderos, y las aguas de aclarado de lavavajillas y lavadoras (Estevan A., 1996.). La reutilización de estas aguas, dentro de un mismo edificio, consiguen disminuir el consumo en agua potable, así como reducir el vertido de aguas residuales. Para ello se requiere dar a estas aguas grises el tratamiento correspondiente. Esta reutilización no es sólo aplicable a hogares, sino también a polideportivos, edificios de titularidad pública, hoteles, complejos de apartamentos y algunos tipos de industrias como pueden ser las lavanderías.

El objetivo del proceso es recoger el agua que es usada para aseo principalmente (lavamanos, bidet, ducha, bañera, lavadoras y lavavajillas) en un sistema separado y después de un adecuado tratamiento, utilizarla en aquellos usos que no requieran agua potable: la cisterna del inodoro, el riego de jardines o la limpieza de recintos. Las aguas grises una vez recogidas, deben circular por tuberías independientes hasta desembocar en un depósito donde, tras un proceso de decantación, son sometidas a un tratamiento biológico y/o físico-químico de depuración y de desinfección. Desde ahí, pueden ser bombeadas a una segunda red de canalización y distribuidas a los lugares de consumo.

Las dotaciones de agua por habitante y día en ciudades varían enormemente y están determinadas por factores como el número de ocupantes por vivienda, edad de los individuos, tipo de vida y patrón de usos del agua. En la Península Ibérica se pueden encontrar dotaciones netas que van desde los 100 l/habitante-día hasta más de 350 l/habitante-día. En las islas de la macaronesia la dotación varía de una isla a otra y también entre municipios. Consecuentemente la cantidad de agua residual generada en un domicilio también variará de la misma forma.

Para la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria y según los datos presentados por el Dpto. de Ingeniería Mecánica de la ULPGC, en el año 1995, sólo considerando las aguas procedentes del lavabo, ducha y lavadora, el volumen de aguas grises generado suponen más del 60% de la dotación, lo que genera un volumen de aproximadamente 74

litros por persona y día. Para la Península Ibérica, las aguas grises suponen un 55% de la dotación<sup>15</sup> y un volumen de 110 litros por habitante y día.

Dependiendo del uso final de las aguas grises generadas, el volumen de agua potable ahorrado puede variar. Considerando únicamente la reutilización en la recarga de las cisternas de los inodoros, podemos considerar un ahorro potencial de cómo mínimo 20 litros por persona y día.

Los sistemas de captación de aguas grises, puede ser fácilmente combinados con la sistemas de captación de pluviales, reduciendo así, significativamente los costos de los dos sistemas separados y además presenta la ventaja que el agua gris se puede diluir con el agua lluvia, mejorando la calidad y aspecto del agua utilizada en los sanitarios. En estos casos, las aguas a través de ambas conducciones se recogen en un único depósito de almacenamiento y son tratadas de acuerdo al uso final previsto.

### ***6.3 Consideraciones sanitarias y medioambientales***

Las autoridades sanitarias contemplaron con recelo hasta hace unos años la difusión de los sistemas de aguas grises. Algunas de las ciudades pioneras<sup>16</sup> en los programas de conservación fueron promulgando a finales de los años ochenta ordenanzas reguladoras del uso de aguas grises en sus respectivos municipios. La ordenanza 1319 (90) de la ciudad de Lompoc (California), por ejemplo, autoriza el uso de aguas grises procedentes de lavadoras, bañeras, duchas y lavabos para el riego de árboles (incluidos frutales), matorrales y arbustos ornamentales, pero no para el riego de césped ni de hortalizas (USEPA, 1995).

Las aguas grises no están exentas de contaminantes, pero en concentraciones sensiblemente menores que las aguas negras. El contenido en nitrógeno (como nitrito y nitrato) es menor que una décima parte del nitrógeno que presentan las aguas negras. El

---

<sup>15</sup> Datos según Fundación Ecología y Desarrollo, 2001.

<sup>16</sup> La mayoría situadas en el estado de California, EE.UU.

peligro debido a la presencia de organismos patógenos se reduce ya que se elimina la entrada de materia fecal que puede llevar organismos patógenos. A la vez, al presentar menor cantidad de materia orgánica, ésta se degrada más rápidamente. Por estas razones, el tratamiento que deben recibir es más simple y menos costoso que el que sufren las aguas residuales en general.

Las aguas grises no tienen por que generar malos olores al ser descargadas en los inodoros. Sin embargo, si se almacenan pasan rápidamente a condiciones anaeróbicas. Las aguas grises sépticas pueden dar problemas de malos olores como cualquier agua residual y, además, pueden contener bacterias anaerobias, algunas de las cuales podrían ser patógenas. Consecuentemente, una clave del éxito en el uso de las aguas grises reside en el inmediato proceso y reutilización, antes de haber alcanzado el estado anaeróbico o aplicar un tratamiento a estas aguas, que eviten dichas condiciones.

Las aguas grises contienen sustancias que pueden ser perjudiciales para el suelo en particular, si no se siguen prácticas sostenibles en su reutilización para el caso de riego agrícola o de zonas ajardinadas. El suelo puede ser capaz de adsorber, absorber, asimilar y tratar impurezas químicas que no son degradadas a medio o corto plazo en el suelo. Hay que tener en cuenta que los sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas se diseñan principalmente para tratar la materia orgánica presente y no especialmente para tratar muchos compuestos químicos como el Sodio, Cloro, Nitratos y Fosfatos contenidos en las aguas grises. Además, la elección de los productos de limpieza puede influenciar en el grado de impacto medioambiental de las aguas grises. Los detergentes realmente biodegradables y los productos de limpieza en polvo que utilizan sales de potasio o los líquidos concentrados, proporcionan una mejor calidad de aguas grises. Algunos detergentes y limpiadores contienen Boro el cual no sólo puede ser tóxico para plantas (concentraciones > 2 mg/l) sino además para animales.

