LA SEQUÍA EN ESPAÑA
DIRECTRICES PARA MINIMIZAR SU IMPACTO

Comité de Expertos en Sequía
Ministerio de Medio Ambiente

INDICE

Presentación IX

Prologo XI

Introducción XIII

DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN

Bases para un Documento en Materia de Prevención y Gestión de Sequías en la Planificación Hidrológica

Pedro Arrojo Agudo

Resumen 3
1. Introducción 3
2. Incertidumbre, riesgos y principio de preocupación 4
3. Prevención y gestión de riesgos de sequía desde la planificación hidrológica 5
4. Medidas y estrategias a desarrollar desde la planificación hidrológica 9
5. Gestión de las situaciones de alerta y de emergencia 14
6. Conclusiones 17

Referencias bibliográficas 18

El Papel de los Organismos de Cuenca en las Sequías

Juan Saura Martínez

Resumen 21
1. Antecedentes 21
   - 1.1 Planes de obras hidráulicas y fundación de las confederaciones hidrográficas 21
   - 1.2 La unidad de la cuenca y la participación de los usuarios 22
   - 1.3 Oferta de recursos y gestión de la demanda 22
   - 1.4 El papel de las aguas subterráneas 22
   - 1.5 El régimen económico-financiero 23
   - 1.6 El medioambiente esencial en la gestión del agua 24
   - 1.7 La modernización de los regadíos 24
   - 1.8 Planificación hidrológica y la directiva marco 25
2. La gestión de las sequías 26
   - 2.1 Las tensiones entre usuarios 26
   - 2.2 Decretos de sequía 27
   - 2.3 Cesión de derechos y bancos de agua 28
3. Propuestas y retos futuros 28
   - 3.1 El mantenimiento de la unidad de gestión de la cuenca y la participación efectiva de la administración local y autonómica 28
   - 3.2 La gestión de la demanda y la flexibilidad del régimen concesional 29
   - 3.3 El desarrollo de la comisión de desembalses y bancos de agua 30
   - 3.4 El papel de las aguas subterráneas y la necesidad urgente de mejorar su gestión 31
   - 3.5 La participación de los usuarios y la paplicación de la D.M. 31

4. Conclusiones 32
Referencias bibliográficas 34

Planes de Emergencia por Sequías. Guía para su elaboración

Francisco Cubillo González
Resumen 37
1. Introducción 37
2. Objetivos 38
3. Contenido de los planes de emergencia 39
4. Clasificación y evaluación de los recursos 39
5. Evaluación y clasificación de consumos 41
6. Elasticidad temporal de los consumos 42
7. Distribución de costes y afecciones 43
8. Clasificación de los escenarios de la escasez 44
    8.1 Indicadores 46
    8.2 Umbrales 46
9. conclusiones 46
Referencias bibliográficas 47

Sequía y Adaptación de la Directiva del Agua

Abel La Calle Marcos
Resumen 51
1. Introducción 51
2. La sequía en la ley de aguas 52
    2.1 Los instrumentos jurídicos en la gestión de la sequía 55
3. La sequía en la directiva marco del agua 57
    3.1 Los objetivos medioambientales 58
    3.2 Las excepciones al cumplimiento de los objetivos medioambientales 59
    3.3 La sequía como excepción al cumplimiento de los objetivos medioambientales 59
    3.4 Las condiciones necesarias para aplicar la excepción 60
        3.4.1 Condiciones sobre la caracterización de la sequía 60
        3.4.2 Condiciones referidas a la adopción de medidas 62
        3.4.3 Condiciones de información y participación publica 63
4. Conclusiones 64

Recomendaciones para el Establecimiento de un Sistema de Indicadores para la Previsión, el Seguimiento y la Gestión de la Sequía

Maria Fernanda Pita Lopez
Resumen 69
1. Introducción 69
2. De la absoluta necesidad del sistema de indicadores 70
3. De la necesidad de diferenciar el sistema de indicadores de sequía y el sistema de indicadores de escasez 71
4. De la necesidad de establecer también indicadores de peligrosidad y vulnerabilidad frente a la sequía para los diferentes territorios 72
5. De los principios generales a seguir en la elaboración de los indicadores de sequía 74
6. De los principios generales a seguir en la elaboración de los indicadores de

escasez....76
7. De los beneficios de confrontar los indicadores de sequía y los indicadores de escasez....77
8. De la capacidad relativa de los impactos para validar la adecuación de los indicadores de sequía y de escasez....78
9. De los principios generales a seguir en la elaboración de los indicadores de peligrosidad....79
10. De los principios generales a seguir en la elaboración de los indicadores de fragilidad....80
11. De la necesidad de actualizar periódicamente los indicadores propuestos....81
12. Conclusiones....83
Referencias bibliográficas....85

GESTIÓN

Las Aguas Subterráneas y los Acuíferos: su Estrategia de Utilización en Periodos de Sequía

Juan Antonio López Geta

Resumen....89
1. Introducción....90
   1.1 La explotación de las aguas subterráneas hasta la década de los sesenta del pasado siglo XX....91
   1.2 El aprovechamiento del agua a mediados de la década de los sesenta del siglo XX, hasta la actualidad. De la ley de aguas 1879 a la de 1985....91
   1.3 Desde finales del siglo pasado a la actualidad. Ley de aguas de 1985 y modificaciones posteriores....96
2. Estrategia de utilización de la aguas subterráneas y los acuíferos en las sequías....97
   2.1 Antecedentes....97
   2.2 El carácter estratégico de las aguas subterráneas en periodo de sequía....98
   2.3 Cómo debe contribuir en el futuro el agua subterránea, en mejorar la gestión hídrica....98
3. Conclusiones....100
4. Recomendaciones....102
Referencias bibliográficas....103

La Reutilización, la Energía y la Desalación en la Gestión Integrada del Agua

Rafael Mujeriego Sahuquillo

Resumen....107
1. Introducción....107
2. La reutilización planificada....108
3. Beneficios de la reutilización planificada....109
4. Exigencias de la reutilización planificada....110
5. Fiabilidad de procesos de regeneración....111
6. Tipos de reutilización....112
7. Tendencias actuales....112
8. Procesos de tratamiento....114
9. Reutilización de agua para regadío....115
10. Reutilización en zonas costeras....115
11. Coste de la reutilización en España....116

12. Gestión económica del agua regenerada 118
13. Propuestas de gestión 120
14. La gestión integrada de los recursos hídricos 122
15. Regulación de recursos 123
16. Desalación 124
17. Desalación en California 126
18. Implantación de la desalación 127
19. Economía en la desalación 127
20. Beneficios de la desalación 129
21. Dependencia energética 130
22. Análisis comparativo de costes 130
23. Reutilización y desalación 132
24. Interacciones agua y energía 134
25. Conclusiones 135
Agradecimientos 142
Referencias bibliográficas 143

Sequía y Medio Natural

Santiago Hernández Fernandez
Resumen 149
1. Introducción 149
2. Ecosistema fluvial 149
3. Dinámica de los embalse 151
4. Gestión limnólogica de los embalses 152
    4.1 Eurotarificación 153
    4.2 Retención de sedimentos 154
    4.3 Régimen de caudales ecológicos 155
    4.4 Especies exóticas 156
5. Gestión limnólogica de sequías 157
6. Oportunidades de gestión en sequías 159
7. Los embalses hidroeléctricos. La gestión del Tajo en 2005 160
8. Uso del agua, ingeniería y sociedad 162
9. Conclusiones 166

Mejora del Uso del Agua en el Regadío

José Roldan Cañas
Resumen 171
1. Introducción 171
2. Inventario del regadío 173
3. Medidas para potenciar el ahorro de agua 174
4. Nuevas orientaciones en la gestión del riego 175
5. Planificación del riego en épocas de abundancia y épocas de escasez 180
6. Valoración económica de la carencia de agua para riego 181
7. Conclusiones 183
Referencias bibliográficas 184

La Tarifación, Herramienta Esencial en la Gestión Sostenible del Agua

Enrique Cabrera Marcet

Resumen 187
1. Introducción 187
2. El principio de recuperación de costes 189
3. Influencia de la tarifación 193
4. Estrategias y dispositivos de ahorro 195
5. Incidencia del precio del agua en su uso sostenible 199
6. Periodo de amortización de una instalación de reutilización de aguas grises 200
7. Conclusiones 203

Referencias bibliográficas 205
8. Anexo I: Tarifas del agua en Berlín (año 2006) 207

Los Cortes de Agua y el Racionamiento Racional en Épocas de Escasez

Enrique Cabrera Marcet

Resumen 213
1. Introducción 213
2. Contexto 214
3. Los cortes de agua 217
    3.1 Perdida de calidad de agua por intrusiones patógenas 219
    3.2 Aumento del numero de fugas 219
4. Una variante mejorada de los cortes: La reducción de la presión 220
5. Repercusión en el precio del agua de un plan de renovación de tuberías 221
6. Sobre los planes de emergencia 222
7. Conclusiones 222
8. Anexo I: Justificación de la intrusión patógena que genera una depresión 224
    8.1 Introducción 224
    8.2 Calculo del volumen de intrusión patógena 224
    8.3 Presentación de resultados 226
9. Anexo II: Justificación de los elevados picos de presión que provoca la presencia del aire 230

INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN CIUDADANA

La Sequía en los Medios de Comunicación

Adriana Castro y Luís Guijarro

Resumen 235
1. Agencias de noticias 235
    1.1 Primera semana 236
    1.2 Segunda semana 236
    1.3 Tercera semana 237
    1.4 Cuarta semana 238
    1.5 Quinta semana 238
2. Prensa autonómica 239
3. Prensa nacional diaria 252
4. Televisión y radio 259
5. Hablan los expertos 262
6. Conclusiones 264
    6.1 Agencias 264

6.2 Prensa autonómica diaria 264
6.3 Prensa nacional diaria 265
6.4 Televisión y radio 266
7. Anexo I 268
8. Anexo II 273
9. Anexo III 276
9.1 Televisión 276
9.2 Radio 286

Conclusiones 297

PRESENTACIÓN: LA NUEVA GESTIÓN DE LA SEQUÍA

En tan sólo diez años, la península ibérica ha registrado dos de los episodios más crudos de sequía desde que se registran datos meteorológicos. El primero coincidió con la Exposición Universal de Sevilla (1992) y acarreó restricciones a los abastecimientos de 11 millones de españoles en la mitad sur peninsular. El que atravesamos ahora tiene lugar cuando el país bate su récord de población, con 44,1 millones de habitantes, y el índice de crecimiento económico está entre los más altos de la Unión Europea.

La sequía es un fenómeno natural cíclico que registra en todos los países bañados por el Mediterráneo, tanto en su vertiente europea como en el norte de África. Por tanto, estamos ante un problema habitual y previsible, que necesita de planificación y previsión para la prevención de futuras sequías.

Pese a todos estos antecedentes, incluido el episodio de sequía de los años noventa, y a pesar de contar con las base para la planificación hidrológica, recogida en la Ley de Aguas y en los planes de cuenca, el Gobierno anterior dejó escapar una oportunidad de oro durante ocho años consecutivos para continuar con la planificación e incluso aplicar una de las medidas incluidas en el Plan Hidrológico aprobado, la elaboración de **Planes Especiales de Sequía** en todas las cuencas a más tardar en el 2003, así como de planes de emergencia para los municipios de más de 20.000 habitantes.

Fueron aquellos unos años de pluviometría extraordinariamente generosa, que ofrecieron unas condiciones idóneas para redactar sin tensiones esta poderosa y útil herramienta de la que ahora se podría haber echado mano, de haber contado con ella: los Planes Especiales de Sequía.

La realidad es que el nuevo gobierno heredó la administración hídrica casi en la misma situación que la dejó en 1996, pero con un incremento de la demanda de agua, de la población, y con un descontrolado desarrollo urbanístico extraordinariamente exigente de recursos, todo ello inmerso en una sequía como no se conocía desde 1947, cuando comenzaron a registrarse las series sistematizadas de lluvias.

En cumplimiento de su programa electoral lo primero que hizo el nuevo gobierno fue poner en marcha el **Programa A.G.U.A**., que encarna una nueva política hídrica basada en una gestión más moderna y eficiente de los recursos, para sustituir el trasvase del Ebro por otras fuentes alternativas, más respetuosas con el medio ambiente, mejor aceptadas socialmente y con una absoluta garantía de suministro.

Siguiendo esta línea desarrollamos los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía que exige el Plan Hidrológico Nacional aprobado en 2001, y que daba un plazo de dos años para tenerlos listos, pero que aún no se habían puesto en marcha cuando esta institución comenzó su labor.

Durante los dos últimos años se han tomado medidas de urgencia comprendidas en **protocolos de actuación** y se ha detraído gran parte del presupuesto para paliar los efectos de la sequía con el objetivo principal de evitar el corte en el suministro a la población, manteniendo el caudal ecológico, y el secundario de desarrollar o reconstruir infraestructuras preventivas por si la situación de carestía continuaba, como así ha sido.

La filosofía básica del Ministerio está en la planificación, y ésta ha sido la base sobre la que hemos construido los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía. Unos documentos de referencia que tienen por objeto evitar que en situaciones de crisis haya acaloradas discusiones sobre cómo gestionar el abastecimiento, porque el método de actuación y las medidas que deben ser aplicadas habrán sido consensuadas previamente por todas las entidades implicadas: sociedad civil, administración y comunidad científica

Precisamente, el **pasado 8 de noviembre**, después de dos años de diálogo entre todos los sectores sociales y un gran esfuerzo técnico y científico, se anunció en el Boletín Oficial del Estado el inicio del **periodo de consulta pública** de los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía.

Entre tanto, y en coordinación con los Ministerios de Economía y Agricultura, se han aprobado **Decretos de Sequía** con el fin de mitigar el impacto de las pérdidas económicas en el sector agrícola, el más perjudicado por las consecuencias de la sequía en sus cosechas.

Además, desde febrero de 2005, se ha ejecutado una batería de actuaciones encaminadas a disipar los efectos de la sequía en las poblaciones con riesgo de restricciones, mediante la aprobación de obras de emergencia y reconocida urgencia por **valor superior a los 620 millones de euros** y que comprenden desde el refuerzo de las garantías de los abastecimientos hasta mejoras en la eficiencia de las infraestructuras de regadío o la aceleración de la puesta en operación de plantas de desalación en el sureste peninsular.

Por otra parte, continuando con la nueva política del gobierno que prima la **participación pública** y la **transparencia** en la gestión de los recursos, los ministerios de Medio Ambiente y Agricultura han creado el **Observatorio Nacional de la Sequía** que aglutina a todas las administraciones hidráulicas españolas con competencias en materia de aguas, para constituir un Centro de conocimiento, anticipación, mitigación y seguimiento de los efectos de la sequía en el territorio nacional.

En ocasiones, las actuaciones urgentes corren el riesgo de ser precipitadas, costosas e ineficientes. Para evitar esos riesgos se ha decidido aplicar criterios científicos a estas medidas a través de las aportaciones de un **Comité de Expertos**, un órgano consultivo en el que participan especialistas de las diferentes áreas relacionadas con el agua, desde la Economía, a la Climatología, la Gestión, el Medio Ambiente, la Geología y la Comunicación Social, que periódicamente se reúnen para analizar la situación y asesorar sobre las actuaciones idóneas en la gestión puntual de la sequía.

La labor de este Comité, que dio comienzo en octubre de 2005, ha sido constante y ardua, y ha tenido como principal objetivo proporcionar unas bases científicas al Ministerio para desarrollar la futura política hidrológica. Su inestimable trabajo no concluye con la presentación de estos documentos de análisis, sino que está previsto que su buen hacer se prolongue en el tiempo.

Desde el Ministerio queremos dar las gracias a todos los componentes del Comité de Expertos por su dedicación y colaboración en este proyecto común que ahora presenta sus primeros resultados y que en breve comenzará con nuevas tareas, y en especial a Enrique Cabrera, coordinador y responsable en gran medida del éxito de este trabajo.

Jaime Palop
Director General del Agua
Ministerio de Medio Ambiente

PRÓLOGO

Cuando allá por septiembre de 2005 agonizaba el año hidrológico más seco que España ha visto desde que existen registros pluviométricos, el Ministerio de Medio Ambiente pensó en crear un Comité de Expertos en Sequías. Y lo hizo invitando a diez profesionales procedentes de campos muy diversos del amplio mundo del agua. Y este hecho, la pluralidad de ópticas desde las que analizar un problema tan complejo es, a nuestro parecer, el principal activo del Comité. Con independencia del interés y utilidad del documento, valoración que compete al lector, conviene dejar constancia de la armonía y espíritu de colaboración que han presidido todas las sesiones de trabajo que hemos tenido. Como consecuencia de ello todos los miembros del Comité acabamos esta primera etapa con la sensación de un enriquecimiento, tanto en lo profesional como en lo personal.

El encargo del Ministerio al Comité fue claro y conciso. Elaborar un conjunto de propuestas cuya paulatina puesta en marcha permita afrontar las sequías venideras con las mayores garantías posibles. Palmario objetivo que da título a un trabajo, *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto,* integrado por una serie de análisis específicos (los trabajos de los miembros del Comité) y rematado por las conclusiones que los sintetizan. Con todo, hay una diferencia importante entre trabajos y conclusiones. Mientras el contenido de los artículos es una exclusiva responsabilidad del autor, las conclusiones han sido redactadas en equipo y asumidas unánimemente por todos los miembros de un Comité integrado por:

- Arrojo, Pedro. Universidad de Zaragoza.
- Cabrera, Enrique. Universidad Politécnica de Valencia
- Cubillo, Francisco. Canal de Isabel II
- Guijarro, Luís. Asociación de Periodistas de Información Ambiental
- Lacalle, Abel. Universidad de Almería
- López Geta, Juan Antonio, Instituto Geológico y Minero de España
- Mujeriego, Rafael. Universidad Politécnica de Cataluña
- Pita, María Fernanda. Universidad de Sevilla
- Roldán, José. Universidad de Córdoba
- Saura, Juan. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Llegados aquí no procede, creemos, detallar ni nuestro recorrido profesional ni nuestra área de especialidad. Y ello porque cuanto antes conviene entrar en materia. En cualquier caso los trabajos que siguen muestran, bien que parcialmente, la trayectoria de cada cual. No en vano recogen algunas de nuestras más notables experiencias relacionadas con la materia en estudio, las sequías en España. Con todo, los contenidos de estos trabajos siguen un hilo conductor que partiendo de la problemática general acaba en los aspectos más concretos. Porque desde el primer momento fuimos conscientes de que, con independencia de que cada cual debía analizar asuntos de su especialidad, debían evitarse repeticiones y al tiempo procurar tratar las cuestiones más importantes. A la vista del resultado final creemos que, de algún modo, este objetivo se ha logrado.

Somos muy conscientes de las limitaciones de este trabajo. Se aborda un problema vasto y complejo que no tiene soluciones mágicas ni cerradas. Y si exhaustivos análisis son del todo incapaces de abordar las infinitas facetas que condicionan la gestión de una sequía, mucho menos lo podrán hacer un conjunto limitado de contribuciones con las conclusiones de ellas derivadas. Pero entendemos que, en conjunto, conforman un abanico de

recomendaciones y directrices que, de adoptarse, permitirán minimizar el impacto de las muchas sequías que, sin duda, aún están por llegar. Ese ha sido nuestro único objetivo y por ello, si contribuimos a arrojar alguna luz en la dirección correcta, nos sentiremos enormemente recompensados.

Y hablamos de dirección porque el presente documento no constituye sino la primera estación de un largo viaje. Las más de las propuestas, dado el contexto actual de la política del agua, no son de implantación inmediata. De otra parte muchas de ellas sólo están esbozadas y su concreción requerirá el desarrollo de estudios específicos. De ahí que valorar cómo y cuando llevarlas a la práctica son etapas aún pendientes de recorrer y que, para andarlas de manera exitosa, deberán participar en ellas todas las partes implicadas. Es, pues, el turno de la Administración en particular y de la sociedad en general.

Por último no sería justo cerrar este prólogo sin agradecer al Ministerio de Medio Ambiente la confianza depositada en todos nosotros, invitándonos a constituirnos en Comité. En particular a Luís Babiano por el impecable soporte logístico recibido y a Jaime Palop, Director General del Agua, por su constante apoyo y aliento. Gracias a él hemos tenido todas las facilidades para desarrollar nuestro trabajo y lo hemos podido hacer con absoluta libertad e independencia, aspectos que, vistos los tiempos que corren, no son menores. Y siendo suya la idea si, como esperamos, este documento tiene alguna utilidad, suyo también será el mérito. Al contrario, los errores que se hayan deslizado serán responsabilidad del autor del trabajo que los contiene. Porque el Comité en su conjunto, ya se ha dicho, sólo avala, bien que por unanimidad, las conclusiones que ponen fin a este documento.

Madrid, 22 de marzo de 2007.

El Comité de Expertos en Sequía del Ministerio de Medio Ambiente.

INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene doce trabajos, once de ellos desarrollados por miembros del Comité más uno adicional escrito por Santiago Hernández, a quien el Comité invitó para cubrir uno de los aspectos esenciales de toda gestión de sequías, la afección del medio natural, un tema esencial que ningún miembro del Comité se ofreció a abordar. Los doce trabajos se estructuran en tres bloques, Diagnóstico y Planificación (cinco trabajos), Gestión (seis trabajos) y por fin, Información y Sensibilización Ciudadana (un trabajo). Ya dentro de cada bloque, la ordenación parte, no podía ser de otro modo, de lo general y desemboca en lo particular.

Conviene resaltar que, tanto la estructura final como el título de los epígrafes son discutibles. La complejidad del tema a tratar y sus numerosas facetas ofrece puntos de vista muy diversos, todos ellos válidos. La ordenación requiere establecer criterios, siempre de fronteras borrosas, por lo que cualquier clasificación podrá ser objeto de crítica, mayormente cuando hay trabajos que pueden ser adscritos a más de un epígrafe. Así se evidenció en la reunión en que se elaboró la estructura de este documento. Al final el que mejor nos pareció (posiblemente por ser el menos ilógico) es el que sigue:

DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN

- *Bases para un documento de directrices en materia de prevención y gestión de sequías en la planificación hidrológica.* Pedro Arrojo
- *El papel de los Organismos de Cuenca en las Sequías*. Juan Saura
- *Planes de Emergencia por Sequías. Guía para su elaboración*. Francisco Cubillo
- *Sequía y adaptación de la Directiva Marco del Agua*. Abel La Calle
- *Recomendaciones para el establecimiento de un sistema de indicadores para la previsión, el seguimiento y la gestión de la sequía en España.* María Fernanda Pita.

GESTIÓN

- *Las aguas subterráneas y los acuíferos: estrategia de utilización en periodos de sequía.* Juan Antonio López Geta
- *La reutilización, la regulación y la desalación en la gestión integrada del agua.* Rafael Mujeriego
- *Sequía y medio natural.* Santiago Hernández
- *Mejora del uso del agua en el regadío*. José Roldán
- *La tarifación, herramienta esencial de la gestión sostenible del agua.* Enrique Cabrera
- *Los cortes de agua y el racionamiento racional en épocas de escasez*. Enrique Cabrera

INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN CIUDADANA

- *La sequía en los medios de comunicación.* Adriana Castro y Luís Guijarro

BASES PARA UN DOCUMENTO DE DIRECTRICES EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE SEQUÍAS EN LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Pedro Arrojo Agudo
Universidad de Zaragoza

Resumen

La Directiva Marco de Aguas exige revisar y reelaborar los Planes Hidrológicos de Cuenca desde la coherencia de la citada Directiva. Superando errores anteriores, el esfuerzo planificador, que se inicia en 2006 y que culminará en 2009, debe asumir como referencia básica el marco de cambio climático en curso, diseñando y aplicando adecuadas directrices de prevención y gestión de los riesgos de sequía que se perfilan en cualquiera de los posibles escenarios de futuro plausibles. Se trata, a este respecto, no sólo de prever lo previsible, sino de gestionar los riesgos derivados de fenómenos sometidos a fuertes niveles de incertidumbre, mediante criterios de planificación basados en el principio de precaución. Por último se trata de diseñar las pertinentes medidas de emergencia, en sus diversos niveles, de cara a gestionar las crisis de sequía cuando se presenten.

Entre los fenómenos relevantes, cuya evolución es previsible, está el de la disminución de escorrentía media, como consecuencia de la elevación de la temperatura media y el consiguiente aumento de la evapotranspiración de la vegetación natural y cultivada. Por otro lado, la creciente forestación de cabeceras, a lo largo de las últimas décadas, ha venido generando una fuerte reducción de escorrentía que aún tiene un recorrido por desarrollar. Todo ello, unido a la necesaria elaboración de nuevos criterios para fijar los regímenes ambientales mínimos que permitan garantizar el buen estado ecológico de los diversos tramos fluviales, nos llevarán a establecer un concepto diferente, y sin duda más restrictivo, de *"disponibilidad hídrica"* en las diversas cuencas.

Entre los fenómenos sin duda más inciertos debe tomarse en cuenta, tanto la recesión pluviométrica media prevista en el área mediterránea (aunque con amplios abanicos de expectativa), como, de forma muy especial, la creciente variabilidad climática, que genera escenarios que desde la diversidad coinciden a prever ciclos de sequía y de precipitaciones tormentosas cada vez más frecuentes e intensos. Ello debe llevarnos a revisar la tradición de asumir la escorrentía media como base para evaluar la disponibilidad de caudales. La planificación debe basarse en un núcleo duro que asuma como referencia base los años de escasez y no los años de pluviosidad media.

Por último, resulta esencial asumir, de forma consecuente, los objetivos y criterios básicos de gestión que establece la DMA. En este sentido, la recuperación del buen estado ecológico de los ecosistemas acuáticos y del buen estado de los acuíferos debe constituir la base de la estrategia de prevención y gestión de riesgos de sequía. Recuperar y conservar la inercia funcional, las capacidades regenerativas y la resiliencia de estos sistemas naturales (con especial atención a acuíferos y humedales) debe constituir una pieza esencial de las citadas estrategias a diseñar y desarrollar en los Planes Hidrológicos de Cuenca.

1. INTRODUCCIÓN

A raíz de la nueva Ley de Aguas de 1985, en España se han desarrollado notables esfuerzos en materia de planificación que han culminado con la aprobación de los Planes de Cuenca y del Plan Hidrológico Nacional. Desgraciadamente, todos estos esfuerzos han estado lastrados por las inercias de un modelo de planificación que no se adecua a los enfoques y objetivos de la nueva Directiva Marco de Aguas. En este sentido, tres son los retos que presiden los cambios a asumir:

- Pasar de los tradicionales enfoques de *"gestión de recurso"* a nuevos enfoques de "gestión ecosistémica";
- Pasar de las tradicionales estrategias *"de oferta"* a priorizar estrategias de *"gestión de la demanda"*.
- Pasar de los tradicionales enfoques tecnocráticos a nuevos enfoques participativos.

España se encuentra en un buen punto de partida para aplicar la DMA en lo que se refiere a la planificación por cuencas, en la medida que partimos de una larga tradición de gestión por cuencas y en la medida que los trabajos de planificación realizados son una buena base de partida. Sin embargo, los retos señalados implican superar inercias muy poderosas.

Desde las estrategias *"de oferta",* vigentes hasta la fecha, se ha tendido a centrar esfuerzos en disponibilizar caudales regulados para el desarrollo de nuevos usos. En la planificación se han usado datos medios de disponibilidad y demanda, marginando el análisis de situaciones extremas y eludiéndose, en concreto, el diseño de estrategias para prever y gestionar las sequías. Las propias situaciones de emergencia, en ciclos secos, se han usado para justificar nuevos desarrollos *"de oferta",* más que para diseñar estrategias de prevención y gestión de futuros ciclos.

Hoy, ante la necesidad de elaborar estrategias de sequía, debemos tener en cuenta que:

- Los ciclos de sequía (normales en la climatología mediterránea), tenderán a agravarse, tanto en intensidad como en frecuencia, bajo el proceso de cambio climático en curso; ello exige asumir en la planificación el reto de gestionar los correspondientes riesgos aplicando el principio de precaución.
- El uso maximalista, en años de normalidad, de los recursos regulados (de forma natural- acuíferos-, o mediante embalses), constituye la clave de la fragilidad de nuestros sistemas ante las sequías.
- La contaminación sistemática de ríos y acuíferos, agravada por la extracción abusiva de caudales, es otra clave que fragiliza nuestra capacidad de gestión de las sequías, al reducir la disponibilidad de aguas de calidad.
- El crecimiento del regadío, legal o ilegal, y el desmedido crecimiento urbanístico en zonas sensibles, como el litoral mediterráneo, abren perspectiva de insostenibilidad ingobernables.

2. INCERTIDUMBRE, RIESGOS Y PRINCIPIO DE PREOCUPACIÓN

A la hora de elaborar estrategias y planes de sequía es preciso clarificar la diferencia entre prever lo previsible, aplicando el principio de previsión, y gestionar riesgos bajo fuerte incertidumbre, aplicando el principio de precaución. Generalmente, asumir el principio de previsión, para gestionar lo previsible, es relativamente fácil. Sin embargo, estamos aún muy lejos de asumir en nuestro modelo de planificación el principio de precaución, para gestionar riesgos, que no previsiones, como los que se derivan del proceso de cambio climático, tal y como exige la Directiva Marco.

En la dinámica de cambio climático en curso se puede prever la evolución de parámetros como el crecimiento de la temperatura media, con la consiguiente evolución al alza de la evapotranspiración de cultivos y flora silvestre. Ello exige prever, de forma relativamente precisa, el crecimiento de demandas de riego por hectárea, así como los correspondientes impactos de disminución de escorrentía.

En lo que se refiere al régimen pluviométrico, la incertidumbre es elevada, aunque parece clara la tendencia a incrementarse la variabilidad climática, aumentando la frecuencia e intensidad de los ciclos de sequía y de los fenómenos tormentosos y de gota fría. Sin embargo, la elevada incertidumbre existente en torno a tales fenómenos no puede justificar una actitud pasiva. Por el contrario, la DMA exige incorporar a la planificación la gestión de riesgos bajo incertidumbre desde la aplicación del citado principio de precaución.

La planificación debe por tanto prever lo previsible y establecer estrategias de prevención y gestión de los crecientes riesgos de sequía que se generan desde las dinámicas de cambio climático en curso.

Lógicamente, más allá de planificar, es necesario elaborar planes de sequía que permitan prever y reglamentar la gestión de los ciclos de sequía, en sus distintas fases de prealerta, alerta y emergencia.

3. PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIEGOS DE SEQUÍA DESDE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

En la revisión de los Planes de Cuenca será necesario trabajar con rigor los datos de caudales en las series disponibles. El tratamiento que se hizo al respecto en la elaboración del PHN no fue correcto, en la medida que se trabajó con medias de los últimos cincuenta años. Resulta evidente que es preciso tomar en consideración la tendencia recesiva que se manifiesta en las series, lo que reduce la media real del momento presente, tal y como puede apreciarse en el gráfico (figura 1) (Arrojo- 2003).

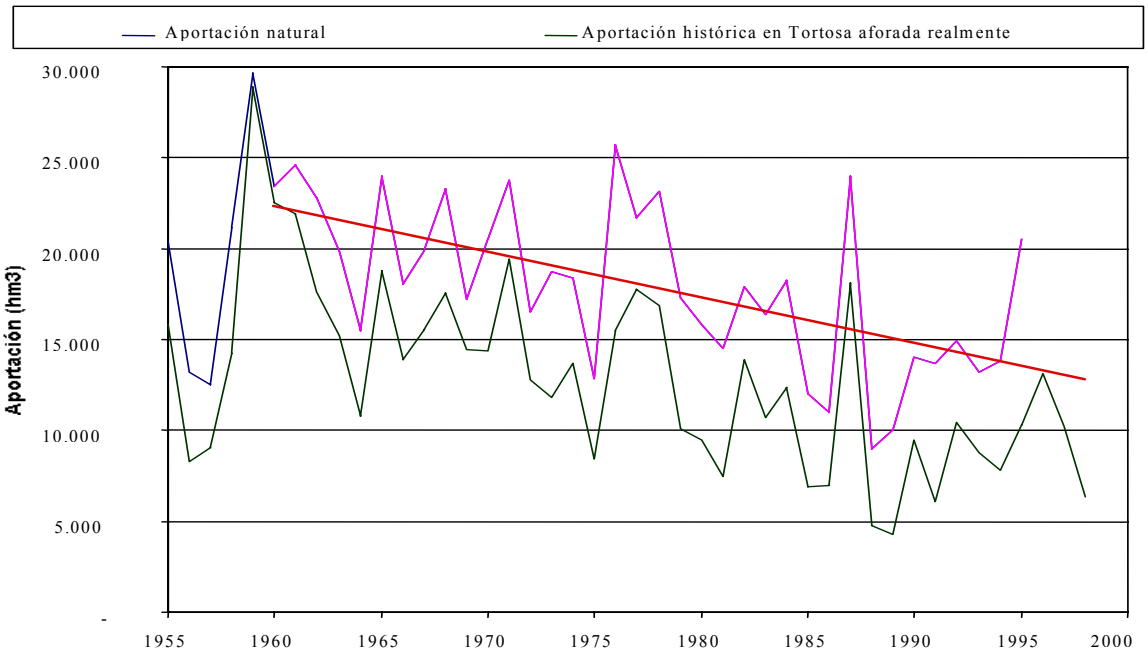


FIGURA 1. TENDENCIAS DE LA APORTACIÓN ANUAL EN RÉGIMEN NATURARL DEL EBRO Y DE LOS AFOROS REALES EN TORTOSA (ARROJO, 2003)

Otro factor clave que se ignoró en la memoria del PHN, cuando se estimaban los caudales disponibles en la Cuenca del Ebro, es el de la recesión de escorrentía producida fundamentalmente por el incremento de evapotranspiración de las crecientes masas forestales en cabecera en la mayor parte de las cuencas. Puede servir de ejemplo al respecto el río Cinca (ver figura 2) (Gallart-2001) .

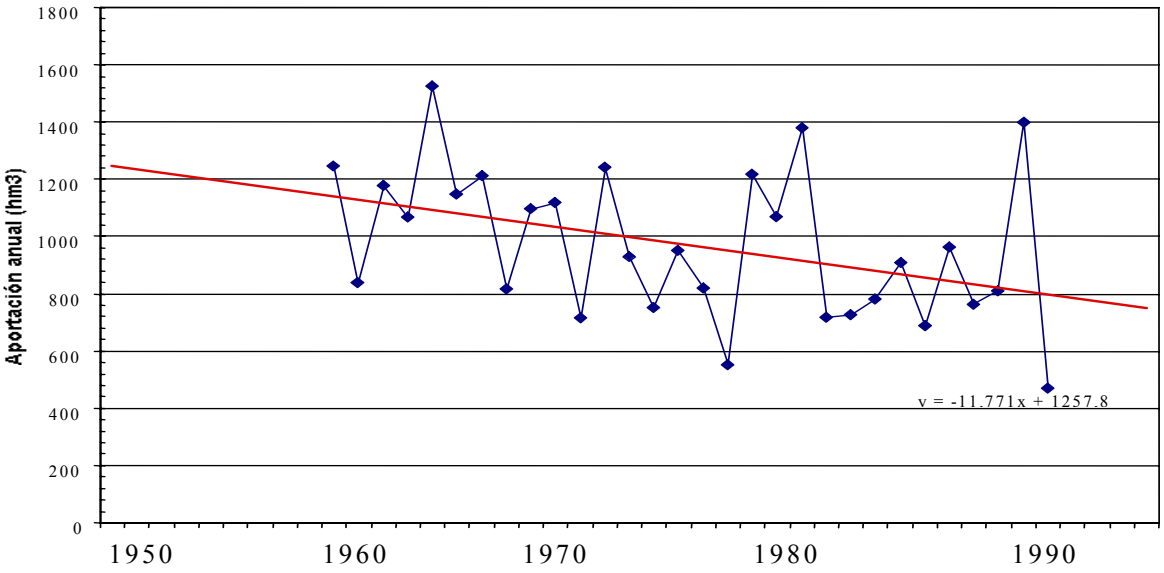


FIGURA 2. RÍO CINCA EN ESCALONA. (GALLART, 2001)

El punto de aforo está aguas arriba de las primeras tomas para Riegos del Alto Aragón, razón por la cual los caudales no quedan afectados en este punto por el crecimiento de la superficie regada.

Por otro lado, será necesario incorporar para las próximas décadas las estimaciones previsibles de crecimiento de evapotranspiración, tanto en la flora silvestre como en los cultivos, por efecto del aumento de la temperatura media. La evolución al alza de la temperatura media es uno de los fenómenos que suscita mayor consenso en los medios científico-técnicos. En lo que se refiere a la pluviometría el abanico de previsiones se abre mucho más. En este caso, se hace necesario aplicar el principio de precaución y jugar con escenarios plausibles.

Diversos autores como Ayala, usando los escenarios asumidos por el MIMAM en el PHN (MIMAM-2000) y en el libro Blanco (MIMAM-1998), así como por el CEDEX (CEDEX-1997), establecen previsiones de aumento de requerimientos de agua por hectárea regada que oscilan, según cuencas, entre el 5% y el 14%, como consecuencia tanto del incremento en la evapotranspiración, como de disminución de las precipitaciones (ver Figura 3).

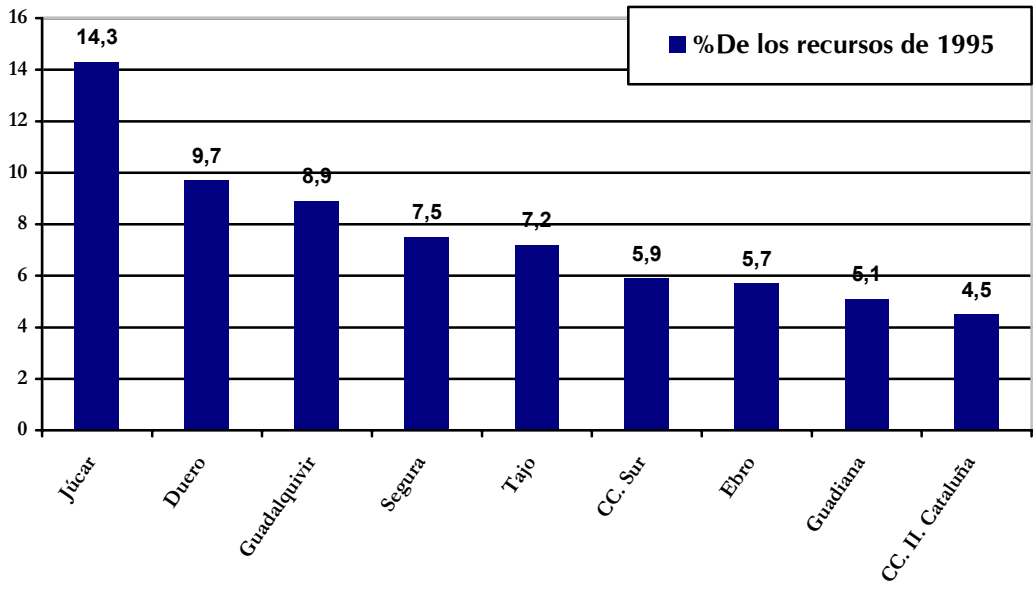


FIGURA 3. % DE AUMENTO EN EL RIEGO POR HECTÁREA PARA 2060 (AYALA-CARCEDO ET AL- 2000)

Desde el controvertido abanico de previsiones, en lo que se refiere a la evolución del nivel medio de precipitaciones, parece prudente, cuando menos, asumir los escenarios usados por el MIMAM y el CEDEX. Desde estas referencias Ayala concluye que el proceso de Cambio Climático puede suponer en la España Peninsular una reducción de recursos media del 17 %, equivalente a 20.115 hm^3; reducción que sería más severa en la mitad meridional (figura 4).

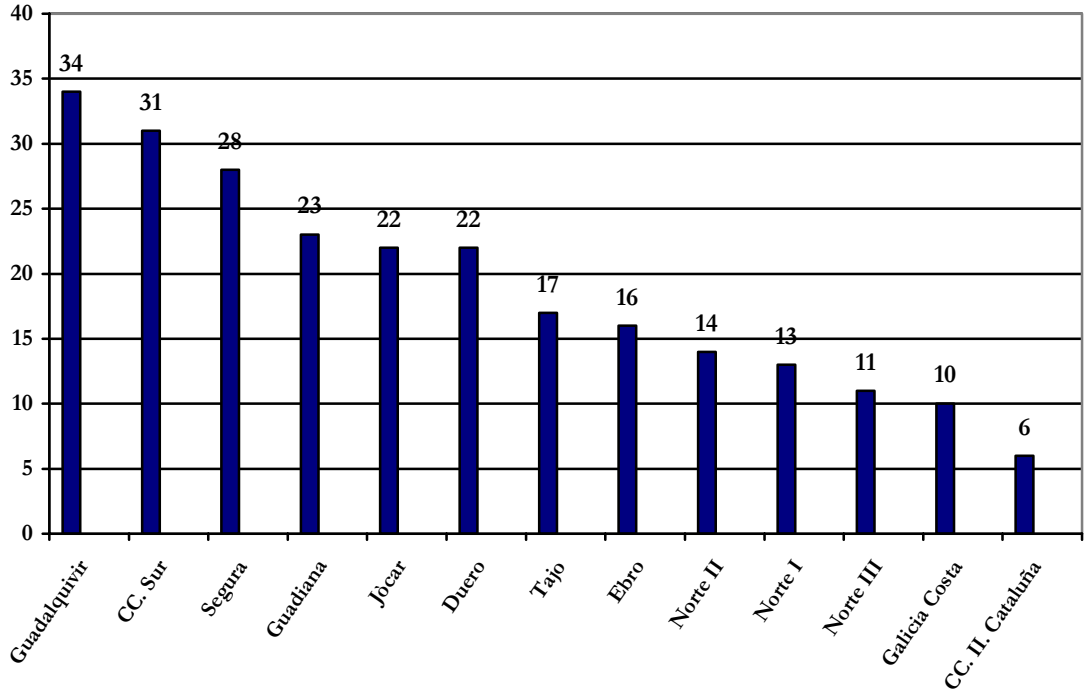


FIGURA 4. % DE REDUCCIÓN EN LA ESCORRENTÍA PARA 2060 (AYALA-CARCEDO ET AL- 2000)

Argumentar que tales escenarios no son seguros, como base para no hacer nada, entra en contradicción con la DMA, en la medida que dicha Directiva asume el principio de precaución ante este tipo de riesgos bajo fuerte incertidumbre. Debemos por tanto planificar el futuro asumiendo estos drásticos niveles de recesión de escorrentía media.

Sin embargo, el problema no esta sólo en los valores medios esperados, sino en el la creciente variabilidad climática. En años de normalidad pluviométrica, raramente se producen problemas relevantes. Los problemas aparecen en años extremos, bien por abundancia de precipitaciones, cuando aparecen fenómenos de gota fría, bien por escasez, en periodos de sequía. Por ello, el núcleo duro de la nueva planificación, más allá de los datos medios usados tradicionalmente, debe basarse en los parámetros que van a caracterizar los ciclos de sequía que el proceso de cambio climático en curso nos deparará. De nuevo aquí, los altos niveles de incertidumbre no pueden ser argumentos que justifiquen la pasividad.

Todo ello, junto a la necesidad de garantizar los nuevos objetivos ambientales de la DMA, nos exige, por un lado**, redimensionar la disponibilidad operativa de caudales** en cada cuenca, y por otro lado, abordar con decisión un proceso de revisión y actualización concesional.

Por todo ello, la fase que se abre de revisión de la planificación de cuencas debería guiarse mediante un adecuado Documento de Directrices para la Prevención y Gestión de Sequías.

Como es sabido, la DMA establece un marco de gestión ecosistémica en el que la máxima prioridad se sitúa en recuperar el buen estado de los ecosistemas acuáticos y de los acuíferos. De forma excepcional, en situaciones de emergencia por sequía, el abastecimiento a la población se priorizaría sobre el citado objetivo ambiental. No obstante, no puede considerarse que los ciclos de sequía sean tiempos en los que puedan ignorarse los objetivos de la DMA. La excepción no debe transformarse en regla. De hecho, la prioridad del abastecimiento básico a la población en raras ocasiones entra en conflicto con el principio de conservación del buen estado ecológico de los ecosistemas acuáticos. Por el contrario, recuperar el buen estado de ríos, lagos, humedales y acuíferos aumenta la resiliencia de esos ecosistemas y sistemas naturales, fortaleciendo su funcionalidad inercial y su resistencia frente a eventos extremos o cambios estructurales geoclimáticos más o menos drásticos.

Desde la coherencia de la DMA, las estrategias de prevención de la sequía deben basarse en:

- **Recuperar el buen estado cuantitativo y de calidad** de nuestros acuíferos y el buen estado ecológico de ríos, lagos y humedales, especialmente en las zonas más sensibles. Se trata en de preservar e incluso aumentar la resiliencia de nuestros ecosistemas y sistemas acuíferos maximizando sus capacidades reguladoras y regeneradoras de la calidad de las aguas, como base prioritaria de nuestras estrategias de sequía.
- En un segundo nivel de prioridad, deben situarse las **estrategias de ahorro, eficiencia y gestión de la demanda**, generalizando la implantación de contadores, introduciendo sistemas tarifarios por consumo (y no por hectárea, volumen edificado, etc…) basados en criterios de recuperación de costes (incluidos costes ambientales y de oportunidad).
- En un tercer nivel de prioridad, se deben valorar posibles **estrategias de generación de nuevos caudales en periodos de sequía** mediante la aplicación de las mejores tecnologías disponibles. La valoración y selección de tales opciones debe hacerse asumiendo perspectivas de sostenibilidad tanto ambiental como económica y social.

4. MEDIDAS Y ESTRATEGIAS A DESARROLLAR DESDE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Sobre la base de estos tres criterios, en el orden de prioridad reseñado, proponemos diversas medidas y estrategias a desarrollar.

1) **Estrategias de gestión integrada de acuíferos y recursos superficiales***:* previendo incluso la realimentación artificial de acuíferos en periodos húmedos. Acuíferos y humedales son piezas clave en la regulación natural de las cuencas. Recuperar el buen estado de los acuíferos y el buen estado ecológico de los humedales refuerza esas capacidades inerciales y reguladoras de la naturaleza, tanto en parámetros de cantidad de caudales como de regeneración y conservación de la calidad de los mismos. En España, el hecho de que las aguas subterráneas se hayan gestionado tradicionalmente desde el dominio privado ha hecho que las instituciones públicas hayan tendido a marginar la consideración de las aguas subterráneas en la planificación. Ello ha hecho que sean frecuentes, tanto los casos de sobreexplotación como de no explotación de los recursos acuíferos. En los casos de sobreexplotación (donde el acceso a aguas superficiales subvencionadas por el Estado ha sido más difícil), la alta rentabilidad obtenida ha exacerbado la explotación individualista. En los territorios donde existen infraestructuras o proyectos que hacen viable usar aguas superficiales bajo subvención pública, los acuíferos ha tendido a ser ignorados. En ambos casos se hacen necesarias acciones planificadas que hagan posible a corto, medio o largo plazo, un uso integrado y sostenible de las aguas superficiales y subterráneas que prevea la gestión de los ciclos de sequía. En los casos de sobreexplotación es preciso reducir los usos habituales a niveles que permitan respetar en años normales las reservas precisas para poder gestionar la escasez en años secos. En los casos en los que los acuíferos han sido ignorados o infrautilizados, debería tenderse a preservarlos (en cantidad y calidad) como reservas estratégicas y como reservas para la gestión de sequías, disponiendo de baterías de pozos de sequía adecuadamente ubicados y mantenidos.