#### ***6.4 Tecnologías disponibles***

La experiencia desarrollada en muchos países ha probado la eficacia de la reutilización de aguas grises. Los equipos de filtración y acondicionamiento de aguas grises, tanto para viviendas unifamiliares como para usuarios de mayor consumo, se comercializan en Estados Unidos desde los años setenta.

Existen dos tipos principales de sistemas de desviación de aguas grises:

- ❑ Sistemas de desviación por gravedad.
- ❑ Sistemas de desviación por bombeo.

Los sistemas de desviación por gravedad incorporan una válvula manual fijada a la salida de la tubería de desagüe. Esta válvula puede ser activada por el propio usuario y desviar las aguas grises hacia un depósito de almacenamiento. Estas aguas no deben ser almacenadas si se aplican en el riego de zonas ajardinadas. El depósito de almacenamiento suele colocarse en exterior de las casas y el agua se destina para autoconsumo. Aunque esta práctica es frecuente a nivel mundial, la falta de control de la calidad del agua puede conllevar riesgos sanitarios, por lo que no es recomendable si no existen los debidos controles.

Los sistemas de desviación por bombeo son más complicados. Incorporan una red de cañerías específica que recogen las aguas procedentes de lavabos, duchas y lavadoras. Estas van a parar a un depósito, el cual dispone de un filtro previo, con el fin de eliminar el mayor número de partículas. Las aguas una vez filtradas y a través de un sistema de bombeo, son desinfectadas y conducidas a su punto de uso, a través de un sistema de conducción de aguas para su reutilización. El depósito de almacenamiento, se suele colocar en el interior de los edificios, generalmente en los sótanos, y los usos posibles son varios como limpieza de superficies comunitarias, riego de jardines interiores, recarga de cisternas de inodoros, etc. Atendiendo al uso final, el tipo de tratamiento a realizar así como el equipamiento necesario varía de unos casos a otros.

## 6.5 *Ventajas e Inconvenientes.*

Entre los beneficios e inconveniente que la reutilización de aguas grises puede aportar están los siguientes:

### **Ventajas:**

- ❑ El uso de las aguas grises con fines domésticos reemplaza el uso de agua potable, disminuyendo los costes asociados a su captación, producción y distribución.
- ❑ Requieren un tratamiento de depuración menor que las aguas negras de cara a su reutilización.
- ❑ Al disminuir el volumen de agua residual se reducen los costes asociados a las nuevas instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
- ❑ Supone un aporte de nutrientes (nitrógeno y fósforo) para las plantas mejorando así su crecimiento.

### **Inconvenientes:**

- ❑ Contiene ciertos elementos como Sodio, Boro y Cloruros que pueden ser dañinos en el riego de ciertas especies sensibles, si no se manejan adecuadamente.
- ❑ El uso generalizado de las aguas grises, puede conllevar menor disponibilidad y mayor concentración de las aguas depuradas destinadas a otros usos.
- ❑ El tratamiento o manejo indebido puede acarrear ciertos riesgos para la salud humana.
- ❑ Aunque aporta nutrientes al suelo, su uso indiscriminado puede conllevar riesgos a medio-largo plazo.

## **6.6 Conclusiones generales**

La reutilización de las aguas grises es una forma más de realizar un uso eficiente del agua y por tanto de disminuir el consumo de agua potable en aquellos usos que así no lo requieren. Además, supone un ahorro económico para los usuarios. Si bien esta tecnología no está ampliamente implantada, es necesario que estas recomendaciones normativas regularicen y promuevan su uso en condiciones de seguridad y ventaja para los usuarios.

Con el fin de obtener aguas grises de alta calidad y evitar riesgos sanitarios y/o medioambientales, se recomienda que la recogida de las aguas grises proceda exclusivamente de duchas y lavamanos y que se reutilicen sólo en la descarga de inodoros. Para este uso se deben definir unas características físico-químicas y microbiológicas del agua que garanticen la seguridad sanitaria.

Las instalaciones previstas deberán contar con:

- ❑ Una red hidráulica de recolección y transporte exclusiva.
- ❑ Un sistema de pretratamiento que se adecue las características del agua recolectada y la haga idónea para su uso.
- ❑ Un depósito de almacenamiento exclusivo para almacenar aguas grises (se tomará como referencia para su dimensionamiento los datos de producción de aguas grises particulares.).

## **6.7 Recomendaciones normativas para la reutilización de aguas grises**

Estas recomendaciones normativas podrían ser de aplicación en:

- ❑ Cualquier tipo de edificación turística, pública o privada.
- ❑ Cualquier tipo de infraestructura pública de servicios a la comunidad.
- ❑ Cualquier tipo de edificación residencial.

- Cualquier tipo de edificación del sector servicios.

Estas determinaciones van enfocadas a la separación, recogida y aprovechamiento de las aguas grises generadas, entendiendo éstas como las recogidas en duchas y lavamanos.

Las aguas grises captadas se reutilizarán exclusivamente en la descarga en inodoros.

Las instalaciones previstas deberán contar como mínimo con:

- *Red hidráulica de recolección:* Toda instalación de recogida y almacenamiento de aguas grises debe contar con una red exclusiva. Las tuberías de conducción serán de color gris y deberán estar instaladas de tal forma que no exista posibilidad alguna de entrar en contacto con el agua destinada al consumo público. Serán de HDPE<sup>17</sup> y tendrán la señalética mínima que permita la identificación de las mismas como aguas no potables.
- *Sistema de pretratamiento:* Es necesario disponer de un sistema de filtración y desinfección para eliminar las sustancias sólidas y agentes patógenos, respectivamente, antes de su almacenamiento.
- *Depósito de almacenamiento:* Exclusivo para almacenar aguas grises. Se tomará como referencia para su dimensionamiento una recolección media de aguas grises de 54 litros por residente y por día. El depósito se dimensionará para tres (3) días de almacenamiento mínimo. Contará con un rebosadero que conecte con la red de saneamiento y dispondrá de una alimentación desde la red municipal de abasto y una conexión desde el depósito de aguas pluviales por si se quiere aportar caudal de éstas últimas. La conexión desde la red de abasto, aportará caudal siempre y cuando el volumen de agua generado no satisfaga la demanda. Esta

---

<sup>17</sup> Polietileno de alta densidad (HDPE – 0,955 gr/cm<sup>3</sup>).

conexión, no podrá entrar en ningún caso en contacto con el nivel máximo del depósito. Se procederá a la limpieza interior del depósito de almacenamiento como mínimo una vez al año. El depósito debe estar protegido contra retornos de agua o cualquier otra causa de contaminación.

El depósito tendrá que guardar, como mínimo las siguientes distancias:

- a) 10 metros a fosas sépticas y/o pozos negros.
- b) 1,50 metros a red subterránea de aguas fecales.

El depósito de almacenamiento debe tener las siguientes características:

- Debe estar ventilado.
  - Debe tener un acceso para su limpieza (una vez al año).
  - Todos los accesos deben ser estancos y a prueba de insectos.
  - El fondo debe ser cónico.
- *Red hidráulica de servicio a cisternas:* Toda instalación de transporte de aguas grises a los depósitos de las cisternas debe contar con una red exclusiva. Las tuberías de conducción serán de color gris y deberán estar instaladas de tal forma que no exista posibilidad alguna de entrar en contacto con el agua destinada al consumo público. Serán de HDPE y tendrán la señalética mínima que permita la identificación de las mismas como aguas no potables.

Todos los elementos integrantes del sistema de captación y distribución de aguas grises, deberán estar contruidos y en su caso impermeabilizado o protegido con materiales que no introduzcan en el agua cualquier elemento que degraden la calidad de la misma.

Las aguas grises, reutilizadas en la recarga de cisternas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Huevos de nemátodos intestinales: < 1 huevo/10 l.
- Escherichia coli 0 ufc/100 ml.
- Sólidos en suspensión < 10 mg/l.
- Turbidez < 2 NTU.

## 7 RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA PROMOCIÓN DE LA JARDINERÍA CON BAJOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

Los archipiélagos de Açores, Madeira y Canarias han destacado por albergar una naturaleza y pautas culturales de gestión del territorio realmente singulares. Entre estos aspectos hay que destacar el gusto por la ornamentación de áreas urbanas y vías adaptándose a los recursos naturales disponibles, creando con ello espacios de gran originalidad y belleza. A ello hay que añadir un enorme potencial de recursos biológicos autóctonos o endémicos adaptados a las más diversas condiciones bioclimáticas.

Estas circunstancias ofrecen un importante potencial para diseñar y definir espacios ajardinados que se adapten a las condiciones climáticas locales con mínimos requerimientos de riego y mantenimiento. En las zonas más áridas de estos archipiélagos donde se está produciendo un importante crecimiento urbano tanto del sector residencial como del sector servicios la tendencia es la de introducir un tipo de estética y diseño más propio de lugares con abundancia de agua.

Es precisamente en países donde está muy arraigada la práctica de las praderas verdes y en los que se ha tomado conciencia de la necesidad de preservar los recursos hídricos, donde está surgiendo una nueva cultura del diseño de espacios ornamentales en torno a la *xerojardinería*<sup>18</sup>.

No deja de ser atractivo en estas zonas áridas, desde el punto de vista de la gestión sostenible de los recursos y del paisaje, el mantener y potenciar una cultura propia en el diseño de áreas con fines ornamentales.

---

<sup>18</sup> Jardinería basada en el uso de plantas de bajo consumo hídrico.

## 7.1 *Objetivos*

Los principales objetivos serían:

- ❑ Fomentar el uso racional del agua en el diseño y mantenimiento de parques y jardines, públicos y privados.
- ❑ Valorizar y generalizar los jardines con especies xerófilas y autóctonas como elemento cultural en armonía con el entorno, incidiendo en destacar su valor estético, así como su riqueza y diversidad.
- ❑ Promover el uso de técnicas que minimicen las necesidades de agua y fomenten el riego eficiente.

## 7.2 *Pautas de diseño de zonas ajardinadas*

El diseño y restauración paisajística de zonas áridas (*xerojardinería*) es, a la vez, una pauta de comportamiento y concepto de diseño<sup>19</sup>. Se establecen una serie de principios fundamentales<sup>20</sup>:

- Planificación y diseño adecuados.
- Análisis del suelo.
- Selección adecuada de plantas.
- Uso de *mulching*.
- Mantenimiento adecuado.
- Sistemas eficientes de riego.

En el diseño es necesario considerar la situación, ubicación y emplazamiento de los terrenos; el origen del suministro de agua y su calidad, el entorno urbanístico y la zonificación que se pretenda dar a zona ajardinada.