2) **Estrategias de ahorro y eficiencia mediante planes de modernización:** los altos niveles de ineficiencia vigentes, tanto en usos agrarios como en redes urbanas, ofrecen, como reverso positivo de la medalla, notables posibilidades de ahorro, si realizamos adecuados esfuerzos de modernización. Sin embargo, los ahorros generados deben destinarse a mejorar el estado de ecosistemas y acuíferos, así como a generar reservas de sequía, y no a desarrollar nuevos usos (en regadío o desarrollo urbanístico), especialmente en las zonas sensibles donde hay mayores problemas de escasez. En este sentido, las inversiones públicas destinadas a financiar la modernización de regadíos y redes urbanas deben ir acompañadas de la correspondiente revisión concesional a la baja acompañada del consiguiente aumento de garantía en sequía. Este enfoque, cuya racionalidad resulta evidente, ofrece dificultades políticas de aplicación, en la medida que choca con el sentido de apropiación incondicional de la concesión por parte del usuario que se ha asentado en la conciencia social y en la tradición administrativa. Sin embargo, es preciso romper esa tradición, condicionando los apoyos financieros e incluso las subvenciones a fondo perdido (que pueden ser generosas) a la aplicación rigurosa del criterio de reajuste de derechos concesionales a niveles eficientes.

3) **Revisión y actualización de concesiones:** de hecho, las nuevas prioridades y objetivos ambientales de la DMA exigen un proceso de revisión y actualización concesional. Desde esos nuevas prioridades y objetivos será preciso rescatar

derechos concesionales, en algunos casos. Pero sobre todo será preciso reestructurar condiciones, introduciendo criterios que flexibilicen las concesiones, especialmente las hidroeléctricas, a fin de ampliar los márgenes de gestión de las sequías. Lo cierto es que jamás, ningún Gobierno, ni en democracia ni en dictadura, se ha atrevido a abrir un proceso significativo de revisión concesional. De hecho, las concesiones se han transformado, con el tiempo, y gracias a la solidez jurídica que les otorga la ley, en cuasi-derechos de propiedad. A pesar de las dificultades políticas que ello supone, los cambios trascendentes que impone la DMA exigen diseñar un ambicioso proceso de revisión concesional. Tal vez, el citado proceso debería ir precedido de adecuados cambios en el marco legal que lo faciliten. Los cambios a realizar no tienen por qué implicar medidas expropiatorias duras generalizadas. Ante todo sería preciso clarificar, regularizar y ordenar los derechos existentes. Muchos derechos de riego, incluso en los grandes sistemas públicos, no están formalizados. Es necesario formalizarlos, arbitrando condiciones que incentiven el interés de los regantes por la modernización y el uso eficiente de los caudales disponibles. Pero sobre todo, es preciso clarificar y publicar la información sobre el estado actual de las concesiones vigentes y de las que han caducado. En el caso de las que ya no están vigentes habría que amortizarlas para poner esos caudales a disposición de los objetivos ambientales y de gestión de sequías que hoy deben priorizarse. En el caso de las que, estando vigentes, sean más significativas, será preciso organizar auditorías o inspecciones que permitan determinar si se están usando adecuadamente o no. Pero sobre todo será esencial conocer la vigencia temporal de esas concesiones. La disponibilidad pública de estos datos permitirá proponer y aprobar (con participación ciudadana) un plan de amortización y renegociación de concesiones que permitiría disponer de caudales sustanciales, en unos casos, y condiciones más flexibles, en otros, por poco dinero.

4) **Plan de reconversión del sector del regadío:** el crecimiento del regadío previsto en los Planes de Cuenca y en el PNR debe ser revisado en profundidad, promoviéndose una reestructuración del sector, modernizándolo, disminuyendo la superficie regada y aumentando la competitividad, especialmente en la explotación familiar. Esa disminución pasaría por un plan de retirada progresiva y voluntaria de regadíos de baja productividad, especialmente en zonas salinizadas, con las pertinentes compensaciones. El ahorro generado por esos planes de modernización y de retirada de regadíos debería destinarse, como ya se ha dicho, a mejorar el estado de acuíferos y ecosistemas acuáticos y aumentar la garantía de los abastecimientos urbanos y del propio regadío en ciclos de sequía. Se trata en definitiva de asegurar un regadío menos extenso pero más rentable, concentrando las ayudas, tanto nacionales como europeas, sobre la explotación familiar agraria. Estas medidas pueden resultar en principio impopulares, pues suponen romper el mito del crecimiento del regadío como clave de desarrollo rural y económico; sin embargo las dinámicas de liberalización internacional de mercados, las políticas agrarias en la UE y los requerimientos ambientales (especialmente bajo las perspectivas de cambio climático), exigen una actitud valiente a este respecto. Ello requerirá un proceso por fases en el que será fundamental ganar comprensión social y será precisa una negociación paciente enmarcada en la oferta de un plan de desarrollo rural. Es de notar que, frente a la estrategia adoptada en el Sudeste, promoviendo estrategias "de oferta" (trasvases) frente a la espiral consumada de demandas, en la Mancha se asumió una estrategia de incentivar la disminución de demandas de riego mediante compensaciones, lográndose una reducción en

Daimiel estimada en un 32% de la superficie regada. Se trataría de abrir un proceso de retiradas voluntarias progresivas a las que se asignaría cada año un presupuesto de compensaciones que sería modulable. Un plan de este tipo se puso en marcha con éxito en el Valle de San Joaquín California (Arrojo et al, **).

5) **Control del Dominio Público, acabando con extracciones y vertidos ilegales:** será preciso diseñar y desarrollar previamente procesos de información y sensibilidad ciudadana que permitan aplicar con rigor la ley contando con amplio consenso social. En periodos de sequía, en los que el interés público de tal rigor resulta más evidente, deben intensificarse estos esfuerzos. Acabar con esta lacra de desgobierno requerirá tiempo y una adecuada estrategia que identifique las transgresiones más graves, a fin de actuar con prioridad sobre ellas, y de forma progresiva respecto al resto. La tolerancia cero en estas materias debe transformarse en una línea estratégica firme sobre la que se establezcan objetivos claros y viables en el corto, medio y largo plazo. En todo caso, las acciones de aplicación estricta de la ley deben combinarse con incentivos que favorezcan la responsabilidad colectiva y las buenas prácticas. En este sentido, constituir comunidades de usuarios en el ámbito de las aguas subterráneas debe ser un objetivo prioritario, como clave esencial para que sean los propios usuarios quienes activen controles para un uso sostenible de los acuíferos. La organización de Bancos Públicos de Agua en acuíferos sobreexplotados (en los que sólo puedan ofertar caudales quienes dispongan de concesiones legales) puede contribuir a ordenar su gestión si, al mismo tiempo, se establece un control eficaz que evite nuevas perforaciones y que colapse el mercado negro.

6) **Gestión económica de la escasez en el marco de estrategias de gestión de la demanda:** previamente, es preciso identificar los usos que realmente pueden y deben considerarse de interés general, como los servicios públicos básicos de abastecimiento y saneamiento, asignándoles la correspondiente prioridad y criterios de gestión en ciclos de sequía. Sobre esa base, deben diseñarse y aplicarse con rigor criterios de gestión económica de la escasez a los usos propiamente económicos, incorporando en la tarifa el llamado coste de oportunidad o de escasez del recurso. En definitiva, se trata de suscitar estrategias de gestión de la demanda sobre los usos económicos del agua, asumiendo que la escasez en economía no es una tragedia a evitar, sino una realidad inexorable a gestionar. En este sentido, mientras los tramos básicos de una tarifa urbana (por bloques crecientes) deben permanecer en precios asequibles (aunque haya problemas de escasez generalmente esos consumos básicos nunca son la razón de esos problemas), en los tramos altos y en todas las actividades económicas la tarifa a pagar debe reflejar la escasez existente o previsible, de forma que se activen, por motivación económica, cuantas opciones de ahorro y eficiencia estén disponibles para los usuarios. La aplicación de este principio de racionalidad económica, siendo sin duda problemático desde un punto de vista político, será sin duda más fácil de explicar y de asumir en el marco de gestión de la sequía.

7) **Aplicación del criterio de recuperación de costes para nuevos usos económicos:** de hecho, este principio, que debe ser introducido progresivamente en todo tipo de usos, será de difícil aplicación en las concesiones que hayan consolidado derechos adquiridos. Sin embargo, parece lógico que se aplique con todo rigor a cualquier expectativa de nuevos desarrollos, de forma que se frene el crecimiento de demandas, especialmente en zonas sensibles donde los recursos

hídricos son escasos. Logicamente, el desarrollo de tales regadíos en estas zonas pone en peligro el cumplimiento de los objetivos ambientales de la Directiva Marco, al tiempo que debilita más aún la capacidad de gestión de los ciclos de sequía de cara al futuro. La aplicación de este punto permitiría frenar el crecimiento de nuevas actividades que sólo serían viables desde la expectativa de aguas subvencionadas.

8) **Introducir criterios de ecocondicionalidad en las subvenciones agrarias:** En el marco de la política agraria de la UE está previsto introducir *criterios* de ecocondicionalidad a la hora de conceder ayudas y subvenciones agrícolas. Ésta sería una buena herramienta para favorecer la recuperación del buen estado de ríos, humedales y acuíferos, particularmente en zonas sensibles. A través de este tipo de medidas, se complementarían políticas como las propuestas en el punto 4, favoreciendo la reducción de la superficie en riego y mejorando la viabilidad de la tradicional agricultura de secano en zonas con recursos hídricos escasos y problemas de garantía en el abastecimiento urbano. En este capítulo, se deberían combinar los criterios de ecocondicionalidad en torno a objetivos ambientales con la promoción de la calidad alimentaria, incentivando la agricultura ecológica y la implantación de sellos de denominación de origen, de forma que se activen, a medio plazo, incentivos de mercado que reconozcan los beneficios generados para la sociedad desde estos nuevos enfoques productivos.

9) **Condicionar el desarrollo urbanístico a la disponibilidad de agua, incluso en sequía:** se trata de diseñar y poner en práctica medidas de ordenación urbanística y territorial, que garanticen perspectivas de sostenibilidad. Al respecto el Gobierno debería hacer las reformas legales necesarias para que todo permiso de nueva urbanización requiera de forma vinculante el certificado de disponibilidad de caudales por parte del organismo responsable de la gestión de aguas (Confederaciones de Cuenca o Agencias Autonómicas de Aguas). La certificación de disponibilidad de caudales debería incluir la garantía de abastecimiento en ciclos de sequía.

10) **Favorecer la regeneración y reutilización de retornos:** más allá de modernizar las redes urbanas, se trata de cerrar ciclos de regeneración y reutilización de retornos, especialmente en zonas costeras. La instalación de doble red en los nuevos desarrollos urbanísticos, por normativa municipal, permite cubrir buena parte de los usos con caudales regenerados a costes muy asequibles que pueden amortizar las inversiones en la doble red. A menudo, en ciudades de interior, el vertido de los retornos a los ríos, tras un adecuado saneamiento, cubre una función ambiental esencial que no debe desaparecer bajo el argumento de la reutilización en nuevas demandas. En estos casos, los esfuerzos de regeneración y reutilización de caudales deben permitir reducir los consumos globales, liberando tales ahorros para mejorar la garantía del abastecimiento y el estado de ecosistemas y acuíferos, en lugar de dedicarse a desarrollar nuevos usos.

11) **Captación, drenaje y gestión de aguas pluviales:** la impermeabilización de enormes superficies urbanas hace de las tormentas un problema para la salud de nuestros ecosistemas fluviales, al tiempo que genera crecientes riesgos de inundación. Tales problemas y riesgos deben gestionarse, e incluso transformarse en oportunidades. Es recomendable el drenaje separado de las aguas de lluvia (contaminadas con productos tóxicos derivados del tráfico por el lavado de las

calzadas) y su tratamiento natural en humedales artificiales, antes de verterlas a los cauces fluviales. Sería necesario introducir el drenaje separativo, la permeabilización de superficies urbanas y la captación de agua de lluvia en cisternas y aljibes, por normativa municipal, en todo nuevo desarrollo urbanístico. Estas medidas pueden y deben igualmente fomentarse de forma descentralizada, en zonas ya urbanizadas, mediante adecuados incentivos económicos a los vecinos y empresas que las adopten. Sirva de ejemplo Alemania, donde se reduce la tarifa del agua, en el apartado de drenaje y gestión de aguas pluviales, a los ciudadanos, comercios o industrias que adoptan cualquiera de estas medidas en sus hogares o empresas. De esta forma, no sólo se reducen los riesgos de inundación y los problemas de degradación de los ríos, sino que se generan reservas suplementarias (tanto en los aljibes, como en los humedales artificiales o, por infiltración, en los acuíferos) que pueden contribuir a paliar los riesgos en sequía. En definitiva se trata de desarrollar estrategias inteligentes que integren el tratamiento de los eventos extremos, tanto de sequía como de tormenta que, como sabemos, tienden a ser más frecuentes e intensos en la dinámica de cambio climático en curso.

12) **Cambiar las estrategias de regulación anual por estrategias plurianuales:** generalmente nuestros embalses cubren estrategias de regulación anual, desde criterios de utilidad maximalista en años de normalidad. Se trata de optimizar esas capacidades reguladoras desde perspectivas de regulación plurianual que permitan tratar con normalidad los ciclos ordinarios de sequía. En cualquier caso, es necesario tener en cuenta que una estrategia de regulación plurianual encarece en coste del metro cúbico regulado, coste que deberá en todo momento contrastarse con los beneficios esperables para que pueda justificarse. Lo razonable, en cualquier caso, es que sacrificar ciertos usos para holgar el nivel de disponibilidad en años normales, permitiendo márgenes de regulación plurianual, resulta razonable en la mayoría de los casos. Una regulación plurianual excesivamente amplia, multiplicando el coste del metro cúbico regulado para tales ocasiones, resultará excesivamente cara frente a otras opciones. Se hace necesario realizar los correspondientes cálculos en cada caso.

13) **Estrategias "de oferta", basadas en la generación de nuevas fuentes y recursos en sequía:** a la hora de prever la generación de nuevos recursos en futuros ciclos de sequía, deben priorizarse aquellas opciones que ofrezcan mayor fiabilidad, flexibilidad y modularidad, tomando cuenta los costes económicos, sociales y ambientales que impliquen. Tradicionalmente las estrategias *"de oferta",* accediendo a nuevas fuentes, han estado presididas por megaproyectos hidráulicos de regulación y de transporte a distancias crecientes, incluyendo grandes trasvases intercuenca. Sin embargo, el desarrollo de las nuevas tecnologías de membranas semipermeables están haciendo emerger nuevas opciones que permiten obtener aguas de calidad por depuración de recursos degradados o de aguas marinas disponibles en proximidad. El criterio de fiabilidad es esencial, en la medida que se trata de ofrecer fuentes en tiempos de emergencia. Grandes trasvases, como los del Ebro o el Júcar, son ejemplos de malas estrategias de sequía para las zonas receptoras, por falta de fiabilidad. De hecho, en años de sequía, tales trasvases quedarían inactivos, al afectar generalmente la sequía al conjunto del área mediterránea. La flexibilidad de las soluciones es esencial, por cuanto se trata, no de suministrar caudales sistemáticamente, sino de forma coyuntural, en circunstancias de emergencia. La falta de flexibilidad se suele traducir en incremento de costes, cuando se trate de construir infraestructuras que queden

inactivas y baldías en tiempos de normalidad. Por último, cada vez es más apreciada la modularidad de las estrategias, que permite adoptar soluciones descentralizadas en cada lugar. De hecho, el desarrollo de sistemas centralizados y mega-infraestructuras están dejando de ofrecer *"economías de escala"* para generar en su lugar *"deseconomías de escala"*. Es decir, empiezan a producir más problemas que soluciones, con el agravante de que éstas son cada vez más caras. Desde las oportunidades que viene alumbrando el desarrollo tecnológico, las opciones descentralizadas empiezan a ser cada vez más interesantes. En esta línea, las alternativas de regeneración, desalobración y desalación están llamadas a ocupar amplios espacios en las estrategias de sequía, especialmente en zonas costeras. La fiabilidad de la fuente en tiempos de sequía es alta; la flexibilidad, no siendo óptima, puede conseguirse con un adecuado diseño de las plantas (prever bastidores suplementarios y capacidades holgadas de bombeo para aumentar la producción en periodos de sequía en un 30% es factible a costes asumibles); por último, la modularidad es clara, lo que permite soluciones descentralizadas y dimensionadas a las necesidades concretas de cada lugar y en circunstancias en evolución.

14) **Desarrollar programas de información, formación y educación ciudadana:** Tales programas deberían ser permanentes, y no sólo coyunturales, en momentos de emergencia, como suele ocurrir. El objetivo no debe ir dirigido sólo a posibilitar la participación ciudadana en la puesta en marcha de los planes de emergencia, en sus diversos niveles. Si revisamos las propuestas que se han desgranado en los anteriores puntos, en la mayoría de ellos es importante hacer comprender a la ciudadanía la necesidad, o cuando menos la conveniencia, de desarrollarlas. Muchas de ellas son incluso de difícil viabilidad si no se generan cambios sustanciales en la conciencia social. Estos programas de información, formación y educación ciudadana deben complementarse con labores de seguimiento crítico de las políticas públicas que permitan alimentar el ciclo de información y participación ciudadana que la propia DMA propugna.

5. GESTIÓN DE LAS SITUACIONES DE ALERTA Y DE EMERGENCIA

Más allá de las medidas y estrategias de prevención, que permitirán disponer de mayores márgenes de disponibilidad de recursos en los tiempos de *"vacas flacas",* deben establecerse adecuados planes y protocolos de gestión de los ciclos de sequía.

A este respecto se deben acordarse medidas como las siguientes.

1) **Estrategias escalonadas en la gestión de las crisis:** estableciendo criterios objetivos que determinen con claridad los umbrales de prealerta, de alerta y de emergencia, en sus diversas fases. Es necesario que los parámetros usados para precisar esos umbrales sean nítidamente objetivables y suficientemente sencillos para ser comprendidos por la ciudadanía y manejados en sus diversos niveles por las administraciones involucradas.

2) **Procesos de participación ciudadana pro-activa en el diseño de dichas estrategias:** tal y como se ha reseñado en el anterior punto la información, la comprensión y el acuerdo ciudadanos resultan esenciales para poder construir sobre ellos la responsabilización ciudadana en la gestión de esas situaciones de emergencia. Elaborar buenos planes de emergencia no es sólo un problema técnico. Esta responsabilización ciudadana en situaciones de emergencia debe

construirse con antelación, mediante procesos informativos y participativos que garanticen un nivel relevante de influencia de la ciudadanía en la elaboración de dichos planes.

3) **Bancos Públicos de Aguas:** se trata de flexibilizar el sistema concesional mediante la creación de Bancos Públicos de Agua para la gestión de sequías a nivel de cada cuenca. La responsabilidad de organizar estos Bancos debe recaer en las Confederaciones Hidrográficas, en cuencas intercomunitarias, y en los Gobiernos de las diferentes Comunidades Autónomas, en las correspondientes cuencas internas de cada comunidad. En definitiva, la responsabilidad última debe corresponder a la misma institución que tiene la responsabilidad de gestión sostenible de los ecosistemas en juego. Sin embargo, en ésta como en otras responsabilidades de gestión pública de aguas, es necesario garantizar transparencia y participación ciudadana, a fin de evitar cualquier posibilidad de manipulación especulativa. Estos Bancos Públicos de Agua, más allá de constituir herramientas de gestión de sequías, podrían ser herramientas de recuperación de niveles de consumo sostenibles en las cuencas y acuíferos sobreexplotados. Teóricamente la funciones redistributivas de recursos disponibles en periodos de sequía podrían ser ejecutadas directamente por la Administración desde sus competencias de gestión del sistema concesional. Sin embargo, la práctica demuestra que dicho sistema es muy rígido, de forma que cualquier acción coercitiva del Estado suele suscitar fuertes reacciones y conflictos sociales. Los Bancos Públicos de Agua deben ser herramientas complementarias del propio sistema concesional, que faciliten la gobernabilidad de dicho sistema en tiempos de sequía y de escasez. Lógicamente esa gobernabilidad debe estar presidida por los objetivos que especifica la DMA. En este sentido los Bancos Públicos de Agua pueden y deben ser una herramienta para garantizar el objetivo de preservar el buen estado ecológico de los ecosistemas y el buen estado de los acuíferos. Más allá de las competencias administrativas para garantizar ese objetivo, desde la lógica del sistema concesional, las Administraciones públicas podrían y deberían liberar caudales captados por los Bancos Públicos de Aguas para destinarlos a funciones ambientales. En la experiencia del Banco de Aguas de California, un porcentaje notable de los caudales captados por el Banco, quedó en los cauces, cumpliendo funciones ambientales, al tiempo que el coste de ese *"rescate concesional"* se cargaba sobre el precio global pagado por los beneficiarios compradores de derechos en el Banco. Por último, más allá de facilitar la gobernabilidad y aceptabilidad social, los Bancos Públicos de Aguas pueden y deben inducir caminos de racionalidad económica, en coherencia con el punto seis del apartado precedente. A través de los Bancos Públicos de Aguas, la Administración puede inducir el pago de los costes ambientales y de oportunidad, con el acuerdo de los usuarios, al menos en lo que se refiera a periodos de sequía.

4) **Regulación de intercambios de derechos entre usuarios:** con frecuencia, disponemos de aguas excelentes en concesiones de riego, que pueden intercambiarse por retornos urbanos, adecuadamente depurados y regenerados, que pueden cumplir perfectamente funciones de regadío. Los costes de la depuración y del transporte debería correr a cargo de la ciudad, que en última instancia es la beneficiaria neta del intercambio de derechos. Otro caso típico se da en comunidades de regantes que disponen de aguas subterráneas, que no usan, al disfrutar de concesión de aguas superficiales subvencionadas, más baratas. Tal es el caso de los regantes del Bajo Gallego (en Aragón). En sequía, buena parte de las

dotaciones de aguas del Gállego, a las que tienen derecho prioritario por antigüedad, podrían derivarse al embalse de la Sotonera para Riegos del Alto Aragón. Bastaría que Riegos del Alto Aragón, asumiera cubrir el coste de poner en marcha baterías de pozos de sequía a fin de alimentar las acequias del Bajo Gallego, aprovechando el acuífero aluvial, escasamente explotado. En estos casos, como en otros muchos, se trata de aprovechar posibles intercambios en ciclos de sequía, bajo la garantía de que el usuario más beneficiado tome a su cargo, cuando menos, los costes de la operación. A menudo, la simple inercia de los derechos adquiridos o prioritarios hace difíciles acuerdos que resultan muy razonables. En tales casos, junto al pago de los beneficiarios y las justas compensaciones a quienes ceden derechos, la Administración debe hacer valer la amenaza, siempre posible, de una decisión administrativa, basada en el interés general, desde el régimen concesional vigente.

5) **Creación de un adecuado sistema de seguros:** se trata simplemente de extender de forma eficaz las herramientas habituales del sector de los seguros para cubrir riesgos en los usos económicos del agua en ciclos sequía. Se trata de prevenir los impactos económicos de las sequías extraordinarias, ante las que es y será imposible cubrir riesgos con caudales regulados o generación de nuevos recursos. Dicho en otras palabras: donde es imposible, o excesivamente caro, reservar caudales o generar nuevas capacidades de producción de agua, será más razonable regular y prever capacidades financieras que permitan compensar los correspondientes impactos. Podría servir de ejemplo, la gestión de riesgos de helada. Existen técnicas de prevención de heladas que cubren, hasta cierto punto, este tipo de riesgos; pero lógicamente esas técnicas implican los correspondientes costes. En casos de bajas temperaturas extremas, ninguna tecnología cubrirá los impactos; ante lo cual, lo único que cabe es organizar una estrategia financiera de prevención en base a adecuados seguros. La decisión suele ser económica: si gestionar el riesgo en base a seguros es más barato que hacerlo mediante técnicas que nos blinden ante los correspondientes impactos, asumiremos la opción del seguro. En materia de riesgos de granizo parece claro que ponerle techo al campo es más caro que contratar un seguro... Los problemas del sector empresarial de seguros, para cubrir riesgos de sequía, tendrán que ver con garantías jurídicas y financieras. Tales problemas se deben abordar institucionalizando el marco pertinente. Sin embargo, los problemas más significativos procederán, con toda probabilidad, de los sectores económicos concernidos, en la medida que está vigente la idea de que la responsabilidad de tales riesgos corresponde al Estado. Sin embargo, en la medida que hablamos de usos económicos, los impactos de las sequías, como riesgos climáticos propios del espacio donde se desarrollan estas actividades económicas, deben internalizarse en esas actividades económicas. Como ya se ha explicado, la Administración debe garantizar capacidades de regulación plurianual (cuyo coste deberá reflejarse en las políticas tarifarias ordinarias) para garantizar una cierta normalidad en ciclos de sequía ordinarios. Sin embargo, el riesgo de sequías extraordinarias debe prevenirse mediante fondos y sistemas de seguro que se paguen en años de normalidad por parte de los propios interesados. La Administración debería establecer la correspondiente normativa, de carácter obligatorio o voluntario. En este último caso la Administración debería, cuando menos, incentivar a los empresarios para que contrataran adecuados seguros.

6. CONCLUSIONES

1) Debe distinguirse la prevención de las sequías, de la gestión de las situaciones de emergencia propiamente dichas.

2) En el contexto de cambio climático en curso, se combinan fenómenos previsibles, como el crecimiento de temperaturas (con el consiguiente aumento de evapotranspiración), con otros bajo alto grado de incertidumbre. La DMA establece la necesidad de gestionar los riesgos bajo incertidumbre en base al principio de precaución.

3) Aplicando este principio, y a pesar de que existan amplios márgenes de incertidumbre, la prevención de sequías debe basarse en nuevos enfoques de planificación hidrológica que asuman las restricciones que impone el cambio climático.

4) El uso maximalista, en años de normalidad, de los recursos regulados (de forma natural en acuíferos o mediante embalses) y la sistemática contaminación de ríos y acuíferos constituyen las claves que fragilizan nuestros sistemas ante las sequías.

5) La recesión de escorrentías en las últimas décadas, debidas más a la reforestación de cabeceras que a la disminución de lluvias, se verá acentuada en próximas décadas por el crecimiento de temperaturas, con el aumento de evapotranspiración, y por disminución de las precipitaciones medias. Todo ello nos debe llevar a asumir recesiones de escorrentía que oscilan entre el 6% en Cuencas Internas de Cataluña y el 34% en el Guadalquivir.

6) La creciente variabilidad climática agrava los posibles escenarios de futuro, incrementando la intensidad y frecuencia de ciclos de sequía, lo que nos obliga a restringir más aún los márgenes operativos de disponibilidad de caudales.

7) La nueva planificación hidrológica debe basar las estrategias de sequía en la recuperación del buen estado de ríos y acuíferos, reforzando su funcionalidad inercial y su resiliencia frente a los fenómenos de cambio climático en curso.

8) La nueva planificación debe revisar el crecimiento del regadío previsto en los planes hidrológicos y de regadío vigentes, desde nuevos niveles de disponibilidad de caudales compatibles con los objetivos ambientales de la DMA y las condiciones que se perfilan como consecuencia del cambio climático en curso.

9) En estas condiciones parece razonable elaborar un Plan de Reconversión del Regadío en España que complemente la prevista modernización con la retirada de regadíos salinizados y de baja rentabilidad, bajo adecuadas compensaciones.

10) A nivel urbano deben desarrollarse planes de ahorro e incentivación de la eficiencia, al tiempo que debe frenarse el crecimiento urbanístico, condicionando de forma vinculante cualquier nueva urbanización a la certificación de disponibilidad sostenible de caudales desde la autoridad competente en el territorio en materia de gestión de aguas.

11) El ahorro generado por los procesos de regeneración y reutilización de caudales y por la modernización de redes urbanas y sistemas de riego, debe traducirse en rescate de concesiones para recuperar caudales ambientales y reforzar la garantía en sequía.

12) A la hora de prever nuevas fuentes en tiempos de sequía deben priorizarse las opciones que ofrezcan mayor fiabilidad, flexibilidad y modularidad, desde costes mínimos.

13) De cara a gestionar los ciclos de sequía es fundamental flexibilizar el sistema concesional mediante la implantación de Bancos Públicos de Aguas, adecuadamente regulados, transparentes y abiertos a la participación ciudadana.

14) Ante la expectativa de ciclos prolongados de sequía, en los que resulta inviable garantizar suficientes caudales mediante estrategias de regulación plurianual, deben estructurarse adecuados sistemas de seguros.

REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS

Arrojo, P., 2003
El Plan Hidrológico Nacional: una cita frustrada con la historia..
RBA Editores-Integral. Barcelona.

Ayala-Carcedo, F.J.; Iglesias, A., 2000
"Impactos del posible Cambio Climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica en la España Peninsular".
Balairón edit..
El Cambio Climático, El Campo de las Ciencias y las Artes,
Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, pp.201-222.

CEDEX, 1997
Estudio sobre el impacto potencial del cambio climático en los recursos hídricos y las demandas de agua de riego en determinadas regiones de España.
Informe técnico para el Ministerio de Medio ambiente de España. Madrid.

Gallart F., 2001
"La estimación de los recursos hídricos en el PHN: insuficiencias del método empleado ante los cambios de uso y cubierta del suelo en las cabeceras de las cuencas".
P.Arrojo (coord.) – Bakeaz edit. El PHN a debate - Bilbao; pp. 201-210.

MIMAM, 1998
Libro Blanco del Agua en España.
Ministerio de Medio Ambiente – Secretaría de Estado de Aguas. Madrid.

MIMAM, 2000
Plan Hidrológico Nacional.
Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

EL PAPEL DE LOS ORGANISMOS DE CUENCA EN LAS SEQUÍAS

Juan Saura Martínez
Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Resumen

Se analizan los diferentes aspectos, que desde la experiencia y perspectiva de los Organismos de Cuenca, inciden en la gestión del agua, particularmente en momentos de sequía y se realizan una serie de propuestas encaminadas a mejorar esa gestión, manteniendo el principio de unidad de gestión de la cuenca hidrográfica, con la participación efectiva de las Administraciones Local y Autonómica, flexibilizando el régimen concesional, e incorporando nuevos representantes de los intereses, no exclusivamente económicos, del agua, haciendo hincapié en la importancia de conseguir un nuevo Plan Hidrológico de Cuenca, con un buen Programa de Medidas, en concordancia con lo establecido en La Directiva Marco de Aguas, como herramienta imprescindible para la gestión sostenible de las aguas, con una referencia especial al papel de las aguas subterráneas en esa gestión.

1. ANTECEDENTES

1.1 Planes de Obras Hidráulicas y fundación de las Confederaciones Hidrográficas.

España es un país de contrastes metereológicos en el que se presentan regiones muy húmedas, con precipitaciones superiores a los 2.000 mm/año y otras en las que dicho valor supera escasamente los 150 mm. A esta irregularidad espacial se une una irregular distribución temporal e interanual. Son conocidos en nuestros textos mas antiguos la existencia de *"hambrunas"* por la sequía sostenida, así como la amenaza permanente de las inundaciones, si bien en el aspecto económico es la sequía la que hoy produce daños mayores, en la proporción 5/1, comparando con los debidos a las inundaciones, salvando el riesgo de vidas humanas que estas últimas llevan consigo.

Con este panorama y con el lejano precedente de los intentos romanos y árabes de aprovechar el agua, de la mejor manera posible, es a finales del siglo XIX cuando se inicia prácticamente el esfuerzo por dominar la irregularidad de nuestro clima y utilizar los recursos hídricos, de una manera ordenada, en el desarrollo del país. De esta época es la Ley de Aguas de 1879, ley centenaria que fue sustituida por la actualmente vigente de 1985, con sus modificaciones posteriores de 1996, 1999 y 2005. Asimismo, el político aragonés Joaquín Costa, defensor del papel impulsor del Estado en la construcción de embalses y regadíos, decía por aquellas fechas:

- *"La condición fundamental del progreso agrícola y social en España, en su estado presente, estriba en los alumbramientos y depósitos de aguas corrientes y pluviales. Esos alumbramientos deben ser obra de la nación, y el Congreso agrícola debe dirigirse a las Cortes y al Gobierno reclamándolos con urgencia, como el supremo desideratum de la agricultura española".*
- En este clima social se iniciaron los primeros Planes de Obras Hidráulicas.

Los planes de 1902, 1909 y 1916 fueron meros listados, catálogos de proyectos a ejecutar, carentes de toda cohesión y unidad. Con la creación de las Confederaciones Hidrográficas, en 1926, se prevén ya actuaciones coordinadas, dentro del marco de cada cuenca ya que se les encomienda *"La formación de un Plan de Aprovechamiento general coordinado y metódico de las aguas que discurren por los cauces de los ríos comprendidos en la cuenca, a los efectos de su mejor aprovechamiento".*

En este contexto, el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, propuesto por el ingeniero D. Manuel Lorenzo Pardo es el primero que empieza a responder al concepto actual de planificación, ya que se afronta por primera vez un estudio integral de los recursos

y necesidades hídricas en España para subsanar los déficits y desequilibrios hidráulicos de las cuencas. Aunque este Plan no fue prácticamente aplicado, por los avatares de la guerra civil, podemos decir que ha inspirado gran parte de las realizaciones hidráulicas pasadas.

1.2 La unidad de la cuenca y la participación de los usuarios.

Esta idea de la gestión a nivel de cuenca hidrográfica fue pionera en la sociedad de nuestros días, y ha sido transplantada, con diversos matices, a otros países europeos y americanos del mundo occidental, culminando con la Directiva Marco europea, que actualmente se está implantando en los países de la U.E. Al tiempo que se estableció la gestión unitaria de la cuenca hidrográfica, la participación de los usuarios en sus Órganos de Gobierno y de Planificación ha sido una constante histórica, independientemente de las diferentes situaciones políticas que nuestro país atravesó en el siglo pasado. La necesidad de ampliar el concepto de usuario, así como la consideración del Estado de las Autonomías y por consiguiente, de la participación efectiva de las Comunidades Autónomas en la gestión de las cuencas, no invalida la oportunidad y el acierto del planteamiento, que hace 80 años, se hizo en nuestro país a la hora de abordar la gestión unitaria de las cuencas hidrográficas.

1.3 Oferta de recursos y gestión de la demanda.

El contexto histórico en el que nacen las Confederaciones Hidrográficas, justifica el que su dedicación inicial se enfocase al desarrollo económico del país (producción hidroeléctrica, regadíos, abastecimiento a población, defensa de avenidas, etc.), con un papel fundamental del Estado en el desarrollo de infraestructuras hidráulicas que han permitido regular y controlar un 40% de los recursos naturales hídricos del país (114 Km^3), porcentaje que de forma natural no alcanzaría el 5% del total, claramente insuficiente para el desarrollo de un país moderno.

No obstante, la oferta de recursos, con la ayuda del Estado, que presidió las actuaciones en obras hidráulicas, justificadas en el contexto de desarrollo del país, generó una dinámica de demanda *"ilimitada"*, incompatible con el concepto de bien escaso aplicable al recurso hídrico, generando déficits importantes, a final del siglo XX, con un peso de la demanda agrícola del 75%, y con una vulnerabilidad ante las sequías intolerable para una economía moderna.

A esto hay que unir que las posibilidades técnicas de aumentar por métodos convencionales los recursos disponibles son limitadas, ya que, en general, se tratarían de infraestructuras de costo marginal elevado o/y de impactos ambientales relevantes. Por todo ello, se hace necesario actuar sobre la demanda, haciéndola eficiente en todos los usos, muy especialmente en el regadío, por su peso relativo en el total de las demandas.

1.4 El papel de las aguas subterráneas.

El papel de las aguas subterráneas ha sido a lo largo de este proceso muy importante, pero con muchas contradicciones, entre ellas, la consideración de aguas privadas, o recursos minero, hasta la ley de 1985, cuando ya existían en nuestro país cientos de miles de pozos, y sobre todo, una cultura de *"este pozo es una mina"*, al margen del ciclo hidrológico. El mero enunciado de *"aguas públicas"*, ha sido insuficiente, ya que si se hubieran inscrito en el Catálogo de Aguas Privadas las cifras que las solicitudes de los interesados reflejaban, presentadas a raíz de la aprobación de la Ley de Aguas de 1985, ni el río Amazonas hubiese sido suficiente para atender lo que supuestamente se había venido extrayendo de los pozos existentes con anterioridad a 1985. La falta de exactitud de dichas solicitudes exigía un análisis pormenorizado y un contraste de campo, que los Organismos de Cuenca no fueron capaces de realizar en aquellas fechas, ya que los medios materiales y económicos puestos a

su disposición eran francamente insuficientes. Es ahora, con el llamado *"Programa Alberca"*, cuando se están llevando a la práctica, con el rigor adecuado, estas inscripciones de derechos preexistentes, que limitan bastante el uso racional futuro de estos recursos como aguas públicas. A pesar de ello siguen existiendo posibilidades de gestionar estas aguas, conjuntamente con las superficiales, y muy especialmente en relación con los periodos de sequía, donde el papel de reserva estratégica de estas aguas, y la preservación de su calidad, deben ser objetivos prioritarios en la gestión futura de las cuencas hidrográficas.

1.5 El régimen económico-financiero.

Los antecedentes históricos ya mencionados han influido en gran manera en los cánones y tarifas que la Administración del Estado ha exigido a los usuarios del agua, de modo que las fórmulas y porcentajes de amortización de las inversiones han supuesto tradicionalmente una subvención encubierta, justificada en su momento por la necesidad del impulso estatal necesario para el desarrollo del país, pero menos justificables en los momentos actuales donde debe también contemplarse el valor económico del agua como bien escaso, bajo el principio de recuperación de costes, que ya la Directiva Marco explícitamente establece en su Articulado.

Consecuencia de todo lo anterior es el calado, entre los usuarios del agua, de la percepción de esta como un *"don natural"* sin reflexionar sobre las costosas infraestructuras que su garantía de suministro ha exigido. La propia concepción de las aguas subterráneas como un recurso *"minero"* y de carácter privado también ha abundado en esa percepción. La ley de Aguas de 1985 dio algunos pasos, en la nueva orientación requerida: carácter publico de las aguas subterráneas, planificación hidrológica, mayor preocupación por la calidad, pero no alteró prácticamente el régimen económico-financiero que permaneció similar al ya establecido por la Ley de 1911.

La Modificación de la Ley de Aguas (Ley 46/1999 de 13 de diciembre) supuso otro paso en la línea de consideración del agua como bien escaso, introduciendo un factor corrector (inferior a 2 y superior a 0,5) en cánones y tarifas de riego en función del consumo, aunque su aplicación está pendiente del desarrollo reglamentario. Asimismo estableció (Art. 55.4) la obligación de los concesionarios a instalar los sistemas de medición de caudales que fueran necesarios.

La Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en política de aguas estableció en su Artículo 9 el principio de recuperación de costes, fijando el horizonte 2010 para que la política de precios del agua proporcione incentivos adecuados para el uso eficiente de los recursos hídricos, así como una contribución adecuada de los diversos usuarios a la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua, si bien los Estados miembros podrán tener en cuenta los efectos sociales, medioambientales y económicos de tal recuperación, así como las condiciones geográficas y climáticas de las regiones afectadas.

Finalmente en la Disposición Adicional Undécima de la Ley del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001 de 5 de julio) se establece, en aplicación de la Directiva Marco 2000/60/CE, la obligación de que la cuantía de las exacciones (canon y tarifa) reguladas por la Ley de Aguas (Art. 106), se determine siempre teniendo en cuenta el volumen real utilizado. Como complemento obligado, la Disposición Duodécima de la Ley del P.H.N., en referencia al Artículo 55.4 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, ya citado anteriormente, fijó el plazo de un año para que el Organismo de Cuenca determine los medios de control efectivos de los caudales concesionales, estableciendo asimismo los procedimientos de comunicación e

inspección de dichos medios. Por otro lado, los titulares de derechos concesionales están obligados, en el plazo máximo de 4 años (2005) a instalar y mantener los medios de medición e información sobre los caudales consumidos, calificándose como grave el incumplimiento, y la reiteración como causa suficiente para la declaración de caducidad de la concesión.

Con esta disposición se cierra el ciclo de la nueva orientación de la gestión del agua, en lo relativo al tratamiento económico-financiero y su consideración como bien escaso. El desarrollo de todas estas medidas permitirá avanzar por el camino adecuado en orden a conseguir un uso más eficiente del agua en nuestro país.

1.6 El medioambiente esencial en la gestión del agua.

Independientemente de la mayor o menor sensibilidad que hacia los aspectos ambientales pudieran tener los gestores del agua del pasado siglo, es a raíz de la entrada de España como miembro de la U.E. en la década de los 80, con la transposición de las normativas comunitarias, y con el despertar de la sensibilidad social hacia el respeto a los valores ambientales, cuando el medio ambiente pasa a ser un valor real, jurídicamente reconocido además, que aparece como esencial en la gestión del agua y en la construcción de las infraestructuras relacionadas con la misma. Estos valores ambientales, y la legislación que los contempla, son un factor esencial en el futuro de la gestión del agua, y como prueba de ello, la D.M. supone una apuesta por una nueva cultura en la gestión, donde el respeto al medio ambiente y a la calidad de las aguas, afloran de forma permanente y como objetivo esencial, dentro del marco del desarrollo sostenible y la protección del recurso para generaciones venideras.

1.7 La modernización de los regadíos.

El hecho de ser el sector del regadío el consumidor de un 75% del recurso hídrico, y la existencia de infraestructuras de transporte y distribución, cuya eficiencia puede mejorar sensiblemente, hace que la modernización de los regadíos sea un objetivo irrenunciable en la gestión futura del agua. Dado que la renta agraria de la superficie regada es, en media, 5 veces la del secano, ha venido siendo una constante social la demanda de riego siempre que haya existido una posibilidad de obtener el recurso hídrico[1]

Cabria preguntarse si no existen otras alternativas al desarrollo regional, dentro de una visión general de Ordenación del Territorio y del desarrollo sostenible, pero lo cierto es que nadie ofrece alternativas sólidas de desarrollo en las zonas rurales que no pasen por el regadío, siempre que se vislumbre la posibilidad de contar con agua para su implantación. Es posible que un cierto principio de racionalidad pueda establecerse desde una visión con una componente económica en el tratamiento del recurso hídrico ya que la rentabilidad media del m^3, p.e. en el Guadalquivir, puede ser del orden de los 0,22 €/m^3 y el pago que se viene haciendo en las zonas regables clásicas (tarifa + canon + derrama de la comunidad) no supera los 0,03 €/ m^3 en gran parte de los casos.

La aplicación de los principios de la nueva orientación del régimen económico-financiero y de la Directiva Marco resultan obligados; además de incentivar el mejor uso del agua animarán a la realización de la modernización necesaria de los regadíos, bien entendido que debemos tener claro que esta modernización no es solo la transformación de la red de

[1] Un caso singular en Andalucía ha sido en la actualidad, por ejemplo, el riego de olivar, tradicionalmente de secano, cuya demanda ha generado tensiones importantes entre los concesionarios mas antiguos de riegos tradicionales y los nuevos aspirantes a disponer de agua para el riego del olivar, demanda que ha superado ampliamente las 100.000 Has.

distribución en una red más eficiente (tuberías en lugar de canaletas de régimen abierto, y/o construcción de balsas de regulación).

Estas obras son costosas (del orden de 6.000 €/Ha) y siendo, *"a priori"*, un camino que se aventuraba difícil de hacer con la colaboración económica de los propios usuarios, la experiencia es positiva, y ya se encuentran en marcha transformaciones que afectan a un porcentaje importante de los riegos por gravedad en nuestro país. Este esfuerzo supondrá, para los usuarios financiar un 50%, aproximadamente, de estas inversiones (el otro 50% lo financiará la Administración) y más que duplicar el costo actual del agua, que superará los 0,06 €/m^3 – 0,08 €/m^3. El costo total del agua por Ha. superará los 300 €/Ha, lo que supondrá un 20% o más del total de gastos por Ha.

Pensar que, en los cultivos extensivos, puedan superarse los 0,08 €/m^3 nos resulta difícil[2]. A una cifra parecida llega, por otro camino, un estudio reciente del CENTA y las Universidades de Córdoba y Valladolid, cuyas conclusiones resumidas fueron expuestas con gran claridad en las pasadas jornadas sobre la aplicación de la Directiva Marco de Aguas, celebradas en 2002 en la Universidad Menéndez Pelayo en Santander. Esto no quita que, en aplicación de la D.M. deban y puedan establecerse principios de penalización contra el despilfarro, donde puedan superarse esas cifras del costo en el gasto marginal. Deben hacerse con la suficiente prudencia y racionalidad.

Pero la modernización no debería acabar ahí. Ya en el Congreso de Grenoble de la ICID, celebrado en 1981, se hacía hincapié en este principio: La gestión global del regadío, de la transformación y comercialización de sus productos es tan importante, o más, que el nuevo aumento de la eficiencia hidráulica en la distribución del agua.

1.8 Planificación Hidrológica y Directiva Marco.

La introducción del concepto de Planificación Hidrológica con rango de Ley se hace por primera vez en nuestro país en la Ley de Aguas de 1985, generándose durante el periodo 1985 - 1996 un debate con amplia participación pública, en las cuencas hidrográficas españolas, que culmina con la aprobación de los Planes Hidrológicos de Cuencas, que finalmente son aprobados por el Gobierno de la Nación en 1.998. La Ley preveía también la aprobación de un Plan Hidrológico Nacional, que fue aprobado por Ley 10/2001 de 5 de Julio y posteriormente modificado por la Ley 11/2005 de 22 de Junio, en particular en lo referente al controvertido trasvase del Ebro. El vigente Plan Hidrológico Nacional contiene en su Articulado medidas encaminadas a la mejor gestión del agua, como son los Planes Especiales de Actuación en Sistemas de Alerta y Sequía, por cuencas, y los Planes de Emergencia en Abastecimientos de mas de 20.000 habitantes, la obligación de instalar contadores, y la obligación de que la cuantía de las exacciones (Canon y Tarifa) se determinen teniendo en cuenta el volumen real utilizado. Asimismo se realiza una apuesta por el uso de recursos hídricos no convencionales (reutilización, desalación), y por la gestión de la demanda, dentro de un marco de Desarrollo Sostenible.

La Directiva Marco 2000/60/CE que se está implantando progresivamente en los países de la UE, supone un nuevo enfoque en la gestión de las aguas en dichos países. Según la exposición de motivos de la D.M., el agua constituye un *"patrimonio que debe ser protegido y defendido"* y en coherencia con ello, establece en su articulado una serie de principios, objetivos y acciones encaminadas al mantenimiento y mejora de la calidad de las aguas y de

[2] En un contexto de precios de mercado de los productos agrícolas en disminución real, y con una PAC llena de incertidumbres para el futuro. No parece posible, sin llegar al abandono del regadío, una recuperación total de los costos reales, en muchas Zonas Regables.

los ecosistemas dependientes de ellas. Al considerar el agua como activo eco-social, su componente productivo es solo un aspecto de la misma, que deberá quedar condicionado en el futuro al cumplimiento de unos objetivos rigurosos respecto al estado cuantitativo y ambiental de las masas de agua. Define una acción integrada en los aspectos cuantitativos y cualitativos de las aguas continentales, costeras y de transición, con la protección de los ecosistemas acuáticos. Como corolario de esta acción integrada aparece la necesidad de la planificación y de la unidad de gestión a nivel de cuenca hidrográfica, principio este último, presente en nuestro país desde hace ocho décadas, lo que debe suponer un punto de partida favorable para la aplicación de los nuevos conceptos que la D.M. establece.

2. LA GESTIÓN DE LAS SEQUÍAS

2.1 Las tensiones entre usuarios.

La presencia de una sequía sostenida genera una situación de disminución de los recursos hidráulicos disponibles para atender las demandas establecidas en la cuenca afectada. Inevitable consecuencia es la necesidad de restringir determinados usos, teniendo en cuenta la prioridad del abastecimiento humano y de los condicionados ambientales tolerables en los ecosistemas asociados a ríos y humedales. Suelen ser los regadíos los primeros en verse sometidos a restricciones, dada la importancia cuantitativa de su demanda asociada, así como su menor prioridad relativa en comparación con abastecimientos y caudales ambientales.

Estas restricciones producen tensiones importantes dentro de una misma cuenca y en cada sistema de explotación, ya que los afectados presionan al Organismo de Cuenca al objeto de que dichas restricciones sean las mínimas, a costa de disminuir la garantía de los usos prioritarios mencionados. También dentro del mismo sector del regadío surgen diferencias y conflictos en función de los diferentes tipos de cultivos (olivar versus arroz, por ejemplo) y de sus derechos concesionales, cuya inscripción en muchos casos, o no existe, o es lo suficientemente vaga como para que cada uno *"arrime el ascua a su sardina"*, en un permanente tira y afloja, donde solo se esgrimen derechos y nunca obligaciones, y donde el diálogo permanente, y la paciencia, son las herramientas mas adecuadas para ir buscando posiciones de equilibrio en las decisiones que el Órgano de Cuenca, apoyado en los Decretos de Sequía, tiene que ir tomando a medida que la sequía progresa. Poco a poco, cuando la situación se hace mas crítica, y las restricciones afectan de forma sensible a los abastecimientos, consumidor prioritario que solo es el 15% del total del consumo, se pone de manifiesto un fracaso global de la gestión de todos los implicados, incluido el propio gestor directo del abastecimiento, que en situaciones previas no toma las medidas adecuadas en limitar el uso, o recabar recursos alternativos de otros usuarios no prioritarios, a los que debería ineludiblemente indemnizar, presionando también al Organismo de Cuenca, para que la cesión de esos recursos se produzca *"gratis total"*, olvidándose de que el agua mas cara en un abastecimiento a la población es la que no existe, por deficiente gestión previa, dando lugar a restricciones y al empleo del agua mineral embotellada, cuyo costo al usuario es 500 veces la servida por la red domiciliaria[3]. La circunstancia de ser Entidades Locales las responsables cara el ciudadano, en última instancia, de dichos abastecimientos, añaden a veces un componente político, que genera controversias y debates de estas características, que suponen una dificultad añadida en la

[3] Hay que tener en cuenta que el Artículo 55.2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), establece que el Organismo de Cuenca "podrá limitar el uso del dominio público hidráulico para garantizar la explotación racional. Cuando por ello se ocasione una modificación de caudales que genere perjuicios a unos aprovechamientos a favor de otros, los titulares beneficiados deberán satisfacer la oportuna indemnización, correspondiendo al Organismo de Cuenca en defecto de acuerdo entre las partes, la determinación de su cuantía".

búsqueda de las soluciones mas adecuadas, en etapas de previsión, antes de llegar a las fatídicas restricciones, que en gran parte de los casos deberían ser evitables.

2.2 Decretos de la sequía.

El Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Agua (TRLA), establece en su Artículo 58. "En circunstancias de sequías extraordinarias, de sobreexplotación grave de acuíferos, o en similares estados de necesidad, urgencia o concurrencia de situaciones anómalas o excepcionales, el Gobierno, mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros, oído el Organismo de cuenca, podrá adoptar, para la superación de dichas situaciones, las medidas que sen precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión".

En base a este Articulo 58 (en su versión del Artículo 56 en la Ley de Aguas 29/1985 de 2 de agosto) el Gobierno de la Nación dictó el R.D. 531/1992 de 22 de mayo, con vigencia hasta el 31/12/1993, por el que se adoptaban medidas administrativas especiales para la gestión de los recursos hidráulicos. Este Real Decreto fue prorrogado hasta el año 1996, ante la persistencia de la sequía que sufrió nuestro país en el periodo 1992-1995. El contenido de estos Reales Decretos se resumía en:

- Las Confederaciones vigilarán la gestión rigurosa de los recursos.
- Determinarán los criterios de prioridad para la asignación del recurso.
- Establecerán las reducciones en las dotaciones de todos los usos con efectos incluso en los derechos concesionales.
- Quedan facultadas para reducir o suspender cualquier aprovechamiento.
- Además, pueden adoptar cuantas medidas exija el cumplimiento de las funciones encomendadas, imponiéndolas a los usuarios.
- Se estableció, además, una Comisión Permanente de las Juntas de Gobierno de las Confederaciones para el más perfecto cumplimiento de sus funciones.

Esta herramienta legal y administrativa fue adecuada y necesaria, dada la situación crítica a la que se llegó en muchas cuencas hidrográficas, con restricciones que afectaban a todos los usos incluidos el abastecimiento humano. Las tensiones que se generaron difícilmente se podrían haber resuelto con los medios de gestión ordinarios (Articulo 55.2 también antes mencionado), cuya aplicación debe ser previa a la llegada del momento álgido de la sequía, y que es una asignatura pendiente, al menos en su aplicación con suficiente anticipación y eficacia, y que debe ser uno de los aspectos a mejorar en futuras e inevitables sequías.

En la presente sequía, se están respetando situaciones ya vividas en la anterior, si bien mas amortiguadas en algunas cuencas, en donde las instalaciones de emergencia construidas en la sequía 92-95, los planes de gestión de sequía elaboradas en algunos grandes sistemas de abastecimiento (no en todos), la experiencia anterior en la negociación entre usuarios, así como la aplicación, limitada, de cesión de derechos, están retardando la aparición de las fuertes restricciones que se presentaron con mayor virulencia en la sequía 92-95. Pero como ya hemos dicho, y señalamos en nuestras conclusiones, podemos mejorar en la previsión, con aplicación anticipada del Artículo 55.2 del TRLA, así como con la exigencia de los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Sequía, por cuencas, y de los Planes de Emergencia en Abastecimiento de mas de 20.000 habitantes, que al día de la fecha están en redacción, si bien debían haber estado los primeros en el año 2003, y los segundos en el 2005, de acuerdo con el Artículo 27 de la Ley 10/2001 de 5 de julio del PHN.

2.3 Cesión de derechos y Bancos de Agua.

El precedentes mas conocido sobre la cesión de derechos sobre el uso de aguas públicas y Bancos de agua se encuentra en California, en la sequía de los años 90, mecanismo que ha sido alabado en todos los foros de gestión de aguas y que la legislación española incorporó en la reforma de 1999 de la Ley de Aguas, a través de los Artículos 67-70 (cesión de derechos) y Art. 71 (Centros de intercambio de derechos).

La presente sequía ha permitido la aplicación práctica de estos conceptos (existían precedentes anteriores a la nueva legislación, aunque dispersos y con aplicación algo forzada de la Ley), incluso entre cuencas hidrográficas, aprovechando las infraestructuras de interconexión existentes entre ellas. Ejemplos de esto último se han dado entre la cuenca del Tajo y la del Segura, y entre la del Guadalquivir y la Cuenca Mediterránea Andaluza. Estas transacciones intercuencas han exigido la promulgación de nueva normativa (R. Decreto Ley 15/2005 de 16 de diciembre), que precisa y refuerza el marco legal, al tiempo que se daban normas sobre inscripción provisional de derechos, en el Registro de Aguas, sobre todo en casos de grandes Zonas Regables de Interés Nacional, cuyo título de derecho preexistente derivaba de la propia actuación del Estado para la construcción de las infraestructuras de riego, pero que no se habían plasmado en un título concesional propiamente dicho.

Si bien el volumen de transacciones no ha sido elevado (30 Hm^3 en el caso del Tajo-Segura y 12 Hm^3 en el del Guadalquivir-Cuenca Mediterránea Andaluza), se han salvado situaciones críticas, sin afectar a la cuenca cedente.

No se han aplicado hasta la fecha los mecanismos de Centros de Intercambio, o Bancos de Agua, siendo los contactos directos entre los interesados, amparados y regulados por los Organismos de Cuenca, los que han funcionados hasta el momento. Esta labor de intermediación de los Organismos de Cuenca parece, en el contexto de nuestro país, más operativa y adecuada para resolver estas transacciones de derechos, ya que en la práctica, el Organismo de cuenca está haciendo de intermediario y valedor de la cesión, con la confianza de las partes implicadas.

3. PROPUESTAS Y RETOS FUTUROS

Alguna de las medidas que a continuación se enumeran deberían adoptarse en etapas previas a la sequía, para que los Organismos de Cuenca dispongan de herramientas administrativas adecuadas para una mejor gestión durante el periodo de disminución sensible de las precipitaciones:

3.1 El mantenimiento de la unidad de gestión de la cuenca y la participación efectiva de la Administración Local y Autonómica.

El principio de unidad de gestión a nivel de cuenca hidrográfica que la D.M. ha asumido, y que lleva 80 años de historia en nuestro país, es un valor positivo y necesario para la gestión de la cuenca en general, y muy particularmente en momentos de sequía extrema. Por otro lado las competencias de la Administración Autonómica y Local en los temas relacionados con el agua, y la responsabilidad ante la sociedad en la solución de los problemas que la sequía genera en un territorio, hace obligada su participación efectiva en la gestión de la cuenca. Es un reto para el Gobierno de la Nación y el poder legislativo el abordar esta cuestión, que al ser general en cualquier cuenca hidrográfica, debería abordarse desde un plano también general, con los cambios legislativos oportunos en la Ley de Aguas que hagan posible la participación efectiva en la planificación y en la gestión de las aguas de una cuenca hidrográfica, integrando las competencias concurrentes mediante la creación de un

órgano ejecutivo, con capacidad de decisión sobre planificación y los aspectos mas relevantes de gestión de las aguas de una misma cuenca. Esto no es incompatible con el que las Comunidades Autónomas puedan, a su vez, realizar importantes tareas de gestión en materia de aguas, como ya lo hace la Administración Local en el caso de los abastecimientos a las poblaciones, pero debe huirse de competencias exclusivas en aquellas materias que afecten a mas de una Comunidad Autónoma, que impidieran, en los momentos de tensión que se presentan en sequía, usar aguas que discurren por una Comunidad Autónoma para atender un uso prioritario de otra, en la misma cuenca, o incluso, en el caso de cuencas diferentes interconectadas por infraestructuras, de Comunidades Autónomas pertenecientes a esa otra cuenca. La experiencia de la presente sequía sobre uso de transferencia Tajo-Segura o Negratín-Almanzora son significativas a este respecto.

En resumen, debe ser el legislador, mediante los cambios oportunos en la Ley de Aguas vigente, el que establezca los principios para hacer efectiva la gestión y planificación a nivel de cuenca, con la participación real y efectiva de las Comunidades Autónomas y Administración Local, en el ámbito de sus competencias.

3.2 La gestión de la demanda y la flexibilización del régimen concesional.

La gestión de la demanda es la gran asignatura pendiente en los Organismos de Cuenca, bien es verdad que en algunos casos el aumento incontrolado de esa demanda se ha propiciado por la propia Administración (Autonómica o Local), con políticas de hechos consumados, generando tensiones que el Organismo de Cuenca ha tenido que canalizar y resolver. Asimismo la sobreexplotación preexistente en algunos acuíferos subterráneos, con anterioridad a la Ley de 1985, y las dificultades de control y falta de medios ya enumerados en apartados precedentes, ha propiciado el aumento de la sobreexplotación, o el aumento de las extracciones para riego hasta límites incompatibles con el papel de reserva estratégica, que a nuestro juicio, deben tener las aguas subterráneas. Una vez creado el problema de las extracciones ilegales, aparecen las presiones antes comentadas, para legalizar lo realizado, lo cual es inadmisible desde un uso racional y planificado del recurso hídrico. La próxima elaboración de los nuevos Planes Hidrológicos, dentro de la D.M., son una oportunidad inmediata de poner orden en esta materia, acabando con expectativas ilimitadas de nuevos regadíos, bajando los pies a la tierra, en una realidad en la que se debe ser muy crítico con la implantación de nuevos regadíos, que en todo caso deben rebasar un estudio de viabilidad, sin subvenciones encubiertas en el precio del agua y del coste de las infraestructuras necesarias.

También en otros ámbitos, como el abastecimiento urbano, aunque de mucho menor peso en el consumo global, es importante contar con la garantía previa de los recursos hídricos necesarios, para evitar situaciones de hecho de gran impacto, dada la prioridad de este tipo de uso.

La rigidez del régimen concesional vigente, junto a la vaguedad de los títulos de derecho inscritos en el Registro de Aguas, cuando existen, no son el marco mas adecuado para gestionar el agua en momentos de sequía. Es preciso una revisión a fondo, por los Organismos de Cuenca, de todos los aprovechamientos, de sus títulos de derecho, y de la concreción de los mismos: caudal, volumen, calendario de uso, condicionado, aspectos ambientales implicados, etc., adaptando el título a un uso racional del agua, acompañado de los elementos de medida adecuados. La tarea es importante, se está abordando con el llamado programa *"Alberca"*, pero debe evitarse el riesgo de transcribir tal cual los títulos preexistentes, con su imprecisión y falta de claridad en derechos y obligaciones. Especial

atención requieren los Catálogos de Aguas Privadas en donde los defectos antes enunciado se multiplican, siendo por ejemplo los aprovechamientos de menos de 7.000 m^3/año una fuente de picarescas importantes en la Administración Hidráulica.

El corolario de esta necesidad de dedicación a la inscripción de derechos, es la necesidad de que los Organismos de Cuenca cuenten con los medios necesarios. Precisamente este sería un tema en donde, tanto en la labor de tramitación y de policía, las Comunidades Autónomas podrían jugar un papel muy importante, en la nueva orientación de los Organismos de Cuenca.

3.3 El desarrollo de la Comisión de Desembalses y Bancos de Agua.

Supuesto resuelto el apartado anterior, el papel de las Comisiones de Desembalses, u órgano similar que se crease en los nuevos Organismo es fundamental, máxime en periodos de sequía. Actualmente estos órganos regulados por el Artículo 33 del TRLA, *"deliberan y formulan propuestas al Presidente del organismo sobre el régimen adecuado de llenado y vaciado de embalses y acuíferos de la cuenca, atendidos los derechos concesionales de los distintos usuarios"*. Son órganos que en la práctica actual tienen un vivo debate sobre los temas de su competencia, esenciales en una sequía y en los años previos a ella. Sus deficiencias graves están en la falta de presencia de Las Comunidades Autónomas, en la figura unipersonal, el Presidente, que toma la decisión final, en la composición de los usuarios, cuyo concepto debe ampliarse a otros intereses, no meramente económicos, y en la menor dedicación a las aguas subterráneas, que deben incorporarse paulatinamente como un *"embalse"* mas, especialmente en los momentos de sequía.

Este Órgano, con la corrección de las deficiencias señaladas, debe potenciarse en el nuevo marco legal, como instrumento de debate y participación, año a año, para las decisiones claves en una cuenca, cuales son las reglas de llenado, y sobre todo de vaciado, de embalses y acuíferos. La aplicación del Artículo 55.2 del TRLA ya mencionado, con la suficiente antelación, puede evitar situaciones críticas al llegar la sequía, debiendo potenciarse la aplicación de dicho Artículo en estas Comisiones de Desembalse u otros órganos de decisión similares, sobre la disponibilidad anual del recurso. Así por ejemplo, en cuencas deficitarias, las dotaciones máximas de referencia en regadíos deben acomodarse a la realidad de la garantía interanual disponible, no tomando decisiones basadas exclusivamente en la buena situación de reservas que pueda haber coyunturalmente en un año concreto, ya que la realidad del déficit subyacente, aparecerá con mayor virulencia en los años de sequía, si no se ha tenido en cuenta en los años de abundancia. En este sentido, la urgente necesidad de contar con los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Sequía por cuencas es evidente; estos Planes que se están redactando en este momento, también deben contemplar la gestión en los años previos a la sequía, teniendo en cuenta el déficit subyacente, si lo hubiera, reduciendo dotaciones con la suficiente antelación, como ya hemos dicho anteriormente. No será tarea fácil, dada la inclinación a pedir por los usuarios del riego dotaciones en función de la realidad de cada momento, discutiendo la política prudente de dejar reservas para años venideros, con una visión interanual de gestión de la cuenca. En el mismo sentido los Planes de Emergencia en los Abastecimientos deben contemplar situaciones previas a la sequía, en donde debe adoptarse las medidas de gestión adecuadas que eviten llegar a las temidas, y evitables a mi juicio, restricciones.

En este mismo sentido los mecanismos de cesión de derechos y centros de intercambio previstos en el TRLA, así como en los Decretos de Sequía dictados al amparo del Artículo 67 y siguientes del TRLA, son eficaces para solventar, con pequeños volúmenes relativos,

problemas puntuales graves. Sin descartar la figura del Centro de Intercambio, la cesión de derechos entre concesionarios, tutelada o impulsada por el Organismo de Cuenca, que hace de intermediario de excepción, con derecho a retracto, parece una fórmula de más fácil aplicación. Es posible que con las experiencias comentadas que se vienen realizando en nuestro país en la presente sequía, puedan en el futuro tener más protagonismo los Centros de Intercambio, si bien por la experiencia de la presente sequía la intermediación del Organismo de Cuenca puede sustituirlos en gran medida, siempre que existiese un derecho de retracto claramente expresado en la norma, que permitiese adquirir los caudales y, de forma motivada, ofrecerlos a otros usos prioritarios en relación con los que sean objeto de la transacción entre particulares.

También existen puntos nebulosos relativos a la cesión de los potenciales derechos de un comunero perteneciente a una Comunidad de Usuarios, que por lógica, parece que debería poder hacerse, si no hay perjuicio para la Comunidad, pero que no está explicitado en la Ley, y que cuenta con la oposición de las Comunidades, por lo que debería regularse explícitamente el procedimiento, para poder aplicarlo con garantía jurídica para las partes implicadas.

3.4 El papel de las aguas subterráneas y la necesidad urgente de mejorar su gestión.

Ya nos hemos referido al papel esencial y estratégico de este recurso, en la gestión de una cuenca, y muy particularmente en la gestión de las sequías.

Dentro de los nuevos Planes de Cuenca, realizados en el contexto de la D.M., deben revisarse las Normas de Explotación de estos acuíferos, contemplando no solo el mero aspecto cuantitativo (recursos = % de recargas) sino aspectos ambientales, como son la afección a humedales y manantiales, así como el papel de recurso estratégico que debe protegerse en cantidad y calidad, su uso conjunto con las aguas superficiales, huyendo de la tentación de contar el agua dos veces, olvidándose de la realidad del ciclo hidrológico.

Mucho esfuerzo hay que dedicar a cambiar el *"chip"* sobre este tipo de recursos, con tradición de aguas privadas y recurso *"minero"*. El papel de las Comunidades Autónomas en esta labor es fundamental abriéndose un campo de colaboración amplísimo, en la revisión y mantenimiento del Catálogo de Aguas Privadas, en la labor de policía, en la formación de Comunidades de Usuarios, en la lucha contra la sobreexplotación y la ilegalidad, etc. El tajo es enorme, pero imprescindible de abordar si se quiere incorporar este recurso de una forma sostenible y realista al balance hídrico de la cuenca.

3.5 La participación de los usuarios y la aplicación de la D.M.

Es cierto que los Organismos de Cuenca se han configurado en nuestro país con diferentes Órganos de gestión y participación de los usuarios, que podríamos llamar representantes de los intereses económicos del agua, así como de las diferentes Administraciones implicadas. Ya hemos hablado de la necesidad de reforzar el papel activo de las Administraciones, mediante los cambios oportunos en la Ley de Aguas, así como a través del Comité de autoridades competentes previsto en la D.M. Por analogía, debe extenderse el concepto de los usuarios, en particular incorporando los representantes de intereses sociales y medioambientales (Grupos ecologistas, Universidades, Asociaciones de Usuarios, etc.) que tímidamente se incorporaron al Consejo del Agua de las cuencas pero no a otros ámbitos de discusión y decisión.

El gran objetivo es la elaboración de un Plan Hidrológico de cuenca, con una visión integradora que se repite sistemáticamente en la D.M.:

- Integración de lo objetivos ambientales combinando los de calidad, ecológicos y de cantidad.
- Integración de todas las aguas superficiales, incluyendo continentales, de transición y costeras, y subterráneas a nivel de la demarcación hidrográfica.
- Integración de todos los usos.
- Integración de disciplinas y expertos, incluyendo la hidrología, hidráulica, ecológica, química, edafológica, ingeniería y economía.
- Integración de la dispersa legislación sobre agua en un marco común y coherente.
- Integración de medidas económicas para conseguir los objetivos.
- Integración de las diferentes administraciones competentes, de los usuarios y de la sociedad civil en los procesos de toma de decisiones.

Este es el gran reto con horizonte en el año 2009 al que deben responder los Organismos de Cuenca, con el objetivo final de conseguir en el 2015 el buen estado ecológico de las aguas.

Un aspecto a considerar es el choque conceptual e incluso lingüístico que la DMA supone frente a la Política Hidráulica española a lo largo de siglos de nuestra historia, lo cual requerirá un gran esfuerzo para conseguir el reto básico que la propia DMA subraya de asunción y comprensión de los nuevos paradigmas hidráulicos. Se trata de un *"intangible"* de gran importancia.

Para conseguir salir medianamente airosos de este envite los Organismos de Cuenca deben reforzar sustancialmente sus Oficinas de Planificación, con una visión multidisciplinar, siendo necesaria una urgente definición de las Demarcaciones Hidrográficas, del Comité de Autoridades competentes, y de los mecanismos de colaboración entre Instituciones y usuarios, en el sentido amplio comentado, ya que el 2009 se encuentra a la vuelta de la esquina y la tarea a realizar es ardua.

Un buen Plan Hidrológico y un buen Plan de Medidas son fundamentales para la lucha contra la sequía, ya que es en la labor del día a día cuando más y mejor se puede hacer para afrontar cualquier sequía venidera. No olvidemos que hoy, 10 de octubre de 2006, queda un día menos para la llegada de la próxima sequía.

4. CONCLUSIONES

1) El principio de unidad de gestión a nivel de cuenca hidrográfica que la D.M. ha asumido, y que lleva 80 años de historia en nuestro país, es un valor positivo y necesario para la gestión de la cuenca en general, y muy particularmente en momentos de sequía extrema.

2) Las importantes competencias de la Administración Autonómica y Local en los temas relacionados con el agua, hace obligada su participación real y efectiva en la planificación y gestión de las cuencas hidrográficas intercomunitarias. Mediante los cambios legislativos oportunos en la Ley de Aguas, y con una perspectiva general para todas las cuencas, deben integrarse las competencias concurrentes de las diferentes Administraciones mediante la creación de un órgano ejecutivo, con

capacidad de decisión sobre la planificación y los temas mas relevantes de la gestión de la cuenca, huyendo de competencias exclusivas sobre aquellos aspectos que puedan afectar a mas de una Comunidad Autónoma, que impidieran especialmente, en los momentos de tensión que se presentan en sequía, usar aguas que discurren por una Comunidad Autónoma para atender un uso prioritario en otra.

3) Un buen Plan Hidrológico de Cuenca, y un buen Programa de Medidas, son fundamentales para la lucha contra la sequía, ya que es en la labor del día a día cuando mas y mejor se puede hacer para afrontar cualquier sequía venidera. Deben realizarse con la máxima participación y consenso, cumpliendo escrupulosamente los plazos y objetivos previstos en la Directiva Marco de Aguas. Asimismo los Planes Especiales de Actuación en situaciones de Alerta y Sequía que deben contemplar la gestión en los años previos a la sequía, tendiendo en cuenta el déficit subyacente, si lo hubiera, son esenciales para la futura gestión de las cuencas hidrográficas en general, y la de sequía en particular.

4) Los mecanismos de cesión de derechos y Centros de Intercambio, así como los Decretos de Sequía dictados al amparo de los Artículos 58, 67 y siguientes del TRLA, son muy eficaces para solventar, con pequeños volúmenes relativos, problemas puntuales graves. La experiencia en nuestro país ha puesto de manifiesto que el mecanismo de cesión de derecho, tutelado por los Organismos de cuencas, ha resultado mas operativo que el de Centros de Intercambio.

5) Los nuevos Planes de cuenca, deben revisar a fondo las Normas de Explotación de los acuíferos subterráneos, contemplando no solo el mero aspecto cuantitativo (recursos = % de recargas) sino aspectos ambientales, como son la afección a humedales y manantiales, así como el papel de recurso estratégico que debe protegerse en cantidad y calidad, en su uso conjunto con las aguas superficiales, huyendo de la tentación de contar el agua dos veces, olvidándose de la realidad del ciclo hidrológico.

6) La rigidez del régimen concesional vigente, junto a la vaguedad de los títulos de derecho inscritos en el Registro de Aguas, cuando existen, no son el marco mas adecuado para gestionar el agua en momentos de sequía. Es preciso una revisión a fondo, por los Organismos de Cuenca, de todos los aprovechamientos, de sus títulos de derecho, y de la concreción de los mismos: caudal, volumen, calendario de uso, condicionado, aspectos ambientales implicados, etc., adaptando el título a un uso racional del agua, acompañado de los elementos de medida adecuados.

7) El importante esfuerzo que las Administraciones y los usuarios regantes están haciendo en este momento para modernizar las infraestructuras de transporte, distribución y aplicación del agua se considera esencial para la gestión eficiente del recurso hídrico. A su vez, estas obras van a permitir en la práctica que el volumen consumido sea un factor de referencia obligado en el costo del agua, cumpliendo así las directrices de la Directiva Marco de Aguas.

REFERENCIAS BLIBIOGRAFICAS

Adena y otros. . Año 2006.
Carta abierta sobre competencias de las aguas continentales

Campo García Andrés. , Santander 2002.
La Política de Aguas en la Unión Europea: la Directiva Marco.
Universidad Internacional Menéndez Pelayo

Carles Genovés José. Sevilla 2000.
La Política Europea de Aguas: nuevo marco para la gestión sostenible. UIMP ICID. XI

Congreso Internacional de Riegos y Drenajes. Grenoble 1981.

Ley 46/1999 de 13 de diciembre de Modificación de la Ley de Aguas.

Ley del Plan Hidrológico Nacional. 5 de julio de 2001.

Ley de Aguas de 2 de Agosto de 1985.

Ley de Aguas (Texto Refundido) R.D. legislativo 1/2001 de 20 de julio.

R.D. Ley 2/2004 de 18 de junio de modificación del P.H.N.

Ley 11/2005 de 22 de junio del Plan Hidrológico Nacional.

López Martos J. 2002.
"El futuro de las infraestructuras hidráulicas: los principios de recuperación de costes y la ordenación del territorio"
VII Jornadas españolas de presas. Zaragoza

Martín M., Rodríguez N. 2000.
Grandes Zonas Regables de Andalucía: Un análisis económico-financiero. Biblioteca Civitas-C.H.G

Saura Martínez Juan. 1995.
La modernización de los Regadíos.
Revista "El Campo" BBVA.

Sumpsi J.M.
La economía del agua en la agricultura: incidencia en la agricultura mediterránea.
Revista del Instituto de Estudios Económicos nº 4 /2001.

PLANES DE EMERGENCIA POR SEQUÍAS. GUÍA PARA SU ELABORACIÓN

Francisco Cubillo Gonzalez
Canal de Isabel II

Resumen

Las sequías y las situaciones de escasez que a veces generan constituyen episodios primordiales para los sistemas de abastecimiento de agua. Así lo entiende el Plan Hidrológico Nacional al exigir en su artículo 27 la elaboración de Planes de Emergencia a los sistemas de abastecimiento urbano de más de 20.000 habitantes. La elaboración de estos Planes debe ser realizada por las administraciones públicas responsables de los sistemas de abastecimiento urbano, Planes que a su vez deberían ser conocidos y validados por la administración hidráulica que velará por la consistencia entre lo establecido en ellos y los correspondientes Planes Especiales de eventuales sequías a nivel de demarcación hidrográfica. El presente documento sintetiza los aspectos que recoge la Guía que se está elaborando para la elaboración de Planes de Emergencia por Sequía así como los principios en que se fundamenta.

1. INTRODUCCIÓN

La Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, en su artículo 27 define, para las cuencas intercomunitarias, los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía (Planes Especiales en adelante) a redactar por los Organismos de cuenca, y los Planes de Emergencia ante Situaciones de Sequía (Planes de Emergencia en adelante), que deben preparar las administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan a una población superior a 20.000 habitantes.

La Ley establece una prelación en la elaboración de dichos planes junto con unos plazos para su finalización que han sufrido retrasos significativos aunque actualmente parece que existe la determinación firme de culminar todo el proceso requerido por la ley.

La disponibilidad de planes de contingencia es una señal de compromiso con el servicio que se presta y cuando se trata del abastecimiento de agua urbano es una muestra de compromiso con la sociedad. Las sequías y las eventuales situaciones de escasez que generan constituyen una de las principales amenazas que afectan a los sistemas hídricos en España y en todo el entorno Mediterráneo, por ello la disponibilidad de Planes de Emergencia por Sequía es un elemento primordial de calidad del servicio urbano de agua y de toda la gestión hídrica en general.

La disponibilidad de Planes de Emergencia por sequías es, además de una herramienta para resolver situaciones de crisis, una de las bases sobre la que desarrollar con rigor la Planificación hidrológica por cuanto es el método más rigurosos para definir los umbrales y condiciones que determinarán la activación de las medidas paliativas de situaciones de alto riesgo por escasez con sus consiguientes afecciones y costes. En suma, al establecer las condiciones de activación de medidas o de declaración de situación de sequía lo que se estará es estableciendo las situaciones de fallo de los sistemas y las magnitudes de los fallos por sus afecciones y duraciones previstas en cada escenario de riesgo identificado. Sólo desde la definición precisa de estas condiciones de fallo se puede medir el aseguramiento y riesgo de los sistemas hídricos y con base en esa valoración establecer las actuaciones pertinentes para conseguir en los diferentes escenarios y horizontes el nivel de garantía establecido.

Por otra parte en un ámbito extenso geográfico (hídrico), la operación de los diferentes sistemas hídricos y satisfacción de las demandas y condicionantes en circunstancias de normalidad o de contingencia por escasez es un ejercicio de gestión integrada que debe contemplar las posibles interacciones, prioridades de asignación de las disponibilidades y potenciales transferencias de recursos y distribución de riesgos, costes y afecciones. Por tal

razón la elaboración de los Planes de Emergencia para los abastecimientos urbanos debe estar absolutamente integrada en la gestión y resolución de las situaciones de sequía a nivel de demarcación hidrográfica con sus consiguientes Planes Especiales de Sequía. No se deberían hacer los unos sin asegurar la consistencia con los otros y en ningún caso se puede diseñar un Plan de contingencia sin cimentarlo en el aseguramiento de los factores más críticos y en la gestión del agua está fuera de cuestión que el abastecimiento de las necesidades básicas a las poblaciones es la prioridad esencial.

La necesidad de Planes de Emergencia es algo aceptado por la generalidad de las partes interesadas en el suministro urbano. La elaboración de los mismos de una forma homogénea en sus planteamientos, metodología y, por encima de todo, en los niveles de riesgo establecidos para cada tipo de actuación, es una oportunidad para todos los responsables de la gestión hídrica y las administraciones públicas competentes en la materia. Es la ocasión de dar consistencia a las actuaciones de resolución, mitigación y prevención de situaciones de escasez. La disponibilidad de planes homogéneos permitirá garantizar la equidad de riesgos y afecciones entre los diferentes sistemas y realizar una valoración consistente de las necesidades de intervención con medidas operacionales y estructurales en su caso. Pondrá de manifiesto las diferentes circunstancias de garantía de cada sistema pero también evidenciará las carencias de información con el rigor y la certidumbre deseable sobre factores básicos para prevenir y gestionar contingencias.

La consistencia y homogeneidad en la elaboración de los diferentes Planes de Emergencia representa una oportunidad de unificación para los sistemas de abastecimiento y una clara ventaja para las entidades que deban valorar los planes e informarlos. Con el fin de asegurar la factibilidad y coherencia de lo propuesto en la guía se está realizando un test en una serie de sistemas de abastecimiento representativos del país.

La homogeneidad en la elaboración de los Planes de Emergencia además de las ventajas ya enunciadas representa un gran reto y oportunidad para los abastecimientos por cuanto va a poner de manifiesto el riesgo de escasez a que se ven sometidos en las circunstancias presentes junto con la eficiencia en el consumo de recursos y en la estrategia de gestión de las infraestructuras y el grado de usos y demandas así como su elasticidad coyuntural. Todos estos valores constituyen indicadores de gran interés que reflejan en buena medida las circunstancias más reseñables de cada sistema a la vez que orientan sobre las posibilidades de mejora en su caso.

Los siguientes apartados describen los objetivos y aspectos más reseñables a considerar en la elaboración de los Planes de Emergencia por sequías según se preconizan en la mencionada Guía.

2. OBJETIVOS

La Guía para la elaboración de Planes de Emergencia tiene como objetivo principal facilitar a las administraciones responsables de los sistemas de abastecimiento urbano el cumplimiento homogéneo de lo requerido por el artículo 27 del Plan Hidrológico Nacional.

También pretende facilitar a las administraciones competentes la validación de los mismos y su integración consistente con los diferentes Planes de Emergencia y especiales de Sequía para otros usos dentro de una demarcación hidrográfica.

Trata de homogeneizar criterios de actuación y establecimiento de afecciones y limitaciones de usos con base en principios de valoración y gestión de riesgos.

Y por último pretende constituir un pilar principal para una mejora sustancial en la planificación y gestión de los abastecimientos urbanos como mejor contribución a la calidad de servicio a los ciudadanos y clientes de los servicios de agua.

3. CONTENIDO DE LOS PLANES DE EMERGENCIA

Los Planes de Emergencia deben contener al menos los siguientes apartados:

- Marco normativo e institucional aplicable al sistema de abastecimiento objeto del Plan.
- Identificación de los subsistemas que hacen posible el suministro de agua al núcleo o núcleos urbanos objeto del Plan. Se entiende por subsistema el conjunto de infraestructuras interconectadas que abastecen exclusivamente a una zona.
- Descripción de las infraestructuras principales que conforman cada sistema o subsistema.
- Descripción de los recursos disponibles. Se enumerarán todos los volúmenes y caudales con concesión de uso para el suministro urbano y la relación de los puntos e infraestructuras de captación. Se clasificarán los recursos en función de su origen y grado de autonomía de uso, así como una valoración estadística de su disponibilidad en condiciones de sequía.
- Descripción de las demandas. Se clasificarán y cuantificarán por tipos de actividad, uso y estacionalidad. Se evaluará la elasticidad de cada uno de los grupos de demanda según se apliquen diferentes medidas orientadas a su reducción. Se destacarán en un apartado independiente los usos no controlados, de operación y las pérdidas en las infraestructuras del sistema de suministro.
- Condicionantes ambientales, si procede, resaltando los referentes a los escenarios de escasez o sequías.
- Reglas de operación y ámbitos de suministro del sistema en condiciones normales.
- Descripción de los escenarios de escasez considerados. Se incluirán tanto los de prevención como los de mitigación y resolución de episodios de extremos.
- Identificación de condiciones desencadenantes del inicio de cada uno de los escenarios de escasez.
- Enumeración de las actuaciones previstas en cada uno de los escenarios de escasez y atribución de responsabilidades.
- Identificación de las zonas y circunstancias de mayor riesgo para cada escenario de escasez, prestando especial atención a los problemas vinculados con la salud de la población y a actividades con gran repercusión social o importancia estratégica para la actividad económica de la zona.
- Relación de organismos y entidades relacionadas con la resolución de los posibles escenarios de escasez.
- Identificación de responsabilidades generales y frecuencia de actualización del Plan.

4. CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RECURSOS

Es un punto de partida la evaluación de las disponibilidades de recursos, distinguiendo las circunstancias de normalidad de las de escasez que normalmente representarán un recorte en las disponibilidades globales de los sistemas hídricos.

Para una eficiente gestión de las situaciones de contingencia por sequías, además de la evaluación global de los recursos, se debe establecer una clara clasificación de los mismos según su fuente de procedencia, ya que esto puede condicionar de forma desigual la

probabilidad de disponibilidad. Además es conveniente tipificarlos según el grado de autonomía en su utilización y muy especialmente en lo relativo a la gestión de contingencias se clasificarán de acuerdo a la función que se les haya asignado en las distintas fases de prevención o mitigación de los períodos de escasez.

Adicionalmente se calificará la certidumbre de los datos que sirven de base para establecer los volúmenes disponibles en cada fuente de procedencia de recursos.

En cuanto a la autonomía sobre su uso se distinguirán:

- Los de uso exclusivo
- Los de uso condicionado por una concesión o autorización expresa
- Los compartidos con otros usuarios de abastecimiento o con prioridad equivalente
- Los compartidos con otros tipos de uso distinto del urbano.

En cuanto al tipo de función y prioridad de utilización se distinguirán los de:

- Uso ordinario
- Reservas estratégicas a utilizar como medida preventiva o de mitigación de afecciones por sequía.
- Recursos de utilización extraordinaria o de emergencia.

Para cada tipo se desglosarán una serie de valores mensuales a lo largo del ciclo anual con una valoración del grado de probabilidad de dicha disponibilidad que en los no compartidos tomará como base el conocimiento histórico hidrológico. En estos casos se sugiere manejar patrones de probabilidad 10, 5% y peores registros, junto con hipótesis de episodios más desfavorables que los conocidos tanto por su severidad como por su duración.

Las valoraciones de los compartidos deberían asegurar la consistencia con lo especificado en los planes de sequía que les corresponda a los otros usos pero teniendo en cuenta que los usos urbanos cuentan con la máxima prioridad independientemente de que se asuma una reducción de las cuantías normales durante los períodos de escasez y la eventual necesidad de establecer compensaciones económicas a otros usos por el reconocimiento de la citada prioridad de uso.

En los recursos con el carácter de reservas estratégicas o complementarios de emergencia es importante valorar los plazos necesarios para su puesta a disposición eficaz con las adecuaciones o implantación de las infraestructuras que se precisen.

Los condicionantes ambientales representan un factor esencial a conocer e incorporar a la evaluación de disponibilidades de recursos y a los requerimientos de usos desde el propio sistema de suministro. Se debería contar una caracterización de las necesidades naturales de los ecosistemas en las situaciones de sequía meteorológica acaecida y una valoración de las implicaciones de la provisión al medio natural de regímenes hídricos superiores a los que correspondería en un régimen natural equivalente.

5. EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CONSUMOS

Los consumos y sus posibilidades de reducción coyuntural constituyen una pieza fundamental en la gestión de los episodios de escasez. Por ello la evaluación de los mismos y su clasificación de acuerdo a las implicaciones sociales y económicas que representan es un factor básico para la elaboración de los planes de contingencia por escasez o sequía.

Todo sistema de suministro utiliza, además de los volúmenes necesarios para satisfacer las demandas, el empleado para la propia operación y mantenimiento del sistema y el que se pierde por el deterioro de las infraestructuras que lo conforman. Es por ello necesario segregar el volumen total utilizado en esos tres grupos:

- Consumo de usuarios y clientes
- Consumo de operación del sistema.
- Consumo por deterioro de las infraestructuras.

La precisión de la información sobre las cuantías correspondientes a cada uno depende del rigor con que se midan habitualmente los caudales y volúmenes transportados o empleados en actividades concretas, pero en cada caso deben cuantificarse los volúmenes de cada grupo con la exactitud que permitan los elementos de medida disponibles, distinguiendo claramente los controlados mediante aparatos de medida de los estimados para conocer la certidumbre de los valores considerados.

Las características esenciales deben reflejar las cuantías correspondientes a cada tipo de actividad consumidora, uso o valor de ineficiencia estructural. Se distinguirá la distribución mensual y las oscilaciones vinculadas a los principales factores explicativos del consumo.

Tienen especial relevancia los factores climáticos, el número de unidades de consumo en cada actividad y la consolidación de políticas de gestión permanente de la demanda.

Para la previsión de períodos prolongados de sequía se debe prever una tasa de crecimiento a corto plazo para cada actividad, que se basará en la tasa prevista de aumento de las unidades de consumo correspondientes.

Inicialmente deben distinguirse los usos sobre los que pueda actuarse para reducir coyunturalmente la demanda, distinguiendo al menos:

- Usos domésticos, distinguiendo las viviendas unifamiliares de las plurifamiliares y particularizando los usos de exterior.
- Usos del ámbito institucional. Con un especial interés en los usos municipales de exterior y mantenimiento de calles y alcantarillado.
- Usos comerciales
- Usos industriales
- Las actividades de tipo turístico, que pueden ser una parte importante de los consumos totales y tener gran variación estacional, se cuantificarán de forma independiente.
- Usos de operación y usos no controlados
- Pérdidas reales de agua.

6. ELASTICIDAD TEMPORAL DE CONSUMOS

El procedimiento más habitual para resolver situaciones de sequía es reducir temporalmente los volúmenes suministrados. Cada tipo de consumo o uso es susceptible de cierta reducción y los métodos o estímulos para conseguirlo deben clasificarse según la incidencia sobre los diferentes agentes implicados en el uso y consumo de agua, distinguiendo en primer lugar los consumos vinculados a usuarios y clientes de los que corresponden a la entidad responsable del mantenimiento y operación de las infraestructuras del sistema de abastecimiento.

En cuanto a las actuaciones orientadas a reducir el consumo de los usuarios, pueden clasificarse por su ámbito, escala de intervención e incidencia social:

- Persuasivas sobre el uso del agua: Campañas generales para el uso responsable por la situación de sequía.
- De compromiso institucional. Medidas coyunturales de carácter voluntario de las instituciones usuarias del agua.
- Compromiso excepcional de eficiencia del operador del sistema. Intensificación de las prácticas de eficiencia en la gestión de infraestructuras y de control activo de pérdidas.
- Obligación de ahorro de ámbito general. Reducción de consumo mediante alguna figura de orden legal, tarifaria, o que limite ciertas actividades.
- Inducción general de reducción de consumos, Vg. reducción de presiones o cortes de agua.
- Inducción particular de reducción de consumo. Medidas vinculadas a las cuantías utilizadas por cada unidad de consumo, preferentemente de aplicación de tarifas o penalizaciones.
- Obligación particular de reducción de consumo. Prácticas de racionamiento.

El impacto en los usuarios y las reducciones que se consigan vendrán determinados por el método y la intensidad aplicados para transmitir a los diferentes agentes sociales la necesidad u obligación de reducción de consumo.

La simplificación necesaria para valorar los riesgos aconseja agrupar los tipos de actuación en tres grupos, asignando a cada uno de ellos unos valores potenciales de reducción, los plazos en que se conseguirán los resultados esperados para cada uso y actividad, y la distribución de costes entre los diferentes agentes que intervienen en el sistema de suministro. Estos grupos serían:

- Persuasión y uso responsable. Incluiría las acciones 1, 2 y 3.
- Inducción general de reducción de consumos. Incluiría las acciones 2 a 6.
- Obligación particular de reducir el consumo, o racionamiento. Incluiría la acción 7 y la 3 de forma intensiva.

Cada Plan de Emergencia formulará una serie de medidas encuadradas en cada uno de los tipos indicados, valorando las reducciones medias que se podrían obtener en cada caso y actividad. Para cada una de ellas señalará el tiempo en que se alcanzarán las diferentes cuantías de reducción de consumo y su permanencia.

Para determinar la certidumbre de estas valoraciones se tendrán como referencia, si es posible, episodios equivalentes que se hayan dado en el propio ámbito o en otros

semejantes y siempre referidos a los consumos base en ausencia de dichas medidas y en un contexto climático homogéneo.

La valoración de los ahorros potenciales deberá tener en cuenta, en su caso, la disminución de la elasticidad de la demanda como consecuencia de la implantación con éxito de políticas de gestión permanente de la demanda. En sentido contrario, cuando en condiciones de normalidad se consuman valores unitarios elevados en cualquiera de las actividades o usos el potencial de reducción será mayor, aunque también lo será la inercia a vencer, precisándose acciones específicas con costes probablemente más elevados.

La disección pormenorizada de los consumos y destinos finales del agua junto con la evaluación de sus potenciales reducciones será una plataforma perfecta para los análisis de eficiencia en el uso de los recursos y las infraestructuras del suministro. En la elaboración de esta componente de los Planes de emergencia se estarán planteando de forma indirecta las oportunidades de eficiencia de cada sistema.

7. DISTRIBUCIÓN DE COSTES Y AFECCIONES

Todo Plan de contingencia debe establecer una valoración de los costes que representa y la distribución prevista de los mismos entre las diferentes partes interesadas así como una evaluación de las afecciones que generará en los agentes sociales y en el medio ambiente.

Cada Plan deberá hacer constar las expectativas de reducción, justificar las medidas y costes previstos para su consecución, los plazos de obtención de las reducciones y el grado de incertidumbre de estas valoraciones dependiendo de la base experimental con que se fundamenten.

La Tabla 1 señala los principales agentes implicados en una sequía urbana. La magnitud de los impactos sociales guarda relación directa con el orden en que se han enumerado las posibles acciones, siendo más acusados cuanto más coercitiva es la medida aplicada y cuanto mayor es la incidencia en los hábitos, condiciones de vida, actividad económica y pautas generales de consumo.

Tipo actuación	Instituciones	Operadores	Usuarios domésticos	Usuarios Comer/Indust.
Campañas públicas de ahorro	X	X		
Utilización de recursos más caros	X			
Intensificar control activo de pérdidas		X		
Normativa legal de ahorro	X	X	X	X
Reducción de la presión de servicio		X	X	X
Penalizaciones, elevación de tarifas		X	X	X
Racionamiento		X	X	X

TABLA 1. PRECIO MEDIO TOTAL (ABASTECIMIENTO MÁS SANEAMIENTO) DEL AGUA EN ESPAÑA (EN €/M³)

Los costes ambientales vendrán determinados por la propia sequía meteorológica y su repercusión en las condiciones hidrológicas de las diferentes masas de agua. Adicionalmente, a medida que se reducen los volúmenes consumidos en los usos urbanos y se alteran las prácticas de mantenimiento y limpieza de viales y sistema de alcantarillado, se modifica el régimen de caudales del saneamiento y de las plantas de depuración, pudiendo

alterarse las condiciones de vertido al medio hídrico receptor con el consiguiente impacto ambiental.

Para los operadores de los sistemas de suministro las sequías suponen siempre un incremento de los costes de explotación en la gran mayoría de los casos incluso antes de que trascienda a la sociedad la situación de escasez. Se incrementan los costes de utilización de los recursos ordinarios, se añaden los derivados del empleo de recursos complementarios, reservas estratégicas o de emergencia, se incurre en campañas de persuasión al consumo y se intensifican las prácticas de mantenimiento de infraestructuras junto con las medidas de control de la calidad del agua servida. Por otra parte se reducen de forma significativa los consumos con la consiguiente bajada de ingresos.

Para conseguir el necesario equilibrio económico caben dos mecanismos básicos:

- Establecer un canon por sequía: si la entidad abastecedora quiere recuperar los costes extraordinarios generados por la sequía el camino más claro y seguro es la imposición de un recargo por sequía, que ha de anularse cuando ésta finalice.
- Establecer con carácter permanente una dotación económica para situaciones de sequía: la provisión se genera en previsión de los costes adicionales que se producirán inevitablemente cuando el ciclo de sequía haga su aparición.

Sea cual sea el método por el que se opte o haya optado, el Plan de Emergencia debe contener un estudio económico que identifique, justifique y evalúe los aumentos de coste que pueden producirse en cada fase de la sequía, defina el canon a implantar, o modifique la cuantía de la dotación permanente que estuviera establecida, y fije los mecanismos de aprobación que sean necesarios.

8. CLASIFICACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE ESCASEZ

Se debe considerar **situación de escasez** en un sistema de suministro al conjunto de circunstancias en que exista una probabilidad significativa de desabastecimiento a plazo corto.

A diferencia de otros episodios de presentación súbita como los terremotos o los ciclones, las sequías que generan las situaciones de escasez se presentan de forma lenta a lo largo de meses o años, lo que permite adoptar medidas para prevenir o mitigar sus efectos.