---

<sup>19</sup> Sánchez, J., Jornadas Internacionales de Xerojardinería Mediterránea, 2001.

<sup>20</sup> National Xeriscape Council, EUA.

En la selección y gestión de las plantas es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Selección de plantas con un mínimo requerimiento hídrico: aportes sólo en el período de establecimiento a menos que existan condiciones de extrema sequía.
- Selección de diversidad de especies para evitar problemas de plagas y enfermedades monoespecíficas.
- En cuanto a las especies es recomendable utilizar especies autóctonas por su mejor adaptación a la zona y como una forma de aprovechar las potencialidades locales, potenciar la biodiversidad, dar originalidad a los diseños y establecer una tipología propia de jardinería adaptada a zonas áridas.
- No realizar plantaciones excesivamente densas.
- No realizar riegos excesivos sobre plantas tolerantes a la sequía para evitar su debilitamiento.
- Utilización de pantallas cortavientos.
- Utilización de plantas tapizantes.

El *mulch* es una técnica que utiliza materiales orgánicos o inorgánicos para reducir la evaporación del suelo y eliminar gran parte de malas hierbas. Es tradicional en algunas zonas de las islas como Lanzarote el uso de cenizas volcánicas piroclásticas para esta función. También es posible utilizar restos de podas o de hierba.

### ***7.3 Sistemas de riego***

La utilización de sistemas de riego adecuados y óptimos para cada caso es indispensable, así como el conocimiento de la calidad y origen del agua de riego. En muchos lugares de las islas es cada vez más común el uso de aguas regeneradas lo que

condiciona el sistema de riego a utilizar. Los sistemas de riego<sup>21</sup> más utilizados en jardinería de bajo consumo son:

	Ventajas	Inconvenientes
<b>Aspersión (aspersores difusores)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficacia en suelos con alta velocidad de infiltración</li> <li>• Distribuyen el agua de forma bastante homogénea.</li> <li>• Rápida amortización y ahorro de mano de obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El riego no es uniforme cuando hay viento</li> <li>• Una parte del agua que queda mojando la superficie se evapora.</li> <li>• En caso de riego con aguas depuradas, al mojar las hojas o dispersar microgotas puede generar problemas sanitarios.</li> <li>• No se puede evitar la aparición de malas hierbas.</li> <li>• Requiere presión.</li> </ul>
<b>Localizado (goteo)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor evaporación de agua.</li> <li>• Permite un ahorro considerable (60% - 80% menos que con aspersión).</li> <li>• Exige poca presión.</li> <li>• Posibilidad de empleo de aguas regeneradas con mínimos riesgo sanitario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste mayor de la instalación.</li> <li>• Pueden aparecer problemas de obturación de los goteros por dureza o impurezas en el agua (aguas regeneradas).</li> <li>• En terrenos salinos puede provocar aflojamiento de</li> </ul>

<sup>21</sup> Fundación Ecología y Desarrollo, Guía práctica de xerojardinería y Portal El Riego  
<http://www.elriego.com>

		<p>sales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor vigilancia y mantenimiento.</li> <li>• Precisa equipos auxiliares (filtros etc.).</li> </ul>
<p><b>Localizado (microaspersores o microdifusores)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituye a la aspersión cuando no hay presión.</li> <li>• Sustituye al goteo cuando hay concentración de sales.</li> <li>• Al ser un riego localizado tiene una mayor eficacia.</li> <li>• Mayor economía del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento y vigilancia continuada.</li> <li>• Al tratarse de un riego semilocalizado existen pérdidas por evaporación</li> </ul>
<p><b>Localizado (enterrado)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de agua de un 15 a un 20 % superior que el riego por goteo.</li> <li>• Idónea disponibilidad de humedad en el suelo.</li> <li>• Alta uniformidad de distribución del agua.</li> <li>• No se ve el riego, y la instalación está protegida contra el vandalismo y los daños accidentales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibles obturaciones de los poros.</li> <li>• Intrusión de raíces.</li> <li>• Mayores costes de instalación y reemplazo.</li> </ul>
<p><b>Manual</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Útil para zonas que necesitan aportaciones puntuales de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de calcular la cantidad</li> </ul>

agua sin necesidad de instalación de riego.	de agua aportada. <ul style="list-style-type: none"><li>• Difícil acoplamiento a la velocidad e infiltración del suelo</li></ul>
---	--

#### 7.4 Conclusiones generales

La utilización de técnicas de jardinería de bajo consumo de agua requiere su potenciación en los nuevos desarrollos urbanísticos. Además, se hace necesario investigar en innovación, siempre con las premisas de la *xerojardinería*. Dada la variedad de diseños, especies utilizables, sistemas de riego y aplicaciones, así como las condiciones locales específicas de las islas, no es posible definir, una recomendación normativa demasiado específica, siendo necesaria la adaptación a las condiciones locales. Por tanto, sería necesario realizar estudios lo más exhaustivos posibles sobre la jardinería en cada zona: prácticas tradicionales, listados de especies autóctonas utilizables, sistemas de riego aplicables para cada caso, prácticas de mantenimiento necesarias, etc., para poder definir reglamentos técnicos, así como programas de formación y sensibilización dirigidos a técnicos, personal de mantenimiento, empresarios turísticos y ciudadanía en general.

El ámbito de aplicación de estas recomendaciones debería ser:

- ❑ Cualquier tipo de proyecto de urbanización de nuevo desarrollo, ya sea de carácter residencial, turístico, industrial o servicios de titularidad pública.
- ❑ Cualquier tipo de nuevo desarrollo de parques, jardines u ornamentación de vías y accesos.
- ❑ Cualquier tipo de nuevo desarrollo en suelo rústico o urbanizable que tenga fines recreativos o de restauración del paisaje.