Desde la operación del sistema, el planteamiento es el de gestión de riesgos: valorar las probabilidades de los posibles daños frente a la inducción de afecciones de menor entidad económica, social o ambiental.

Un Plan de Emergencia plantea un modelo de distribución de estos riesgos y lo discretiza en fases con distinto grado de costes y afecciones

Aunque los resultados de las medidas de mitigación se obtendrán generalmente de forma paulatina y continua, la implantación de cada una de las líneas o fases de intervención tendrá un carácter discreto con claros momentos de inicio y fin de cada fase.
No deben establecerse muchas fases pues los plazos necesarios para conseguir los objetivos de cada una serían mayores que su propia duración. Aunque con un número mayor de fases pueden, teóricamente, graduarse mejor las actuaciones y tener mejores posibilidades de diagnóstico, desde un punto de vista operativo los inconvenientes en la gestión serán mayores.

La clasificación en fases es un reflejo de situaciones de afección y se planteará al menos en los siguientes grupos:

1) **Fase de Alerta.** No es una fase de escasez en sentido estricto, por cuanto no debe influir ni trascender a ningún agente social. La afección se limita a los ámbitos de responsabilidad internos del sistema y a actuaciones de carácter preventivo.

2) **Fase de persuasión y compromiso de carácter general.** Probabilidad significativa de situaciones críticas de escasez. Esta fase, al menos en parte, se corresponderá con lo establecido en el criterio de garantía que acepta su ocurrencia con una determinada probabilidad. Será la fase de menor impacto económico, sin más medidas que las de comunicación y actuaciones ejemplares desde las administraciones públicas.

3) **Fase de restricciones.** Alta probabilidad de situaciones de emergencia por escasez. Solo debería producirse como consecuencia de episodios de sequía de mayor severidad climática que la registrada históricamente o desviaciones en las pautas de operación. Se plantearán limitaciones de uso para reducir el consumo en todos los sectores económicos y sociales. Los condicionantes ambientales se deberían adaptar a las condiciones climáticas acaecidas.

4) **Fase de emergencia**. Situación muy grave con alta probabilidad de desabastecimiento generalizado. Es una situación a evitar casi en la misma medida que el desabastecimiento con graves repercusiones sociales y económicas. Es una referencia para la búsqueda de soluciones expeditivas y rápidas de emergencia. Se fijarán y harán cumplir volúmenes de racionamiento que aseguren las necesidades básicas y la actividad económica esencial.

Cada fase se caracterizará por los costes y afecciones que implique, por las reducciones de consumo en los diferentes tipos de uso y destinos finales del agua y por los plazos precisos para conseguir dichas reducciones.

Se propone la denominación de Fases **como Alerta, Sequía Severa, Sequía Grave y Sequía de Emergencia,** en el mismo orden en que se han enumerado en el presente capítulo según sus afecciones.

Las fases se corresponderán con situaciones de afección y gestión extendidas a lo largo de un período de tiempo. El inicio de cada fase se asociará a la existencia de una serie de circunstancias concretas que se denominarán umbrales o condiciones desencadenantes de las fases de gestión.

La determinación de estos umbrales, vinculados a duraciones y permanencias en las eventuales fases, conforma el planteamiento de gestión de riesgo de escasez del sistema de suministro. La determinación combinada de los umbrales se basará en las consideraciones de riesgo que decida asumir cada sistema.

En esta guía se proponen los siguientes criterios:

8.1 Indicadores

Los indicadores a emplear en cada caso serán los que me reflejen de una forma objetiva las disponibilidades de recursos presentes y para un futuro inmediato de cada sistema de suministro.

El indicador más adecuado en cada sistema dependerá de la fuente principal de provisión de recursos ordinarios o de la combinación de las principales fuentes. Son indicadores frecuentes los siguientes:

- Volumen embalsado en los embalses de uso exclusivo
- Niveles piezométricos de los acuíferos exclusivos.
- Volúmenes asignados en embalses compartidos.

Caudales fluyentes en puntos de captación.

8.2 Umbrales

Para la definición de umbrales de actuación, o inicio de las fases de afección o gestión de la escasez se deben manejar las siguientes consideraciones:

- Plazo mínimo de seguridad de permanencia en la situación y circunstancias existentes hasta la incursión en la fase inmediatamente más severa.
- Condiciones de disponibilidades aseguradas desde las diferentes fuentes de recursos.

Consumos máximos en cada fase con sus leyes de consolidación temporal.
El cálculo de los umbrales se basará en las valoraciones indicadas de disponibilidad de recursos en cada fase, las leyes de reducción de consumos y los plazos mínimos de permanencia.

9. CONCLUSIONES

1) La elaboración de Planes de Emergencia por Sequía es un requisito legal para los sistemas que abastecen a poblaciones con más de 20.000 habitantes. Es además un compromiso con la sociedad española que se ve sometida de forma recurrente a períodos de bajas precipitaciones que cada vez presentan mayores tensiones hídricas.

2) Dará respuesta a una necesidad de mejora e implantación de buenas prácticas en la planificación y gestión de los sistemas de suministro que no debería limitarse a los abastecimientos muy grandes.

3) La elaboración de estos planes, pondrá de manifiesto la elevada incertidumbre con que hay que operar por la falta de información precisa sobre los factores esenciales para la gestión rigurosa de las contingencias e incluso la normalidad. Los planes van a servir para determinar de una forma homogénea los niveles de riesgo que tiene cada sistema, permitiendo identificar los que superen valores críticos y así priorizar las actuaciones para resolverlo y evitar que empeoren.

4) Los Planes serán una herramienta fundamental de ayuda a la toma de decisiones del gran calado económico y social que siempre tiene la declaración de cualquiera de las fases de sequía.

5) La Guía para la elaboración de los Planes de Emergencia se validará por todos los agentes a que afecta y sentará las bases para una homogeneización de los sistemas de suministro que traspasará la mera resolución de las situaciones de contingencia creando una base homogénea de planificación y operación desde la explicitación de buenas prácticas de operación.

6) La labor de los gestores de sistemas de abastecimiento es hacer suya la guía y lo que representa, insertándola en los procedimientos sistemáticos de planificación operativa de los sistemas y por encima de todo asignando los esfuerzos y responsabilidades para su mantenimiento actualizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional

SEQUÍA Y ADAPTACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

Abel La Calle Marcos
Universidad de Almería

Resumen

La sequía es un fenómeno natural que muchas veces constituye un problema para la sociedad. La concepción social de este fenómeno y las respuestas que ha tenido a través de los tiempos han ido cambiando y ello se puede analizar a través de las leyes. El análisis en las leyes de aguas españolas muestra además de esta evolución, las medidas que se han establecido a través del tiempo para tratar de paliarlo. Pero el nuevo paradigma de la política de aguas que inaugura la Directiva marco del agua representa un cambio muy importante de esa evolución.

El nuevo marco jurídico comunitario pone el acento en la protección y uso sostenible del agua y por tanto en un mayor control para que las medidas en materia de sequía no supongan un obstáculo en la consecución de los objetivos ambientales.

Este nuevo paradigma implica integrar la gestión de las sequías en la planificación hidrológica y diferenciarla de la escasez de origen social y económico a efectos de permitir un deterioro temporal de las aguas.

1. INTRODUCCIÓN

La política de aguas está en un momento de transición en la Unión Europea a través de la Directiva Marco del Agua[1]. Este nuevo marco jurídico refleja una concepción del medio natural como ecosistemas en los que vivimos y de los que dependemos, frente a la concepción anterior que la percibía como mera suma de recursos naturales disponibles para el desarrollo económico. Probablemente, este cambio de concepción se debe al estado de sobreexplotación y deterioro al que hemos sometido estos ecosistemas y la consiguiente dificultad para utilizarlos en nuestro desarrollo económico o disfrutarlos en nuestro desarrollo lúdico y emocional. Por esta razón la finalidad primordial de la nueva política de aguas es la protección de los ecosistemas acuáticos y de los terrestres en cuanto a sus necesidades de agua, y el objetivo es alcanzar el buen estado de las aguas europeas en el 2015.

La nueva política de las aguas ha de dirigirse hacia el modelo de la sostenibilidad y no al mero crecimiento económico, sustituyendo como función primordial del aumento de la oferta de nuevos recursos hídricos para dicho crecimiento por el control de la demanda para lograr un uso sostenible de las aguas.

Este cambio del paradigma solo es posible si todos los agentes sociales se corresponsabilizan en ello por lo que toma un papel especialmente relevante la participación pública. Pero también es necesario un cambio de modelos en esta participación, si antes parecía suficiente la existencia de consultas públicas sobre los proyectos concretos, ahora se hace imprescindible que los ciudadanos se involucren de forma activa en proceso de decisión, cuando aún todas las opciones son posibles y hasta la toma de la decisión final. Participación que no puede reducirse a los usuarios con intereses económicos, sino a todos los interesados y el público en general.

La planificación y la gestión de las aguas que se desprende de esta nueva política de aguas tratan de ser integrada frente a la fragmentación anterior. La función esencial de la planificación viene siendo la disponibilidad del recurso hídrico, su aumento y reparto, y por

[1] Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas DO L 327 22/12/2000.

otro lado, una protección parcial de la calidad atendiendo a la utilidad social que cumplían las aguas. La nueva planificación y gestión pretende actuar sobre todas las aguas y los ecosistemas acuáticos integrando la protección y el uso sostenible, incorporando el conocimiento científico actualizado, actuando con eficacia, eficiencia y efectividad, y estableciendo un seguimiento de su aplicación continuo que permita reaccionar de forma ágil para alcanzar el buen estado de las aguas.

En esta nueva política el fenómeno de la sequía y su integración en la planificación y gestión de las aguas requieren una necesaria revisión. En primer lugar, es necesario llamar la atención sobre el uso inapropiado del término en muchos casos. La sequía es una situación de escasez debida a causas climatológicas de duración e intensidad inusual, que no debe confundirse con la aridez o escasez habitual y natural de determinados lugares o la escasez producida por la explotación humana de las aguas, como nos aclara la profesora Pita López. Por otro lado, su gestión como riesgo natural recurrente en el clima mediterráneo también tiene que ser objeto de profundos cambios. En la medida en que su recurrencia lo hace previsible es necesario que la gestión reduzca lo que la profesora Pita López denomina fragilidad ante este riesgo, es decir la cantidad de personas y bienes expuestos por lo vulnerables o expuestos que están a los daños que produce. En este sentido se debe incorporar en la planificación integrada y realizar una gestión preventiva, coyuntural y de recuperación, con los métodos propios de la gestión de riesgos, teniendo siempre presente que la protección de los ecosistemas y su mejora cuantitativa y cualitativa, además de ser la prioridad del nuevo marco jurídico, aumenta su resiliencia.

La Directiva Marco del Agua como nuevo marco jurídico comunitario de la política de aguas, constituye la clave para determinar y comprender como ha de revisarse la gestión de la sequía y su integración en la planificación hidrológica, a ello vamos a dedicar el presente análisis.

En primer lugar parece de interés realizar un recorrido histórico por las respuestas jurídicas que las leyes de aguas han articulado para paliar los efectos de la sequía y que instrumentos legales ha dejado dicha evolución en el Derecho español. En segundo lugar, se analizará el contenido de la Directiva Marco del Aguas respecto de la sequía y en tercero y último lugar se sintetizará lo estudiado en unas conclusiones.

2. LA SEQUÍA EN LA LEY DE AGUAS.

En la **Ley de 1879**[2] concibió la sequía como una situación de escasez de agua de carácter temporal, susceptible de tener distintos grados de intensidad y cuya manifestación facultaba a la Administración a adoptar medidas excepcionales.

- En épocas de sequía *"extraordinaria"* el Gobernador de la provincial podía, oída la Comisión provincial, acordar la expropiación temporal del agua necesaria para el abastecimiento de una población, mediante la indemnización correspondiente en favor del particular[3].
- También estableció que cuando la sequía impedía temporalmente que los usuarios de aguas sobrantes de los pueblos recibiesen estos caudales, no tenían derecho a ser indemnizados por ello[4].

[2] Ley de 13 de junio de 1879.
[3] Artículo 168 de la Ley de 1879.
[4] Artículo 13 de la Ley de 1879.

La **Ley de 1985**[5] continuó con una concepción similar, matizando que la *"sequía extraordinaria"* es un estado de necesidad, urgencia o situación anómala o excepcional, y respecto de los efectos de su manifestación, amplió las facultades de la Administración y restringió el derecho a indemnización. La ampliación de las facultades que otorga a la Administración es muy significativa ya que en la Ley de 1879 sólo permitía la «expropiación temporal del agua necesaria para el abastecimiento de una población» y con la Ley de 1985 autorizaba al Gobierno a adoptar "*las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico"*.

- Concretamente estableció que en circunstancias de sequías *"extraordinarias"*, de sobreexplotación grave de acuíferos, o en similares estados de necesidad, urgencia o concurrencia de situaciones anómalas o excepcionales, el Gobierno, mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros, oído el Organismo de cuenca, podrá adoptar, para la superación de dichas situaciones, las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión. La aprobación de dichas medidas llevará implícita la declaración de utilidad pública de las obras, sondeos y estudios necesarios para desarrollarlos, a efectos de la ocupación temporal y expropiación forzosa de bienes y derechos, así como la de urgente necesidad de la ocupación[6]. Las repetidas medidas también son de aplicación a los aprovechamientos de aguas privadas aunque en estos casos la Ley habla de sequía *"grave"*[7].

Con motivo de la sequía de principios de los noventa, la **Ley 9/1996**[8] modificó la Ley de aguas de 1985 e introdujo dos modificaciones importantes respecto de la eficiencia en la gestión del agua y el endurecimiento de la disciplina sancionatoria en el caso de inaplicación de las medidas que se adoptan en caso de sequía extraordinaria y estados similares.

- Por lo que respecta a la falta de **eficiencia**, la configura como nueva causa de revisión de las concesiones de abastecimiento de poblaciones y regadíos. Especifica que podrán revisarse las concesiones en los supuestos en los que se acredite que el objeto de la concesión puede cumplirse con una menor dotación o una mejora técnica de utilización del recurso, que contribuya a un ahorro del mismo. Para ello, obliga a las Confederaciones Hidrográficas a realizar auditorias y controles de las concesiones, a fin de comprobar la eficiencia de la gestión y utilización de los recursos hídricos. Aclara expresamente que la modificación de las condiciones concesionales en estos supuestos no otorgará al concesionario derecho a compensación económica alguna. Sin perjuicio de ello, reglamentariamente podrán establecerse ayudas a favor de los concesionarios para ajustar sus instalaciones a las nuevas condiciones concesionales.
- En lo que se refiere al **endurecimiento disciplinario**, la modificación vino a sancionar la segunda infracción grave de las medidas adoptadas por sequía extraordinaria y estados similares con la caducidad de la concesión.

[5] Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas.
[6] Artículo 56 de la Ley 29/1985.
[7] Disposición transitoria segunda y tercer de la Ley 29/1985.
[8] Artículos 2 y 3 de la Ley 9/1996, de 15 de enero, por la que se adoptan medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía, en los que se modifica y amplia, respectivamente, los artículos 63 y 109.2 de la Ley 29/1985.

Con la mención expresa a la experiencia obtenida en la sequía de principios de los noventa la **Ley 46/1999**[9] también modificó la Ley de aguas de 1985 en la "*búsqueda de soluciones alternativas"* que permitieran incrementar la producción de agua con la desalación o reutilización y potenciar la eficiencia a través la flexibilización del régimen concesional.

- En la modificación operada menciona expresamente la sequía en dos casos: al detallar las obras hidráulicas de interés general que son competencia de la Administración General del Estado pues incluye las que tengan por objeto hacer frente a fenómenos catastróficos como las inundaciones, sequías y otras situaciones excepcionales, así como la prevención de avenidas vinculadas a obras de regulación que afecten al aprovechamiento, protección e integridad de los bienes de dominio público hidráulico[10]; y al establecer que el Organismo de cuenca puede modificar las condiciones de vertido, con carácter general, a fin de garantizar los objetivos de calidad en los casos excepcionales, por razones de sequía o en situaciones hidrológicas extremas[11].

La **Ley del Plan Hidrológico Nacional**[12] recoge en su exposición de motivos que "*la gestión de las sequías"* es una de las medidas que traslucen la preocupación por garantizar un uso racional y sostenible de los recursos hídricos. En su texto articulado establece al respecto un mandato de desarrollo de directrices e instrumentos para la gestión de las sequías.

- El mandato de desarrollo es al Gobierno para que a través de Real Decreto y en un plazo de dos años, establezca los criterios de coordinación para la revisión de los planes hidrológicos de cuenca en una serie de materias entre las que se encuentra la gestión de las sequías[13].
- Los instrumentos para la gestión de sequías que establece son: un «sistema global de indicadores hidrológicos» para su previsión y referencia en la declaración formal de «situaciones alerta y eventual sequía», los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuenca y los planes de emergencia ante situaciones de sequía que habrán de realizarse en los abastecimientos de poblaciones igual o superiores a veinte mil habitantes[14].

El texto refundido de la **Ley de Aguas de 2001**[15] se introdujo también una modificación en el régimen de los acuíferos sobreexplotados o en riesgo de estarlo, al permitir que se autoricen nuevas extracciones en circunstancias de sequía previamente constatadas por la Junta de Gobierno del Organismo de cuenca y de acuerdo con el Plan de ordenación para la recuperación del acuífero[16].

La **Ley 62/2003**, según su exposición de motivos, modifica el texto refundido de la Ley de Aguas "*para incorporar al derecho español la Directiva 2000/60/CE*" y con ello recogió una

[9] Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
[10] Artículo único, número decimosexto de la Ley 46/1999 por la que se modifica el artículo 44 de la Ley 29/1985.
[11] Artículo único, número trigésimo sexto de Ley 46/1999 por la que se modifica el artículo 96 de la Ley 29/1985.
[12] Ley 10/2001, de 5 julio, del Plan Hidrológico Nacional.
[13] Artículo 6 de la Ley 10/2001.
[14] Artículo 27 de la Ley 10/2001.
[15] Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
[16] Disposición adicional séptima del Real Decreto Legislativo 1/2001.

nueva referencia a la sequía al ampliar los objetivos de la protección incluyendo, entre otros, el de "*paliar los efectos de las inundaciones y sequías*"[17].

2.1 Los instrumentos jurídicos en la gestión de la sequía

En el recorrido histórico realizado se puede comprobar cómo la sociedad ha incorporado a la Ley de aguas instrumentos jurídicos para permitir que la Administración pública pueda paliar los efectos de las sequías y parece necesario y útil tratar de mostrar todos estos instrumentos de una forma sintética.

La regulación legal de la planificación hidrológica parece haber prestado poca atención a la sequía. Cuando la Ley de aguas establece el contenido de los planes hidrológicos no menciona las medidas para prevenir, responder o recuperar los daños que puede producir la sequía[18], no obstante la Ley del Plan hidrológico nacional si la recoge entre las materias a tener en cuenta en la revisión de dichos planes[19].

Aunque en la Ley no se recogió expresamente este contenido, era lógico que los planes hidrológicos de cuenca hicieran alguna mención a este riesgo natural. Estos planes no han sido uniformes en el tratamiento de la sequía, los hay que les han dedicado una mayor atención, es el caso del Plan hidrológico de cuenca del Ebro que la trata en la asignación de recursos disponibles en el horizonte de diez años20, en la protección del Delta del Ebro21 y les dedica una regulación específica[22], o el caso del Plan hidrológico de cuenca del Guadalquivir que considera la sequía en la regulación de los caudales ambientales[23], la protección de las aguas subterráneas[24] y establece criterios de actuación en situación de sequía[25], o el caso del Plan hidrológico de la cuenca del Tajo que la trata al regular las dotaciones para garantía del abastecimiento urbano[26] y al regular las actuaciones ante fenómenos extremos[27]. Otros planes hidrológicos de cuenca toman en consideración la sequía en los objetivos y al regular las asignaciones de los abastecimientos urbanos como es el caso del Plan hidrológico de la cuenca Norte[28], o al regular las actuaciones respecto del régimen de concesiones[29] como es el caso del Plan hidrológico el Guadiana, o mencionan la sequía cuando tratan las asignaciones y reservas como ocurre en el Plan hidrológico de la cuenca Sur[30], o simplemente ni siquiera la mencionan como en el caso del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura[31].

En cualquier caso, la respuesta planificada a la sequía si ha acabado siendo una necesidad recogida en la Ley del Plan hidrológico nacional a través de la obligación de adoptar un «sistema global de indicadores hidrológicos» para su previsión y referencia en la declaración formal de «situaciones alerta y eventual sequía», los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuenca y

---

17 Artículo 129.25 de Ley 62/2003.
18 Artículo 42 Real Decreto Legislativo 1/2001.
19 Artículo 6 de la Ley 10/2001.
20 Artículo 39.6 del PHC Ebro (Orden 13-08-1999, BOE 16-09-1999)
21 Artículo 105 del PHC Ebro.
22 Artículos 134 a 138 del PHC Ebro.
23 Artículo 14.2 del PHC Guadalquivir (Orden 13-08-1999, BOE 27-08-1999)
24 Artículo 36.1 PHC Guadalquivir.
25 Artículo 38 PHC Guadalquivir.
26 Artículo 8 PHC Tajo.
27 Artículo 42 PHC Tajo.
28 Apartado I y artículo 29 y 30 PHC Norte I, II y III (Orden 13-08-1999, BOE 27-08-1999)
29 Artículo 13.6 PHC Guadiana I y II (Orden 13-08-1999, BOE 31-08-1999)
30 Artículo 13 del PHC Sur (Orden 6-9-1999, BOE 17-09-1999)
31 PHC Segura (Orden 13-08-1999, BOE 27-08-1999)

los planes de emergencia ante situaciones de sequía que habrán de realizarse en los abastecimientos de poblaciones igual o superiores a veinte mil habitantes[32].

En lo que se refiere a las medidas de gestión, la evolución comentada ha introducido en la Ley la obligatoriedad del uso eficiente del agua. Con esta finalidad, en el régimen concesional se recoge la falta de eficiencia como nueva causa de revisión de las concesiones de abastecimiento de poblaciones y regadíos[33]. Especifica la norma que podrán revisarse las concesiones en los supuestos en los que se acredite que el objeto de la concesión puede cumplirse con una menor dotación o una mejora técnica de utilización del recurso, que contribuya a un ahorro del mismo. Para ello, obliga a las Confederaciones Hidrográficas a realizar auditorías y controles de las concesiones, a fin de comprobar la eficiencia de la gestión y utilización de los recursos hídricos. Aclara expresamente que la modificación de las condiciones concesionales en estos supuestos no otorgará al concesionario derecho a compensación económica alguna. Sin perjuicio de ello, reglamentariamente podrán establecerse ayudas a favor de los concesionarios para ajustar sus instalaciones a las nuevas condiciones concesionales.

Además de la obligada eficiencia en el uso del agua y sus consecuencias sobre el sistema concesional, existen otro conjunto de medidas que aunque no están referidas expresamente a la sequía si pueden ser de utilidad en su gestión, se trata de determinadas facultades de modificación de los aprovechamientos de las aguas y de la transmisión de los derechos sobre el uso privativo de las aguas. Las facultades de modificación de los aprovechamientos, se otorgan por la Ley al Organismo de cuenca en orden a garantizar la disponibilidad y la explotación racional de las aguas, sin que ello tenga como resultado modificar, revisar o caducar las concesiones otorgadas. Estas facultades son: la de fijar el régimen de explotación de los embalses y acuíferos cuando así lo exija la disponibilidad del recurso[34]; la de limitar o condicionar los usos de las aguas para garantizar su explotación racional[35], y la de sustituir el origen de los caudales concedidos para garantizar la asignación de las aguas de mejor calidad a los abastecimientos[36].

La transmisión de los derechos sobre el uso privativo de las aguas se puede realizar a través de los centros de intercambio y los contratos de cesión. Ambas figuras jurídicas fueron creadas para flexibilizar el sistema concesional como respuesta las situaciones de escasez como la sequía. Los centros de intercambio (conocidos por algunos como bancos de aguas por ciertas similitudes con el creado en California en la sequía de principios de los noventa), son unas instituciones o medidas que permiten al Organismo de cuenca realizar ofertas públicas para la adquisición de derechos de uso del agua, que posteriormente pueden ceder a otros usuarios mediante una oferta pública de cesión a cambio de un precio preestablecido[37]. La constitución de estos centros ha de venir exigida por la disponibilidad del recurso, la existencia de acuíferos sobreexplotados o en riesgo de estarlo, sequías extraordinarias, o similares estados de necesidad, urgencia o concurrencia de situaciones anómalas o excepcionales. Los contratos de cesión, son acuerdos entre dos titulares de concesiones o derechos al uso privativo de las aguas, mediante el cual el cedente cede al cesionario dicho uso privativo de forma temporal y, en su caso, a cambio de una

32 Artículo 27 de la Ley 10/2001.
33 Artículo 65.2 y 4 Real Decreto Legislativo 1/2001.
34 Artículo 55.1 del Real Decreto Legislativo 1/2001.
35 Artículo 55.2 del Real Decreto Legislativo 1/2001.
36 Artículo 61.3 y 92.h del Real Decreto Legislativo 1/2001.
37 Artículo 71 del Real Decreto Legislativo1/2001.

contraprestación económica, y cuya validez está sujeta a la previa autorización de la Administración hidráulica[38].

En último lugar, como medidas de carácter reactivo y coyuntural, la Ley otorga a la Administración una amplia capacidad para superar los casos de sequías "*extraordinarias*", otorgándole la facultad de adoptar las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión. La aprobación de dichas medidas llevará implícita la declaración de utilidad pública de las obras, sondeos y estudios necesarios para desarrollarlos, a efectos de la ocupación temporal y expropiación forzosa de bienes y derechos, así como la de urgente necesidad de la ocupación[39]. Las repetidas medidas también son de aplicación a los aprovechamientos de aguas privadas[40]. En materia de vertidos, la sequía también faculta al Organismo de cuenca para modificar las condiciones de vertido, con carácter general, a fin de garantizar los objetivos de calidad[41].Por último, la Ley establece ante el incumplimiento reiterado de estas medidas un régimen sancionatorio agravado.

El precedente análisis de los instrumentos jurídicos que permiten a la Administración pública la gestión de la sequía como riesgo natural ha de completarse con el estudio de los cambios introducidos por las Directiva Marco del Agua. Cabría pensar que al tratarse de una Directiva comunitaria y al haberse cumplido el plazo de adaptación[42] sería suficiente acudir al Derecho interno para conocer las modificaciones que se han producido, sin embargo la adaptación realizada[43] entiendo que fue incorrecta e incompleta lo que nos obliga a acudir al texto comunitario como referencia principal.

3. La sequía en la Directiva Marco del Agua

Se ha dicho más arriba que la Unión Europea está en un momento de transición en la política de aguas a través de la Directiva Marco del Agua y que ello supone revisar también la forma en que se ha actuado para paliar los efectos de la sequía. Antes de estudiar las referencias a la sequía que establece el nuevo marco jurídico comunitario, es conveniente dedicar unas palabras al lugar que ocupa esta Directiva en el Derecho comunitario.

La Unión Europea mantiene una política de protección ambiental desde los años setenta que ha supuesto la introducción de la sustentabilidad o sostenibilidad como uno de los objetivos comunitarios actuales en los tratados constitutivos[44]. Para conseguir esta sostenibilidad la Unión considera necesario garantizar un nivel elevado de protección del medio ambiente[45] que además de constituir un espacio de actuación en sí mismo, se proyecta sobre el resto de ámbitos de actuación pública donde debe integrarse a la hora de definir y ejecutar otras políticas[46].

Los objetivos de la sostenibilidad son la conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente, la protección de la salud de las personas, la utilización prudente y racional de los recursos naturales, y el fomento de medidas a escala

38 Artículo 67 a 70 del Real Decreto Legislativo 1/2001.
39 Artículo 56 de la Ley 29/1985.
40 Disposición transitoria segunda y tercer de la Ley 29/1985.
41 Artículo único, número trigésimo sexto de Ley 46/1999 por la que se modifica el artículo 96 de la Ley 29/1985.
42 Artículo 24 de la Directiva marco de aguas.
43 Artículo 129.25 de Ley 62/2003.
44 Artículo 2 del TUE y del TCE; también artículo I-3 del Tratado Constitucional (TC) ratificado por España pero que aún no ha entrado en vigor.
45 Artículos 2 y 172 TCE y artículo II-97 TC.
46 Artículo 6 TCE y artículo II-97 TC.

internacional destinadas a hacer frente a los problemas regionales o mundiales del medio ambiente[47].

Como desarrollo de estos objetivos, la Unión ha iniciado el siglo XXI estrenando el nuevo marco jurídico de la política de aguas que recoge la Directiva Marco del Agua, bajo la consideración de que el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal[48].

Los objetivos de esta política de aguas son, en resumen: lograr el buen estado de las aguas a más tardar en 2015; garantizar el suministro suficiente de agua en buen estado para el uso sostenible, equilibrado y equitativo; paliar los efectos de las inundaciones y sequías; y lograr los objetivos de los acuerdos internacionales[49].

Esta Directiva configura una política integrada, eficiente y participativa de las aguas que, en síntesis, tiene como objeto: prevenir, proteger y mejorar los ecosistemas acuáticos y terrestres dependientes; promover su uso sostenible basado en una protección a largo plazo y la recuperación de los costes, y reducir o suprimir la contaminación de las aguas[50].

3.1 Los Objetivos Medioambientales

La finalidad la protección de las aguas establecida por la Directiva Marco del Agua se desarrolla en una serie de objetivos generales que ya se han citado y otros más concisos denominados "*objetivos mediambientales*"[51]. Se trata de una serie de objetivos concretos y sujetos a plazo en la mayoría de los casos, que han de lograrse a través de los programas de medidas y que se agrupan según vengan referidos a las aguas superficiales, subterráneas o zonas protegidas.

El modelo de planificación y gestión configurado por la Directiva a través de los objetivos medioambientales supone un cambio sustancial respecto del modelo de planificación hidrológica preexistente en el Derecho español. Mientras que la planificación anterior se centraba en la asignación y reservas de caudales a los distintos usos y usuarios, la planificación actual se ha de centrar en la protección y en su uso sostenible. Para que esta protección y uso sostenible no sean meros enunciados generales con difícil plasmación práctica, se articulan los objetivos medioambientales y los Programas de medidas y seguimiento. Este sistema dedica una especial atención a la consecución de resultados de manera que para cada cuerpo o masa de agua establece un diagnóstico y un objetivo de mejora para alcanzar su buen estado cuantitativo y cualitativo. El seguimiento también tiene una especial importancia en este sistema ya que de forma continua se comprueba si se están alcanzando los resultados que se esperaban, y si no consigue la mejora se exige la aplicación de nuevas medidas complementarias o adicionales.

Los Estados miembros tienen la obligación de conseguir estos objetivos medioambientales. Se trata de una obligación de resultado[52] en la que tienen el deber de adoptar todas las medidas generales o particulares apropiadas para asegurar su cumplimiento y el deber de abstenerse de todas aquellas medidas que puedan poner en peligro la realización[53]. El

47 Artículo 174.2 TCE y artículo III-233 TC.
48 Considerando 1 Directiva 2000/60/CE.
49 Artículos 1 y 4 Directiva 2000/60/CE.
50 Considerando 9 y artículos 1, 9 y 14 Directiva 2000/60/CE.
51 Artículo 4 de la Directiva 2000/60.
52 Artículo 249 del Tratado de la Comunidad Europea
53 Artículo 10 del Tratado de la Comunidad Europea.

incumplimiento de estas obligaciones puede dar lugar a un proceso de infracción ante el Tribunal de Justicia[54] e incluso a la imposición de sanciones[55].

El carácter vinculante de estos objetivos fue objeto de debate durante la tramitación de la Directiva entre el Parlamento Europeo y la Comisión que optaban por una redacción que no ofreciera dudas al respecto y el Consejo que pretendía expresiones condicionales[56]. El texto aprobado no ofrecer dudas sobre el carácter vinculante de estos objetivos concretos, como contrapartida en el precepto se recogen diversas excepciones a su cumplimiento entre las que se encuentra determinadas sequías.

3.2 Las excepciones al cumplimiento de los objetivos medioambientales

No obstante, la obligación de alcanzar los objetivos medioambientales no es absoluta y existen determinadas condiciones en las que se permite prorrogar el plazo de cumplimiento, reducir el rigor de los objetivos, suspender temporalmente su cumplimiento, y excluir la consideración de infracción de determinados incumplimientos[57]. Cualquiera de estos supuestos tiene la condición de excepción por lo que su interpretación ha de ser restrictiva y deberán cumplirse rigurosamente las condiciones establecidas para su aplicación[58].

Estas excepciones al cumplimiento de los objetivos ambientales se introdujeron durante la tramitación y, entre ellas, España propuso en el Consejo la excepción de cumplimiento en el caso de sequía o inundación. La representación española tal vez tuviera presente la condena no muy lejana del Tribunal de Justicia por la Directiva de aguas de baño en la que alegó como excepción de cumplimiento la sequía padecida[59].

3.3 La sequía como excepción al cumplimiento de los objetivos medioambientales

Con carácter previo al análisis de la sequía excepcional y sus efectos jurídicos es necesario afirmar que en el marco de la planificación establecida por la Directiva Marco del Agua, las respuestas a las situaciones de escasez y las sequías no excepcionales, han de estar integradas en el Plan hidrológico de cuenca y en sus Programas de medidas y seguimiento. Esta afirmación es el palmario correlativo del régimen jurídico de las sequías excepcionales que se analiza a continuación.

La sequía en determinadas condiciones puede constituir una excepción temporal en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Directiva Marco del Agua, en especial

---

54 Artículo 226 del Tratado de la Comunidad Europea.

55 Artículo 228 del Tratado de la Comunidad Europea.

56 Al encontrarse presente la discusión en casi la totalidad de los documentos interlocutorios del Parlamento Europeo, el Consejo y la Comisión remito para su análisis a la información recopilada por el Observatorio legislativo del Parlamento Europeo cuya referencia de procedimiento es COD/1997/0067.

57 Artículo 4 apartados 4, 5, 6 y 7 de la Directiva 2000/60.

58 La jurisprudencia del Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas ha declarado que las excepciones deben interpretarse, en principio, de forma restrictiva. Véanse entre otras STJCE 19-09-2000, Linster, C-287/98, Rec. p. I- 6917, apartado 49 y de 30-03-1993, Thomas, C-328/91, Rec. p. I-1247, apartado 8.

59 El Tribunal de Justicia entendió que "El Gobierno español no ha proporcionado ninguna indicación precisa que pruebe, en cada una de las regiones afectadas, por una parte, el carácter excepcional de la sequía alegada y, por otra parte, la imposibilidad que de ella hubiere resultado para las autoridades de alcanzar la calidad mínima de las aguas de baño impuesta por la Directiva, a pesar de realizar esfuerzos adicionales. A este respecto, baste señalar, como lo hizo el Abogado General en el punto 28 de sus conclusiones, que una gran parte de las aguas de baño no conformes con las exigencias de la Directiva están situadas en el norte de España, zona que, según afirmaciones de la Comisión no rebatidas, resultó menos afectada por la sequía" (STJCE 12-02-1998, *Comisión contra España*, C-92/96, apartado 32, Rec. 1998 p. I-0505).

de la obligación de prevenir todo deterioro adicional de los ecosistemas acuáticos y de la consecución de los objetivos medioambientales[60].

La concepción de la DMA parece responder al criterio de que las sequías constituyen un fenómeno periódico y por tanto previsible que debe integrarse en la planificación y gestión normal de las aguas, de forma no tienen porque poner en peligro el cumplimiento de los objetivos de la DMA. En otras palabras, si vamos reduciendo los efectos antrópicos negativos sobre las aguas, la sequía no tiene porque detener dicha reducción. Para que siga reduciéndose estos efectos negativos tendrán por tanto que adoptarse medidas más rigurosas de reducción de dichos efectos en los episodios de sequía. Por otra parte, determinadas condiciones ambientales de referencia como pueden ser los caudales ambientales de un río o el volumen de recarga de un acuífero deberán adaptarse a la circunstancia de sequía como deben adaptarse las tomas o extracciones de las distintas masas de aguas.

3.4 Las condiciones necesarias para aplicar la excepción

Como el resto de las excepciones a los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua, la excepción temporal en situaciones de sequía debe interpretarse de forma restrictiva y exige un riguroso cumplimiento de las condiciones establecidas.

Las condiciones establecidas en la excepción constituyen una garantía de que no se utiliza indebidamente y tratan de evitar un abuso contrario a los fines de la Directiva. Las condiciones vienen referidas a la caracterización de la sequía y condiciones relativas a la adopción de medidas simultáneas y posteriores.

3.4.1 Condiciones sobre la caracterización de la sequía

Subyace en el establecimiento de estas condiciones de caracterización de la sequía al menos dos aspectos relevantes: la polisemia del término sequía y la necesidad de garantizar el efecto útil de la Directiva. El término sequía se utiliza para designar realidades distintas aunque todas ellas tengan que ver con la escasez hídrica. En este sentido, resulta curioso que diccionarios de especial relevancia contengan definiciones distintas como primera acepción: «tiempo seco de larga duración»[61], «falta de lluvias, que produce la sequedad de los campos y la disminución o desaparición de las corrientes de agua»[62], o «falta prolongada de lluvias»[63]. En cualquier caso, en lo que ahora interesa destacar es necesario determinar a través de condiciones concretas a qué realidad se refiere el legislador cuando habla de sequía, pues de ello puede depender el cumplimiento o incumplimiento de la norma comunitaria. Por otro lado, el efecto útil de la norma comunitaria debía de garantizarse con condiciones estrictas para que la excepción no corriera el peligro de convertirse en un cajón de sastre donde amparar cualquier incumplimiento.

En este sentido es de interés traer a colación el concepto de sequía construida elaborado por Antonio Estavan quien llama la atención sobre el hecho de que lo que denominamos con frecuencia sequía no es otra cosa que el estado al que nos ha llevado una política de aguas centrada en el continuo incremento de la disponibilidades de agua. Esta política ha generado demandas no suficientemente respaldada por la disponibilidad real de los recursos, lo cual ha supuesto una excesiva presión de los ecosistemas acuáticos y un

60 Artículo 4.6 y 11.5 de la Directiva 2000/60.
61 Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 22ª edición, RAE, Madrid, 2003.
62 María Moliner, Diccionario de Uso del Español, 2ª edición, Editorial Gredos, Madrid, 2001.
63 Manuel Seco (Coord.), Diccionario del Español Actual, Aguilar, Madrid, 1999.

correlativo aumento de nuestra vulnerabilidad ante cualquier reducción de las aportaciones naturales. En consecuencia, advierte dicho autor, es necesario revisar las bases de la planificación hidrológica, en especial respecto de las disponibilidades que nos brindan los ecosistemas, hoy sobrevaloradas, y proyectar nuestro uso bajo el principio de precaución[64]. Expuestas estas reflexiones sobre el concepto de sequía

La condición tal vez más importante es que la sequía ha de deberse «a causas naturales o de fuerza mayor». Esta condición pretende impedir que una sequía causada por las actividades humanas justifique el deterioro temporal de los cuerpos o masas de agua. Pero distinguir las causas de la sequía no siempre es fácil y claro. Para realizar esta distinción es esencial contar con un conjunto de indicadores cuyos datos no se vean influidos directamente por la acción antrópica. Por ejemplo, el nivel de agua que tiene un embalse o el nivel piezométrico de un acuífero depende directamente de la acción humana en su gestión por lo que no puede considerarse en sí mismo como un indicador adecuado para mostrar la causa natural de una sequía, sin perjuicio de que sea un indicador de escasez muy útil para la gestión. Es necesario por tanto revisar los indicadores existentes y diferenciar aquellos que muestran exclusivamente fenómenos climatológicos naturales, de los que muestran situaciones de escasez en las que tienen capacidad de influir los seres humanos. Así solo en base a los indicadores de fenómenos climatológicos naturales se podrá determinar jurídicamente si la sequía tiene origen natural o no.

La Directiva califica también la sequía como «prolongada» pero no expresa el alcance de su continuidad en el tiempo. Cuando en el lenguaje común se dice que una sequía es prolongada se está tomando como elemento de comparación o referencia la duración frecuente de las sequías. Una sequía sería prolongada en la medida en que su persistencia o duración fuera infrecuente. Para hallar el umbral de frecuencia que nos permita determinar si estamos ante una sequía prolongada o no, habría que acudir a la estadística de ocurrencia en la Demarcación hidrográfica. En cualquier caso y como primera aproximación, parece lógico que en el clima mediterráneo una sequía prolongada siempre dura más de un año hidrológico.

La sequía ha de ser además «excepcional o que no haya podido preverse razonablemente». Una sequía excepcional es aquella que se aparta de la regla general, lo que suele ocurrir cuando tiene una duración o intensidad infrecuentes. Una sequía que no es previsible razonablemente es aquella cuya ocurrencia es improbable, es decir una sequía que dada la frecuencia con la que vienen produciéndose en determinado lugar y período de tiempo, es difícil que tenga lugar. Parece que en ambos conducen a una sequía infrecuente y por tanto excepcional y de difícil previsión. Sin embargo para poder establecer un umbral a partir del cual se considere una sequía infrecuente en una determinada Demarcación hidrográfica es necesario contar con un análisis histórico de recurrencia. En cualquier caso y también como primera aproximación, parece lógico que una sequía excepcional y de difícil previsión puede ser la que tiene un período de retorno de cincuenta años.

La sequía y las condiciones que ha de reunir han de estar además recogidas de forma previa y expresa en el Plan hidrológico de cuenca, así como los indicadores y por ende los criterios a tomarse en consideración. Téngase en cuenta que, al menos, hay dos criterios que deben tomarse en consideración por una parte que la evolución de cambio climático constituye y la influencia que pueda tener sobre la escasez y la sequía, y por otra parte la aplicación rigurosa del principio de precaución ambiental.

---

64 Antonio Estevan Estevan conferencia en la Universidad de Sevilla el 23-11-2005.

En suma, el único tipo de sequía que puede justificar un deterioro temporal de los cuerpos o masas de aguas es aquella que conforme a los indicadores y umbrales específicos y preestablecidos en el Plan hidrológico de cuenca se determine y declare que es de origen natural y tiene una duración e intensidad infrecuentes e imprevisibles en el clima de la Demarcación hidrográfica.

3.4.2 Condiciones referidas a la adopción de medidas

Además de las condiciones señaladas sobre las características de la sequía, la Directiva Marco del Agua también establece condiciones de carácter operativo para considerar que la respuesta ante la sequía puede justificar el deterioro temporal del estado de las aguas. Subyace también en el establecimiento de estas condiciones operativas la necesidad de garantizar el efecto útil de la Directiva, garantizar con condiciones estrictas que la excepción no se utilice de manera inadecuada o fraudulenta para amparar incumplimientos injustificados.

El objetivo de estas condiciones operativas se proyecta sobre los distintos aspectos de la protección ambiental, es decir la prevención de nuevos deterioros y la protección y mejora del estado de los ecosistemas. Así encontramos la obligación de adoptar las medidas de carácter preventivo para las masas de agua afectadas o en riesgo de estarlo y medidas de recuperación de las ya afectadas.

La norma exige que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose el estado de las masas de aguas y se ponga en peligro el logro de los objetivos de la Directiva en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias. Se trata de una condición coherente con el principio de prevención ambiental del Derecho comunitario[65], recuérdese también que el objeto de la Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas que «prevenga todo deterioro adicional» del estado de los ecosistemas acuáticos y los terrestres y humedales directamente dependientes[66]. El alcance de esta condición comparte su rotundidad con el citado principio en la Directiva pues se refiere a «todas» las medidas factibles, es decir que si existe alguna medida que era susceptible de adoptarse y no se contempló para su realización se estaría incumpliendo esta condición legal. Para determinar qué medidas tienen la condición de «factibles» o susceptibles de hacerse hay que recordar que la Directiva Marco del Agua distingue entre medidas básicas, complementarias y adicionales[67] y dedica incluso un anexo a listar dichas medidas[68], por tanto en la determinación de las medidas factibles habrá que incluir en todo caso las citadas. Como límite, la Directiva impone que las medidas elegibles no deben poner en peligro la recuperación de la calidad de las masas de agua una vez que hayan cesado las circunstancias que motivaron su adopción. En lo que se refiere al tiempo de reacción, aunque la Directiva no lo diga expresamente, la lógica lleva a concluir que es necesaria una adopción pronta, utilizando el menor tiempo posible pues la tardanza en la reacción y adopción de medidas suele abocar a un incremento costes desproporcionados.

La Directiva Marco del Agua también exige que las medidas que deban adoptarse en estas circunstancias excepcionales se incluyan en el Programa de medidas. Cabe preguntarse si es posible adoptar una medida aunque no esté recogida en el Programa de medidas preestablecido, la Directiva no excluye esta posibilidad luego si está justificada su adopción

65 Artículo 174.2 del Tratado de la Comunidad Europea.
66 Artículo 1 de la Directiva 2000/60/CE.
67 Artículo 11 de la Directiva 2000/60/CE.
68 Anexo VI de la Directiva 2000/60/CE.

y cumple todas las condiciones aplicables podría adoptase y de forma simultánea o sucesiva promover su inclusión en el correspondiente Programa de medidas.

En lo que concierne al ámbito territorial de las medidas a adoptar, la Directiva Marco del Agua tiene también un criterio preventivo ya que incluye tanto a los cuerpos o masas de agua que ya se encuentran afectadas como a aquellas masas de agua que no están afectadas aún pero pueden llegar a estarlo y con ello se las ponga en peligro de no alcanzar los objetivos medioambientales.

En relación a extensión temporal de su aplicación, recuérdese que la obligación de adoptar medidas de protección es de carácter dinámico y por tanto no responde a un único momento sino a un proceso de aplicación y seguimiento que exige la adopción de todas las medidas adicionales que resulten necesarias a raíz de la revisión anual de los efectos de la sequía. Las medidas adicionales habrán de cumplir con las mismas condiciones que las ya adoptadas.

3.4.3 Condiciones de información y participación pública

Existe una serie de obligaciones en materia de medio ambiente de acceso y divulgación de la información, participación pública en la toma de decisiones y tutela judicial de esos derechos recogida en el Convenio de Aarhus de 1998[69] que ha sido concretada en el Derecho comunitario[70] y en el Derecho español[71]. Estas obligaciones son aplicables en la materia objeto de este estudio.

Pero además de estas obligaciones generales, la Directiva Marco del Agua establece expresamente que «los Estados miembros fomentarán la participación activa de todas las partes interesadas en la aplicación de la presente Directiva»[72] esta obligación viene a reforzar las exigencias generales y hace necesario involucrar a todas las partes interesadas, ya sea por intereses generales como la protección ambiental o por intereses económicos particulares como el de los usuarios.

A este respecto es necesario que estén identificadas todas las partes interesadas y que se fomente a través de la divulgación y acceso a la información, así como a través su consulta desde el primer momento cuando aún están abiertas todas las opciones.
Es de destacar que en una planificación que integra la sequía como un riesgo natural que debe tratarse de forma preventiva y progresiva el establecimiento de umbrales para la adopción de medidas ha de comprender entre las partes interesadas a los operadores afectados por dichas medidas. Un ejemplo de interés sobre la participación progresiva de los distintos agentes implicados en la adopción de medidas lo encontramos para los abastecimientos urbanos en el concebido por Francisco Cubillo para el Canal Isabel II.

---

[69] Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente, hecho en Aarhus (Dinamarca), el 25 de junio de 1998, Instrumento de ratificación de 15-12-2004, BOE 16-02-2005.
[70] Ver: Reglamento (CE) 1367/2006, Reglamento (CEE) 1210/90, Directiva 2003/4/CE y Directiva 2003/35/CE.
[71] Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regula los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE), BOE 19-07-2006.
[72] Artículo 14 de la Directiva 2000/60/CE.

4. CONCLUSIONES

1) La Directiva Marco del agua tiene como primer objeto la protección de las aguas que prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y terrestres y humedales dependientes, por lo que sólo en los casos excepcionales contemplados por la Directiva podrá incumplirse esta obligación y los objetivos medioambientales que la concretan en todas las masas de agua.

2) El sistema de planificación y gestión establecido por la Directiva Marco del Agua exige que las respuestas a toda situación de escasez de recursos hídricos que tenga un origen social han de estar integradas en el Plan hidrológico de cuenca y en sus Programas de medidas y seguimiento, por lo que en ningún caso pueden justificar el deterioro temporal del estado de las masas de agua.

3) Igualmente han de estar integradas en dicha planificación las respuestas a las sequías de origen natural cuya intensidad y duración no sea excepcional o hayan podido preverse razonablemente. Por tanto, estas sequías tampoco podrán justificar el deterioro temporal del estado de las masas de agua.

4) La caracterización de las situaciones de sequía excepcional, los indicadores y umbrales adecuados y las medidas a adoptar para la protección de las aguas y ecosistemas que puedan verse afectados, deben estar recogidos en el Plan hidrológico de cuenca y en los programas de medidas y seguimiento correspondientes.

5) Sólo las sequías de origen natural y carácter excepcional por su duración e intensidad que, por tanto, no han podido preverse razonablemente justifican que se produzca un deterioro temporal del estado de las masas de agua siempre que se hayan adoptado las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose las masas de aguas afectadas o en riesgo de estarlo, o se ponga en peligro el logro de los objetivos medioambientales.

6) Es necesario completar y corregir la adaptación del Derecho español a la Directiva Marco del Agua lo que exige, entre otras modificaciones legislativas, introducir las condiciones contempladas en el número 6 de su artículo 4.

7) Es necesario cubrir las lagunas informativas sobre los derechos, usos y consumos reales y actualizados de las aguas. Esta base informativa habrá de contemplar y distinguir aquellos usos y consumos que no cuentan con derechos que les amparen. En cuanto a su divulgación habrá de estar accesible públicamente en Internet. Estos datos junto al cálculo actualizado y efectivo del agua disponible permitirán una gestión más eficaz y eficiente en las situaciones de escasez o sequía. En este sentido es preciso realizar un mayor esfuerzo para completar, homogeneizar y actualizar los datos obtenidos con el proyecto Alberca.

8) Es necesario revisar el sistema de indicadores actual para que queden nítidamente diferenciados los indicadores que permitan determinar si una sequía se debe a causas naturales o por el contrario en su origen se encuentra también la acción humana. El uso de indicadores de gestión como el nivel del agua embalsada o el nivel piezométrico de los acuíferos no son adecuados a este fin por la incidencia

que sobre ellos ejerce la actividad de humana. También será necesario el establecimiento de indicadores que determinen las necesidades ambientales en situación de sequía según su intensidad y umbrales que lleven aparejada la necesidad de adoptar medidas de protección para satisfacer dichas necesidades.

9) Es igualmente necesario que los planes especiales y de emergencia ante situaciones de sequía se diseñen y estructuren para integrarse en los futuros Planes hidrológicos de cuenca. Las medidas que se establezcan estos instrumentos de planificación deberán evaluarse en la misma forma que la Directiva exige para los Programas de medidas de los que formarán parte. Entre las medidas a contemplar por estos planes se encuentran las de protección ambiental que determinaran de forma concreta y progresiva una adaptación las necesidades ambientales en los distintos grados de intensidad de sequía, unas medidas de protección adecuadas a dichas necesidades y unas medidas de restauración de su estado para el cumplimiento de los objetivos medioambientales una vez concluya la situación excepcional. Estos planes deberán establecer medidas concretas de fomento de la participación activa de las partes las interesadas y del público en general, también de forma progresiva a la intensidad de la sequía.

RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMINETO DE UN SISTEMA DE INDICADORES PARA LA PREVISIÓN, EL SEGUIMIENTO, Y LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA

María Fernanda Pita López
Universidad de Sevilla

Resumen

En el texto se proponen unos principios generales a seguir para el establecimiento de un sistema de indicadores de utilidad para el seguimiento de la sequía. Además, tales principios se acompañan de unas propuestas concretas para la formulación de los indicadores. Para ello se parte del propio concepto de sequía y del análisis de otros conceptos estrechamente asociados a él, tales como la escasez de agua o la aridez. Así mismo, se toman en consideración la realidad climática e hídrica de España y las exigencias que en este sentido establecen las principales normas y regulaciones relativas a estos temas, en particular, el Plan Hidrológico Nacional y la Directiva Marco del Agua, los cuales habrán de presidir las tareas encaminadas a la gestión del agua y, por ende, a la gestión de las sequías en los próximos años. Estas exigencias son muy determinantes en lo relativo a la necesidad de deslindar las sequías estrictamente naturales de aquellas otras que pudieran derivarse de la gestión antrópica de los recursos hídricos, y ello nos obliga en estos momentos a realizar un esfuerzo para delimitar bien ambos fenómenos a partir del sistema de indicadores utilizado. Esta exigencia ha presidido el conjunto de nuestro texto.

Los principios, en un total de 10, constituyen una especie de decálogo que se puede seguir someramente a partir de los epígrafes que componen el texto. En un esfuerzo de síntesis estos principios se traducirían en la necesidad de establecer, no un único sistema de indicadores, sino cuatro: indicadores de sequía (natural), de escasez, de peligrosidad y de fragilidad respectivamente. Por su parte, los indicadores de sequía se deberían subdividir en indicadores de sequía pluviométrica, edáfica, hídrica y sequía de la vegetación para recoger todas las modalidades que puede revestir este fenómeno. Las propuestas concretas de indicadores para expresar las distintas manifestaciones de la sequía se sintetizan en la figura 2, situada al final del texto.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe pretende recoger una serie de recomendaciones para el establecimiento de un sistema de indicadores que permita realizar el seguimiento de la sequía en España. Aunque en él se realizan algunas propuestas concretas de índices, su objetivo esencial no es ese, sino más bien el de aportar unos principios generales que sirvan de base para el desarrollo de esos u otros índices, pero desde unas nociones claras acerca del propio concepto de sequía y de otros conceptos próximos a él y con los que con frecuencia se confunde. Las recomendaciones se hacen, además, partiendo de la realidad climatológica e hidrológica españolas, de forma tal que están especialmente adaptadas a nuestro escenario, aunque son lo suficientemente generales como para poder ser aplicadas también en otros contextos.

La elaboración de un documento de este tipo se justifica porque, a nuestro entender, y a pesar de la larga experiencia de sequías vividas en España, todavía persisten confusiones en su caracterización. Tales confusiones se derivan en parte de la propia complejidad del fenómeno de la sequía, uno de los riesgos más escurridizos para su aprehensión, en parte de la desconexión existente en muchas ocasiones entre climatólogos, hidrólogos, usuarios, políticos y otros tantos actores que intervienen en la gestión del agua, y en parte también de que con frecuencia se trasplantan hacia nuestro país indicadores elaborados en otros contextos climáticos y económicos, lo que produce un cierto desajuste que merma su utilidad en nuestro territorio.

La confusión más frecuente concierne a la propia utilización del término de sequía para aludir a realidades que no le corresponden exactamente; en ese sentido, los denominados "indicadores de sequía" utilizados en la mayor parte de las cuencas españolas no son tales,

sino indicadores del estado de sus recursos hídricos o, si se prefiere, del grado de escasez de agua existente en ellas. La confusión es aún mayor cuando en la elaboración de los *"indicadores de escasez"* se introducen procedimientos derivados de la noción de sequía y en esos casos no estamos ya sólo ante una cuestión de confusión terminología, sino, además, de confusión metodológica, lo cual introduce mayores perturbaciones. Estas confusiones nunca son convenientes, pero en el marco de la aplicación de la Directiva Marco del Agua resultan absolutamente imposibles de mantener, dado el empeño que ésta pone en la delimitación precisa de las situaciones de sequías prolongadas, excepcionales y debidas "a causas naturales o de fuerza mayor", las cuales serían las únicas susceptibles de rebajar las exigencias medioambientales que la Directiva plantea en la gestión del agua.

Es nuestro objetivo con este informe colaborar a evitar todas estas disfunciones utilizando para ello el formato del decálogo, de forma que el documento podría titularse también *"Decálogo para la elaboración de un buen sistema de indicadores de sequía para su aplicación en España"*. El primero de los puntos del decálogo se dedicará a justificar la necesidad absoluta de un buen sistema de indicadores; los puntos segundo y tercero establecerán el conjunto de indicadores necesarios; en los puntos cuarto al noveno se precisarán los caracteres de cada uno de los indicadores y sus modos de interrelación, y en el punto décimo se abordará el tema de las actualizaciones necesarias para cada uno de ellos.

2. DE LA ABSOLUTA NECESIDAD DEL SISTEMA DE INDICADORES.

Muchas razones abogan en favor del establecimiento de un sistema de indicadores capaz de realizar el seguimiento de la sequía en el territorio:

- En primer lugar, la necesidad de anticiparse a la sequía y de preverla, dentro de la tendencia actual a considerarla como un riesgo más y no como una crisis pasajera a la que hubiera que hacer frente mediante mecanismos de resolución de emergencias.
- Esta necesidad se ve además favorecida por dos caracteres de la sequía que hacen especialmente favorable y posible esta anticipación: su duración prolongada y su lenta velocidad de implantación, que determinan que el déficit hídrico se vaya excavando progresivamente, permitiendo en este lapso temporal todo tipo de medidas de ajuste capaces de minimizar los impactos negativos.
- También apunta en la misma dirección la Directiva Marco del Agua cuando señala la necesidad de justificar el carácter extremo y estrictamente natural de una sequía para justificar cualquier descenso en los parámetros de calidad de las aguas o en el estado ecológico de los ríos. Tal justificación sólo puede realizarse a partir de un sistema de indicadores capaz de reflejar con claridad ambos caracteres.
- Los indicadores son también esenciales como instrumentos de ayuda en el establecimiento de las primas a pagar por los seguros frente a la sequía y en la toma de decisiones respecto al pago de las correspondientes indemnizaciones cuando existen dudas acerca de la naturaleza del fenómeno. En la actualidad es la actividad agraria la que hace uso masivo de estos seguros, pero es previsible que se extiendan hacia actividades cada vez más diversas, como sucede también con otros tipos de riesgos.

Todo ello aboga por la necesidad de un sistema de indicadores aplicable a todo el país y, en esa medida, lo más homogéneo posible, aunque respetando las peculiaridades de cada territorio. Además, debería ser lo suficientemente sofisticado como para recoger tanto los aspectos naturales del fenómeno como su dimensión humana y socio-económica. También debería ser –aunque parezca paradójico- lo suficientemente sencillo como para poder ser

aplicado con comodidad por todo el territorio. Todas estas exigencias se van a traducir en la necesidad de diseñar, no un único indicador sino varios, tantos cuantos sean necesarios para captar la diversidad de mecanismos que intervienen en la génesis de la sequía y para garantizar una adecuada gestión de la misma. En las páginas que siguen ofrecemos algunos apuntes sobre los caracteres generales que debería tener este sistema de indicadores para satisfacer las expectativas puestas en él.

3. DE LA NECESIDAD DE DIFERENCIAR EL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA Y EL SISTEMA DE INDICADORES DE ESCASEZ.

El esclarecimiento de algunos conceptos relacionados con la sequía nos permitirá esclarecer a su vez las necesidades existentes en relación con los sistemas de indicadores necesarios para su seguimiento.

La **sequía** se puede definir como un déficit hídrico inusual, una anomalía pluviométrica negativa lo suficientemente intensa y prolongada como para generar impactos adversos en la sociedad que la padece. Frente a este concepto, la **aridez** alude a condiciones permanentes y habituales de escasez de agua; es pues un rasgo caracterizador de ciertos climas, y no un fenómeno coyuntural y anómalo, como la sequía, la cual puede registrarse en cualquier tipo de clima, incluso en aquellos dotados de abundantes precipitaciones.

También conviene precisar las diferencias existentes entre la sequía y la **escasez de agua**, pudiendo definirse esta última como la existencia de unos aportes inferiores a las demandas requeridas por la sociedad. Este desequilibrio entre aportes y demandas puede venir dado por la existencia de un periodo prolongado de sequía, que reduce coyunturalmente las aportaciones, pero puede deberse también –y así sucede con mucha frecuencia- a una gestión inadecuada de los recursos hídricos, consistente en el establecimiento de unas demandas de agua superiores a las que el clima está en condiciones de ofrecer incluso en sus periodos de total normalidad, de forma tal que se generan problemas de déficit hídrico sin la intervención de ninguna anomalía pluviométrica negativa importante. Sintetizando, pues, podríamos definir la aridez como la situación permanente de escasez de lluvias, la sequía como el déficit hídrico anómalo y coyuntural, y la escasez como la situación de desabastecimiento de agua, en ausencia de situación de sequía y en un contexto no por fuerza árido.

De estas definiciones se deriva que los dos hechos definitorios esenciales de la sequía son su origen natural y su carácter extremo, siendo los impactos un corolario que la acompaña como posibilidad aunque no como rasgo esencial. Frente a ellos, la escasez presenta un origen predominantemente antrópico, un carácter no por fuerza coyuntural y, sobre todo, un protagonismo incuestionable de los impactos negativos.

Estas diferencias, que están en la base de los propios conceptos de sequía y escasez de agua, imponen de manera automática la necesidad de establecer también dos sistemas de indicadores diferentes para hacer su seguimiento respectivo: **un sistema de indicadores de sequía y otro de indicadores de escasez.** Cada uno de ellos deberá posibilitar el seguimiento de su respectivo fenómeno en tiempo real o casi real, pero, además, la relación entre ambos constituirá un excelente instrumento para evaluar la calidad del sistema de gestión de los recursos hídricos.

Lamentablemente se confunden con demasiada frecuencia ambos conceptos y es relativamente habitual utilizar la denominación de indicadores de sequía a valores que lo que realmente están expresando es la escasez de agua existente en un determinado sistema

de explotación. No estoy segura de que esta confusión esté totalmente desprovista de intencionalidad. Es evidente que el interés esencial de los organismos de cuenca o de los responsables de los sistemas de abastecimiento de agua es disponer de indicadores del balance entre recursos y demandas (de *"indicadores de escasez"*), al objeto de gestionar adecuadamente las situaciones más amenazantes. Es evidente también que, en condiciones de gestión adecuada del agua, tales situaciones sólo deberían producirse con ocasión de sequías excepcionales. De ahí a generalizar la expresión de indicadores de sequía para todas las situaciones sólo va un paso, y éste se da de manera inmediata, aunque no sea más que para evitar una expresión tan cargada de connotaciones negativas como la de *"indicadores de escasez"*. El Canal de Isabel II utiliza para remplazarla una expresión próxima al eufemismo, pero que puede ser muy afortunada y de gran utilidad, como es la expresión "sequía operativa", ésta sí cargada de connotaciones positivas (la operatividad remite a nociones como eficacia, dinamismo, actividad…) y que, además, no miente ni traiciona la realidad de los hechos, dado que, a efectos de gestión y funcionamiento del sistema, es decir, a efectos operativos, es irrelevante que la causa de la escasez de agua sea natural o antrópica, lo importante es resolver el problema del déficit. Aunque desde la administración ésta puede ser una expresión cargada de futuro, a lo largo de este texto seguiremos utilizando el término escasez para aludir a estas situaciones deficitarias en agua y reservaremos el término de sequía para el fenómeno estrictamente natural.

4. DE LA NECESIDAD DE ESTABLECER TAMBIÉN INDICADORES DE PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD FRENTE A LA SEQUÍA PARA LOS DIFERENTES TERRITORIOS.

Además de los indicadores de sequía y escasez ya desarrollados, conviene establecer también indicadores de peligrosidad y vulnerabilidad frente a la sequía para caracterizar a los diferentes territorios. Tales indicadores se derivan de la concepción de **la sequía como un riesgo natural** más, y de la conveniencia de la gestión de la sequía en términos de gestión de riesgo más que en términos de manejo de crisis, tal como se manifiesta en la mayor parte de la documentación y la bibliografía existentes actualmente tanto en el escenario nacional como en el internacional (ver http://www.drought.unl.edu/). Esta concepción de la sequía como riesgo requiere de algunas aclaraciones previas.

Se entiende por **riesgo natural** todo fenómeno extremo del medio físico que resulta perjudicial para el hombre y que está originado por fuerzas externas a él, siendo estas fuerzas incontrolables e imprevisibles, de manera que otorgan al desastre un carácter azaroso que lo convierte en amenaza para la sociedad (Es evidente que la sequía participa de todos estos rasgos).

De la propia definición se deriva a la vez que en la génesis del riesgo natural intervienen dos componentes diferentes aunque igualmente imprescindibles: la componente extrema y azarosa del evento físico y la componente humana y socio-económica, constituida por los impactos generados. La ausencia de cualquiera de los dos componentes imposibilita el acaecimiento del riesgo; de hecho, el umbral separador entre el mero fenómeno extremo y el riesgo lo establecen los impactos, de forma tal que en un territorio en el que la ocupación humana fuera nula el fenómeno extremo constituiría solo eso, un mero fenómeno extremo, una manifestación más o menos espectacular de la naturaleza, pero no sería un riesgo.

Esto es lo que ha motivado que en la literatura científica relativa a este tema tienda a establecerse una **distinción entre la peligrosidad y el riesgo** asociados a un territorio (Ayala Carcedo, F.J., 2002 y Olcina Cantos, J. y Ayala Carcedo, F.J., 2002). La primera aludiría al fenómeno estrictamente natural y se definiría como la probabilidad de ocurrencia

o periodo de retorno de un determinado peligro de cierta intensidad. El segundo sería el producto de la peligrosidad por las pérdidas potenciales generadas por el fenómeno, y se expresaría, en consecuencia, en unidades monetarias. A su vez, las pérdidas potenciales serían el resultado del producto entre la exposición y la vulnerabilidad, siendo la **exposición** el conjunto de personas, bienes, servicios y procesos expuestos a la acción de algún peligro y la **vulnerabilidad** el tanto por uno de la exposición que puede ser dañado por la acción de un peligro con una determinada severidad (ver figura 1). En consecuencia, la expresión del riesgo sería la siguiente:

$$\mathbf{R = P \cdot E \cdot V}$$

Donde R es la pérdida anual esperada, que puede medirse en euros/año o víctimas/año etc.., P es la probabilidad de ocurrencia en tanto por uno, E es la exposición (personas, euros...) y V es la vulnerabilidad o tanto por uno de la exposición que se perdería.

El conjunto de la exposición más la vulnerabilidad no ha recibido hasta ahora ninguna denominación, pero podría proponerse para él el término de **fragilidad**, que es el más parecido al de vulnerabilidad en el lenguaje coloquial.[1]

Recapitulando los conceptos abordados en este epígrafe y volviendo a las realidades territoriales, podemos afirmar que cabe imaginar la existencia de lugares dotados de una elevadísima peligrosidad por sequía pero con muy baja exposición, por ser terrenos muy poco ocupados, lo que generaría pocas pérdidas (la zona del Cabo de Gata en Almería podría ejemplificar este tipo de situaciones). También son imaginables zonas con alta peligrosidad y alta exposición, pero poca vulnerabilidad porque haya una excelente gestión de los recursos y ordenación del territorio y de las actividades económicas, de forma tal que, aunque haya déficit de lluvia prolongados y mucha ocupación del espacio el porcentaje de pérdidas sea muy reducido (cualquier sistema bien gestionado de las áreas urbanas interiores o mediterráneas de España podría situarse en este tipo). Podría haber también zonas con mucha exposición y vulnerabilidad, pero poca peligrosidad, porque haya poca frecuencia de secuencias secas intensas y prolongadas, lo cual también daría pocas pérdidas (las áreas urbanas de las cuencas del norte de España podrían constituir un ejemplo razonable), y otras tantas posibilidades que habría que analizar en cada caso para aplicar las medidas oportunas encaminadas a la reducción del riesgo, que sería el objetivo final. Ni que decir tiene que la peor de las situaciones sería aquella en la que los tres componentes fueran elevados, situación en la que se encuentra actualmente buena parte del litoral mediterráneo, con una elevada peligrosidad por sequía, una exposición creciente gracias al desarrollo de la agricultura intensiva, la urbanización y el turismo, y una vulnerabilidad también elevada dadas las exigencias hídricas que estos usos del suelo presentan.

Un buen diagnóstico en ese sentido por sistemas de explotación, cuencas y subcuencas hidrográficas sería de gran utilidad en la gestión de las sequías, y todo ello partiendo de la base de que poco podemos hacer para controlar la peligrosidad, pero tenemos todo en nuestra mano para controlar la exposición y la vulnerabilidad.

[1] El término de vulnerabilidad es uno de los muchos que en el lenguaje de los riesgos suscitan problemas en su utilización, dado que no siempre coincide su significado técnico con el que se le asigna en el lenguaje coloquial. Como acabamos de ver, en lenguaje técnico la vulnerabilidad alude al porcentaje de bienes expuestos que puede sufrir daños como consecuencia del desastre. En lenguaje coloquial, sin embargo, la vulnerabilidad podría ser asimilable a la fragilidad, a la facilidad mayor o menor de una sociedad para ser dañada por un evento. De hecho, las definiciones de frágil y vulnerable que ofrece el Diccionario de la Real Academia Española son muy similares entre sí.

De lo expuesto en los epígrafes anteriores se deriva la necesidad del establecimiento de cuatro sistemas de indicadores distintos y complementarios. En los epígrafes que siguen trataremos de precisar sus características respectivas.

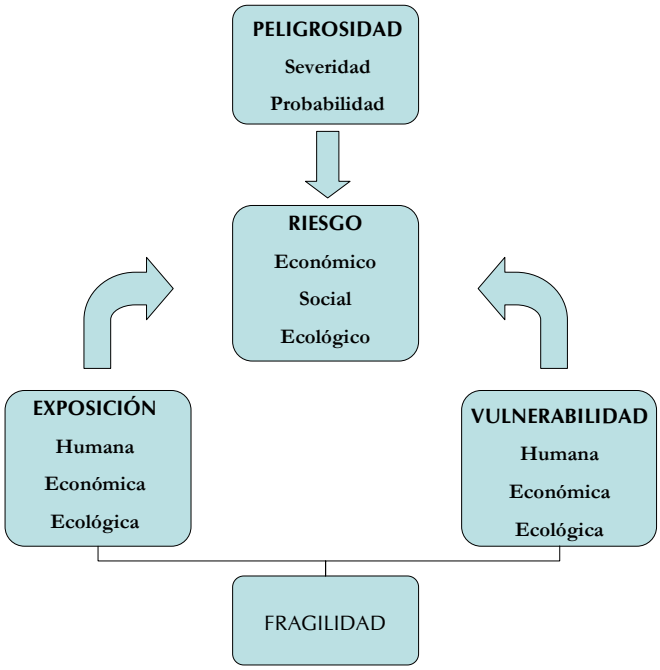


FIGURA 1: EL RIESGO COMO PRODUCTO DE LA PELIGROSIDAD, LA EXPOSICIÓN Y LA VULNERABILIDAD. FUENTE: MODIFICADO DE AYALA CARCEDO, F.J., 2002

5. DE LOS PRINCIPIOS GENERALES A SEGUIR EN LA ELABORACIÓN DE LOS INDICADORES DE SEQUÍA

Los principios que se enuncian a continuación se inspiran en la propia noción de sequía que hemos explicitado en el epígrafe segundo del texto, esencialmente, en sus rasgos de fenómeno excepcional y natural, que son los realmente definitorios y por ende de consideración inexcusable en el sistema.

1) Deben ser indicadores diseñados para medir la dimensión natural de la sequía y, en consecuencia, deben estar elaborados sobre **variables expresivas de fenómenos naturales** y no contaminadas por el efecto de la acción antrópica. La precipitación es la más utilizada, pero también resulta adecuada la lluvia útil (resultante de restarle a la precipitación la evapotranspiración), la aportación o la escorrentía, éstos últimos cuando se pretende enfatizar el aspecto hidrológico de la sequía. En ningún caso parece conveniente la introducción de variables en las que se refleje la intervención humana, tales como los volúmenes embalsados.

2) Deben ser indicadores expresivos de la anomalía de la situación respecto a lo normal o habitual, con lo cual deben elaborarse mediante **parámetros que reflejen anomalías**. Las diferencias o cocientes de los valores de la variable seleccionada respecto a los parámetros de tendencia central de dicha variable suelen ser los procedimientos más habituales para cubrir este requisito. Conviene destacar en este sentido que en nuestros climas es siempre **más recomendable usar como parámetro de tendencia central la mediana que la media,** dado que ésta última está muy sesgada por los valores extremos y distorsiona los resultados relativos a anomalías. Esto es especialmente aplicable a nuestros ámbitos mediterráneos, en los

que la elevada variabilidad pluviométrica determina que las medias de las series estén muy distorsionadas al alza por el efecto de los valores excepcionalmente altos. Ello da lugar a una sobrevaloración de la lluvia "normal" y, en consecuencia, una exageración de las anomalías pluviométricas negativas.

3) Deben ser indicadores **capaces de reflejar** los caracteres más definitorios de la sequía. Entre estos caracteres destacamos la **intensidad y la duración**, lo cual aconseja la acumulación en el tiempo de las anomalías pluviométricas, de forma que ambos caracteres se vayan reflejando simultáneamente.

4) Deben **adaptarse**, en la medida de lo posible y sin perder su carácter natural, a los diferentes impactos que pueden generar y, consecuentemente, **a los diferentes tipos de sequías** que suelen distinguirse. La **sequía pluviométrica** es la primera de todas ellas y la que da origen a las demás; eso le otorga un carácter anticipatorio que la convierte en esencial. La **sequía edáfica** le sucede y da origen a todos los impactos concernientes a la vegetación y a la agricultura de secano. Las variables relacionadas con el balance de agua del suelo (precipitación, evapotranspiración potencial y real, déficit de agua en el suelo…) son las más adecuadas para su análisis. Por último, la **sequía hidrológica** sería de aplicación a todos los sectores que se alimentan con aguas reguladas, y en ella se utilizarían variables naturales tales como las aportaciones o la escorrentía. Otras variables más influenciadas por las intervenciones antrópicas, tales como los caudales de los ríos, los niveles de los acuíferos o los volúmenes de agua embalsada son más útiles en la definición de la escasez, de la "sequía operativa", que en la de la sequía propiamente dicha, que debería ser estrictamente natural.

5) Aunque con menor importancia que los requisitos anteriores, también los indicadores deberían utilizar unidades *standard* al objeto de que fueran comparables entre diferentes lugares y épocas, ser poco exigentes en requerimientos de información, de manera que pudieran aplicarse por todo el territorio, y ser cómodos y fáciles de manejo.

6) Tratando de recoger todos los posibles tipos de sequías antes mencionados, y los principios propugnados para su análisis, realizamos la **propuesta de indicadores** que se recoge en la tabla 1. Naturalmente, no constituyen un inventario exhaustivo de los indicadores existentes (ver más propuestas en Marcos Valiente, 2001 y Tate, E.L. y Gustard, A., 2000), pero todos ellos reflejan muy adecuadamente el nivel de sequía correspondiente y resultan muy sencillos de aplicación, por lo que podrían alimentar regularmente el Observatorio Nacional de la Sequía.

Tipo de indicador de sequía	Indicador propuesto	Beneficios del indicador
Pluviométrica	Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP) o, en su defecto, el Standardised Precipitation Index para 12 meses (SPI_{12}) (1)	-Indicador de fenómeno natural -Expresivo de intensidad y duración de la sequía -Asociado a probabilidad de recuperación en un tiempo dado -Susceptible de integrar umbrales de severidad de sequía
Edáfica	Índice de Evapotranspiración (ETR/ETP) (2)	-Expresivo del déficit de humedad del suelo y bien correlacionado con agricultura y vegetación -Fácil de realizar con la información disponible en una primera aproximación
	Índice de Evapotranspiración relativo al valor normal Indice/Indice normal del periodo (2)	-Expresivo de la anomalía registrada en la humedad del suelo respecto a los valores normales del periodo
Sequía en la Vegetación	Normalised Diferenced Vegetation Index (NDVI) (3)	-Expresivo del stress de la vegetación, que depende estrechamente de la humedad del suelo -Realizado y disponible para todo el territorio nacional.
	NDVI relativo a los valores normales para la época	-Expresivo de la anomalía del índice respecto a la situación normal para la época de que se trate.
Hidrológica	Aplicación del IESP o, en su defecto, del SPI_{12} a las aportaciones	-Valor similar a los indicadores respectivos de sequía pluviométrica, pero más próximos a la gestión del agua.

TABLA 1: INDICADORES DE SEQUÍA PROPUESTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Notas.

1. Para el primero de los índices ver Pita López, M.F., 2001 a; para el segundo, ver Mc Kee et al, 1995; la comparación entre ambos se puede ver en Pita López, M.F., 2001 b
2. Ver Pita López, M.F., 1995
3. Ver Vicente Serrano, S., 2006

6. DE LOS PRINCIPIOS GENERALES A SEGUIR EN LA ELABORACIÓN DE LOS INDICADORES DE ESCASEZ

En este caso los principios se inspiran en la noción de escasez de agua, más ligada a la intervención humana y a la gestión de los recursos hídricos, aunque en la mayoría de las ocasiones tenga su origen en una sequía de determinada intensidad.

- Deben ser indicadores diseñados para medir la dimensión antrópica de la sequía y, más específicamente, las **dificultades existentes para satisfacer las demandas de agua.** En consecuencia, se realizarán a partir de variables antrópicas, siendo las idóneas las expresivas del **balance** existente en un momento dado **entre recursos** hídricos disponibles **y demandas de agua**.
- Deben utilizar **parámetros volcados hacia el futuro y no hacia el pasado.** Dado que el objetivo es gestionar adecuadamente los recursos hídricos existentes para evitar el desabastecimiento, lo importante ahora no es saber hasta qué punto la situación es más o menos anómala respecto al comportamiento de la serie temporal en el pasado; lo importante es cuantificar la magnitud del desequilibrio entre los

recursos y las demandas y su posible evolución en el futuro inmediato.

- Dado que las magnitudes expresivas del aporte de agua (precipitación, aportaciones, escorrentía) tienen en general un comportamiento aleatorio, sus **escenarios para el futuro inmediato** deberán dibujarse a partir de **probabilidades;** para los consumos deberá prestarse atención a las tendencias y los ciclos que les caracterizan; por último, la unión entre ambos dará lugar a los escenarios de balance hídrico futuro, que determinarán las medidas a tomar.
- **No es conveniente mezclar los principios aplicables a los indicadores de escasez con los que deben regir la elaboración de los de sequía**, dado que ambos reflejan fenómenos radicalmente diferentes y la mezcla sólo produciría confusión. Antes que una mezcla confusa de las nociones de sequía y escasez para la obtención de un único índice, nos parece importante elaborar dos indicadores diferentes y comparar y confrontar ambos tipos de indicadores en un mismo territorio para extraer de ello las conclusiones pertinentes sobre la gestión del agua.

En relación con estos tres últimos puntos, creemos que el indicador utilizado por el Canal de Isabel II en su Manual de Gestión de Sequías y ahora propuesto en el aún borrador de la *"Guía para la Elaboración de Planes de Emergencia por Sequía en Sistemas de Abastecimiento Urbano"* es muy realista, y limita su objetivo al seguimiento de la escasez de agua (de la sequía operativa), tomando muy adecuadamente en consideración todos los elementos necesarios para una adecuada gestión de las emergencias por este concepto. Su aplicación podría hacerse extensiva a otros sistemas de abastecimiento de parecidas características.

7. DE LOS BENEFICIOS DE CONFRONTAR LOS INDICADORES DE SEQUÍA Y LOS INDICADORES DE ESCASEZ

La puesta en común de los indicadores de sequía y escasez constituye un *test* muy eficaz para el seguimiento de la capacidad de la sociedad para hacer frente a la sequía y, en esa medida, constituye a su vez un **buen indicador de la marcha de la gestión del agua** en el territorio. Indicadores de sequía muy desfavorables unidos a indicadores de escasez muy favorables reflejan sociedades con una gran capacidad de enfrentarse a la sequía por la existencia en ellas de un amplio margen de seguridad en el uso del agua y, en consecuencia, de un gran colchón amortiguador. La situación inversa, con ausencia de sequía, pero importante grado de escasez, sería la más dramática y revelaría una pésima gestión del agua por parte de la sociedad.

Los puntos siguientes enumeran los aspectos fundamentales revelados por este *test*.

En una primera aproximación la confrontación de los dos sistemas de indicadores podría arrojar cuatro situaciones diferentes:

- Un indicador de sequía favorable unido a un indicador de escasez también favorable, lo cual denotaría una situación de total **normalidad** en todos los aspectos.
- Un indicador de sequía desfavorable unido a un indicador de escasez también desfavorable, que estaría reflejando una situación **difícil, pero coherente**, en la cual el déficit pluviométrico se traduce, lógicamente, en complicaciones para el abastecimiento de la demanda de agua.
- Un indicador de sequía desfavorable unido a un indicador de escasez favorable, que revelaría una situación de **gran capacidad de gestión del agua** por parte de la

sociedad, de forma tal que incluso en momentos de sequía ésta puede hacer frente a sus necesidades de agua.

- Un indicador de sequía favorable unido a un indicador de escasez desfavorable, que constituye **la peor de las situaciones** dado que los problemas para el abastecimiento de agua se producen incluso en periodos de abundantes precipitaciones.

En una aproximación más detenida la confrontación sequía/escasez permite analizar la evolución de la fragilidad o la vulnerabilidad de la sociedad frente a la primera mediante la observación de la evolución seguida por dos parámetros muy reveladores:

- El **umbral de sequía**, que se definiría a partir del momento en que la anomalía pluviométrica adquiere una severidad suficiente para empezar a generar impactos. Un sistema eficaz de gestión de los recursos hídricos y bien adaptado a la realidad climática del territorio es capaz de soportar déficit pluviométricos prolongados e intensos sin experimentar problemas; por el contrario, los sistemas de gestión ineficaces e ignorantes de la realidad climática en la que se insertan experimentan impactos negativos desde el mismo momento en que empiezan a escasear las precipitaciones. Evidentemente, una evolución favorable desde este punto de vista debería conducirnos a umbrales de sequía cada vez más demorados en el tiempo respecto al origen de la sequía. En el caso español, con peligrosidad elevada por sequías prolongadas, es imprescindible contar con umbrales de sequía que se sitúen por encima de los 18 a 24 meses de duración. En este sentido, la evolución experimentada por la mayoría de las cuencas españolas - y así está constatado al menos para la del Guadalquivir (Pita López, 1989) - fue muy favorable entre los años cuarenta -donde un déficit pluviométrico de apenas unos meses ponía en dificultades los abastecimientos de agua y energía de todas las ciudades así como los requerimientos alimenticios de la población- y los años ochenta, en los que fue posible hacer frente a sequías plurianuales sin grave quebranto hasta los momentos finales. En las últimas décadas esta evolución favorable parece irse invirtiendo, de la mano de un desarrollo urbanístico y turístico desmesurado y de un incremento notable de la agricultura de regadío. El seguimiento de esta evolución y la reversión de la tendencia, si fuera necesario, serían excelentes instrumentos para una adecuada gestión del agua.

- La **ratio intensidad de sequía/intensidad de escasez,** que sería tanto más favorable cuanto más elevado fuera su valor. Deberíamos evolucionar hacia valores cada vez más altos en esta ratio dado que ello sería indicativo de que la sequía perdería capacidad para alterar el sistema de abastecimiento de agua y para impactar a la sociedad.

8. DE LA CAPACIDAD RELATIVA DE LOS IMPACTOS PARA VALIDAR LA ADECUACIÓN DE LOS INDICADORES DE SEQUÍA Y DE ESCASEZ

Todo sistema de indicadores debería ser validado mediante algún método que permitiera verificar su adecuación a la realidad que debe reflejar. En el caso de la sequía parece que este método debiera pasar por la realización de un contraste entre los indicadores propuestos y los impactos generados por la sequía en la sociedad. La realidad es que esto sólo sería válido para los indicadores de escasez, pero no para los de sequía.

Dado que las sociedades con muy buena gestión del agua consiguen soportar sequías severas sin sufrir graves impactos, ocurriendo lo contrario en las sociedades muy

vulnerables a la sequía, y dado que, a su vez, esta capacidad de gestión es evolutiva y cambiante en el tiempo, **los impactos no constituyen un buen referente a utilizar para validar la calidad de los indicadores de sequía**. Ello no implica que no deban contrastarse con estos indicadores, pero tal contraste debería servir más para verificar la calidad de nuestro sistema de gestión del agua (buena cuando un fuerte indicador de sequía no se acompañe de impactos serios y mala en el caso contrario) que para verificar la propia calidad del indicador de sequía. Este último encontrará su garantía de calidad en los propios principios de su formulación, que deberían ser acordes con la noción de sequía propuesta.

Frente a esta situación, **los indicadores de escasez sí podrían validarse mediante su contraste con los impactos** generados en la sociedad por la sequía, dado que estos indicadores están destinados precisamente a evaluar el riesgo de desabastecimiento y a hacerle frente, con lo cual es imprescindible que cada umbral establecido esté estrechamente relacionado con los impactos esperables en caso de que dicho umbral fuera rebasado.

9. DE LOS PRINCIPIOS GENERALES A SEGUIR EN LA ELABORACIÓN DE LOS INDICADORES DE PELIGROSIDAD.

La **peligrosidad** es un fenómeno estrictamente natural y está asociada a la probabilidad de aparición de secuencias secas intensas y prolongadas. Suele relacionarse con tres rasgos del clima que contribuyen a intensificarla: la aridez, la irregularidad de las precipitaciones y la persistencia de las situaciones secas.

- **La aridez** se convierte en un factor generador de peligrosidad sólo en la medida en que reduce la capacidad de la sociedad para hacer frente a la anomalía pluviométrica negativa. En un lugar de abundantes precipitaciones, en principio y en teoría, existe una mayor capacidad de soportar reducciones de las aportaciones de agua respecto a las habituales; en un lugar en el que la situación habitual es ya muy precaria, cualquier anomalía negativa tiene mayores posibilidades de generar daños. De todas maneras esto sólo es en teoría, porque los impactos reales dependen de la gestión del agua realizada por parte de la sociedad y existen casuísticas muy diversas en ese aspecto.
- La **irregularidad de las precipitaciones** sí es un factor de primer orden, porque cuanto más variables e irregulares sean las lluvias más probabilidades habrá de que se produzcan anomalías pluviométricas negativas intensas, y es indudable que es tanto más difícil gestionar el agua en una región cuanto más variables e irregulares sean sus lluvias.
- Por último y, sobre todo, la peligrosidad se incrementa cuando aumenta la **persistencia** de las situaciones secas. Un año seco aislado puede generar ciertos daños pero suelen ser asumibles por la sociedad; los problemas graves comienzan cuando los años secos se suceden unos a otros ininterrumpidamente.

El juego con estos parámetros para elaborar un indicador de peligrosidad podría ser de gran utilidad, si bien es más aconsejable por su mayor precisión la elaboración de alguno de los indicadores de sequía propuestos, en series temporales suficientemente largas, los cuales permitirían identificar las secuencias de anomalía pluviométrica negativa prolongada e intensa (secuencias secas). A partir del establecimiento de dichas secuencias el indicador de peligrosidad se podría definir a partir de la **probabilidad de ocurrencia de secuencias secas de duración superior a un determinado umbral, bien de tiempo bien de intensidad.**

En cuanto al **tiempo,** la duración de un año sería muy recomendable para el caso español, dado que sequías de menor duración no suelen generar ningún impacto en nuestro territorio. Para **la intensidad** el umbral dependería, obviamente, del indicador empleado en la caracterización de las secuencias secas. En el caso de los dos propuestos, que se elaboran por medio de puntuaciones z o puntuaciones *standard*, se podrían adoptar los umbrales derivados del funcionamiento de la curva normal, que nos permite asociar cada valor a su probabilidad de ocurrencia. En nuestro caso, proponemos los valores que figuran en la tabla 2, los cuales se inspiran, aunque modifican, los que propone Mac Kee (1995). La modificación sustancial corresponde al umbral de la sequía severa, el cual es establecido por Mac Kee en el valor de índice de -1,5, en tanto que nosotros lo establecemos en el valor de -1,7. La razón es que el valor de -1,7 delimita situaciones de sequía cuya probabilidad de ocurrencia es de un 5% y cuyo periodo de retorno es de 20 años, valores ambos redondos y muy utilizados en la gestión de riesgos en general. Frente a él, el valor de -1,5 en la curva normal delimita fenómenos con una probabilidad de ocurrencia de un 7% y un periodo de retorno de 14,3 años, valor que nos parece, además de poco rotundo, excesivamente frecuente como para delimitar sequías severas.

Partiendo de la utilización de estos umbrales, la frecuencia de meses con valor de z inferior a -1 podría ser una buena aproximación a la probabilidad de ocurrencia de sequías y, por ende, a la peligrosidad. Por su parte, el valor de -2 (fenómenos con periodo de retorno de 50 años) podría servir para delimitar las sequías excepcionales a las que alude la Directiva Marco del Agua.

Nivel de sequía	Valor del índice	Probabilidad (tanto por uno)	Probabilidad (%)	Periodo de retorno (años)
Normalidad	I > - 1			
Sequía moderada	I<-1	0,16	16	6,2
Sequía severa	I < -1,7	0,05	5	20
Sequía extrema	I < -2	0,02	2	50

TABLA 2. VALORES PROPUESTOS PARA DELIMITAR LOS DISTINTOS NIVELES DE SEQUÍA EN LOS INDICADORES.

10.DE LOS PRINCIPIOS GENERALES A SEGUIR EN LA ELABORACIÓN DE LOS INDICADORES DE FRAGILIDAD.

La fragilidad frente a la sequía denotaría la susceptibilidad de la sociedad para ser dañada por ella y, como hemos visto en los epígrafes precedentes, es básicamente el **resultado de la exposición por la vulnerabilidad.**

La **exposición** es un concepto sencillo, como lo es su propia evaluación, que se realizaría a partir de la valoración de los usos implantados en el territorio, estando en este caso ante un fenómeno de carácter antrópico y muy dinámico, con lo cual habría que hacer un seguimiento continuo de su valor. Hay que señalar, no obstante, que hasta ahora son los impactos económicos o los alusivos a las posibles víctimas humanas los que han sido sometidos a evaluación con mayor éxito, en tanto que siguen sin contabilizarse adecuadamente los impactos de carácter ecológico, que son igualmente importantes. En España las tendencias recientes apuntan a un incremento constante de la exposición por una creciente ocupación del suelo con todo tipo de usos y actividades, y por un aumento también constante del valor atribuible a estos usos, siendo ambas afirmaciones especialmente evidentes en el entorno de las grandes ciudades y, sobre todo, en las áreas costeras mediterráneas.

Por su parte, la **vulnerabilidad**, o porcentaje de la exposición que podría ser dañada como consecuencia de la sequía, debería evaluarse en los diferentes territorios a partir del porcentaje de las pérdidas generadas por los distintos eventos de sequía. Puede afirmarse que el aumento de la exposición en nuestro territorio va acompañado en general de usos con elevada vulnerabilidad, tales como el uso residencial, el turístico o la agricultura intensiva de regadío. Conviene destacar también la extrema vulnerabilidad de muchos de los ecosistemas que se ven sometidos al riesgo de sequía en el territorio español, especialmente en el área sudeste, donde los procesos de desertificación destacan como unos de los más agresivos del continente europeo.

Hay que señalar, no obstante, que el fenómeno de la **fragilidad** en su conjunto está también en estrecha conexión con otros conceptos tales como elasticidad de la demanda de agua, flexibilidad, adaptabilidad o capacidad de cambio, que hacen algo más sutil y complicada esta evaluación para los distintos usos del territorio. A pesar de esta complejidad, en una primera aproximación, un buen indicador de fragilidad podría ser el nivel de **presión sobre los recursos hídricos**, que puede evaluarse de manera sencilla a partir de la ratio existente entre las demandas medias de agua y los recursos disponibles medios existentes en un territorio. Este índice debería adoptar siempre valores inferiores a la unidad y tantos más bajos cuanto mayor fuera la peligrosidad asociada a ese territorio. Si las demandas de agua de una sociedad están al límite de sus disponibilidades habituales, es indudable que habrá muy poca capacidad para soportar la menor anomalía negativa, y estaremos ante una dependencia estrecha y rígida de la sociedad frente a estos recursos Hay que mantener siempre un colchón de seguridad que otorgue la flexibilidad suficiente como para soportar ese déficit sin grave quebranto, y no es esa siempre la situación que se registra en las cuencas vertientes españolas, en algunas de las cuales, como la del Segura, por ejemplo, la situación es manifiestamente insostenible (ver Libro Blanco del Agua en España).

11.DE LA NECESIDAD DE ACTUALIZAR PERIÓDICAMENTE LOS INDICADORES PROPUESTOS.

Aunque los principios generales atribuibles a los sistemas de indicadores tienen voluntad de permanencia en el tiempo, sus realizaciones concretas deberían revisarse periódicamente, aunque con intervalos temporales diferentes para cada uno de ellos.

1) **Los indicadores de sequía deben seguirse de manera continua y a escala mensual.** Pero, además, al ser expresivos de las anomalías registradas en las variables climáticas, edáficas o hídricas en relación con su comportamiento normal, se **debería revisar periódicamente este comportamiento normal**, el cual, aunque a priori debería ser fijo y constante en un contexto de estabilidad climática, pudiera estar alterándose en los últimos años y amenazaría con cambiar aún más en el futuro inmediato. **Las tendencias recientes apuntan a un descenso marcado de las precipitaciones en el sur peninsular,** que se mantiene desde los años setenta del siglo XX y que se ha traducido en la aparición en este fin de siglo de las sequías más intensas y prolongadas registradas desde el siglo XIX. Como consecuencia de ello, los parámetros de tendencia central caracterizadores de las series climáticas e hidrológicas (media o mediana), que son los expresivos de la "normalidad", se habrían reducido ostensiblemente a la baja. De seguir así estas tendencias habría que replantearse la definición de la normalidad en estas series. Con los valores medios considerados actualmente, que suelen incluir los años muy húmedos de la década de los sesenta, corremos el riesgo de supravalorar nuestros

recursos hídricos y de diagnosticar una situación de sequía casi permanente para el futuro, lo cual constituiría una contradicción *in términis*, porque la sequía, por definición, es un fenómeno coyuntural y anómalo y no un fenómeno permanente.

2) Además, **las condiciones de normalidad deberían revisarse regularmente en virtud de las previsiones de cambio climático**, que en nuestro país apuntan en la siguiente dirección:

   - Una reducción de la precipitación estival, aunque no de la invernal, que es la que suministra lo esencial de los recursos hídricos.
   - Un aumento de la temperatura, sobre todo en verano.
   - Un aumento de la evapotranspiración, también más importante en verano, asociado a este aumento térmico.
   - Un aumento de la probabilidad de acaecimiento de fenómenos extremos tales como sequías e inundaciones, si bien el grado de fiabilidad de esta previsión es reducido.

3) De todo ello se deriva, sobre todo, la **necesidad de revisar las condiciones de normalidad para la sequía edáfica** (las necesidades de agua para riego se verían muy incrementadas en un escenario como el apuntado) **y para la sequía hidrológica** (los recursos hídricos disminuirían notablemente como consecuencia del aumento de la evapotranspiración). La sequía pluviométrica no sería en principio la más afectada.

4) **Los indicadores de escasez** – expresivos del balance existente entre los recursos y las demandas de agua - **deberían revisarse aún con mayor frecuencia y detalle para integrar** en el sistema todos **los procesos de la evolución socio-económica y tecnológica que tienen repercusión sobre la gestión del agua**, los cuales son muy numerosos. Los recursos hídricos experimentan grandes cambios como consecuencia, por ejemplo, de la construcción de nuevos embalses; las demandas de agua reflejan cualquier cambio en los usos del suelo y en la actividad económica; las situaciones de desabastecimiento y, en general, los impactos de la sequía son a su vez un fiel reflejo de la evolución seguida por la exposición y la vulnerabilidad frente a la falta de agua.