Los nuevos desarrollos o remodelaciones, en caso de que contemplen áreas ajardinadas, plantaciones de cualquier tipo de especies vegetales o instalación de riego, deben dotarse de proyectos específicos para tales fines. Los proyectos serán evaluados por las autoridades locales competentes (ayuntamientos, câmaras municipales o cabildos) en cada uno de los ámbitos de actuación.

## 8 RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE MATERIALES UTILIZADOS EN LAS REDES HIDRÁULICAS DE ABASTECIMIENTO

El abastecimiento y saneamiento de agua potable en edificaciones y urbanizaciones en general demanda unas condiciones específicas de salubridad y eficiencia, y la consiguiente reglamentación que establezca, claramente, los requisitos mínimos y necesarios a reunir por cualquier instalación de transporte de agua. Existen pues factores determinantes, como son el tipo de materiales a utilizar, las condiciones de diseño y la eficiencia de la instalación, etc., que son necesarios determinar y caracterizar en las recomendaciones normativas.

En cierta forma, meramente técnica, basta con cumplir la normativa legal vigente para asegurar la capacidad y la seguridad de una instalación, pero hay una serie de consideraciones importantes, en relación a los materiales a emplear, que se dejan a la decisión arbitraria de los promotores, como son: la utilidad, la salubridad, la eficiencia energética, el coste de la instalación, así como posibles aspectos relativos al impacto medioambiental.

Precisamente uno de los aspectos más importantes a considerar, a parte del control continuo, para la minimización de las pérdidas en las redes es la correcta selección de materiales y formas de instalación.

### 8.1 *Objetivos*

Los principales objetivos a incluir en esta orientación son:

- ❑ Garantizar la minimización de las pérdidas hídricas durante el período de vida útil de las redes hidráulicas.

- ❑ Evitar pérdidas de carga en redes hidráulicas para maximizar la eficiencia energética de las instalaciones.
- ❑ Alargar los períodos de vida útil de las redes hidráulicas.
- ❑ Especificar los materiales más idóneos para el proyecto y ejecución de las redes hidráulicas de aproximación, desde el punto de vista del impacto ambiental.

## ***8.2 Los materiales y su selección***

Los materiales que se utilizan en las redes hidráulicas se pueden clasificar en materiales sin forma o con forma. Los primeros son todos aquellos que son parte constituyente del proceso constructivo, pasando a formar parte de las redes después de ser puestos en obra y darles la forma necesaria. No es necesario definir una recomendación para decidir cual de ellos utilizar, ya que son materiales de obligado y estandarizado uso. Estos materiales pueden ser, entre otros:

- ❑ Cemento (Portland, resistente al yeso o puzolámico).
- ❑ Ladrillos (cerámicos, macizos).
- ❑ Hormigón.

Por otro lado los materiales con forma son aquellos que antes de ser utilizados en las obras ya poseen una determinada geometría y naturaleza (tubos, accesorios, arquetas, etc.), y son más utilizados en la fabricación de las conducciones. Estos materiales son los que están sujetos a cambios estructurales y requieren un diseño previo que conlleva a una decisión final importante:

- ❑ Los termoplásticos (PE, PP, PVC, PB, etc.).
- ❑ La fundición dúctil.
- ❑ El fibrocemento.
- ❑ El hormigón, armado (con varillas o chapas de acero), pretensado, en masa.

- La fundición gris.
- El acero.
- El acero galvanizado.

En la determinación del coste, la vida útil, etc., de las tuberías, hay que tener en cuenta el deterioro que estas sufren debido a las aguas que se transportan y al suelo por donde se hace pasar las conducciones.

La elección de los tipos de tuberías, desde el punto de vista de la eficiencia hidráulica, debe realizarse teniendo en cuenta las siguientes cualidades:

- Resistencia a las acciones mecánicas
- Corrosibilidad (aguas y terrenos agresivos).
- Impermeabilidad
- Capacidad hidráulica (grado de rugosidad de la superficie interior de los tubos, a mayor rugosidad, mayor pérdida de carga, menor rendimiento hidráulico).
- En determinadas tuberías, la rugosidad tiende a incrementarse durante su periodo de servicio, por sedimentación calcárea (conducción de aguas duras), por corrosión (conducción de aguas salobres), etc. El espesor de la capa de depósitos puede llegar a producir una disminución de la sección útil en estas tuberías.
- Coste (coste inicial y coste de amortización). En la organización de una explotación hay que tener en cuenta el coste inicial (tipo de materiales, facilidad de montaje) y el coste de amortización (número de averías, grado de dificultad de las operaciones de mantenimiento, condiciones de conexión de las acometidas, operatividad probable de las redes en función de las condiciones del terreno de las aguas, etc.).
- Los materiales empleados en tubería y grifería de las instalaciones interiores de abastecimiento deberán ser capaces, de forma general y

como mínimo de soportar una presión de trabajo de 15 Kg/cm<sup>2</sup>, en previsión de la resistencia necesaria para soportar la de servicio y los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos.

A continuación se detallan las características más destacadas de los materiales de mayor utilidad.

### 8.2.1 Termoplásticos

Se deben de tener en cuenta varios factores para la elección de un plástico, tales como la oscilación de temperaturas, la oxidación, la radiación solar, así como determinados elementos agresivos que se encuentran en el medio o en las aguas que se conducen, ya que pueden producir en las tuberías de plástico un prematuro envejecimiento. Este prematuro envejecimiento también se puede producir por causas funcionales como son los excesos de presión y depresión o el sometimiento de las tuberías a desmesurados esfuerzos de tracción, compresión, flexión etc. La resistencia y durabilidad de las tuberías resultan fundamentales si se quiere disponer de conducciones estables en el tiempo y con el mínimo de roturas y pérdidas.

Los materiales termoplásticos de mayor utilidad son:

- **Polietileno (PE).** De fácil uso y con mayores prestaciones para el saneamiento de agua fría. Se distinguen de tres tipos:
  - Polietileno de baja densidad (LDPE – 0,925 gr/cm<sup>3</sup>).
  - Polietileno de media densidad (MDPE – 0,930 gr/cm<sup>3</sup> a 0,945 gr/cm<sup>3</sup>).
  - Polietileno de alta densidad (HDPE – 0,955 gr/cm<sup>3</sup>).
  
- **Polipropileno (PP):** El PP es un material menos maduro que el PE en su aplicación a tuberías, aunque ya alcanza aproximadamente el 20 % del

mercado europeo de tuberías, gracias a la aparición de nuevos tipos que combinan muy favorablemente las propiedades de rigidez y resistencia al impacto.

- **Polibutileno (PB):** El PB es un material muy flexible, el más flexible del mercado. Presenta una elevada resistencia térmica y una baja deformación. Tiene grandes ventajas de cara a su instalación y los accesorios de unión son totalmente reutilizables. El PB es ideal para redes sanitarias de agua caliente.
- **Policloruro de Vinilo (PVC):** En muchas regiones españolas y países del mundo se ha prohibido la utilización del PVC para la canalización de aguas potables. El PVC es un plástico que lleva cloro en su composición (el 57% del plástico virgen es cloro). Su fabricación, al igual que otros procesos industriales que utilizan cloro, implica la formación y emisión al medio ambiente de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas (se acumulan en los tejidos de los organismos que incorporan estas sustancias). Los gases, aguas residuales y residuos emitidos y vertidos por las fábricas de este plástico contienen sustancias extremadamente tóxicas. La fabricación de este plástico también requiere mucha energía. Este aspecto no se suele tener en cuenta cuando se compara el consumo energético de la fabricación de este producto con el de otros materiales. Las alternativas son, en algunas ocasiones, más caras que el PVC, pero sus ventajas ambientales, técnicas y su mayor duración compensan, desde el punto de vista de la sostenibilidad, la mayor inversión inicial. Además, previsiblemente el incremento de la demanda de estos materiales alternativos reducirá a medio plazo su coste. Estas alternativas muestran que es posible reducir, e incluso evitar, el uso de PVC en la construcción o renovación de redes de agua potable y saneamiento.

### 8.2.2 Fundición Dúctil

La fundición dúctil es un tipo de fundición especial compuesta por aleaciones con un contenido en carbono entre el 2,5 y 4 %, a la que se incorpora una aleación de cobre y magnesio que le confiere unas cualidades especiales. Tiene una gran resistencia a la tracción y al impacto y un elevado límite elástico ante deformaciones y dilataciones.

### 8.2.3 Fibrocemento

El fibrocemento es un material compuesto de cemento Portland y fibras naturales (también se le conoce con el nombre de amianto – cemento o asbesto). En el abastecimiento se utilizan los tubos de fibrocemento a presión que se montan con accesorios de fundición o de amianto - cemento. Este mineral está proscrito en casi todos los países de nuestro entorno ante los peligros que la inhalación o exposición a sus fibras puede causar sobre la salud, en casos de manipulación incontrolada, corte de piezas o perforación. La Directiva 1999/77/CE de 26 de julio estableció un periodo transitorio para que, antes de 2005, España, Grecia y Portugal, los únicos países de la UE donde aún se empleaba amianto blanco (crisolito), veten su producción, venta y uso.

Hoy, los materiales alternativos al amianto, en sus múltiples aplicaciones, se suelen dividir en tres clases: las fibras minerales artificiales, los materiales sintéticos y las fibras orgánicas naturales. Otros materiales alternativos, como las fibras orgánicas sintéticas -acrílicas, polietileno o polipropileno- o las fibras de acero, están también siendo empleados en la fabricación de tuberías.

## 8.3 *Ventajas e Inconvenientes*

En función de los tipos de materiales posibles en las redes de abastecimiento se relacionan a continuación las ventajas y desventajas de su utilización:

### 8.3.1 Polietileno (PE)

#### Ventajas:

- La no-formación de incrustaciones en el interior de los tubos.
- La gran resistencia a los ataques químicos.
- La facilidad de unión (pegado, roscado, a bayoneta).
- La escasez de peso de los tubos.

#### Desventajas:

- El mal comportamiento cuando se dejan a la intemperie (efecto de la radiación solar).
- La baja resistencia al aplastamiento. Las tuberías no resisten las sobrecargas excesivas producidas por la circulación de vehículos por el terreno o por la acumulación esporádica de cargas puntuales.
- El elevado coste para grandes diámetros.

### 8.3.2 Polipropileno (PP)

#### Ventajas:

- Muy bajo peso específico.
- Elevada rigidez.

#### Desventajas:

- Baja resistencia al impacto.
- El mal comportamiento cuando se dejan a la intemperie (efecto de la radiación solar).

- ❑ La baja resistencia al aplastamiento. Las tuberías no resisten las sobrecargas excesivas producidas por la circulación de vehículos, por el terreno o por la acumulación esporádica de cargas puntuales.