5) **Los indicadores de peligrosidad no tendrían por qué realizarse en tiempo real**, dado que no tienen tiempos de variación rápidos. Los indicadores de peligrosidad son en realidad estáticos en el supuesto de estabilidad de los climas, si bien es verdad que en el contexto de cambio climático que manejamos actualmente conviene revisarlos cada cierto tiempo.

6) **Los indicadores de vulnerabilidad y fragilidad** serían dinámicos por reflejar los ritmos de la actividad económica y de gestión del agua seguidos por la sociedad. El seguimiento de su evolución es particularmente importante porque constituyen un test de nuestro grado de habilidad para la gestión de los recursos hídricos y de las sequías, y permiten corregir las posibles disfunciones que se vayan registrando en este sentido.

Las pautas de comportamiento temporal de los indicadores aparecen reflejadas en la tabla 3.

INDICADORES	SEGUIMIENTO	REVISIÓN
Indicadores de sequía	Seguimiento continuo en tiempo real (escala mensual)	Revisión periódica, aunque no frecuente, de los valores normales sobre los cuales se construyen los indicadores.
Indicadores de escasez	Seguimiento continuo en tiempo real (escala mensual o semanal)	Revisión periódica y frecuente de los procesos ligados a la captación de recursos y la generación de demandas de agua
Indicadores de peligrosidad	Valores fijos y estáticos caracterizadores de las cuencas y sistemas de abastecimiento	Igual que los indicadores de sequía, de los que se derivan.
Indicadores de fragilidad	Seguimiento continuo (escala anual o bienal)	Revisión anual o bienal de los fenómenos implicados en la fragilidad (exposición, vulnerabilidad, presión sobre los recursos hídricos etc.)

TABLA 3. PAUTAS DE COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LOS DIFERENTES INDICADORES.

12. CONCLUSIONES

La conclusión esencial que se puede extraer de todo lo anterior es que no basta con la elaboración de un único indicador para caracterizar el estado de la sequía en un determinado territorio; es más, el intento de reflejar las múltiples facetas implicadas en la sequía en un único indicador sólo puede conducir a errores y confusiones o a simplificaciones excesivas. Cada porción del territorio con significación hídrica o hidrológica (cuencas, subcuencas, sistemas de explotación) debería disponer, al menos, de cuatro tipos de indicadores diferentes y con utilidades también distintas y complementarias:

1) **Indicadores de sequía**, que habrían de seguirse en tiempo real (a escala mensual sería suficiente) y que avisarían tempranamente de la posible aparición del riesgo, orientarían a los gestores en la organización del plan de actuación a seguir, tanto en la prevención del propio riesgo como en la gestión de la emergencia, y que valorarían el grado de extremosidad del fenómeno en términos naturales, lo cual será de fundamental importancia para el cumplimiento de los imperativos ambientales de la Directiva Marco del Agua, y para el establecimiento de las primas y pagos de las compañías aseguradoras.

2) I**ndicadores de escasez** de agua o de "sequía operativa" (con presencia o ausencia de sequía natural), que permitirían tomar las medidas oportunas para garantizar los suministros indispensables de agua, y que serían el instrumento esencial para la prevención y gestión de los recursos hídricos, especialmente en situaciones de emergencia.

3) I**ndicadores de peligrosidad**, que serían más o menos fijos o estables y que servirían para calificar a cada territorio en función de la probabilidad de ocurrencia de sequías en él existente. A mayor peligrosidad de un territorio, mayores precauciones habría que tomar en la gestión del agua y en la prevención de las sequías.

4) I**ndicadores de vulnerabilidad o fragilidad**, que serían variables en el tiempo al

ritmo marcado por los propios ritmos socioeconómicos y de los patrones de gestión de los recursos hídricos. Debería seguirse atentamente su evolución en cada territorio para ir corrigiendo los aumentos de vulnerabilidad al ritmo en que se fueran produciendo y, siempre, sin rebasar determinados umbrales, que denotarían claros síntomas de insostenibilidad.

El sistema de seguimiento en su conjunto aparece reflejado en la figura 2.

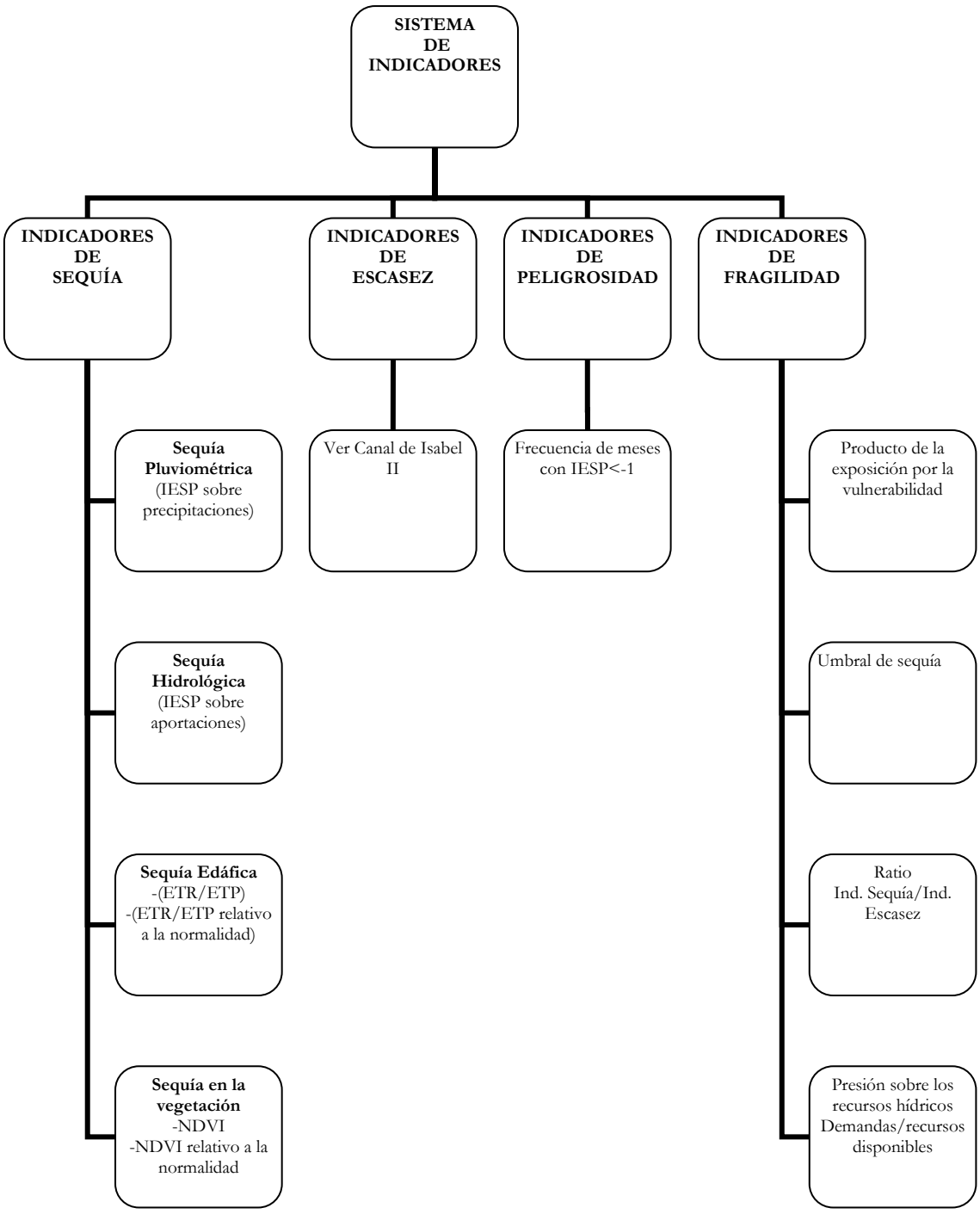


FIGURA 2. ESQUEMA DE LOS SISTEMAS DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO DE LA SEQUÍA APLICABLES A LOS DISTINTOS TERRITORIOS CON RELEVANCIA HIDROLÓGICA.

13.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ayala Carcedo, F.J., 2002
"Introducción al análisis y gestión de riesgos", en Ayala Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J.*: Riesgos naturales.*
Barcelona, Ariel Ciencia, pp. 133-146

Ayala Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J., 2002
Riesgos naturales.
Barcelona, Ariel Ciencia,

Gil Olcina, A. y Morales Gil, A.*, 2002,*
Causas y consecuencias de las sequías en España.
Alicante, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo

Mac Kee et al., 1995
"Drought Monitoring with multiple time scales".
Proceedings of the 9th Conference on Applied Climatology, Dallas, TX, 233-236

Marcos Valiente, O., 2001
"Sequía. Definiciones, tipologías y métodos de cuantificación*".*
Investigaciones Geográficas, nº 26, pp. 59-80

Olcina Cantos, J. Y Ayala Carcedo, F.J., 2002
Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación.
Ayala Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J., *Riesgos naturales*, Barcelona, Ariel Ciencia, pp. 41-74

Pita López, M. F., 1989
Riesgos hídricos en Andalucía: Sequías e inundaciones.
Sevilla, Dirección General de Protección Civil, Junta de Andalucía.

Pita López, M.F., 1995
Las sequías: Análisis y tratamiento.
Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla.

Pita López, M.F., 2001 a
"Sequías en la cuenca del Guadalquivir", en Gil Olcina, A. y Morales Gil, A.
"Causas y consecuencias de las sequías en España"
Alicante, Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, pp. 303-343

Pita López, M.F., 2001 b
"Un nouvel indice de sécheresse pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Gaudalquivir (sudouest de l'Espagne)".
Publications de l'Association Internationale de Climatologie, vol. 13, Nice, pp. 23-35

Tate, E.L. y Gustard, A., 2000
"Drought definition: a hydrological perspective", en Vogt, J.V. y Somma, F. (Ed)
Drought and Drought Mitigation in Europe, Kluwer Academic Press, pp. 23-48

Vicente Serrano, S., 2006
Evaluación de las consecuencias ambientales de las sequías en el sector central del valle del Ebro mediante imágenes de satélite. Posibles estrategias de mitigación.
Zaragoza, Consejo Económico y Social de Aragón.

Vogt, J.V. y Somma, F. (Ed), 2000
Drought and Drought Mitigation in Europe
Kluwer Academic Press

http://www.drought.unl.edu/
Web del National Drought Mitigation Center (NDMC).
Universidad de NebrasKa-Lincoln

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS ACUÍFEROS: SU ESTRATEGIA DE UTILIZACIÓN EN PERIODOS DE SEQUÍA

Juan Antonio López Geta
Instituto Geológico y Minero de España

Resumen

Hasta mediados del pasado siglo XX, los problemas de falta de disponibilidad de recursos hídricos se debían a la carencia de infraestructuras hidráulicas de regulación, superficiales y/o subterráneas, o a las consecuencias de un periodo de sequía hídrica, más o menos largo. En ambos casos los efectos eran los mismos, sin embargo su origen era difícil de distinguir ya que los síntomas y efectos que se producían, presentaban características similares.

La situación se esclarece, ya entrado el mencionado siglo, cuando se incrementa la capacidad de regulación mediante la construcción de presas y de captaciones subterráneas, cuya realización, en este último caso, se ve favorecida por la existencia de un estatus jurídico poco exigente, la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, que sólo exige para la realización de una nueva captación, que ésta no altere los caudales de las ya existentes.

A partir de este nuevo contexto, la falta de disponibilidad de recursos hídricos tiene su origen, especialmente, en los periodos de sequía hídrica, más o menos persistentes. Su efecto principal es la disminución de las aportaciones hídricas que llegan a los embalses. Para subsanarlo se recurre a la aplicación de un conjunto de medidas legales, técnicas y económicas, con un contenido especialmente dirigido a la construcción de embalses superficiales de regulación, actuaciones cuyos resultados no siempre han sido los esperados, posiblemente por la improvisación con que se han podido llevar a cabo algunas de ellas.

Algo similar ha ocurrido con las aguas subterráneas, pero agravado como consecuencia de que, no sólo en algunos casos no se ha conseguido el resultado esperado, sino que también se han originado una serie de consecuencias negativas adicionales, tanto técnicas como económicas y ambientales, que no han favorecido en nada la idea fundamentada de muchos técnicos, de que las aguas subterráneas pueden constituir un recurso estratégico en situaciones de sequía.

Ante este escenario nada deseable y que se ha venido repitiendo sequía tras sequía, se consideró conveniente incorporar, en la Ley del Plan Hidrológico Nacional actual, dos tipos de acciones, dirigidas, en ambos casos, a subsanar los errores cometidos en casos anteriores y a dar, a su vez, coherencia y racionalidad al conjunto de actuaciones que de forma planificada se adopten. La primera de las acciones, consiste en la elaboración de planes especiales de actuación en situaciones de alerta y sequía, en el ámbito de cada demarcación hidrográfica; estos planes deben incluir medidas para encauzar adecuadamente esas situaciones, así como el modo de gestionarse y de seguirse en el tiempo. La segunda de estas acciones contempla la elaboración de un Plan de Emergencia para los núcleos urbanos con una población superior a 20.000 habitantes.

El análisis de las diferentes realidades, que se han ido dando a lo largo de todos estos años, permite extraer una serie de consideraciones de las que se pueden destacar, sobre todo, dos de ellas. Una es que la resolución o no de los problemas derivados de la sequía, no está en la falta de conocimiento científico-técnico, ni de medios humanos ni económicos, puesto que en estas situaciones se disponen generalmente de ellos y de presupuestos económicos especiales, sino que el fondo de la cuestión se encuentra en que habitualmente se ha actuado sin una planificación previa, y con un alto grado de improvisación.

La otra consideración es que la solución de futuro está en la planificación y gestión de los sistemas de explotación, en los que hay que incluir como un elemento más del sistema, además de los recursos no convencionales, a las aguas subterráneas y a los acuíferos como

embalses, dada su gran capacidad de almacenamiento. Esto contribuirá al aumento de la capacidad de regulación del sistema y a la mejora de la garantía de suministro de los abastecimientos urbanos y de los regadíos.

Mucha de la información necesaria para realizar esta propuesta de futuro está ya disponible, pero hay que completarla, y para ello se necesita llevar a cabo un Plan de Acción en materia de aguas subterráneas que, como recoge el artículo 29.1 de la Ley de Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001, de 5 de julio), permita el aprovechamiento sostenible de este recurso, además de incluir programas para la mejora del conocimiento hidrogeológico y la protección y ordenación de los acuíferos y de las aguas subterráneas.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente existe cierta confusión por parte de la sociedad sobre el origen de las aguas subterráneas, atribuible a la falta de información recibida, tanto a través de los expertos, como de los medios de comunicación especializados. Se observa con frecuencia que, de forma generalizada, se utiliza el término *aguas fósiles* para todo el conjunto de aguas subterráneas existentes en el subsuelo, e incluso se asimila el acuífero a una bolsa de agua aislada, donde ésta permanece inmóvil. Esta confusión de conceptos se ha trasladado, en ocasiones, a la norma jurídica, y además ha sido asumida por los usuarios, lo que ha contribuido a un deterioro importante del medio ambiente hídrico y, por tanto, a un uso insostenible de los acuíferos en algunos casos.

La realidad es que el agua subterránea es una de las fases del ciclo hidrológico y constituye un recurso que se renueva periódicamente. Es, por tanto, un recurso renovable y limitado; procede de la infiltración del agua de lluvia y se encuentra en continuo movimiento en el acuífero, aunque lento, hasta salir por los manantiales, ríos, o de modo subterráneo al mar. De las aguas subterráneas dependen muchos de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Es, en definitiva, un patrimonio natural, ambiental, social y económico, que hay que proteger y conservar para el disfrute actual y de las generaciones venideras.

Sobre esa protección y sostenibilidad de los recursos hídricos, la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo "*por la que se crea un marco comunitario de actuaciones en el ámbito de la política del agua*", incide, cuando establece que entre sus objetivos está el de *"... promover el uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles..."* y *"...paliar los efectos de las inundaciones y sequías, contribuyendo de esta forma a garantizar el suministro suficiente de aguas superficiales y subterráneas en buen estado, tal como requiere el uso sostenible, equilibrado y equitativo"*.

El aprovechamiento de las aguas subterráneas, al igual que el resto de los recursos naturales, ha sufrido una serie de vaivenes a lo largo de los siglos, motivados por factores muy diversos. Uno de ellos ha sido su aumento debido al incremento de una determinada demanda. Es el caso del aumento de la población o de la superficie de regadío por transformación del secano, o por la necesidad de disponer de recursos hídricos adicionales para subsanar un episodio de sequía.

Un breve análisis de la historia más reciente de los aprovechamientos de las aguas subterráneas, pone de manifiesto la existencia de, al menos, dos elementos de análisis. El primero de ellos corresponde al papel que pueden haber jugado las aguas subterráneas en la satisfacción de las demandas tradicionales, como el abastecimiento urbano, el uso agrícola o el industrial, además de aquellos casos especiales motivados por los fenómenos derivados de situaciones de sequía hidrológica. El segundo elemento de análisis corresponde al

ámbito jurídico y de procedimiento que ha condicionado su explotación. Con estos elementos como referencias históricas, se han podido diferenciar dos periodos de tiempo reciente muy diferentes: el primero corresponde a lo acontecido hasta mediados del pasado siglo XX; y el segundo, desde esa fecha hasta la actualidad.

1.1 La explotación de las aguas subterráneas hasta la década de los sesenta del pasado siglo XX

Hasta mediados del siglo XX, las necesidades de agua para el desarrollo social y económico se reducían a sectores muy limitados: el abastecimiento a los núcleos de población, principalmente rurales, muy poco exigentes en cuanto a sus necesidades hídricas; el uso agrícola, cuya demanda era también muy reducida, teniendo en cuenta que predominaba la agricultura de secano, con un carácter marcadamente rural; y por último, el sector industrial, con una implantación muy reducida y ubicado en zonas muy concretas y alejadas de ese entorno rural, más próximas a las grandes ciudades y sus conurbaciones urbanas.

Hasta esos momentos, hablar de efectos de la sequía sobre la población o sobre la agricultura era complicado, debido a la dificultad de distinguir los problemas derivados de la sequía de aquellos originados por falta de regulación hídrica, teniendo en cuenta que los síntomas y efectos que se producían eran prácticamente los mismos. No se podía hablar, por tanto, de sequía hídrica en términos similares a como se puede hacer hoy en día.

Las infraestructuras hidráulicas existentes eran escasas. Así, el número de presas en la década de los sesenta se situaba sobre las 400, con una capacidad de regulación de unos 20.000 hm^3 (MMA, 2000). En la actualidad existen más de 1.200 presas, con una capacidad de regulación superior a los 50.000 hm^3. Por otro lado, las captaciones de aguas subterráneas se reducían a los manantiales y fuentes próximas a los lugares demandantes, así como a pozos de poca profundidad, ya que las técnicas de perforación no permitían el acceso a profundidades importantes y los sistemas de elevación sólo podían extraer caudales pequeños. La explotación de las aguas subterráneas era de unos 1.000 hm^3/ año, muy lejos de la cifra actual que puede situarse en torno a los 6.000 hm^3/año (MOPTMA-MINER, 1994).

Con esos recursos regulados artificialmente, más los disponibles naturalmente evaluados en unos 9.000 hm^3/año, y aún siendo la demanda reducida, sólo podía atenderse un pequeño porcentaje de ellas, y por tanto, menos aún las nuevas demandas que se estaban creando. Esto suponía una disminución muy significativa del grado de garantía, no sólo en situaciones de aportaciones hídricas normales, sino también en aquellas originadas por los fenómenos de escasez pluviométrica.

La primera conclusión que se puede extraer de lo acontecido en este periodo de tiempo, es que los problemas existentes se debían más a la falta de capacidad de regulación hídrica, reflejada en un pequeño número de infraestructuras hidráulicas superficiales (presas, embalses, etc.) y captaciones subterráneas (pozos o sondeos principalmente), que a los fenómenos de sequía hídrica propiamente.

1.2 El aprovechamiento del agua desde mediados de la década de los sesenta del siglo XX, hasta la actualidad. De la Ley de Aguas de 1879 a la de 1985

Hay que esperar a la segunda mitad del siglo XX para que la explotación de las aguas subterráneas en España adquiriera una importancia relevante. Esta situación coincidió con un momento en el que la sociedad exigía un mayor bienestar económico, que en un principio se basaba casi exclusivamente en la agricultura. Posteriormente ésta se vería

sustituida en parte por el proceso de industrialización, lo que supuso que la población activa dedicada a la agricultura pasara del 70% a comienzos del siglo XX, al 4% a finales, e incluso menos en algunas regiones.

Este cambio social y económico, generó la necesidad de disponer de recursos hídricos suficientes para atender las demandas hídricas que se estaban generando como consecuencia del proceso antes comentado. La necesidad de una mayor disponibilidad de agua presenta una casuística muy diferente. Así, en las primeras décadas del siglo XX, la falta de recursos hídricos se centró fundamentalmente en los ámbitos rurales debido al mayor peso de la actividad agraria. Sin embargo, en estas zonas, las posibilidades de disponibilidad de recursos hídricos eran escasas por la falta de infraestructuras hidráulicas; el abastecimiento quedaba supeditado, en una gran mayoría de casos, al aprovechamiento de pequeños manantiales, muy sensibles por lo general a la disminución de las precipitaciones en periodos estivales y de sequía. Estos problemas de suministro se trasladarían posteriormente a las grandes ciudades y a las áreas costeras, como consecuencia de la emigración de la población rural hacia esos lugares, en los que empezó a iniciarse una intensa actividad industrial.

Comienza, por tanto, una tarea muy importante por parte de los poderes públicos, consistente en ofertar recursos suficientes para atender las crecientes necesidades hídricas que se están creando debido a la demanda urbana y agrícola. Se asume, en el caso de los abastecimientos urbanos, un principio que se viene aplicando a la luz eléctrica, en cuanto tiene que estar disponible en todos los hogares, sin excluir los ámbitos rurales; principio que, en el caso del agua, se traduce en que no puede existir ningún núcleo de población sin agua, con plena garantía de suministro, incluso en periodos de sequía. Para cumplir este objetivo se acentúa la construcción de presas y se incorpora un nuevo protagonista, las aguas subterráneas, que vendrán a jugar un papel decisivo en todo este desarrollo social, favorecido por la existencia de un estatus jurídico muy poco exigente: la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, que sólo exige para la realización de una nueva captación, que ésta no afecte a los caudales de las ya existentes, teniendo en cuenta que estas aguas son privadas y, por tanto, propiedad del dueño del predio.

Para darse cuenta de lo que supone la aplicación de una norma legal tan laxa en cuanto a la explotación de las aguas subterráneas, hay que partir de la distinción que hace la Ley de 1879 entre pozos ordinarios y/o pozos artesianos, socavones o galerías, a la hora de imponer las condiciones para su realización, y así, en ambos casos el propietario es el que tiene el derecho preferente de alumbrar las aguas que existen debajo de la superficie del terreno, con tal de que no distraigan o aparten aguas públicas o privadas de su corriente natural.

Algo similar ocurre en el caso de pozos ordinarios; otra vez es el propietario el que tiene derecho a abrir, libremente, una captación para elevar aguas dentro de su finca, aunque con ello resulten menguadas las de sus vecinos, con la condición de guardar la distancia de 2 m entre pozos dentro de las poblaciones y de 15 m en el campo, entre la nueva excavación y los pozos, estanques, fuentes y acequias permanentes de los vecinos. En el caso de los pozos artesianos, las labores de alumbramiento no podrán ejecutarse a menos de 40 m de edificios ajenos, ferrocarril o carretera, ni a menos de 100 m de otro alumbramiento, fuente, río, etc., sin la licencia correspondiente de los dueños o, en su caso, del Ayuntamiento previa información de expediente.

Esta facilidad legal de explotación de las aguas subterráneas ayudó a subsanar la situación en que se encontraban muchos núcleos urbanos, especialmente la de aquellos situados en lugares de difícil acceso respecto a las infraestructuras hidráulicas tradicionales, o que dependían de pequeños manantiales con caudales que, en periodos estivales o de sequías, se veían mermados. La intervención de la Administración del Estado fue esencial, ya que a través de la aplicación de planes especiales de abastecimiento, que se llevaron a cabo en toda España, se resolvieron muchos de los problemas existentes. Un ejemplo a destacar fue el Plan Nacional de Abastecimiento a Núcleos Urbanos con aguas subterráneas, desarrollado por el Instituto Geológico y Minero de España, que permitió que en algo más de dos años, se suministrara agua a 2 millones de personas, distribuida en pequeños y medianos núcleos de población, cifra importante si se tiene en cuenta que en estos momentos, la población abastecida con aguas subterráneas supera los 13 millones de personas, repartidos entre más del 70% de los núcleos urbanos españoles.

El sector agrario no quedó fuera de este impulso de desarrollo que se dio en otros sectores, sino que se sumó a él de la mano del aprovechamiento de las aguas subterráneas. Esto se traduce en una espectacular puesta en explotación de las aguas subterráneas en ciertas regiones o cuencas hidrográficas, sobre todo en las zonas costeras, donde se dispone de un clima adecuado para el desarrollo de una agricultura altamente productiva y económicamente muy rentable. Es el caso del litoral levantino, Sureste peninsular, o provincias costeras andaluzas como Almería, Huelva o Granada. A su vez, también se intensificó la utilización de las aguas subterráneas en las grandes cuencas hidrográficas de los ríos Duero, Guadalquivir o Guadiana entre otros.

En esas actuaciones, a diferencia de las destinadas al suministro de agua a las poblaciones, que fue asumida casi en su totalidad por la Administración, fue la iniciativa privada la que asumió la inversión económica necesaria para impulsar este sector productivo. Así, se llega a más de un millón de hectáreas de regadío con aguas subterráneas, del total de tres millones y medio, de las cuales, 262.470 ha se sitúan en el Levante, Sureste peninsular y archipiélago Balear, distribuidas: 153.921 ha en la Comunidad Valenciana (un 41% del total de las hectáreas en regadío, 376.092; más 54.325 ha con riego mixto, un 14,4%) (Carles *et al.,* 2001); 91.173 ha en la Región de Murcia (de un total de 257.613 ha) y 17.376 ha en las Islas Baleares.

Frente a estos beneficios, se presentaron problemas, cuyos orígenes se encontraban fundamentalmente en la falta de un marco jurídico adecuado a la situación que se vivió en esos momentos, y que afecta especialmente a la seguridad en el suministro. Hay que tener en cuenta que justo en el periodo 1960-1985, en el que se produce *"la revolución silenciosa de las aguas subterráneas"* (Llamas, 2005), la ley vigente no limita prácticamente la construcción de pozos. Esto conlleva que la iniciativa privada vea en las aguas subterráneas una solución a sus necesidades hídricas, y que salvo algunas iniciativas realizadas por la Administración, son los propios agricultores los que financian las obras de captación, con un control por parte de la Administración muy reducido, ya que la legislación sólo contempla, como requisito para su reconocimiento, su inscripción en el registro oficial, tras una inspección *in situ* por parte de los técnicos de los servicios mineros. Esta facilidad legislativa da lugar a que en muy pocos años, la cifra de pozos se sitúe próxima al millón, con los consiguientes problemas derivados del aumento de las extracciones, y el sobrebombeo en algunos acuíferos.

La situación favorable de suministro de agua de la que gozan la gran mayoría de núcleos urbanos, se enfrenta a los efectos que en estos se produce como consecuencia de los

periodos de sequía, y que se reproducen cada vez con más frecuencia. Basta ver lo ocurrido desde el año 1940, con periodos de sequía de 1941-1945, 1979-1983, 1990-1995, sin olvidar la iniciada en el año 2004, aún sin finalizar en ciertas zonas del litoral peninsular. En todos los casos los efectos son los mismos, es decir, escasez de agua en un número importante de núcleos de población, y disminución de los aportes a grandes zonas de regadío.

La sociedad en un avanzado estado de bienestar, no acepta que por parte de los poderes públicos, no le aseguren un suministro de agua continuo, sin ningún tipo de restricción y con una calidad acorde con los estándares marcados por la legislación sanitaria. Sin embargo, esto no se cumple en todos los casos, ya que es frecuente que algunos sistemas de explotación sean muy vulnerables a las sequías climatológicas, lo que rompe con dicho principio, al originarse restricciones de hasta veinticuatro horas al día y la suspensión del riego de importantes regadíos.

Si las causas y efectos se repiten, igual ocurre con las acciones que se toman para resolver los problemas que se han originado: restricciones en el suministro a los abastecimientos urbanos, disminución de las dotaciones de regadíos, cambios de cultivos de menor consumo (incluso se han llegado a suspender los riegos en algunas zonas), ayudas económicas a los afectados, exenciones fiscales y el colofón: una mayor utilización de las aguas subterráneas, todo ello con el respaldo legal de los tradicionales planes de emergencia.

Esto no es historia, ya que ha vuelto a ocurrir en la reciente sequía, iniciada en el año 2004. De nuevo se ha recurrido a la aprobación de un conjunto de medidas legales, como es el caso de los Decretos 1419/2005 y 1265/2005. Sin embargo, sí se han observado ciertas diferencias respecto a los de situaciones anteriores, ya que si bien el procedimiento legal ha sido el mismo, las medidas han sido diferentes: se abandonan las soluciones puntuales de carácter coyuntural o de construcción de nuevas infraestructuras de regulación, y se incide más en buscar soluciones definitivas, a través de medidas de ahorro, de eficacia del uso del agua, de mejora de los sistemas de explotación, etc.

Se dejan fuera, salvo casos especiales, las actuaciones relacionadas con la construcción de nuevos embalses, que si bien a medio plazo parecía que resolvían el problema, posteriormente, sin embargo, se ha comprobado que ésta no era la solución definitiva. En la figura 1, se representa el aumento de la capacidad de regulación en la Cuenca del Guadalquivir a lo largo de los años. En ella se observan unos saltos importantes en la pendiente de la recta, que se corresponden con los periodos de sequía producidos en las décadas de los 70, 80 y 90 del pasado siglo XX. Esta mayor capacidad de regulación, ha mejorado la garantía de suministro, pero esta medida no ha sido suficiente, como lo demuestran los acontecimientos adversos que posteriormente a esta obras se han ido repitiendo sequía tras sequía. Parece razonable pensar que esas medidas tendrían que haber ido acompañadas de otras, con mayor incidencia en la mejor gestión de los recursos hídricos; seguramente deberían incorporase con carácter preventivo, en los Planes Hidrológicos de cuenca.

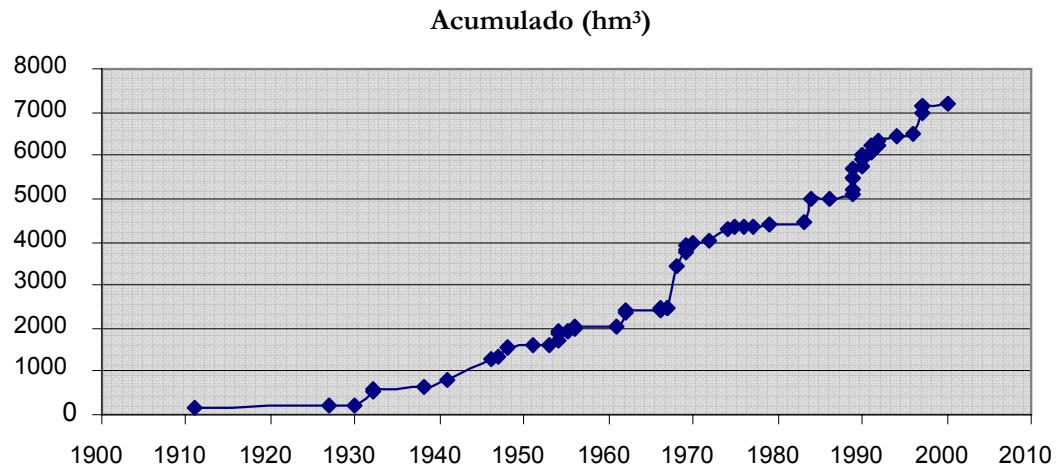


FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE REGULACIÓN EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (WEB DE LA C.H.GUADALQUIVIR)

De la poca eficacia de esas infraestructuras hidráulicas acometidas en los episodios climatológicos adversos, no escapan las aguas subterráneas. Así, y sin tener en cuenta el momento actual, todavía sin valorar, la conclusión que se saca no es nada halagüeña, si se tiene en cuenta que los resultados generalmente han sido poco favorables; el elemento común en todo este proceso, es la improvisación, con las consecuencias siguientes:

- La gran mayoría de los sondeos se han realizado sin estudios previos de identificación de los lugares idóneos para su ubicación, lo que ha repercutido en los resultados.
- Los sondeos se han realizado sin un diseño constructivo adecuado y sin control en su ejecución.
- Se produce un encarecimiento del mercado de la perforación, al ser la demanda temporalmente muy alta y la disponibilidad de máquinas de perforación limitada.
- Se producen actuaciones en acuíferos sobreexplotados y/o contaminados, lo que incide en un mayor deterioro.
- Se originan mayores afecciones entre captaciones existentes, lo que intensifica los problemas indicados en el punto anterior.
- Se abandonan las instalaciones de explotación una vez superada la situación de sequía, no programándose un plan de mantenimiento que permita su utilización en el caso que fuera necesario.

Todo esto no favorece en nada al papel que el agua subterránea puede jugar en la planificación y en la mejora de la gestión hídrica, aun sabiendo que las aguas subterráneas constituyen un recurso que puede considerarse como estratégico en situaciones de sequía. La falta de una planificación que, con carácter preventivo, permita la realización de una serie de actuaciones con cierta anticipación a la sequía hídrica, sólo lleva a situaciones que no facilitan la solución definitiva de los problemas, y originan un gasto económico poco justificado y excesivo.

1.3 Desde finales del siglo pasado a la actualidad. Ley de Aguas de 1985 y modificaciones posteriores

A la vista de la situación existente y ante la imposibilidad de resolver los problemas bajo el marco de la Ley de Aguas de 1879, en el año 1985 se aprueba una nueva Ley que venía a sustituir a la más que centenaria, vigente hasta ese momento. En ella se introducen modificaciones importantes en lo que respecta a las aguas subterráneas, siendo la más relevante por su incidencia social, la incorporación de las aguas subterráneas al dominio público, algo que hasta esa fecha sólo afectaba a las aguas superficiales. Así queda recogido en el artículo 1.1 de la Ley de Aguas (actualmente Texto Refundido de la Ley de Aguas, TRLA), cuando indica que *"las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, que forma parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico"*. Consecuentemente hay que someterse a un procedimiento reglado para su aprovechamiento, que finaliza con la concesión y su inscripción en el Registro o Catálogo de Aguas.

Pero si bien la Ley introducía criterios razonables, la homogeneización del tratamiento del recurso hídrico en sus dos fases, superficial y subterránea, y el establecimiento de un procedimiento común para la forma de concesión, podría limitar la realización de captaciones de forma arbitraria. Sin embargo, el legislador incorpora dos artículos que de nuevo dejan abierto el tema y complican el proceso de planificación y su gestión. Así, en las Disposiciones transitorias segunda y tercera, referente a los titulares de derechos sobre aguas privadas procedentes de manantiales, pozos o galerías, derivados de la Ley de 1879, se establece que a los titulares de algún derecho conforme a esa Ley sobre aguas privadas que vinieran utilizando en todo o en parte y hubieran obtenido su inclusión en el Registro de Aguas como aprovechamiento temporal de aguas privadas, les será respetado dicho régimen por un plazo máximo de 50 años, a contar desde el 1 de enero de 1986. Quienes, al término de dicho plazo, se encontraran utilizando los caudales, en virtud de título legítimo, tendrán derecho preferente para la obtención de la correspondiente concesión administrativa de conformidad con lo previsto en la Ley 29/1985 de Aguas, de 2 de agosto. Así pues, se deja libertad a los propietarios de los pozos para inscribirse en el Registro de Aguas o en el Catálogo de aprovechamientos de aguas privadas de cuenca. Esta posibilidad de mantenerse el carácter público o privado, se ha visto con el paso del tiempo que no ha contribuido a mejorar la situación anterior.

A esta situación poco favorable viene a sumarse el artículo 54 del TRLA, en el que se establecen las condiciones del *"uso privativo por disposición legal",* indicándose que se podrán utilizar en un predio, aguas procedentes de manantiales situados en su interior y aprovechar en él las aguas subterráneas, cuando el volumen anual no sobrepase los 7.000 m^3. Se precisa además que, en los acuíferos sobreexplotados o en riesgo de estarlo, no podrán realizarse nuevas obras de las amparadas por este apartado sin la correspondiente autorización. Esto ha introducido una cierta desviación sobre el espíritu de la Ley, que pretendía alcanzar un mayor control de las extracciones a través del procedimiento contemplado para la concesión y su inscripción en el registro oficial y, en consecuencia, no alterar el caudal concedido a otras captaciones y mantener la sostenibilidad de los acuíferos. Esto no ha sido así, sino que se han producido interferencias en sondeos destinados al abastecimiento urbano, agravando los problemas que puedan originarse periódicamente por efecto de las sequías.

Además del marco jurídico establecido en la Ley de Aguas, cada vez que se ha producido una situación de sequía se han aprobado una serie de normas legales, cuya aplicación podría decirse que en muchos casos han fracasado totalmente. Esta inercia legislativa, se ha

pretendido subsanar mediante la Ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN) (Ley 10/2001, de 5 de julio). Para ello introduce el artículo 27, dedicado exclusivamente a la gestión de sequías. En él se establece que *"1. El Ministerio de Medio Ambiente, para las cuencas intercomunitarias, con el fin de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía, establecerá un sistema global de indicadores hidrológicos que permita prever estas situaciones y que sirva de referencia general a los Organismos de cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía… 2. Los Organismos de cuenca elaborarán en los ámbitos de los Planes Hidrológicos de cuenca correspondientes, en el plazo máximo de dos años desde la entrada en vigor de la presente Ley, planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, incluyendo las reglas de explotación de los sistemas y las medidas a aplicar en relación con el uso del dominio público hidráulico… 3. Las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20.000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía… y deberán encontrarse operativos en el plazo máximo de cuatro años".*

Para la aplicación de los planes recogidos en el artículo ya comentado de la Ley del Plan Hidrológico Nacional, se daban unos plazos de elaboración muy precisos. En ambos casos, el retraso en su elaboración es manifiesto ya que se han pasado ampliamente los plazos establecidos sin que se pueda disponer de ellos. Las consecuencias han sido muy importantes, ya que ha supuesto, una vez más, acometer una situación de sequía de la misma forma que en ocasiones anteriores, con los problemas que en ese contexto se han creado.

Para subsanar esta situación, en el último año se ha impulsado por parte de la Administración hidráulica, la elaboración de los diferentes Planes especiales de actuación en situaciones de alerta y sequía, disponiéndose de un primer documento que está sometido a consulta pública. La disponibilidad de estos planes, permitirá no volver a caer en los mismos defectos que en ocasiones anteriores, y fundamentar las actuaciones en aquellas medidas que mejoren la planificación y la gestión, pensando más a largo plazo, abandonando planteamientos poco acordes con los nuevos tiempos, donde el agua es un recurso natural que hay que utilizar, proteger y conservar para la generaciones futuras, y todo ello depende de nosotros.

2. ESTRATEGIA DE UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS ACUÍFEROS EN LAS SEQUÍAS

2.1 Antecedentes

No se descubre nada nuevo si se afirma que el agua subterránea constituye una herramienta eficaz para resolver los problemas derivados de las sequías hídricas. Basta con observar las actuaciones que se han llevado a cabo en algunas de estas situaciones, para confirmar este aspecto, aunque en muchos de estos casos se haya realizado sin ninguna planificación.

Un ejemplo que puede servir de modelo, son los trabajos desarrollados durante la sequía del periodo 1992-1995, en la Bahía de Cádiz: con una población de unos 724.000 habitantes y una demanda de 23 hm^3/año, sufrió restricciones de hasta 24 horas, debido al descenso de los caudales regulados en el río Guadalete, que no superaron el 2,3% de la capacidad total. Para resolver la situación, se llevaron a cabo una serie de sondeos en diferentes acuíferos, próximos a las conducciones del sistema general, facilitando su vertido y distribución, sin necesidad de construir nuevas infraestructuras. Con las captaciones realizadas prácticamente se resolvió el problema (López-Geta y De la Orden, 2003). Algo parecido ocurrió con el abastecimiento a Jaén y su comarca, o en Granada capital, donde

gracias al alto conocimiento de dichas zonas, se llevaron a cabo una serie de actuaciones que permitieron paliar la situación adversa.

Esas actuaciones se realizaron gracias al conocimiento hidrogeológico y a la experiencia que, sobre estas zonas, disponía la Administración y algunas empresas del sector. No está, por tanto, la resolución de los problemas en la falta de conocimiento o de medios humanos, ni de recursos económicos, ya que en periodos de sequía se disponen generalmente de fondos especiales: el problema se encuentra en la improvisación con la que se programan y en el tipo de medidas que se proponen, fruto de la falta de planificación.

2.2 El carácter estratégico de las aguas subterráneas en periodo de sequía

El papel de las aguas subterráneas y su carácter estratégico en periodos de sequía, se debe, especialmente, a que éstas reúnen una serie de propiedades que en muchos casos son poco conocidas, y que pueden resumirse en:

- Es un recurso cuya disponibilidad, a corto y medio plazo, se ve muy poco afectada por los efectos de una disminución importante de las precipitaciones. Además, hay que tener en cuenta la capacidad de almacenamiento de los acuíferos y la inercia en los procesos de recarga.
- La amplia distribución espacial de los acuíferos a lo largo y ancho de prácticamente todo el territorio español, permite la existencia de un acuífero próximo a cualquier centro de demanda. Hay que tener en cuenta que casi dos tercios de la superficie total española (69%,) está cubierta por formaciones acuíferas. Esto supone, siguiendo los criterios de la Directiva Marco del Agua (DMA), la existencia de 699 masas de aguas subterráneas.
- Se dispone de unas reservas hídricas subterráneas muy importantes, que temporalmente pueden ser explotadas de forma planificada. Se estiman en unos 300.000 hm^3. Este aprovechamiento no supone una explotación minera del agua, sino una explotación planificada, que contemple la sostenibilidad ambiental. El procedimiento operativo se puede resumir en dos fases: una primera consistente en la explotación temporal de las reservas hídricas, lo que originaría una disminución de las mismas y el consiguiente descenso de los niveles piezométricos; y una segunda fase en la que, pasado el periodo de sequía, se procede a la recuperación del acuífero (natural o artificialmente), aprovechando los regímenes de lluvia más abundantes, y de esta forma se produciría el llenado paulatino del acuífero y la normalización de los niveles piezométricos.

2.3 Cómo debe contribuir en el futuro el agua subterránea en mejorar la gestión hídrica

Se puede decir que, hasta el momento, el papel del agua subterránea en periodos de sequía ha consistido generalmente en resolver el problema de un modo puntual, con medidas de carácter coyuntural, es decir, soluciones para salir del paso de la situación existente, dejando por lo tanto, pendiente su solución a otro tipo de actuaciones, poco eficaces en ciertos casos, como ya se ha comentado anteriormente. Por consiguiente, la solución definitiva hay que basarla en el principio de sostenibilidad, sin olvidar aquellos otros referidos a la igualdad y equidad, de disposición del recurso.

La contribución del agua subterránea en situaciones de sequía, no puede seguir siendo la misma que la que ha habido hasta el momento, y que ha originado en ocasiones problemas adicionales de sobreexplotación o de contaminación, especialmente de salinización por

intrusión marina en los acuíferos costeros. Es evidente que hay que resolver los problemas que puedan surgir en estas situaciones, pero esta solución no puede acometerse de forma individualizada, sino que debe integrarse en un contexto donde las aguas subterráneas y los acuíferos formen parte del sistema de explotación, como un elemento más que aporte caudales y contribuya a la mejora de la capacidad de regulación y del grado de garantía del sistema hídrico.

Por tanto, no se puede continuar con el error histórico de no incorporar las aguas subterráneas y los acuíferos a la planificación hidrológica y, con ello, a la gestión hídrica, haciendo caso omiso de la Declaración de La Haya de 1991, que en su preámbulo recoge que el objetivo del uso sostenible del agua ha de ser desarrollado a través de un enfoque integrado, que tenga en cuenta las aguas superficiales y subterráneas para ser gestionadas conjuntamente, prestando análoga atención a los aspectos de cantidad y calidad. Además, a este proceso de uso integrado o uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, se pueden incorporar, en el caso de existir, las aguas residuales depuradas y las aguas desaladas (López-Geta y Murillo, 1993).

Este planteamiento integrado en el que la regulación del agua superficial y subterránea es el sujeto principal de esta forma de actuar, debe basarse en la complementariedad entre ellas, pero esto no se puede llevar a cabo mediante medidas improvisadas, sino que requiere un proceso de planificación, maduro y sosegado, fuera de toda influencia del pasado que, aunque en su momento dio resultados positivos, no se ajusta a las nuevas ideas que deben regir la utilización del agua en los inicios del siglo XXI.

En esta propuesta de futuro hay una novedad importante y que no está fuera de la polémica y del desconocimiento científico-técnico: es la utilización del acuífero como embalse que almacena escorrentías, tanto superficiales como subterráneas, o recursos no convencionales, contribuyendo de esta forma a aumentar la capacidad de regulación y a mejorar la garantía y, por tanto, dar una mejor respuesta a los eventuales periodos de sequías. Esta solución es muy flexible debido a la distribución espacial de los acuíferos, lo que supone una adaptabilidad a situaciones diversas, como puede ser el caso de una conducción de tipo lineal o a cualquier otro tipo de infraestructura hidráulica (López-Geta, 2000 a y b; López-Geta *et al.*, 2004; y López Arechavala *et.al.*, 1996).

En el caso concreto de situaciones derivadas de sequía, -aunque esta propuesta puede ser aplicada a cualquier sistema de explotación que quiera mejorar la capacidad de almacenamiento y su grado de garantía-, para poder incorporar los acuíferos a la gestión hídrica, su aplicación práctica conlleva, una vez identificados los lugares problemáticos y los sistemas de explotación que sequía tras sequía vienen sufriendo las consecuencias de la escasez de agua, un conocimiento lo más detallado posible de:

- Los acuíferos situados en el sistema o próximos a él, caracterizarlos hidrogeológicamente y estimar el volumen de agua disponible a través de su curva de regulación.
- Los acuíferos que reúnen las condiciones adecuadas para ser utilizados como embalses de regulación.
- La capacidad de almacenamiento de cada uno de los acuíferos seleccionados.
- Los elementos necesarios para llevar a cabo la operación de almacenamiento subterráneo de acuíferos, y conocer el coste económico de su implantación.
- El sistema más adecuado para la recarga artificial del agua.

- El coste específico por m^3 de agua regulada, que permita compararlo con otras alternativas posibles.
- Las características constructivas de los sondeos y su equipamiento para la extracción del agua, y las infraestructuras de transporte necesarias para su conexión al sistema de distribución, bien en alta mediante su incorporación a los embalses, o en baja directamente.
- Los sistemas de seguimiento y mantenimiento de las infraestructuras, lo que supone un coste económico, no sólo de construcción sino también de mantenimiento, ya que estos dispositivos deben estar disponibles ante cualquier eventualidad.

Mucha de esta información está ya disponible pero hay que completarla, y para ello se necesita llevar a cabo un Plan de Acción en materia de aguas subterráneas que, como recoge el artículo 29.1 de la Ley de Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001), permita el aprovechamiento sostenible de este recurso. Además, debe incluir un programa para la mejora del conocimiento hidrogeológico y la protección y la ordenación de los acuíferos y de las aguas subterráneas.