### 8.3.3 Polibutileno (PB)

#### Ventajas:

- ❑ Elevada resistencia al calor.
- ❑ Bastante flexibilidad.
- ❑ Mínima dilatación térmica lineal.
- ❑ No se oxida ni corroe.
- ❑ No forma depósitos calcáreos.
- ❑ Fácil instalación.
- ❑ Tubería sin memoria térmica.
- ❑ Accesorios totalmente reutilizables.

#### Desventajas:

- ❑ Baja resistencia al impacto.
- ❑ La baja resistencia al aplastamiento. Las tuberías no resisten las sobrecargas excesivas producidas por la circulación de vehículos, por el terreno o por la acumulación esporádica de cargas puntuales.

### 8.3.4 Policloruro de vinilo (PVC)

#### Ventajas:

- ❑ Material barato.
- ❑ No-formación de incrustaciones en el interior de los tubos.

- ❑ La gran resistencia a los ataques químicos.
- ❑ La facilidad de unión (pegado, roscado).

#### **Desventajas:**

- ❑ La baja resistencia al aplastamiento. Las tuberías no resisten las sobrecargas excesivas producidas por la circulación de vehículos, por el terreno o por la acumulación esporádica de cargas puntuales.
- ❑ Maleable sólo con la aplicación de calor. Pierde propiedades físicas si no se realiza correctamente.
- ❑ Es el material plástico más contaminante tanto en su proceso de producción como en su eliminación.

### **8.3.5 Fundición Dúctil**

#### **Ventajas:**

- ❑ Resistencia al choque.
- ❑ Resistencia a la tracción. Resistencia al alargamiento.
- ❑ Gran elasticidad.

#### **Desventajas:**

- ❑ Rugosidad interna (hay que emplear el mortero de cemento o betún para mejorar la capacidad hidráulica).
- ❑ Corrosión (hay que utilizar mortero de cemento o betún para reducirlo).
- ❑ Uniones muy rígidas con bridas que no responden a los asientos diferenciales del terreno.
- ❑ Roturas por dilataciones y contracciones térmicas (hay resolver la red en tramos cortos).

#### ***8.4 Conclusiones generales***

Respecto a las instalaciones de abastecimiento de agua exteriores, se recomienda realizar la canalización con el mayor número de tramos rectos posibles, evitando el excesivo número de enlaces y curvaturas bruscas. Se recomienda utilizar materiales plásticos, polietileno de alta densidad (HDPE) o polipropileno (PP), o de fundición dúctil, principalmente debido a la no-formación de incrustaciones en el interior de los tubos, a la gran resistencia a los ataques químicos, a la facilidad de unión (pegado, roscado, a bayoneta) y al bajo peso específico de los tubos.

Se recomienda excluir la posibilidad de utilizar el PVC debido a que es el material plástico más contaminante tanto en su proceso de producción como en su eliminación.

Toda las instalaciones de abastecimiento interior deberían localizarse en la misma zona del edificio (zonas húmedas) con el objetivo de minimizar recorridos, pérdidas y costos. Se podrán utilizar el polibutileno (PB), exclusivamente para agua caliente, el polietileno de alta densidad (HDPE), exclusivamente para agua fría. El PB tiene, frente al HDPE la ventaja de que presenta una elevada resistencia al calor y una mínima dilatación térmica lineal.

A nivel general se debe prohibir el uso de fibrocementos con el objetivo de adaptarse a la Directiva 1999/77/CE de 26 de julio.

Se recomienda que las conducciones realizadas queden protegidas convenientemente de la corrosión. Es conveniente también, que los tubos tengan una aceptable longitud, para evitar excesivos incrementos en el número de uniones (abaratamiento del tendido, disminución de las caídas de carga, ahorro energético y supresión de puntos débiles en la instalación).

Se recomienda considerar el tipo de terreno en el que se va a realizar la instalación para evitar la posible corrosión o el ataque abrasivo a las canalizaciones.

## 8.5 *Recomendaciones normativas sobre materiales en las redes hidráulicas de transporte y abastecimiento de aguas*

### 8.5.1 **Ámbito de aplicación**

Estas recomendaciones normativas deberían ser de carácter obligatorio en cualquier tipo de urbanización o edificación de nueva construcción o que se someta a reforma en sus instalaciones hidráulicas tanto de carácter público como privado.

### 8.5.2 **Materiales y redes hidráulicas**

Red hidráulica	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de abastecimiento de agua exteriores</li> </ul>	<p>Se realizará la canalización con el mayor número de tramos rectos posibles, evitando el excesivo número de enlaces y curvaturas bruscas con el objetivo de minimizar recorridos, pérdidas y costos. Se utilizarán materiales plásticos o de fundición dúctil:</p> <p>Para diámetros pequeños:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Polietileno de alta densidad (HDPE): Por su resistencia a los ataques químicos, la no-formación de incrustaciones calcáreas, la flexibilidad y la permeabilidad para los elementos orgánicos contaminantes.</li> <li>– Polipropileno (PP): Por su bajo peso específico, su rigidez y la baja permeabilidad para los elementos orgánicos contaminantes.</li> </ul>