A la vista de lo comentado, se puede decir como colofón final que pese a la certeza científica de la unidad del ciclo hidrológico, y la reiterada necesidad de una gestión integrada del agua, los acuíferos y el agua subterránea que contienen, presentan especial interés en periodos de sequía. Esto hace que, siempre y cuando se parta de un buen conocimiento del acuífero y su relación con los ecosistemas naturales con los que pueda estar relacionado, se puedan superar los problemas derivados de esas situaciones adversas climatológicamente. En definitiva, las aguas subterráneas pueden jugar un papel estratégico fundamental en la superación de los periodos de sequía, típicos del clima mediterráneo. No hay que olvidar, que el sistema más eficaz para resolver estos problemas es, por un lado, la implementación de medidas preventivas, es decir, disponer de las infraestructuras necesarias con suficiente anticipación, llevar un control y mantenimiento de las mismas, que aseguren su disponibilidad en el caso de ser necesarias y, por otro lado, incorporar aquéllas que no estén contempladas en los planes de sequía, a los Planes hidrológicos de cuenca.

3. CONCLUSIONES

Pese a la certeza científica, sigue manteniéndose una cierta confusión sobre el origen de las aguas subterráneas. Con frecuencia se utiliza el término *aguas fósiles* para todo el conjunto de aguas subterráneas existentes en el subsuelo, e incluso se asimila el acuífero a una bolsa de agua aislada, donde ésta permanece inmóvil. Estas ideas se han trasladado en ciertas ocasiones a la normativa jurídica y a los posibles usuarios, con las repercusiones consiguientes a la hora de su explotación.

Este error surge como consecuencia de no tener en cuenta que el agua subterránea forma parte del ciclo hidrológico, y constituye un recurso que se renueva periódicamente. Por tanto, es un recurso renovable y limitado, procedente de la infiltración del agua de lluvia fundamentalmente, que se encuentra en continuo movimiento en el acuífero, aunque lento generalmente, hasta salir por los manantiales, ríos o subterráneamente al mar, y del que dependen muchos de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Es por ello un patrimonio ambiental, social y económico, que hay que proteger y conservar, para el disfrute de las generaciones presentes y venideras.

En el caso de las aguas subterráneas, el aumento de su explotación ha estado relacionado con el incremento de la demanda producido por la transformación de la agricultura de secano en regadío, y por el aumento de la población humana. Además, y de modo circunstancial, también por la falta de disponibilidad hídrica en periodos de sequía de origen climatológico. Este aprovechamiento se vio favorecido por la existencia de un estatus jurídico muy poco exigente, la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, que sólo exigía para la realización de una nueva captación, que ésta no afectara a los caudales de las ya existentes.

La facilidad de explotación de las aguas subterráneas, tuvo unos beneficios inmediatos muy importantes, y contribuyó a resolver el problema de abastecimiento de muchos núcleos urbanos, especialmente de aquellos situados en lugares de difícil acceso, donde las infraestructuras hidráulicas tradicionales no llegaban o se abastecían de pequeños manantiales con caudales que, en periodos estivales o de sequías, se veían mermados. Igualmente se vio favorecida la agricultura de muchas regiones, especialmente las situadas en el arco mediterráneo, que fueron promovidas y costeadas, salvo casos excepcionales, por la iniciativa privada.

La falta de disponibilidad de recursos hídricos es un fenómeno recurrente que, con anterioridad a la década de los sesenta del pasado siglo XX, no era fácil de distinguir si se debía a la escasez de infraestructuras de regulación o a la disminución de las aportaciones hídricas originadas en periodos estivales o de sequías más o menos prolongadas. Por tanto, no se podía hablar de sequía en términos similares a como se puede hacer hoy en día.

Avanzado el siglo XX, se dispuso de una serie de infraestructuras cuya capacidad de regulación permitía satisfacer las demandas existentes con una garantía de suministro elevada, aunque diferentes en cada uno de los sistemas de explotación. Lo cierto es que estos sistemas, que responden bien en situaciones climatológicas normales, se ven afectados muy seriamente en periodos de sequía, sobre todo en aquellos casos que dependen exclusivamente de las aportaciones superficiales, en los que se producen fallos importantes en el suministro. La situación queda amortiguada si las aguas subterráneas forman parte del sistema de explotación ya que, a corto y medio plazo, las aportaciones de aguas subterráneas se ven muy poco afectadas por las sequías, como consecuencia de las características y propiedades hidráulicas de los acuíferos. Sólo se verían afectadas aquellas surgencias o manantiales no regulados, pequeñas fuentes relacionadas con acuíferos colgados o de poco espesor, y las formaciones poco permeables.

Cada vez que se ha producido un proceso de sequía más o menos largo, se han aprobado una serie de medidas legales, entre las que se incluyen una serie de actuaciones dirigidas a paliar la situación. De estas actuaciones, han predominado históricamente aquellas relacionadas con la construcción de nuevos embalses superficiales o de sondeos u otro tipo de captación subterránea, generalmente, en este último caso, fruto de la urgencia e improvisación y, por tanto, con cierta frecuencia, con grandes posibilidades de no resultar positiva la actuación.

La experiencia del aprovechamiento de las aguas subterráneas en periodos de sequía, es poco positiva, aun sabiendo que las aguas subterráneas constituyen un recurso que puede considerarse como estratégico en dichas situaciones. Esto no se debe a la falta de conocimiento, ni a la escasez de medios humanos y económicos, puesto que en periodos de sequía se disponen generalmente de fondos especiales, sino a la improvisación con la que se programan, y al tipo de medidas que se proponen, sin la suficiente antelación y maduración

de la idea. En estos casos, además de no resolver el problema, se origina un gasto económico poco justificado y excesivo.

Una consecuencia inmediata poco recomendable, y que con frecuencia se ha tomado una vez pasada la sequía, ha consistido en la construcción de nuevos embalses en las zonas afectadas. Sin embargo, la experiencia ha puesto de manifiesto que en muchos casos, el problema sólo se ha resuelto temporalmente, repitiéndose la situación adversa en sequías posteriores.

Para subsanar la falta de previsión, y no volver a caer en los mismos defectos de situaciones similares anteriores, la Ley del Plan Hidrológico Nacional contempla la elaboración de los siguientes planes: los Planes Especiales de actuación en situaciones de alerta y sequía que, aunque con cierto retraso, se encuentran en la actualidad sometidos a consulta pública; y el Plan de Emergencia para núcleos de población con más de 20.000 habitantes.

Hasta el momento, el papel de las aguas subterráneas ha sido una solución para salir del paso de la situación problemática existente, fuera de un planteamiento integrado del sistema de abastecimiento y dejando pendiente su resolución a otro tipo de opciones más convencionales. La propuesta de futuro está en incorporar las aguas subterráneas y los acuíferos como un elemento más de los sistemas de regulación, en los que se tenga en cuenta que es un recurso cuya disponibilidad, a corto y medio plazo, se ve muy poco afectada por los efectos de una disminución importante de las precipitaciones. Además, estos acuíferos disponen de una gran capacidad de almacenamiento, y se distribuyen a lo largo y ancho de prácticamente todo el territorio español, lo que siempre permite la existencia de un acuífero próximo a un centro de demanda.

Se puede decir como colofón final que pese a la certeza científica de la unidad del ciclo hidrológico, y la reiterada necesidad de una gestión integrada del agua, los acuíferos y el agua subterránea que contienen, son elementos que presentan especial interés en periodos de sequía. Esto hace que, siempre y cuando se parta de un buen conocimiento del acuífero, y de su relación con los ecosistemas naturales, se puedan superar los problemas derivados de esas situaciones adversas climatológicamente. En definitiva, las aguas subterráneas pueden jugar un papel estratégico fundamental en la superación de los periodos de sequía, típicos del clima mediterráneo. Sin olvidar, que el sistema más eficaz para resolver estos problemas es, por un lado, la implementación de medidas preventivas, es decir, disponer de las infraestructuras necesarias con suficiente anticipación, llevar un control y mantenimiento de las mismas, que aseguren su disponibilidad en el caso de ser necesarias y, por otro lado, incorporar aquéllas que no estén contempladas en los planes de sequía, a los Planes hidrológicos de cuenca.

4. RECOMENDACIONES

Dejando al margen situaciones que pueden resolverse con actuaciones puntuales mediante las aguas subterráneas, no existe una solución única para mitigar los efectos originados por la sequía: ni las aguas superficiales pueden ser la solución definitiva al problema en muchos casos, ni las aguas subterráneas, ni los recursos no convencionales. Hay que encontrar la respuesta en la integración de todas estas fuentes de agua, mediante una adecuada planificación.

Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta integrada, donde los acuíferos y las aguas subterráneas constituyen el elemento innovador, se recomienda, por un lado, conocer

con la suficiente antelación los sistemas de explotación que periódicamente se ven afectados por las situaciones de sequía. Esto permite actuar con carácter preventivo, que es sin duda la herramienta principal para atajar estas situaciones. Una vez que se dispone de esta información, hay que conocer las características de cada uno de estos sistemas, especialmente de los elementos de oferta y demanda existentes. Con esta información, y en el caso concreto de las aguas subterráneas, se recomiendan las siguientes actuaciones:

1) Determinación de los criterios técnicos que permitan cuantificar la capacidad de almacenamiento de los acuíferos y su distribución tridimensional, estableciendo las curvas de regulación.

2) Definición de las condiciones técnicas que deben reunir los acuíferos, para su incorporación a los sistemas de explotación como embalses de regulación.

3) Desarrollo de una metodología que permita valorar el coste económico de la incorporación de los acuíferos a los sistemas de explotación, y su comparación con otras posibles opciones.

4) Determinación de los criterios técnicos, económicos y ambientales, para la selección del sistema de recarga adecuado a cada tipo de operación.

5) Establecimiento de un manual para el seguimiento y mantenimiento de las operaciones implicadas en la implantación del sistema.

Esta solución es, sin duda, la más adecuada para disponer de un sistema que garantice la disponibilidad de agua en cualquier situación que pueda surgir, tanto como consecuencia de periodos de sequía más o menos prolongados, como en cualquier otra situación, incluida la de periodos climatológicos normales. Además requiere, una vez diseñado e implementado el sistema, disponer de un plan de control y mantenimiento de las infraestructuras, especialmente de los sondeos disponibles en el sistema, que asegure los caudales programados en cualquier situación temporal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Carles, J., García Mollá, M. y Avellá, Ll. 2001.
Aspectos económicos y sociales de la utilización de las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. En: La economía del agua subterránea y su gestión colectiva.
Fundación Marcelino Botín y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 153-173 pp.

López Arechavala, G., López-Geta, J.A. y Murillo, J.M. 1996.
Reordenación de cuencas o subcuencas hidrológicas con intervención de sistemas acuíferos.
Boletín Geológico y Minero (107-2). Madrid. 162-179 pp.

López-Geta, J.A. 2000a.
Estrategia de utilización de las aguas subterráneas en el abastecimiento de poblaciones. En: Jornadas técnicas sobre aguas subterráneas y abastecimiento urbano.
Instituto Geológico y Minero de España, y Club del Agua Subterránea. Madrid. 21-31 pp.

López-Geta, J.A. 2000b.
Contribución del Instituto al conocimiento y protección de las aguas subterráneas en España. En: Ciento cincuenta años, 1849-1999. Estudio e Investigación en las Ciencias de la Tierra.
Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 199-233 pp.

López-Geta, J.A. y De la Orden, J.A. 2003.
Drought as a catalyser of intensive groundwater use. En: Intensive use of groundwater. Challenges and Opportunities.
Editor. R. Llamas y E. Custodio. A.A. Balkema Publishers. Lisse. Netherlands. 177-189 pp.

López-Geta, J.A., Navarro, J.A. y Sesmero, K. 2004.
La utilización de los embalses subterráneos en la regulación de los recursos hídricos.
Revista Industria y Minería. Nº 357. Madrid. 15-22 pp.

Llamas, M.R. 2005.
Una causa radical de los conflictos hídricos en España.
Revista Tecnología del Agua, nº 259. 72-75 pp.

MMA. 2000.
Libro blanco del agua en España.
Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 637 pp.

MOPTMA-MINER, 1994.
Libro blanco de las aguas subterráneas.
Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente; y Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 135 pp. + Mapas.

LA REUTILIZACIÓN, LA REGULACIÓN Y LA DESALACIÓN EN LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA

Rafael Mujeriego Sahuquillo
Universidad Politécnica de Cataluña

Resumen

Este artículo analiza el papel que la reutilización planificada, la regulación y la desalación tienen en la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en zonas con déficits estacionales o permanentes de agua. La reutilización planificada del agua es un componente esencial de la gestión integrada de los recursos hídricos, pues contribuye al aumento neto de dichos recursos, tanto para reutilización en riego agrícola y de jardinería como para infiltración y almacenamiento en acuíferos. La existencia de un marco legal y reglamentario sólido y de una voluntad política decidida de llevarla a cabo son factores determinantes del desarrollo de la reutilización del agua. La reutilización planificada del agua para riego agrícola ofrece una garantía de suministro muy superior a la de las fuentes convencionales, ya que asegura la disponiblidad de caudales especialmente durante la temporada estival. La gestión del ciclo del agua en el contexto de una cuenca hidrográfica ofrece un marco muy favorable para la gestión integrada de los recursos hídricos. El coste del agua regenerada en España se sitúa en torno a 0,06 euros/m3 a la salida de la planta, incluyendo gastos de amortización y de explotación y mantenimiento. La consecución de un gran acuerdo marco entre los usuarios agrícolas y los urbanos es una vía muy favorable para satisfacer las necesidades de agua pre-potable para abastecimiento público y de agua de riego para agricultura y jardinería. España dispone de proyectos emblemáticos de regeneración y de reutilización de agua que son objeto de un creciente interés tanto nacional como internacional. La desalación de agua es una alternativa técnica bien consolidada. Aunque no es en estos momentos una solución definitiva a los problemas del agua, sí está convirtiéndose en un elemento básico de la gestión de los recursos hídricos. La faceta económica es uno de los factores más importantes y determinantes del éxito y del alcance de la desalación. La reutilización planificada y la desalación de agua tienen varios elementos en común, especialmente la conveniencia de establecer un acuerdo contractual entre los responsables de la producción de agua regenerada o desalada y los futuros utilizadores de ese agua.

1. INTRODUCCIÓN

La reutilización de aguas residuales es un componente intrínseco del ciclo natural del agua. Mediante el vertido de estos efluentes a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas incidentalmente en puntos aguas abajo de los cauces para aprovechamientos urbanos, agrícolas e industriales. La reutilización directa o planificada del agua a gran escala tiene un origen más reciente, y supone el aprovechamiento directo de efluentes, con un mayor o menor grado de regeneración, mediante su transporte hasta el punto de utilización a través de un conducto específico, sin mediar para ello la existencia de un vertido o una dilución en un curso natural de agua.

El notable desarrollo alcanzado por la reutilización planificada del agua, especialmente en países con recursos hídricos suficientes, se ha debido a la necesidad de ampliar los abastecimientos de agua y de mejorar las formas de gestión de los vertidos de aguas depuradas. El incremento registrado por las dotaciones de agua de abastecimiento, junto con el aumento de población experimentado por numerosas zonas urbanas, han hecho que

las fuentes de abastecimiento tradicionales sean insuficientes para atender las demandas actuales. Las distancias crecientes entre las nuevas fuentes de abastecimiento y los núcleos urbanos, las limitaciones ambientales para construir nuevos embalses y las sequías plurianuales han llevado a numerosas poblaciones a plantearse la utilización de aguas depuradas como fuente adicional de agua para aprovechamientos que no requieran una calidad de agua potable. Por otra parte, las crecientes exigencias sanitarias y ambientales sobre la calidad de las aguas continentales y marinas, junto con los requisitos de ubicación y los niveles de tratamiento cada vez más estrictos impuestos a los vertidos de aguas depuradas, han hecho que el agua regenerada se convierta en una fuente alternativa de abastecimiento, económica y segura desde el punto sanitario y ambiental.

El objetivo de este artículo es analizar el papel que la reutilización planificada, la regulación y la desalación tienen en la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en como forma de armonizar los consumos urbanos y los consumos de riego agrícola y de jardinería en zonas costeras españolas, caracterizadas por déficits estacionales o permanentes de agua. Los objetivos específicos de este artículo son: 1) describir el marco conceptual de la reutilización planificada, 2) analizar los beneficios y las exigencias de la reutilización planificada, 3) describir los usos más frecuentes del agua regenerada, 4) presentar las tendencias actuales y los procesos de tratamiento utilizados para la regeneración de efluentes, 5) analizar las posibilidades del agua regenerada para satisfacer las demandas de agua de riego, 6) examinar las estrategias contractuales y económicas con que se plantea la utilización del agua regenerada, 7) valorar el papel de la reutilización en la gestión integrada de los recursos hídricos, 8) analizar el potencial y las exigencias de la regulación y la desalación, como opciones adicionales y complementarias de gestión, 9) valora los beneficios y exigencias de la desalación de agua, y 10) realizar un análisis comparativo de los tres elementos de gestión, con especial interés en su capacidad para mejorar la gestión de los recursos necesarios en zonas costeras españolas.

2. LA REUTILIZACIÓN PLANIFICADA

El proceso de tratamiento necesario para que un agua depurada pueda ser reutilizada se denomina generalmente regeneración y el resultado de dicho proceso agua regenerada. De acuerdo con su significado etimológico, la regeneración de un agua consiste en devolverle, parcial o totalmente, el nivel de calidad que tenía antes de ser utilizada, de igual manera que la regeneración de suelos y la regeneración de playas tratan de restaurar el estado y la forma que éstos tenían en el pasado.

La implantación de un proyecto de regeneración de agua tiene dos requisitos esenciales y complementarios: 1) definir los niveles de calidad adecuados para cada uno de los posibles usos que se piense dar al agua, y 2) establecer los procesos de tratamiento y los límites de calidad del efluente recomendados para cada uno de los usos previstos. La elaboración y la aprobación de estos dos aspectos técnicos de la regeneración de agua son generalmente las facetas más discutidas de todo programa de reutilización, debido a la dificultad de establecer una relación causal entre la calidad del agua y sus posibles efectos sobre la salud y el medio ambiente. Prueba de ello son la diversidad y la heterogeneidad de los criterios y

las normas de calidad establecidas por diversos países y organizaciones internacionales para la reutilización del agua (USEPA, 2004; OMS, 2006).

3. BENEFICIOS DE LA REUTILIZACIÓN PLANIFICADA

El balance hídrico de una zona geográfica se obtiene como diferencia entre el aporte anual de agua, constituido por las precipitaciones y las aportaciones de los ríos, acuíferos y transvases de otras cuencas, y las pérdidas anuales de agua, o pérdidas irrecuperables, cuyo destino es la atmósfera o el mar. Cualquier actuación destinada a ahorrar agua y que consiga reducir esas pérdidas irrecuperables mejorará la disponibilidad de agua para su aprovechamiento a lo largo del año. Por este motivo, la regeneración y la reutilización del agua únicamente resultarán en un incremento real de los recursos hídricos aprovechables en una zona si esas aguas se pierden actualmente de forma irrecuperable, mediante su vertido al mar desde una población costera o por evapotranspiración en zonas del interior. No obstante, la regeneración y la reutilización planificada del agua en zonas del interior permiten en cualquier caso una gestión más adecuada de los recursos hídricos disponibles. (Mujeriego, 1990).

La reutilización planificada del agua en general y para regadío en particular puede tener múltiples beneficios, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Una nueva fuente de suministro de agua, capaz de aportar recursos hídricos adicionales, bien sea como recursos netos, o bien como recursos alternativos que permiten liberar recursos de agua de mejor calidad para destinarlos a usos más exigentes, como el abastecimiento público.
- Una disminución de los costes de tratamiento y de vertido del agua depurada. La reutilización de un agua depurada ofrece una clara ventaja económica cuando los requisitos de calidad del tipo de reutilización considerada sean menos exigentes que los establecidos para el medio receptor en el que se ha de realizar el vertido del agua depurada.
- Una reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales de agua, en particular cuando la reutilización se efectúa mediante riego agrícola, de jardinería o forestal. La reutilización del agua mediante el riego permite que las substancias orgánicas difíciles de mineralizar puedan ser degradadas biológicamente en el suelo, durante su infiltración a través del terreno de cultivo.
- El aplazamiento, la reducción o incluso la supresión de instalaciones adicionales de tratamiento de agua de abastecimiento, con la consiguiente reducción que ello representa tanto de los efectos desfavorables sobre los cursos naturales de agua como de los costes de abastecimiento de agua.
- Un ahorro energético, al evitar la necesidad de aportes adicionales de agua desde zonas más alejadas a la de la planta de regeneración de agua.
- Una reducción de las aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera, en razón de los menores consumos energéticos.

- Un aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua, especialmente cuando el agua regenerada se utiliza para riego agrícola y de jardinería.
- Una mayor garantía de suministro. Los flujos de agua depurada tienen una garantía mucho mayor que la mayoría de las fuentes naturales de agua, especialmente en zonas semi-áridas como las mediterráneas españolas. La estacionalidad de la población en las zonas costeras españolas hace que los mayores caudales de agua disponibles se registren precisamente durante la temporada estival, cuando se producen las mayores demandas de agua para riego.

En definitiva, la reutilización planificada del agua ofrece una garantía de suministro muy superior a la de las fuentes convencionales, asegurando la disponiblidad de caudales especialmente durante la temporada estival, permite un aprovechamiento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) contenidos en el agua regenerada, y potencia una gestión más eficiente de los recursos hídricos, permitiendo que aguas de calidad pre-potable puedan ser utilizadas para abastecimiento público.

4. EXIGENCIAS DE LA REUTILIZACIÓN PLANIFICADA

Uno de los factores determinantes de la implantación y el desarrollo de la reutilización planificada del agua es el establecimiento de unas normas de calidad del agua para cada uno de los posibles tipos de aprovechamientos que se contemplen. Entre la gran variedad de substancias que se incorporan a un agua durante su utilización urbana, industrial o agrícola, cabe mencionar las sales disueltas, los elementos nutritivos, los microorganismos patógenos, las substancias inorgánicas tóxicas y bioacumulables, y los microcontaminantes orgánicos.

El aprovechamiento de un agua regenerada requiere normalmente: 1) su transporte desde la planta de regeneración hasta el lugar de utilización, 2) su almacenamiento o regulación temporal para adecuar el caudal suministrado por la planta a los caudales consumidos, y 3) la definición de unas normas de utilización del agua que permitan minimizar los posibles riesgos directos o indirectos para el medio ambiente, las personas que la utilizan, la población circundante al lugar de uso y los consumidores de cualquier producto cultivado con el agua regenerada. Estos tres elementos técnicos constituyen el núcleo central de un programa de reutilización planificada del agua.

La experiencia práctica de numerosos países pone de manifiesto la posibilidad de adoptar dos estrategias básicas: 1) establecer unas normas de calidad del agua regenerada poco exigentes, asociadas con unos sistemas de regeneración de eficiencia y fiabilidad limitadas y unos requisitos de explotación mínimos, pero condicionadas por unas restricciones muy exigentes en cuanto al uso del agua para cada tipo de aprovechamiento, y 2) establecer unas normas de calidad del agua regenerada muy exigentes, asociadas con unos sistemas de regeneración muy eficientes y fiables y unos requisitos de explotación estrictos, pero con unos condicionantes muy básicos y sencillos respecto a la utilización del agua en sus diferentes usos.

El transporte de agua regenerada desde la planta de tratamiento hasta el punto de reutilización es una exigencia de cualquier proyecto de reutilización. Esto requiere con frecuencia la construcción de un emisario terrestre y de una nueva o doble red de distribución, especialmente cuando se trata de una reutilización en zonas que no disponían de una red de riego específica. Por motivos económicos, la implantación de esta red de distribución del agua regenerada suele realizarse de forma progresiva, empezando por los grupos de usuarios con mayor consumo total de agua y extendiéndola después a nuevas zonas urbanas o con menores consumos de agua.

Las autoridades sanitarias dedican especial atención a la definición de las normas de utilización del agua regenerada, tales como: 1) la señalización mediante carteles bien visibles que indiquen el tipo de agua utilizada, 2) la adopción normalizada del color morado para las conducciones y los dispositivos de control, 3) la instalación de dispositivos anti-retorno, 4) las inspecciones de las conexiones a la red de agua regenerada, 5) la exigencia de determinados horarios de riego y de tipos de aspersores, 6) la prohibición de instalar grifos exteriores, y 7) la utilización de tamaños de conducción y de bocas de conexión de mangueras diferentes a los utilizados para las aguas de abastecimiento público. A este respecto, la aparición progresiva de contadores en el punto de conexión del agua regenerada indica claramente el objetivo de estos sistemas de distribución: la optimización del aprovechamiento del agua, en lugar de su evacuación y vertido mediante riego.

La señalización utilizada actualmente en estados como California y Florida transmite una percepción muy positiva y cotidiana de la reutilización, mediante anuncios tales como *"Este sistema de riego (o de fluxores en los lavabos) utiliza agua regenerada, con objeto de ahorrar agua"*.

5. FIABILIDAD DEL PROCESO DE REGENERACIÓN

Una exigencia característica de los proyectos de regeneración de agua es la necesidad de asegurar una fiabilidad notable del proceso de tratamiento y una gestión adecuada del sistema de reutilización del agua. La circunstancia de que la reutilización del agua suela plantearse en muchos casos como la única fuente alternativa de agua para el aprovechamiento considerado, sin la protección que la dilución con agua de mejor calidad pueda ofrecer, pero, sobre todo, el hecho de que la reutilización de un agua suele conllevar en muchos casos la posibilidad de un contacto directo con personas, animales o plantas, que pueden verse afectados en su salud o desarrollo, hacen que la fiabilidad de las plantas de regeneración de agua deba ser elevada y constituya un elemento esencial tanto de su concepción como de su explotación y mantenimiento.

En definitiva, la regeneración del agua se concibe actualmente como un proceso destinado a obtener un producto de calidad, de modo muy similar al que se adopta en las instalaciones de potabilización de agua de abastecimiento público. La producción y la distribución de este producto deben plantearse en un marco más amplio que el tradicional de lucha contra la contaminación, y con una nueva mentalidad en la concepción y la explotación de los procesos de regeneración, diferente a la adoptada generalmente en la depuración del agua residual, cuyo resultado final suele considerarse un residuo líquido o

sólido. Esta nueva forma de plantear la regeneración del agua ha hecho que la reutilización planificada del agua haya pasado a ser un elemento esencial de la gestión integrada de los recursos hídricos.

La reutilización planificada del agua constituye, junto con la regulación en embalses en derivación y en acuíferos subterráneos y el uso eficiente del agua, uno de los elementos básicos de la gestión integrada de los recursos en zonas semi-áridas como las del sur de California (Mujeriego, 2004).

6. TIPOS DE REUTILIZACIÓN

El agua regenerada se viene empleando para múltiplos usos, entre los que cabe destacar: 1) los usos urbanos (jardinería, incendios, lavado de calles y automóviles), 2) los usos industriales (torres de refrigeración, lavado de vagones de ferrocarril), 3) el riego agrícola, forestal y de jardinería, 4) los usos ornamentales y recreativos, 5) la mejora y la preservación del medio natural, y 6) la recarga de acuíferos. La reutilización agrícola y de jardinería constituye el aprovechamiento más extendido del agua regenerada, tanto para cultivo hortícola (consumo directo) como para cultivos con procesamiento posterior, cereales, cítricos y viñedos, y tanto mediante riego por aspersión, micro-aspersión y goteo como por riego por inundación.

Atendiendo al posible contacto o ingestión del agua regenerada por parte de las personas, la reutilización se clasifica en: 1) reutilización para uso potable y 2) reutilización para uso no potable. La primera categoría incluye las utilizaciones en que el agua regenerada puede ser ingerida por las personas, y la segunda engloba todas las demás. Es importante señalar que, hasta el momento, los proyectos de regeneración para usos no potables son los que han adquirido el mayor desarrollo en numerosas partes del mundo, donde han alcanzado unas excelentes cotas de fiabilidad y de aceptación por parte de los usuarios y del público en general. Esto es especialmente aplicable en países desarrollados con recursos hídricos limitados y donde la protección ambiental es una prioridad destacada.

Las Tablas 1, 2 y 3 resumen los caudales de agua regenerada en zonas tan dispares como el Consorci de la Costa Brava, en Girona, y los estados de California y Florida, en los EEUU. Como se puede observar en estas tablas, los caudales de agua regenerada anualmente son importantes. Aunque los porcentajes de reutilización en el ámbito de todo el estado de California se sitúan en torno al 10%, los porcentajes en el ámbito regional llegan a superar el 30%, especialmente en las zonas áridas del sur de California.

7. TENDENCIAS ACTUALES

El debate técnico sobre el alcance y el futuro de la reutilización planificada, y consecuentemente de los medios técnicos para la regeneración de agua en países con destacadas realizaciones en este campo, se centra en estos momentos entre la conveniencia de impulsar la reutilización indirecta para usos potables, o de restringir el alcance de la reutilización a los usos no potables que se han venido desarrollando desde hace décadas. Este debate técnico, y necesariamente político en muchos casos prácticos, está haciendo

olvidar con frecuencia una realidad incontestable: el gran éxito alcanzado por la reutilización para usos no potables en numerosos países del mundo y especialmente en estados con un gran número y diversidad de proyectos como California y Florida y en zonas como la Costa Brava (Girona), la ciudad de Vitoria (Álava) o las Islas Canarias, en las que la reutilización planificada ha progresado de forma muy destacada desde los años 1980.

Tipo de uso	%
Recarga de acuíferos	55
Usos ambientales	25
Riego campos de golf y jardinería	13
Riego agrícola	5
Riegos internos y urbanos no potables	2

TABLA 1: REUTILIZACIÓN PLANIFICADA DE AGUA EN EL CONSORCI DE LA COSTA BRAVA (2005) CON UN CAUDAL TOTAL DE 5,4 HM^3 EN 2004 (20% DE UN TOTAL DE 28 HM^3)

Tipo de uso	%
Riego agrícola	48
Riego de jardinería y ornamental les	20
Recarga de acuíferos	12
Restauración de habitats	6
Reutilización industrial	5
Lagos recreativos	4
Barreras contra la intrusión	3
Otros usos	2

TABLA 2: REUTILIZACIÓN PLANIFICADA DE AGUA EN CALIFORNIA, CON UN CAUDAL TOTAL DE 495 HM3/AÑO EN 2000 (330 HM3/AÑO EN 1987).

Tipo de uso	%
Riego agrícola	19
Riego a zonas de acceso público	44
Recarga de acuíferos	16
Reutilización industrial	15
Humedales y otros	6

TABLA 3: REUTILIZACIÓN PLANIFICADA DE AGUA EN FLORIDA, CON UN CAUDAL TOTAL DE 810 HM3/AÑO EN 2001.

8. PROCESOS DE TRATAMIENTO

El proceso necesario para obtener un agua regenerada que satisfaga unos criterios de calidad similares a los propuestos por la USEPA (2004) para el riego de jardinería de zonas públicas, sin ningún tipo de restricción en cuanto a exposición y contacto del público con el agua regenerada, consta fundamentalmente de cuatro elementos principales:

- La implantación de un control de vertidos a la red de saneamiento que asegure la ausencia de contaminantes que puedan dificultar o impedir la reutilización del agua regenerada.
- Un tratamiento biológico secundario capaz de producir un efluente con un contenido de materia en suspensión inferior a 10-20 mg MES/l y valores comparables de DBO_5.
- Un tratamiento terciario destinado a eliminar la materia en suspensión del afluente secundario y desinfectar completamente el efluente. Este proceso de tratamiento constituye propiamente la fase de regeneración del agua. El proceso de regeneración puede adoptar alternativas acordes con la calidad microbiológica deseada, variando entre procesos naturales y procesos convencionales muy tecnificados, que pueden implantarse en instalaciones centralizadas o en otras descentralizadas y muy próximas al punto de uso.
- Un depósito regulador de los caudales de agua regenerada, a fin de adecuar la producción de la planta a la demanda de uso, asegurando así una cierta reserva de agua regenerada.

En general, las plantas de regeneración de agua que utilizan efluentes municipales y cuyo producto está destinado a usos municipales (riego agrícola y de jardinería) e incluso industrial (refrigeración) suelen ser explotadas por los propios municipios, bien directamente o bien a través de una empresa de servicios. Estas plantas de regeneración guardan un gran parecido con las plantas potabilizadoras de agua, en cuanto que todo el personal está mentalizado sobre la necesidad de producir un agua de calidad satisfactoria y de aplicar medidas correctoras urgentes, ante cualquier alteración del proceso, para evitar que un agua de insuficiente calidad pueda salir de la planta de regeneración.

Generalmente, los municipios son los encargados de la distribución y la gestión del agua regenerada, que pasa así a constituir un nuevo servicio público de calidad. La coordinación y comunicación con los usuarios, tanto individuales como colectivos (comunidades de regantes, urbanizaciones, campos de golf), es muy directa y cordial, a fin de detectar cualquier posible incidente y de disipar cualquier duda que pueda surgir. Por otra parte, la gestión diferenciada entre la entidad responsable de la depuración del agua y la entidad responsable de la regeneración del agua ha proporcionado una solución bien aceptada y muy favorable en el proyecto de reutilización de Vitoria-Gasteiz (Del Río y col., 1996; comunicación personal, 2005).

9. REUTILIZACIÓN DE AGUA PARA REGADÍO

Cada utilización o aprovechamiento de agua tiene unas exigencias específicas de calidad físico-química, derivadas del destino directo o indirecto del agua utilizada. Así, el riego de parques y jardines conlleva unas exigencias de calidad físico-química del agua que permitan asegurar el normal desarrollo y mantenimiento de las especies vegetales que se desea regar. Entre los parámetros de calidad del agua más evidentes aparecen su salinidad (medida generalmente en términos de su conductividad eléctrica), su contenido de cloruros o su contenido de boro. Estas limitaciones están claramente definidas en los manuales y estudios de riego agrícola y de jardinería, algunos de los cuales se han convertido en documentos de referencia en el campo del riego con agua regenerada (Levine y Asano, 2004; Asano, 1998; Mujeriego, 1990), y de las buenas prácticas de gestión de la jardinería y del cultivo agrícola en general (Sala y Millet, 1995). Los límites establecidos en estas normas no son generalmente estrictos y varían en función de las especies vegetales en cuestión. La experiencia agronómica disponible permite ajustar el uso del agua a las posibles oscilaciones de estos parámetros de calidad, sin por ello alterar significativamente la calidad de los cultivos regados.

Mientras que la existencia de redes secundarias de distribución de agua regenerada para regadío es muy limitada o inexistente en Europa, la explotación de redes secundarias de este tipo de agua de riego es una práctica muy común en numerosos municipios de California, Florida, e incluso Japón, donde constituye una faceta cotidiana de los servicios de distribución de agua y saneamiento, y donde el público acepta e incluso promueve abiertamente esta práctica dentro de sus municipios. Las Jornadas sobre La Integración del Agua Regenerada en la Gestión de los Recursos, celebradas en octubre de 2005 en Lloret de Mar, Girona (CCB, 2005), puso de manifiesto la existencia de este tipo de redes en la Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria para distribuir aguas de riego así como de planes para implantarlas en la Costa del Sol Occidental para el riego de campos de golf.

La reutilización planificada de 495 hm^3/año en California y de 810 hm^3/año en Florida (Tablas 2 y 3) y en debida proporción los 5,4 hm^3/año reutilizados en la Costa Brava son muestras elocuentes de los beneficios que el agua regenerada está aportando para el riego agrícola y de jardinería en particular, como elemento de una gestión integrada de los recursos en un contexto de déficit crónico y creciente de recursos.

10.REUTILIZACIÓN EN ZONAS COSTERAS

El desarrollo urbano, turístico y agrícola actual, especialmente en las zonas costeras españolas, conlleva un importante consumo de agua, tanto para satisfacer los consumos domésticos asociados como para atender las demandas de una creciente extensión de zonas ajardinadas y agrícolas que sirven de marco lúdico y comercial. La gestión de los recursos hídricos en esas condiciones se plantea con dos objetivos complementarios: 1) la utilización racional del agua, evitando los consumos excesivos, y 2) la reutilización del agua para usos no potables, especialmente la jardinería, la agricultura y la mejora ambiental, permitiendo la creación neta de nuevas dotaciones de agua y evitando el deterioro de las aguas costeras. Entre las actuaciones más acordes con cada uno de esos objetivos cabe citar, de una parte,

la educación y la información ciudadana, la reglamentación y las tarifas progresivas y, de otra parte, la regeneración y la reutilización planificada del agua.

Las zonas costeras españolas se caracterizan por el relativo paralelismo entre las mayores producciones de agua depurada que se registran durante la temporada estival y la máxima demanda de agua para riego agrícola y de jardinería que se produce en esa misma estación. Al margen de las exigencias técnicas y financieras que esas demandas estacionales plantean, tanto en el sistema de abastecimiento de agua como en el de tratamiento y vertido del agua depurada, la reutilización planificada del agua en zonas costeras ofrece claras ventajas económicas y ambientales en sus diversas alternativas: 1) riego de jardinería, con lo que conlleva de mejora de las condiciones de vida, del aspecto estético y del carácter lúdico de la zona, 2) riego agrícola, como fuente de recursos económicos de gran importancia estratégica, y 3) recarga de acuíferos costeros y de zonas húmedas, como forma de protección de recursos naturales de gran atractivo y valor ambiental.

Aunque la reutilización del agua en zonas del interior no permite la creación neta de nuevos recursos hídricos, sí ofrece la posibilidad de una mejor gestión del agua, mediante la sustitución de agua pre-potable de consumo público por agua regenerada, para aquellos usos que no requieren agua pre-potable. Hay que resaltar que una instalación de regeneración de agua para riego agrícola y de jardinería, o de otro tipo, en las zonas turísticas españolas se ha convertido en un estandarte tecnológico y de prestigio de primera magnitud en todo el sur de Europa y la región mediterránea, confiriéndole una posición de vanguardia en esta faceta de la gestión de los recursos hídricos.

11.COSTE DE LA REUTILIZACIÓN EN ESPAÑA

Los estudios realizados desde 1985 por la Universidad Politécnica de Cataluña en colaboración con el Consorci de la Costa Brava (CCB) y otras entidades públicas y privadas han permitido implantar un sistema de gestión del agua regenerada en el CCB que incluye (Mujeriego, 1998): 1) un proceso de regeneración de agua basado en una desinfección con luz ultravioleta y cloro de un excelente efluente secundario, previamente filtrado en arena, 2) un seguimiento de la calidad del agua en los lagos ornamentales utilizados para almacenamiento y regulación del agua, y 3) un sistema de información sobre el contenido de nutrientes y salinidad del agua que permita optimizar la fertilización del campo de golf.

El sistema de regeneración y reutilización de agua para riego agrícola de Vitoria-Gasteiz (Diputación Foral de Álava, 1995) se proyectó siguiendo la línea de tratamiento más exigente recomendada por el Título 22 del Código del Agua de California (Mujeriego, 1990) y está integrado por los procesos de coagulación-floculación, decantación, filtración con arena y desinfección con cloro líquido (2 horas de tiempo de contacto). El agua regenerada se utiliza para riego por aspersión de diversos cultivos, entre ellos algunos de consumo directo; el plan de riego desde el año 2005 abarca 10.000 ha de la Llanada Alavesa, y tiene como objetivo regar las parcelas por aspersión durante el verano, con una frecuencia de uno de cada tres veranos consecutivos. El modelo de gestión incluye la provisión del agua regenerada de excelente calidad (ausencia de coliformes fecales en 100ml), así como

información periódica sobre la salinidad del agua y su contenido de nutrientes, de modo que los agricultores puedan ajustar su plan de fertilización de manera adecuada.

La terminación en el año 2004 del primer embalse regulador de aguas regeneradas, como parte del proyecto de gestión integral del agua de Vitoria-Gasteiz, y la expansión de diversos proyectos de reutilización en la Costa Brava y otras zonas españolas han marcado una segunda década de este proceso de desarrollo de la reutilización planificada, cuyo logro más destacado ha sido documentar el coste real de la regeneración y la reutilización del agua a un nivel de calidad y de gestión integrada comparable al de los países líderes en este campo. El coste de 0,06 euros/m^3 obtenido en Vitoria-Gasteiz ha pasado a ser un referente para otras comunidades autónomas, como indica su inclusión en los presupuestos de la Entitat de Sanejament d'Aigües de la Generalidad Valenciana (EPSAR, 2005). El embalse regulador de Vitoria-Gasteiz, con 7 hm^3 de capacidad, representa una inversión de la Diputación Foral de Álava de 11,8 millones de euros, equivalentes a 1,7 euros/m^3.

Los datos más recientes facilitados por los responsables de la explotación de la planta de regeneración de agua de Vitoria-Gasteiz (Julio López, comunicación personal, 2006) permiten establecer valores de referencia del coste del agua regenerada en España. La Tabla 4 resume los costes de amortización, y de explotación y mantenimiento de la planta de regeneración de agua de Vitoria-Gasteiz, con una capacidad de tratamiento de 35.000 m^3/día.

Concepto	Contenido	Coste parcial, euro/m^3	Coste total, euro/m^3
Amortización	3,25 millones de euros	0,026	0,026
Reactivos	coagulante polielectrolito desinfectante	0,010 0,001 0,005	0,016
Energía	180 hp instalados	0,002	0,002
Personal	2 operarios	0,010	0,010
Mantenimiento preventivo	material de repuesto	0,005	0,005
Análisis de agua		0,003	0,003
Coste total			**0,062**

TABLA 4: COSTES DE AMORTIZACIÓN Y DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL AGUA REGENERADA EN LA PLANTA DE VITORIA-GASTEIZ, CON CAPACIDAD DE 35.000 M3/DÍA, DURANTE EL VERANO DE 2005.

El factor limitante de la expansión de estos proyectos ha sido precisamente la ausencia de un marco de gestión integrada, que permita considerar conjuntamente los costes del proceso y los beneficios directos e indirectos (externalidades) que comporta. No hay duda de que muchos de estos proyectos han alcanzado una aceptación muy positiva entre los usuarios y una percepción pública muy favorable, especialmente para el riego de jardinería y de campos de golf. Parece evidente que el objetivo a conseguir en la tercera década que se inicia en el 2005 habrá de ser conseguir que la reutilización planificada se convierta

realmente en un elemento más de la gestión integrada de los recursos hídricos, mediante acuerdos entre usuarios urbanos, agrícolas y de ocio.

El plan de reutilización integral de Vitoria-Gasteiz ofrece un marco de referencia casi ideal para evaluar las implicaciones económicas que la reutilización planificada del agua comporta:

- Unos costes anuales de explotación y mantenimiento de la planta de regeneración cifrada en 0,4 millones de euros, para producir 12,5 hm^3 anuales de agua regenerada con calidad adecuada para riego sin restricciones.
- Una inversión de 3,25 millones de euros para construir la planta de regeneración de agua, con una capacidad de 35.000 m^3/día (400 L/s).
- Una inversión de 28 millones de euros para sufragar la construcción de una red de riego de nueva planta para distribuir el agua en 10.000 ha, incluyendo los bombeos y un embalse regulador de 7 hm^3 (inversión específica de 11,8 millones de euros) para almacenar agua regenerada durante el invierno con la que poder regar durante el verano.

Como ilustran estas cifras, las mayores exigencias económicas están asociadas a la reutilización (distribución al usuario), mientras que el coste de la planta de regeneración y sobre todo los costes de explotación y mantenimiento (la regeneración del agua) son comparativamente mucho menores. Esta reflexión permite anticipar que el coste de producción del agua regenerada, hasta alcanzar los niveles necesarios para el riego sin restricción, son de escasa significación relativa cuando se plantea un proyecto de reutilización planificada con una visión de futuro y acorde con los niveles de protección ambiental y de salud pública de una sociedad como la de España en el siglo XXI.

12.GESTIÓN ECONÓMICA DEL AGUA REGENERADA

Los episodios de sequía plantean con frecuencia fuertes tensiones entre los diversos usuarios de los recursos hídricos, a la vez que potencian el interés de todos ellos por fuentes de agua no convencionales que puedan aportar soluciones a la falta de recursos convencionales. La prioridad que la reglamentación española asigna al consumo humano sobre otros usos hizo que la gestión de las medidas para mitigar los efectos de la sequía registrada durante el año 2005 en España, y particularmente en determinadas comunidades autónomas como Cataluña, Valencia, Murcia, Andalucía y Madrid suscitara intensos debates entre los usuarios urbanos y agrícolas del agua, a la vez que propiciara un renovado interés por la reutilización planificada del agua como forma de resolver los déficits coyunturales o permanentes de agua.

El establecimiento del precio y del coste del agua regenerada es un proceso determinante de la operatividad y el éxito de cualquier programa de reutilización planificada de agua. Este proceso es complejo, debido fundamentalmente a que suele ser más costoso suministrar agua regenerada que mantener un abastecimiento de agua potable, a pesar de que el agua regenerada tiene una calidad inferior a la del agua potable (Cuthbert y Hajnosz, 1999).

Mientras que los costes de abastecimiento de agua potable suelen estar basados en inversiones pasadas, y en gran parte amortizadas, los proyectos de suministro de agua regenerada han de enfrentarse a unas inversiones y a un régimen de explotación y mantenimiento que, de acuerdo con los métodos tradicionales de asignación de costes, hacen que el coste del agua regenerada sea igual o incluso superior al del agua de abastecimiento público.

El dilema en estos casos es: si el agua regenerada se factura a su precio real de coste, los usuarios no tendrán generalmente un incentivo suficiente para utilizarla; por otra parte, si el agua regenerada se factura a un precio inferior a su coste de producción, será necesario obtener una compensación con otras fuentes de ingresos. La cuestión que surge en este caso es determinar quién debe hacerse cargo de esos gastos, y cuál ha de ser su cuantía. No obstante, los beneficios aportados a largo plazo por la utilización del agua regenerada hacen que numerosos servicios públicos de abastecimiento de agua y de suministro de agua de riego estén promoviendo su utilización.

La gestión económica de la reutilización planificada se presenta especialmente compleja y difícil en poblaciones como las de los Estados Unidos de América, donde es muy frecuente que la gestión del ciclo del agua la realicen separadamente dos instituciones con objetivos independientes: 1) entidades dedicadas al abastecimiento de agua (Water Districts), cuyo objetivo es promover nuevos recursos, y 2) entidades dedicadas al saneamiento del agua (Sanitation Districts), cuyo objetivo es gestionar la depuración y el vertido de los efluentes.

La reutilización planificada el agua adquiere una nueva dimensión cuando se contempla desde un punto de vista más amplio que el tradicional (entidades diferentes que gestionan una parte del ciclo del agua), teniendo en cuenta, entre otros factores, las posibilidades del sistema de regeneración de agua para: 1) evitar los mayores costes de nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable, siempre que éstas sean realmente posibles, y 2) evitar los mayores costes que pueden representar las mejoras en la depuración y el vertido requeridas por nuevas limitaciones sanitarias y ambientales. Un ejemplo emblemático de esta situación es el proyecto Groundwater Replenishment System, promovido a partes iguales por el Orange County Water District y el Orange County Sanitation District, con objeto de regenerar y reutilizar 90 hm^3 de agua anualmente que, con un presupuesto total de 427 millones de dólares, se inició en el año 2003 y debe entrar en servicio a principios de 2007 (Mujeriego, 2004; OCWD.com; OCSD.com).