	<p>Para diámetros grandes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fundición dúctil (FD): Por su resistencia al impacto y al aplastamiento. Se debe considerar el tipo de terreno en el que se va a realizar la instalación para evitar la posible corrosión o el ataque abrasivo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de abastecimiento de agua interiores</li> </ul>	<p>Toda la instalación de abastecimiento interior se localizará en la misma zona (zonas húmedas) con el objetivo de minimizar recorridos, pérdidas y costos. En estas zonas húmedas, las fuentes de calor para producción de agua caliente sanitaria (ACS) deben quedar ubicadas lo más cerca posible de los puntos de consumo (principalmente duchas), sin menoscabo de contar con todas las medidas de seguridad pertinentes. Los materiales a utilizar en este tipo de instalaciones se ceñirán a las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Polibutileno (PB): Sólo para agua caliente. Se recubrirá el tubo con aislante térmico para minimizar pérdidas de calor en la red.</li> <li>– Polietileno de alta densidad (HDPE): Sólo para agua fría.</li> <li>– Polipropileno (PP): Debido a su baja flexibilidad, sólo se debe utilizar en instalaciones con pocos tramos rectos.</li> </ul>

A nivel general las conducciones quedarán protegidas convenientemente de la corrosión. Es conveniente que los tubos tengan una aceptable longitud, para evitar excesivos incrementos en el número de uniones (abaratamiento del tendido,

disminución de las caídas de carga, ahorro energético y supresión de puntos débiles en la instalación).

En ningún caso se ha de utilizar soplete de aire caliente o llama directa para curvar tubos o accesorios. Esto degrada el material, debilita sus paredes y presenta rugosidades en su interior que podrían formar taponamientos e incrustaciones.

## 9 EJEMPLOS REALES DE APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA DEMANDA Y RESULTADOS.

Como muestra de experiencias llevadas a cabo y de la importancia que está teniendo el enfoque de la gestión de la demanda a nivel mundial se refleja el cuadro siguiente<sup>22</sup>:

Lugar de actuación	Actuaciones / Logros obtenidos
Jerusalén	La instalación de dispositivos de ahorro de agua, la detección y reparación de fugas y el riego más eficiente de los parques contribuyeron a reducir el consumo per cápita en un 14% entre 1989 y 1991.
México D.F.	Se sustituyeron 350.000 cisternas de inodoro por modelos de 6 litros, ahorrando así agua suficiente para abastecer a 250.000 residentes. Se comenzó por locales públicos y edificios comerciales y posteriormente viviendas privadas.
Boston (área metropolitana)	La puesta en marcha de un sistema de reutilización, el control del agua, la detección de fugas y un programa de educación introduciendo la aplicación de dispositivos de ahorro han reducido la demanda total anual en un 16%, haciéndola retroceder a niveles de finales de la década de los sesenta.

<sup>22</sup> Extraído de diversos documentos: World Watch Institute, Fundación Ecología y Desarrollo, ADENA, etc.

Waterloo	Retrasó la ampliación del suministro de agua mediante tarifas más elevadas al consumo, distribución de equipos de ahorro de agua e información pública. El uso de agua per cápita ha descendido en un 10 % durante los tres últimos años.
Frankfurt	A través de campañas de publicidad, instalación de economizadores en viviendas y nuevos edificios, aprovechamiento de aguas de lluvia y grises en edificios y programas de eficiencia en la industria se ha conseguido reducir la demanda de agua en un 20%, a pesar del crecimiento demográfico y económico.
Madrid	Durante el período 1991 – 1992 el Canal de Isabel II distribuyó de forma gratuita dispositivos de ahorro en 3.000 viviendas obteniéndose un ahorro por vivienda de un 20 a un 60 %, con un rechazo de tan sólo el 0,4 %.
Zaragoza	Entre 1997 y 1998, la <i>Fundación Ecología y Desarrollo</i> , trabajó para cambiar la cultura del agua en la ciudad y reducir el consumo doméstico anual de la ciudad en un 5,6 %. Las actuaciones se basaban en una compleja estructura de participación, que implicaba a toda la sociedad zaragozana con campañas informativas y de dinamización social. Instalaciones demostrativas e información al usuario de las ventajas que reporta la adopción por su cuenta de algún tipo de medida de reducción de consumo de agua. Los éxitos obtenidos hacen que se continúe con sucesivas fases del proyecto.

<p>Teror (Gran Canaria)</p>	<p>A través de campañas demostrativas de sensibilización e instalación de economizadores en establecimientos públicos y viviendas particulares, se consiguieron ahorros del 20 al 60 % en las viviendas que participaron en el programa durante el verano de 1999. Participaron en el proyecto la Asociación Insular para el Desarrollo Rural, el Ayuntamiento y una consultora ambiental.</p>
<p>Alcobendas (Madrid)</p>	<p>Desarrollado durante 1999 y 2000 con el objetivo de demostrar que es posible establecer mecanismos permanentes de ahorro de agua en las ciudades, mediante la sensibilización hacia una nueva cultura respetuosa con el agua y facilitando los medios técnicos, legislativos y los mecanismos de mercado necesarios para ello. Se promovió la venta de miles de dispositivos economizadores, así como la organización de jornadas y la elaboración de un borrador de ordenanza municipal para el ahorro del agua. Se implicó a la población, a las administraciones locales y a las PYMES.</p>

Calviá (Mallorca)

Dentro del desarrollo de su Agenda Local 21, implanta un Plan de Gestión de la Demanda de Agua que contempla actuaciones en infraestructuras, ahorro, eficiencia, sustitución y gestión. Como logros obtenidos destacan: reducción del índice de fugas al 14%; la realización de campañas de concienciación y un manual de ahorro de agua; la entrega de miles de kits de ahorro de agua en domicilios; la creación de la infraestructura para la reutilización de aguas depuradas y la introducción en el plan general de ordenación urbana de la obligatoriedad de la reutilización aguas grises y el aprovechamiento de pluviales.