La gestión del ciclo del agua en el contexto de una cuenca hidrográfica, tal como se ha venido aplicando tradicionalmente en España y como la Directiva Marco del Agua propugna en Europa, ofrece un marco excelente y mucho más favorable para llevar a cabo una gestión integrada de los recursos hídricos, en la que los requisitos económicos y financieros de la reutilización planificada pasan a ser un elemento más a tener en cuenta dentro del balance general de costes y beneficios de la cuenca. La creación de los Organismos de Cuenca, como responsables de la gestión integrada de los recursos, permite que los proyectos de reutilización planificada puedan beneficiarse de los ahorros e incluso de los beneficios derivados de no tener que recurrir a nuevas y costosas fuentes de

abastecimiento de agua potable. El desarrollo reglamentario del Dominio Público Hidráulico y la posibilidad de implantar Centros de Intercambio de Derechos del Agua ofrecen grandes posibilidades para una mejor gestión de los recursos y posibilitan la incorporación del agua regenerada como un nuevo elemento dinamizador del sistema.

Entre los beneficios más destacables de la reutilización planificada cabe resaltar la mayor disponibilidad de agua pre-potable que puede aportar, cuando se sustituye por agua regenerada, y la mayor garantía que proporciona a los suministros de agua regenerada para riego, lo que permite mitigar o suprimir las restricciones de riego que han de aplicarse durante periodos secos, evitando las enormes pérdidas que los periodos de sequía meteorológica comportan usualmente. Si a esto se unen las posibilidades de coordinación entre recursos superficiales y recursos subterráneos, especialmente por las posibilidades de regulación que estos últimos ofrecen, así como los ahorros y el uso eficiente del agua en usos agrícolas, puede concluirse que la gestión integrada permite mejorar sustancialmente la disponiblidad de recursos para los diferentes usuarios, así como una mayor garantía de esos mismos recursos.

En realidad, los intercambios de recursos entre usuarios vienen teniendo lugar en zonas mediterráneas españolas desde tiempo inmemorial, aunque las sequías recientes y el aumento de los consumos urbanos y agrícolas de las últimas décadas los hayan hecho más frecuentes. Estas cesiones de recursos entre usuarios agrícolas, y entre usuarios agrícolas y urbanos vienen propiciadas por su capacidad de 1) mantener inalterados los derechos concesionales, y 2) aportar beneficios a todos los partícipes. Cabe pensar por tanto que, si los Centros de Intercambio de Derechos del Uso del Agua permiten establecer formas contractuales que respondan de forma adecuada a esas dos inquietudes de los usuarios, los intercambios serán una realidad cada vez más frecuente y mejor planificada.

13.PROPUESTAS DE GESTIÓN

Entre las propuestas de gestión en las que la reutilización planificada está contribuyendo a mejorar la gestión integrada de los recursos, ofreciendo una mayor garantía de suministro a los usuarios, pueden mencionarse las siguientes (Mujeriego, 2006):

- **La sustitución de aguas pre-potables por aguas regeneradas.** Considerando que el coste marginal de las aguas pre-potables en un contexto de déficit suele ser considerablemente superior al del agua regenerada, y también al del agua pre-potable disponible convencionalmente, el cambio podría hacerse tomando como referencia el coste del agua pre-potable que se libera, de modo que el concesionario inicial pudiera implantar el riego con agua regenerada (producción y distribución) sin costes adicionales. El concesionario inicial recibiría un agua regenerada de calidad comparable a la disponible, que puede satisfacer sus necesidades, con unas garantías de suministro muy superiores. El usuario urbano obtendría una fuente adicional de agua pre-potable de gran valor.

- **La aportación de agua regenerada para regadíos infradotados o nuevos regadíos.** El régimen económico y financiero de estas concesiones puede plantearse en el marco general de las alternativas disponibles, de modo que el beneficiario sufrague el coste del proyecto, siguiendo unas pautas similares a las aplicadas a los usuarios de recursos convencionales.

- **La recarga artificial de acuíferos con aguas regeneradas.**El Groundwater Replenishment System del Orange County Water District y Orange County Sanitation District representa el proyecto más emblemático y de mayor envergadura del mundo, con una producción anual de 90 hm^3 de agua. La recarga de un acuífero potable contará con 47 hm^3, mientras que los restantes 43 hm^3 se utilizarán para alimentar la barrera contra la intrusión salina de ese mismo acuífero. El coste del agua regenerada en los puntos de infiltración e inyección se sitúa en 0,40 dólares/m^3, que es el precio máximo actual de las aguas superficiales disponibles en esa zona para esos mismos usos.

Otras opciones de gestión integrada del agua que se están implantando, al margen o en coordinación con el uso de agua regenerada, son las siguientes:

- **La rehabilitación de los sistemas de riego agrícola (mejora de su eficiencia) a cambio de una fracción del agua ahorrada mediante esas medidas**. Este planteamiento ya ha sido aplicado en España, siendo el Plan Delta en el río Ebro uno de los más recientes y más emblemáticos (Consorci d'Aigües de Tarragona, 2001). El revestimiento y mejora de 197 km de canales de riego, junto con la rehabilitación de instalaciones auxiliares, con un presupuesto total de 140 millones de euros en el año 2000 permitió ahorrar 12 m^3/s de agua que se infiltraban por los canales de riego, de los cuales el Consorci d'Aigües de Tarragona recibió una concesión de 4 m^3/s, equivalentes a 126 hm^3 anuales. En definitiva, una inversión de 1,10 euros/m^3 permitió obtener una nueva concesión de agua pre-potable.

- **La recarga artificial de acuíferos como forma de regular los recursos de aguas superficiales**. Aunque la recarga artificial de acuíferos ha sido ampliamente estudiada y debatida en España (ITGE, 2000), sólo ha alcanzado una aplicación limitada, incluso tras los episodios de sequía y escasez de recursos experimentados durante las últimas décadas en diversas zonas del país. Como ejemplo del potencial que ofrece este elemento de gestión, puede citarse el caso de Metropolitan Water District del Sur de California (MWD; www.mwdh2o.com), distribuidor en alta de agua de abastecimiento para 18 millones de habitantes del sur de California. El MWD ha venido establecido durante la última década acuerdos con un total de 6 municipios y comunidades de regantes dotadas de acuíferos, mediante los cuales ha conseguido dotarse de una capacidad de regulación de 230 hm^3, ligeramente superior a la capacidad del Lake Matthews, el segundo embalse por capacidad del sur de California. En febrero de 2005 se estableció un acuerdo con la ciudad de Compton, con una duración de 25 años, que contempla la posibilidad de infiltrar

hasta 2,8 hm^3 de agua excedente del trasvase Sacramento-Los Ángeles, a cambio de una aportación de 2,42 millones de dólares, destinada a la rehabilitación de las tuberías y los pozos utilizados por la ciudad para la gestión de su abastecimiento a partir del acuífero en cuestión. Este acuerdo representa una inversión unitaria de 0,86 dólares por m^3 de capacidad de regulación, amortizable en 25 años.

La consecución de un gran acuerdo marco entre los usuarios agrícolas y los urbanos, en un contexto de gestión integrada del agua como el que ofrecen los Organismos de Cuenca, mediante instrumentos reglamentarios como los Centros de Intercambio de Derechos del Uso del Agua, o de otros que se puedan establecer, constituye una vía muy favorable para satisfacer las necesidades de agua pre-potable para abastecimiento público y de agua de riego para agricultura y jardinería.

La implantación de acuerdos contractuales para la utilización de aguas regeneradas que respondan a las inquietudes de calidad y de garantía de suministro del agua de riego, a la vez que a los intereses económicos de los concesionarios, ofrece a la agricultura de regadío una alternativa práctica de enorme interés para resolver los retos que se le plantean ante el déficit de recursos, a la vez que un respaldo reglamentario ante las exigencias de calidad de los productos cultivados con ellas.

14.LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Entre los avances más destacados conseguidos durante las últimas décadas sobre el conocimiento de los recursos hídricos de la biosfera cabe destacar dos: 1) el reconocimiento de la existencia de una relación cuantitativa y cualitativa entre las diferentes formas físicas en que se presentan los recursos hídricos, y entre éstas y otros componentes de la biosfera, como el flujo de energía y la presencia de seres vivos, y 2) la consideración del medio ambiente "per se" como un usuario legítimo de esos mismos recursos hídricos (DOCE, 2000; Mujeriego, 2005).

En este contexto, la gestión integrada de los recursos hídricos trata de definir una asignación armónica y equilibrada de los mismos entre los diferentes usos o aprovechamientos, teniendo en cuenta las relaciones existentes entre los diferentes componentes de esos recursos y en particular el papel determinante que el agua tiene para la preservación y la mejora del medio ambiente.

Para atender los aprovechamientos urbanos, agrícolas e industriales, y en cierto modo también para asegurar la preservación del medio ambiente, se dispone de diversas opciones con las que asegurar la garantía requerida. Las opciones disponibles en orden creciente de complejidad y de especificidad son: 1) la protección y mejora de las fuentes convencionales de agua, 2) el ahorro de agua, mediante su uso eficiente, 3) la regulación o el almacenamiento de volúmenes adicionales de agua, 4) el intercambio de recursos entre diferentes usuarios, 5) la regeneración y la reutilización planificada, y 6) la desalación de aguas salobres y marinas.

La utilización de cualquiera de estos elementos de gestión requiere una valoración objetiva de sus beneficios, limitaciones y requisitos, de modo que sea posible alcanzar conclusiones bien justificadas y coherentes. En este proceso, los criterios de valoración ambiental, social y económica constituyen elementos básicos a tener en cuenta. Conviene resaltar que los resultados de esta valoración objetiva, de carácter eminentemente técnico, ofrecen un fundamento sólido a tener en cuenta en los posteriores planes, programas y políticas de recursos hídricos que establezcan las administraciones y los gobiernos.

La gestión integrada de los recursos hídricos se rige fundamentalmente por tres criterios operativos:

- Diversificar las alternativas utilizadas, como forma de asegurar la garantía de la solución conjunta. El hecho de que las sociedades desarrolladas hayan alcanzado la explotación casi completa de los recursos hídricos más inmediatos o fáciles de desarrollar, hace con frecuencia que sea prácticamente inviable la obtención de soluciones "únicas" o "absolutas" a los retos actuales y que, por tanto, deba recurrirse a la aplicación de una serie coordinada de soluciones parciales que resuelvan conjuntamente el problema.
- Utilizar una combinación equilibrada tanto de infraestructuras como de formas de gestión que, con agilidad y flexibilidad, potencien la capacidad y las posibilidades de unas y otras para atender las ofertas y las demandas en el espacio y en el tiempo.
- Planificar sistemáticamente esas actuaciones, especialmente las infraestructuras, pero también las formas de gestión, de modo que sea posible asegurar tanto la consecución de sus objetivos técnicos y económicos como su debate, revisión y aceptación por parte de todos los usuarios, incluidos los encargados de la preservación y la mejora del medio ambiente.

Normativas legales recientes como la Directiva Marco (DOCU, 2000) y las propuestas de organismos internacionales y de asociaciones profesionales (ACWA, 2005) enfatizan la importancia de estos tres criterios operativos.

15.REGULACIÓN DE RECURSOS

La regulación del agua mediante embalses constituye una de las facetas más controvertidas de la gestión de los recursos hídricos. Además del papel fundamental de los embalses para regular un régimen de precipitaciones tan irregular como el español, los embalses ofrecen la protección de las poblaciones y de los recursos naturales ante las catastróficas consecuencias que las avenidas y las inundaciones causadas por esos regímenes de lluvia pueden y suelen causar en las cuencas de nuestros ríos (Mujeriego, 2005).

La alteración del flujo de sedimentos, con el consiguiente almacenamiento en el propio embalse y el déficit en zonas de sedimentación deltaica, junto con la alteración del flujo de agua y de la circulación de ciertos componentes de la fauna (truchas, salmones) son alteraciones que conviene remediar y que pueden ser evitadas con formas de construcción modernas. La instalación de una rampa de desviación de sedimentos, en la cabecera del

embalse, contribuye a mantener el flujo de sedimentos a través de la franja de río afectada. La construcción de embalses en derivación (*off-stream, embanked*) permite limitar significativamente las afecciones ambientales. El Diamond Valley Lake, del Metropolitan Water District of Southern California (MWD, www.mwdh2o.com), con una capacidad de 1.000 hm^3, representa un ejemplo de cómo se pueden regular los caudales excedentes en tiempos de abundancia, para ser posteriormente turbinados y liberados en los canales de abastecimiento en momentos de escasez; la inversión unitaria de este embalse en derivación, delimitado por tres presas de materiales sueltos y construido atendiendo a los requisitos ambientales del momento, se sitúa en 2,0 dólares del año 2000 por cada m^3 de capacidad. Este coste unitario es similar al de 1,7 euros por metro cúbico de capacidad del embalse de 7 hm^3 construido en Vitoria-Gasteiz en 2004.

El uso conjunto de aguas superficiales y aguas subterráneas es una estrategia ampliamente utilizada en las zonas semi-áridas del sur de California. La estrategia adoptada en estos casos consiste en almacenar agua superficial en acuíferos utilizados para el abastecimiento y el regadío, bajo la designación de *"banco del agua"*. La particularidad de estas actuaciones es que se realizan entre operadores públicos y/o privados, sin la intervención directa de la administración estatal de los recursos hídricos, aunque con su conocimiento formal y con la observancia de las reglamentaciones municipales, estatales y federales aplicables.

16.DESALACIÓN

La desalación de agua es una alternativa técnica bien consolidada, que ha experimentado un auge considerable debido al progreso continuo registrado en el desarrollo de las membranas de ósmosis inversa necesarias para la separación de las sales contenidas en el agua. Los principales progresos de esta tecnología han permitido la utilización de nuevos materiales sintéticos, más resistentes a la temperatura, a la presión, a la acción del ensuciamiento biológico y a la acción de los compuestos químicos utilizados para su limpieza, así como el desarrollo de sistemas más eficaces de presurización del agua y sobre todo de recuperación de la presión del agua producto. Los datos experimentales más recientes indican una cierta estabilidad en las mejoras de ciertas facetas esenciales del proceso, especialmente en su consumo energético unitario. Las membranas de ósmosis inversa consiguen la separación de los iones y las moléculas disueltas mediante su difusión diferencial a través del material de la membrana, siendo las moléculas o los iones de menor tamaño los que más fácilmente la atraviesan (AWWA, 1998).

Por otra parte, se han identificado ciertos contaminantes del agua, especialmente de naturaleza orgánica, que tienen una afinidad especial por el material de la membrana y que la atraviesan con relativa facilidad, al margen de su tamaño. La vida útil de las membranas de ósmosis inversa garantizada por la mayoría de fabricantes es de cinco años, pasados los cuales deben sustituirse. Conviene resaltar que, al contrario de lo que ocurre con otros procesos de tratamiento de agua, la membrana alcanza su mayor eficacia y durabilidad cuando se hace funcionar en régimen continuo. La interrupción excesiva y la parada prolongada de su funcionamiento se traducen normalmente en un deterioro acelerado de sus características filtrantes, lo que puede obligar a una sustitución anticipada.

California es un líder mundial en la fabricación de vasijas a presión para el alojamiento de las membranas de ósmosis inversa en la configuración de enrollamiento en espiral. California y Japón son dos de los líderes mundiales en la fabricación de membranas de ósmosis inversa. No obstante, la desalación de agua en California ha alcanzado una implantación muy limitada hasta el momento; el informe sobre Water Desalination - Findings and Recommendations, elaborado por un grupo de expertos para el Departamento de Recursos Hídricos en octubre de 2003 (DWR, 2003), indica que las 40 instalaciones dedicadas en esos momentos a la desalación de aguas salobres (incluyendo ósmosis inversa e intercambio iónico) representaban una producción anual de 210 hm^3, mientras que las 16 instalaciones de desalación de agua marina generaban aproximadamente tan sólo 6 hm^3 de agua anualmente.

La razón fundamental de esta escasa implantación de la desalación de aguas marinas en el sur de California reside en el coste del agua desalada, considerablemente superior a los 0,35-0,40 dólares/m^3 de agua en alta que cobra MWD a sus agencias y municipios, que se incrementa hasta 0,45 dólares/m^3 cuando se incluyen los gastos de distribución.

El informe del DWR (2003) incluye una descripción muy clara y detallada de las consideraciones básicas a tener en cuenta para la implantación de una instalación de desalación de agua: 1) la necesidad de contar con una captación de agua aceptable ambientalmente, 2) la necesidad de disponer de un sistema de dilución y dispersión de las salmueras generadas durante el proceso, y 3) la conveniencia de disponer de una fuente de energía eléctrica económica, en razón del considerable consumo unitario de estas instalaciones. Una de las estrategias adoptadas para satisfacer esos requisitos consiste en situar la planta desaladora en las inmediaciones, si no en la misma propiedad, de una central eléctrica dotada de sistemas de refrigeración con agua de mar. De este modo, 1) la captación de agua marina puede ser la misma que la utilizada para refrigerar la central eléctrica, una vez que ha pasado por las torres de refrigeración, 2) la dilución y el vertido de las salmueras pueden hacerse mediante su incorporación al caudal de aguas de refrigeración, aprovechando para su dilución los sistemas de dispersión del agua de la central, y 3) la energía eléctrica puede obtenerse directamente de la central, minimizando los costes de distribución y de transporte, pudiendo incluso disfrutar de unas tarifas especiales.

Entre las recomendaciones explícitas del informe del DWR (2003) cabe resaltar la conveniencia de adoptar una captación de agua a partir de pozos costeros, en lugar de tomas en mar abierto, ante la creciente evidencia del impacto que los sistemas de protección y filtración de éstas últimas pueden causar en la flora y la fauna marinas, tanto macroscópicas como microscópicas, propias de la franja costera, que es la más productiva del medio marino.

La ubicación de las plantas de desalación de efluentes depurados, tal como se plantea en numerosas mancomunidades en las Islas Canarias, sigue una estrategia similar a la indicada: la materia prima es el efluente tratado de una depuradora situada cerca de la costa, la dilución y el vertido de las salmueras se realiza mediante un emisario, y la aportación

energética se suele gestionar mediante la implantación coordinada de aerogeneradores, con unos notables rendimientos energéticos debido al régimen de viento tal favorable de las Islas.

17.DESALACIÓN EN CALIFORNIA

El Pacific Institute (Cooley *et al.*, 2006) de Oakland, California, ha publicado un informe detallado sobre las diferentes facetas de la desalación, como forma de analizar esta alternativa de gestión de los recursos hídricos desde la perspectiva del estado. Las reflexiones que aparecen en los siguientes apartados están tomadas del citado informe.

Las plantas de desalación de agua marina tienen actualmente una importancia vital para el desarrollo económico de numerosas zonas áridas y de zonas con escasos recursos hídricos (Cooley *et al.*, 2006). No obstante, muchas de plantas de desalación son excesivamente caras, han sido promovidas de forma inadecuada, tienen un diseño deficiente, están ubicadas en zonas inadecuadas, y son en definitiva inservibles. Con objeto de evitar la repetición de estos errores tan costosos, los responsables de la política del agua y el público en general deben adoptar una visión cuidadosa sobre las ventajas y las desventajas de la desalación, y desarrollar unas directrices claras sobre cómo evaluar y juzgar las propuestas de nuevas instalaciones.

Aunque los beneficios potenciales de la desalación de agua de mar son enormes, los costes económicos, culturales y ambientales de una comercialización generaliza siguen siendo elevados. En muchas partes del mundo, otras alternativas pueden proporcionar los mismos beneficios para las aguas continentales que los de la desalación de agua marina, aunque con unos menores costes económicos y ambientales. Entre estas alternativas cabe destacar el tratamiento de fuentes de agua de baja calidad, la promoción de trasvases regionales de agua, la mejora del ahorro y la eficiencia del uso del agua, la intensificación de la regeneración y la reutilización de agua, y la implantación de una planificación territorial inteligente. Actualmente, la mayor capacidad industrial de desalación de agua marina está ubicada en el Golfo Pérsico, en las islas con una disponibilidad limitada de recursos, y en ciertas zonas del mundo donde las opciones de abastecimiento son limitadas y el público esta dispuesto a pagar precios elevados.

La desalación no es la solución definitiva a los problemas del agua, aunque sí es probablemente un elemento básico del sistema de gestión de los recursos hídricos. En último término, las decisiones finales sobre el desarrollo de la desalación requerirán unas valoraciones complejas de las circunstancias y las necesidades locales, los factores económicos y financieros, los impactos ambientales y sociales, y las alternativas disponibles. Será necesario además que esas decisiones sean transparentes, abiertas, públicas y sistemáticas. Es necesario y urgente que los legisladores desarrollen unas reglas completas, coherentes y claras para los proyectos de desalación, de modo que las propuestas inapropiadas sean rechazadas rápidamente, y las apropiadas puedan ser identificadas y potenciadas.

18.IMPLANTACIÓN DE LA DESALACIÓN

A pesar del considerable progreso realizado en los últimos años, la desalación sigue siendo una fuente de agua marginal, excepto en las regiones de mayor nivel de vida y con mayores déficits de agua (Cooley *et al.*, 2006). En concreto, la desalación sigue siendo demasiado cara para convertirse en la fuente principal de agua dulce, y presenta además una serie de obstáculos sociales, ambientales, y tecnológicos que será necesario superar.

La base de datos Global Water Intelligence está considerada como el registro más actualizado de la desalación en el mundo. Las referencias incluidas muestran que aunque la desalación proporciona una parte sustancial del agua de abastecimiento de determinados países ricos de Oriente Medio, la capacidad global de todas las instalaciones de desalación representa un 0,3% del agua dulce utilizada en el mundo. La limitación más crítica de esta base de datos es que incluye plantas que fueron adjudicadas, pero no fueron nunca construidas, de plantas que fueron construidas, pero no fueron nunca puestas en explotación, y de plantas que fueron explotadas, pero que ahora están cerradas definitivamente (Cooley *et al.*, 2006).

Todo ello contribuye a sobrestimar la capacidad de desalación realmente utilizada en el mundo, a la vez que distorsiona la relevancia de las instalaciones realmente en explotación. Estudios detallados (Cooley *et al.*, 2006) de dos plantas de desalación de agua en los EEUU, una de ellas en Tampa, Florida, y otra en Santa Bárbara, California, ponen de manifiesto la necesidad de valorar cuidadosamente los beneficios atribuidos a cada proyecto concreto, con objeto de evitar un excesivo optimismo tanto en los costes económicos como en las tareas de explotación y mantenimiento de las instalaciones durante su vida útil.

19.ECONOMÍA DE LA DESALACIÓN

La faceta económica es uno de los factores más importantes y determinantes del éxito y del alcance de la desalación. Los costes financieros, los consumos energéticos, las implicaciones ambientales, la garantía del suministro, y las consecuencias sociales son factores estrechamente relacionados con los factores económicos.

La experiencia disponible (Cooley *et al.*, 2006) en estos momentos indica que no es posible suministrar agua desalada a los usuarios de California a un coste inferior del de producción, que difícilmente es inferior al intervalo de 0,80 a 0,92 dólares/m^3, incluso para plantas eficientes y de gran tamaño. Considerando que el coste de producción puede ascender hasta 2,21 dólares/m^3, el coste del agua suministrada se situaría en el intervalo de 2,37 a 2,64 dólares/m^3. Este amplio intervalo de variación es debido a los numerosos factores que afectan a todos los proyectos, además de la gran variación que registran los costes de distribución entre las compañías de servicio en diferentes zonas geográficas.

Hasta ahora, el debate sobre los costes reales de la desalación ha sido confuso y oscuro, debido a que las estimaciones se han presentado en una gran variedad de unidades, referidas a diferentes años de explotación, y en formatos que no han permitido una comparación sencilla entre ellos.

Los subsidios visibles y los no visibles afectan a los costes anunciados y a los costes reales. La disponibilidad de una financiación más barata que la comúnmente disponible, o los subsidios destinados a sufragar una parte del coste final del agua producida, alteran los costes atribuidos al proyecto. Conviene recordar que, en realidad, esos subsidios habrán de ser posteriormente sufragados por los mismos u otros usuarios, en su condición de ciudadanos o de miembros de las entidades que ofrecen esos subsidios. En ciertos casos, los subsidios son difíciles de cuantificar, como ocurre cuando se ofrece gratuitamente el terreno en el que se ha de instalar la planta: mientras que en ciertos países el coste del suelo en zonas costeras puede ser razonable, en otras puede ser verdaderamente elevado.

El consumo energético es el factor con mayores consecuencias económicas para una planta de desalación, oscilando entre una tercera parte hasta más de la mitad del coste del agua producida. Mientras que el coste típico de la energía eléctrica de una planta de ósmosis inversa representa un 44% del coste, ese porcentaje alcanza el 60% en el caso de una gran planta de destilación térmica. Con estos porcentajes, un aumento del 10% del coste unitario del suministro eléctrico hará que el coste del agua producida aumente entre un 4,5% para la planta de ósmosis inversa y un 6% para una planta de destilación térmica. A menos que se consiga reducir el consumo energético de los procesos de desalación, la contribución de los costes energéticos aumentará apreciablemente a medida que lo hagan los costes de la energía.

Las curvas de costes desarrolladas por el US Bureau of Reclamation en 2003 (Cooley *et al.*, 2006) evidencian dos hechos importantes: 1) que la ósmosis inversa es considerablemente más económica que los procesos térmicos, en todo el rango de tamaños de las plantas, 2) todas las tecnologías ofrecen economías de escala. Dicho de otra manera, esas curvas indican que el coste real del agua producida en plantas pequeñas (20.000 m^3/día) es mucho mayor que el coste de referencia utilizado frecuentemente, y que corresponde a plantas de tamaño medio (40.000-80.000 m^3/día) o grande (100.000 m^3/día). La experiencia del promotor del proyecto, el periodo de amortización, la tasa de interés, y los aspectos reglamentarios afectan igualmente al coste final del agua desalada.

Las estimaciones y las justificaciones de los costes futuros de un proyecto de desalación deben ser evaluadas con mucho cuidado. Los costes estimados para ciertas instalaciones han resultado ser muy diferentes de los realmente observados tras su construcción. Las estimaciones de costes dependen de tantos factores, que las comparaciones simplificadas carecen frecuentemente de significado. A pesar de todas estas dificultades, los costes han tenido una tendencia descendente a largo plazo. No obstante, aunque algunas de esas regresiones e interpolaciones están basadas en costes de construcción, los autores las aplican generalmente a los costes totales (inversión más explotación y mantenimiento). Los costes de inversión y de explotación y mantenimiento de la desalación han disminuido progresivamente, debido en parte a la bajada real del precio de la energía durante los años 1980 y 1990, pero sobre todo debido a las mejoras tecnológicas, a las economías de escala conseguidas con plantas mayores, a la mejor gestión de los proyectos, y una mayor experiencia.

A pesar de las proyecciones favorables de los promotores de la desalación, el objetivo propuesto a largo plazo de reducir los costes en un 50% para el año 2020 son muy dudosos, y no podrán ser posiblemente alcanzados mediante mejoras progresivas (Cooley *et al.*, 2006). Para alcanzarlos realmente, serán necesarias tecnologías radicalmente nuevas o descubrimientos fundamentales, tanto en los materiales utilizados como en los consumos de energía requeridos. De hecho, la evidencia revela la aparición de una situación contraria, y algunos expertos consideran que los costes de los procesos de membrana difícilmente continuaran bajando en el futuro inmediato. Todas las estimaciones de costes elaboradas en los últimos años son notablemente superiores a los de las plantas ofertadas hace unos pocos años atrás. El aumento del coste de las materias primas (como el acero), de la energía, y de las tasas de interés explicarían este ligero repunte de los costes. En definitiva, nadie puede predecir el coste real de la desalación de agua de mar en los próximos años. A menos que los costes de la energía disminuyan considerablemente, es difícil pensar que el coste de producción del agua desalada en California sea inferior a 0,80-0,92 dólares/m^3 en los próximos años.

20.BENEFICIOS DE LA DESALACIÓN

Uno de los beneficios atribuidos a la desalación es la mayor garantía de suministro que proporciona una diversificación de las fuentes de abastecimiento, especialmente en zonas áridas y semi-áridas, caracterizadas por una gran variabilidad de los recursos disponibles. Otra faceta positiva de la desalación es que los recursos que aporta quedan bajo la tutela directa de las entidades locales, sin depender de circunstancias ajenas, y tienen además una menor dependencia de factores como los desastres naturales u otras amenazas sobre los sistemas hídricos.

La correcta valoración de la garantía de suministro, mediante nuevas fuentes de abastecimiento, debe realizarse no sobre la base de los caudales medios de agua que pueden proporcionar, sino considerando su posible variabilidad en el tiempo, especialmente cuando son necesarias para compensar las irregularidades (falta de garantía) de las fuentes convencionales. En estas condiciones, es previsible que un programa de ahorro resulte más económico que desarrollar una nueva fuente de aguas superficiales o que implantar un programa de tratamiento avanzado (desalación) del agua (Cooley *et al.*, 2006).

La desalación puede ofrecer una respuesta favorable a la conveniencia de disponer de recursos propios en la zona geográfica de influencia del promotor, sin necesidad de realizar trasvases desde otras zonas, especialmente zonas agrícolas, a la vez que ofrece una protección frente a la vulnerabilidad de las interrupciones del suministro desde zonas alejadas, sobre las que normalmente se tiene una capacidad de control limitada. Conviene indicar la posibilidad de que los usuarios agrícolas sean los primeros interesados en promover la desalación como fuente de abastecimiento urbano, cuyos costes no les afectará, como forma de reducir las presiones políticas a que se pueden ver sometidos para que transfieran aguas más baratas desde el sector agrícola a las zonas urbanas.

21.DEPENDENCIA ENERGÉTICA

El enfoque más convencional para evaluar un proyecto de desalación es sopesar sus dos principales beneficios, la garantía de suministro y la calidad del agua desalada, con sus dos principales exigencias, el mayor coste unitario y los posibles impactos ambientales (*Cooley et* al., 2006). No obstante, hay una exigencia adicional del agua desalada que conviene tener en cuenta: su dependencia tan directa en la evolución de los precios de la energía necesaria para su explotación. A los suministradores de agua les preocupa no solo la variabilidad del suministro de las distintas fuentes de suministro, sino también la variabilidad de los principales costes de producción. Esta variabilidad de los costes puede obligarles a subir las tarifas para compensar los costes imprevistos. Esto puede ser especialmente problemático durante los períodos de sequía, cuando los ingresos disminuyen debido a las menores ventas de agua. Considerando que las plantas de desalación son normalmente explotadas a su nivel máximo de producción durante las épocas de sequía, cualquier aumento inesperado de los costes puede aumentar la inestabilidad de los ingresos propios de la entidad suministradora en condiciones normales.

En definitiva, el componente energético tan importante de la desalación (un 44% como media) hace que la subida progresiva del coste de la energía genera un aumento progresivo del coste del agua desalada, en mayor grado que el de otras fuentes de fuentes convencionales de agua, donde las amortizaciones del capital tienen una participación significativamente superior al de la energía.

22.ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTES

La Tabla 5 resume los costes actuales de inversión y de consumo energético de la regeneración de agua, la regulación en embalses en derivación, y la desalación de agua marina. Los valores indicados para la regeneración de agua corresponden a unos niveles de calidad del agua adecuados para su uso en riego agrícola y de jardinería, con una calidad suficiente para asegurar unos niveles de protección ambiental y de salud pública comparables a los asociados con el uso de agua potable.

La Tabla 5 muestra el incremento de los costes de inversión a medida que se pasa de la regeneración a la regulación y a la desalación. Si a ello se añade el período de amortización, resulta claro que los costes unitarios de la regulación son los menores de todos ellos, seguidos por los de la regeneración y los de la desalación. Obviamente, la valoración completa de la reutilización requiere tener en cuenta los costes de inversión de la red de distribución que pueda ser necesaria. Por este motivo, los proyectos de reutilización suelen plantearse de forma progresiva, en forma de "mancha de aceite", atendiendo inicialmente a los grupos de usuarios con mayor capacidad de uso, o los más próximos a la planta de regeneración.

Alternativa	Inversión, euros/m³-anual	Amortización, años	Consumo, kWh/m³
Regeneración (riego sin restricción)	0,26 (Vitoria)	15 - 25	0,001- 0,73 (CCB)
Regulación (en derivación)	1,7 (Vitoria) 2,0 dólares (California)	> 100	----
Regulación (en acuífero)	0,86 dólares (California)	25	----
Desalación agua marina (Blanes, Carboneras, futuro Barcelona, Palma de Mallorca)	3,0 – 4,0	5 (membranas) 25 (instalaciones)	3,8 - 4,0

TABLA 5: COSTES DE INVERSIÓN Y DE CONSUMO ENERGÉTICO DE DIVERSOS ELEMENTOS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. CONSORCIO COSTA BRAVA, 2001-2004 (SALA Y COL., 2004), CALIFORNIA, 2000, PALMA DE MALLORCA, 2001 Y VITORIA, 2004.

El consumo energético de estas tres alternativas marca igualmente una clara distinción entre ellas. Mientras que la regeneración tiene unos consumos unitarios inferiores a 1 kWh/m^3, la desalación de agua marina alcanza normalmente valores próximos a 4 kWh/m^3. Al margen del coste económico que esto representa, conviene tener en cuenta también el impacto ambiental de esos niveles de consumo eléctrico. Considerando que la aportación media de dióxido de carbono por unidad de energía producida en España es de 460 g/kWh y que el derecho de emisión de dióxido de carbono fluctúa en torno a 20 euros por tonelada, cada kWh consumido en España añade un coste ambiental de 0,01 euros/m^3 al agua regenerada y de 0,04 euros/m^3 al agua marina desalada.

La Tabla 5 no incluye valores del consumo energético para el caso de la regulación superficial o subterránea, pues es muy variable dependiendo de las circunstancias. Cuando la recarga de acuíferos se hace por infiltración, la energía necesaria para la introducción del agua puede ser insignificante, mientras que su extracción puede tener ventajas para los usuarios, pues el nivel del agua en los pozos será superior al que tenían antes de la recarga.

La Tabla 6 resume los consumos energéticos medios de los procesos comúnmente utilizados para la potabilización, la depuración y la regeneración de agua en las instalaciones del Consorcio de la Costa Brava, a partir de aguas superficiales. La Tabla 6 también incluye los valores correspondientes a la desalación de agua marina de la planta de Blanes, con una capacidad de 20.000 m^3/día. Los valores indican el aumento que se registra, de forma significativa en ciertos casos, cuando se incorporan los consumos asociados con todas las operaciones adicionales al tratamiento propiamente dicho. Los valores resultantes indican que los consumos correspondientes a la potabilización, la depuración y la regeneración son similares entre sí, oscilando entre unos máximos de 1,1 a 1,7 kWh/m^3. Conviene indicar que la distribución de agua potable debe asegurar unas presiones mínimas en zonas urbanas de diferentes alturas, lo que suele comportar unos consumos más elevados. Por otra parte, el saneamiento se efectúa generalmente por gravedad (con bombeos periódicos) y comporta unos consumos menores.

Proceso de tratamiento	Tratamiento exclusivamente	Captación, tratamiento e impulsión
Potabilización	< 0,17	0,15 – 1,7
Depuración	0,30 – 0,90	0,38 – 1,1
Regeneración	0,001 – 0,73	0,001 – 1,3
Desalación (Blanes y futuro Barcelona)	3,8 - 4,0	4,9 – 5,4 (Blanes)

TABLA 6. CONSUMO ENERGÉTICO, EN KWH/M3, DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO Y DE SUMINISTRO DE AGUA EN EL CONSORCIO DE LA COSTA BRAVA, 2001-04 (SALA Y COL., 2004).

23.REUTILIZACIÓN Y DESALACIÓN

La reutilización planificada y la desalación de agua tienen varios elementos en común que conviene resaltar. En primer lugar utilizan una fuente de materia prima no convencional y en cierto modo mucho más abundante que los recursos convencionales, especialmente cuando se piensa en el agua marina para la desalación. En segundo lugar, el agua resultante de ambos procesos necesita de conductos específicos para su incorporación a las redes de distribución de agua. Así, el agua regenerada se suministra mediante un conducto específico (para evitar su contacto con el agua de calidad potable), que puede existir previamente cuando se trata de una sustitución de agua para riego agrícola o de jardinería, o que es necesario construir de nuevo cuando se trata de ampliar una actividad inexistente. Por otra parte, la incorporación del agua desalada a una red de abastecimiento, tanto si es para abastecimiento humano como para otros usos, requiere una conducción desde la planta desaladora hasta un punto de almacenamiento o de incorporación a la red abastecimiento que se trata de complementar. En ambos casos, el coste de esta conducción suele ser significativo, con una importancia relativa incluso mucho mayor en el caso de la regeneración, debido al menor coste unitario del proceso de regeneración respecto a la desalación.

Tanto la regeneración como la desalación alcanzan su utilización óptima cuando las instalaciones funcionan de forma continuada y sistemática, de modo que los costes de fijos de la inversión puedan distribuirse sobre el mayor volumen de agua producido. La circunstancia de que la inversión de una instalación de desalación alcance usualmente los 4 euros/m^3-anual, en comparación con un valor próximo a 0,30 euros/m^3-anual de la regeneración, hace que una planta de desalación deba ser explotada de forma casi permanente, con objeto de alcanzar la máxima producción anual de agua.

Una de las estrategias más eficaces y económicas de producir agua regenerada o desalada es utilizar una planta con una producción media igual a la requerida por el uso o el aprovechamiento que se considere, y disponer de un dispositivo de regulación que permita ajustar la oferta y la demanda temporal de esos mismos usos. Esta propuesta óptima se puede ajustar mediante pequeños cambios en el factor de punta de la planta de producción y el nivel de cobertura del dispositivo de regulación. La ausencia de un sistema de regulación puede limitar considerablemente el alcance de la reutilización o la desalación del agua, además de aumentar considerablemente su coste unitario.

La materia prima utilizada usualmente para la regeneración suele ser un buen efluente secundario de origen municipal, mientras que la desalación suele plantearse con agua marina o salobre. No obstante, caben soluciones intermedias, que acercan considerablemente los conceptos de regeneración y de desalación. La utilización de agua salobre como materia prima para la desalación ofrece la gran ventaja económica de un menor consumo energético unitario, en cuanto que éste guarda una relación casi lineal con el contenido de sales del agua.

La utilización de un buen efluente secundario de origen municipal como fuente de agua para la desalación es una estrategia bien demostrada en proyectos como el de la Water Factor 21 que ha funcionado durante 25 años en el Orange County Water District (www.ocwd.com). La versión actualizada y ampliada de este concepto se está llevando a cabo en varias partes del mundo, en particular en Singapur (www.pub.gov.sg/newater)y en el Orange County Water District (Mujeriego, 2004). La ventaja de esta alternativa de regeneración-desalación es que utiliza una fuente de agua suficientemente abundante en la mayoría de los casos (efluente secundario), especialmente en zonas costeras, donde los efluentes tratados se vierten al mar, con efectos indeseables en algunos casos.

Un último aspecto a destacar de ambas formas de generar recursos hídricos adicionales es la importancia trascendental que tiene establecer un acuerdo contractual, lo más específico posible, entre los responsables de la producción de agua regenerada y/o desalada, y los futuros utilizadores de ese mismo producto. El incumplimiento de este elemento de gestión plantea sistemáticamente numerosas dificultades durante la puesta en marcha de la planta de producción de agua. La experiencia de numerosas encuestas y proyectos de reutilización de agua pone de manifiesto que los usuarios potenciales tienen inicialmente una predisposición favorable a utilizar el agua regenerada; no obstante, llegado el momento de utilizarla, suelen plantear numerosos impedimentos a su implantación. Mientras que el impedimento más frecuente para la reutilización de agua regenerada suele ser de tipo psicológico, debido concretamente a la percepción del posible riesgo sanitario que su utilización puede comportar, el impedimento más frecuente para la utilización del agua desalada suele ser de tipo económico, ante su mayor coste unitario relativo al de los recursos convencionales.

Todo ello explica que una instalación como la existente en Andarax, en la ciudad de Almería, con capacidad para producir 50.000 m^3/día no haya entrado en funcionamiento desde que fue terminada en el año 2002, por una falta de acuerdo en la forma de establecer las tarifas municipales. Del mismo modo, el que la planta de desalación de Carboneras, con una capacidad de 120.000 m^3/día y completada en el 2003, solamente produzca agua para alimentar la central térmica del mismo nombre situada en las inmediaciones, es debido a la dificultad de aplicar los acuerdos establecidos inicialmente con las comunidades de usuarios de las zonas limítrofes.

En definitiva, mientras que la regeneración y la reutilización planificada del agua en España han sido impulsadas por el deseo de los usuarios de disponer de recursos adicionales de

agua, la desalación ha sido generalmente (especialmente en la zona peninsular) una propuesta de las administraciones para ofrecer recursos adicionales o alternativos.

24.INTERACCIONES AGUA Y ENERGÍA

Una faceta de creciente interés en la gestión de los recursos hídricos es la estrecha relación existente entre agua y energía, tanto en lo referente a la energía que comporta poner los recursos hídricos convencionales a disposición de los ususarios, como generar nuevos recursos con técnicas avanzadas como la desalación, y también cuando se trata de desarrollar biomasa vegetal con la que abastecer los procesos de generación de biocombustibles. El reciente informe de la California Energy Commission (CEC, 2006) ilustra las implicaciones energéticas de los suministros convencionales de agua. Por otra parte, son todavía escasos las valoraciones detalladas de las implicaciones que pueden tener para la gestión de los recursos hídricos la ampliación de los proyectos de desalación, y los cultivos de biomasa vegetal con la que abastecer las plantas de producción de biocombustibles.

Las relaciones entre agua y energía aparecen como uno de los retos más críticos que el estado de California ha de afrontar para atender su suministro de energía y sus infraestructuras energéticas (CEC, 2006). La energía consumida en temas relacionados con el agua representa un 19% de la electricidad del estado, un 30% del gas natural consumido, y 350.000 millones de litros de gasoil cada año, con una clara tendencia a aumentar. Los consumos de agua y de energía están aumentando a unas tasas muy similares, y frecuentemente en las mismas zonas greograficas.

El Plan Hidrológico de California afirma que el uso eficiente del agua es la principal nueva fuente de agua disponible para satisfacer el crecimiento de la demanda estimado para los próximos 25 años. El resto habrá de ser satisfecho mediante el desarrollo de nuevas fuentes de agua, entre las que figuran la reutilización del agua, y la desalación de aguas salobres y marinas, todas las cuales aumentarán la demanda de energía con respecto a los niveles actuales.

La principal conclusión del estudio (CEC, 2006) es que una parte importante de la solución a estos retos consiste en establecer una coordinación más estrecha entre los sectores del agua y de la energía. La situación reglamentaria actual no permite alcanzar una verdadera solución, debido a que las entidades de abastecimiento sólamente valoran el coste de adquisición, transporte, tratamiento y distribución del agua; las entidades de saneamiento solo valoran el coste de recogida, tratamiento y vertido del agua; las entidades eléctricas solo valoran el ahorro de energía; y las entidades gasísticas solo valoran el gas natural ahorrado. El informe recomienda que el estado desarrolle y amplie unas buenas practicas y los programas de gestión existentes, con objeto de materializar el incremento significativo de beneficios que pueden conseguirse mediante una gestión conjunta de los recursos hídricos y energéticos y de sus infraestructruras.

El estudio postula (CEC, 2006) que el estado puede alcanzar unas metas de consumo de energía y de reducción de la demanda comparable a los previstos por las entidades

energéticas privadas (propiedad de inversores) para el periodo 2006-2008, simplemente teniendo en cuenta el valor de la energía ahorrada por cada unidad de agua ahorrada. Si se permitiera a estas entidades energéticas invertir en programas de ahorro de agua, la inversión conjunta en los programas de uso eficiente del agua complementaría los esfuerzos de las entidades del agua para satisfacer los incrementeos del consumo mediante un uso efeciciente. Los redactores del informe consideran que este beneficio podría alcanzarse a un coste aproximadamente mitad del que representa para los usuarios de la electricidad la aplicación de las medidas tradicionales de eficiencia energética.

En resumen, el informe (CEC, 2006)analiza la forma en que se utiliza la energía, y la forma en que ésta podría ahorrarse, mediante una mejor gestión del ciclo del agua. Las estrategias y los objetivos de un progama completo de ahorro de energía a nivel del estado podría conseguir un aumento de los beneficios energéticos tanto para las entidades del agua como de la energía. El objetivo ambicioso de establecer un programa conjunto relativo al agua y la energía generaría un proceso dinámico, en el que los partícipes principales tendrían suficientes incentivos para identificar y aplicar de forma continua estrategias destinadas a optimizar los recursos hídricos y energéticos, y las infraestructuras del estado, de forma integrada, coordinada y en estrecha colaboración.

25.CONCLUSIONES

1) La reutilización planificada del agua constituye un componente esencial de la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en zonas costeras, donde puede contribuir de forma significativa al aumento neto de dichos recursos, tanto para su reutilización en riego agrícola y de jardinería como para su infiltración y almacenamiento en acuíferos.

2) Los sistemas o protocolos de gestión de recursos, tanto en condiciones de normalidad como en condiciones de emergencia como las que crean los episodios de sequía, habrán de integrar de forma efectiva los recursos aportados por nuevas (no convencionales) fuentes de agua (aguas regeneradas, aguas desaladas) para satisfacer los consumos actuales y futuros con seguridad sanitaria y ambiental, y con una mayor garantía de suministro.

3) El progreso de la regeneración y la reutilización planificada del agua no depende únicamente de los avances tecnológicos. La existencia de un marco legal y reglamentario sólido y de una voluntad política decidida de llevarla a cabo son factores determinantes del desarrollo de la reutilización del agua. La gestión de todo el proceso, desde la planificación del proyecto y su información pública hasta la explotación y el mantenimiento de las instalaciones, juega un papel determinante del éxito de un proyecto de reutilización planificada del agua.

4) Los trabajos preparatorios realizados actualmente por los Ministerios de Medio Ambient y de Sanidad y Consumo deberían permitir la aprobación rápida de un primer decreto sobre las formas de gestión de las concesiones de uso de aguas regeneradas, así como de los posibles usos aceptables de las mismas y de los niveles mínimos de calidad para cada uno de ellos. A ese marco reglamentario debería seguir una serie de recomendaciones de buenas prácticas de producción y de utilización del agua regenerada. Este marco reglamentario será la base sobre la que los Organismos de cuenca y las administraciones autonómicas podrán potenciar la incorporación de las aguas regeneradas al balance hídrico general, especialmente en zonas costeras.

5) La producción de agua regenerada en sí misma no es suficiente para asegurar su aprovechamiento. Será imprescindible una promoción decidida de los Organismos de cuenca y de las instituciones responsables de la gestión de los recursos, con objeto de optimizar la gestión integrada de todos los recursos, incluida el agua regenerada.

6) Los proyectos de reutilización planificada existentes en España han sido generalmente impulsados por los propios usuarios, ante la falta crónica o estacional de agua. La gestión de estos proyectos se viene realizando de formas muy variadas, al margen y en colaboración con las entidades responsables del saneamiento y la depuración, o directamente por estas mismas. La mentalidad característica de todos los involucrados en la reutilización planificada es la de elaborar un producto de calidad (de acuerdo con compromisos contractuales), en lugar de un residuo, como ocurre con frecuencia en las instalaciones de depuración de aguas residuales. La designación del agua así obtenida como agua regenerada, y de las instalaciones como plantas de regeneración, contribuye a diferenciarlas de forma positiva y clara del sector de las aguas residuales depuradas.

7) La reutilización planificada del agua para riego agrícola ofrece una garantía de suministro muy superior a la de las fuentes convencionales, ya que asegura la disponiblidad de caudales, especialmente durante la temporada estival, permite un aprovechamiento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo) contenidos en el agua regenerada, y potencia una gestión más eficiente de los recursos hídricos, permitiendo que las aguas de calidad pre-potable puedan utilizarse para abastecimiento público.

8) La mayor garantía de suministro del agua regenerada ha hecho que comunidades de regantes, servicios municipales de jardinería, e instalaciones industriales hayan recurrido al agua regenerada como fuente de suministro para usos que no requieren calidad potable, incluso a costes iguales o ligeramente superiores a los de las fuentes convencionales de que disponían. Las restricciones temporales aplicadas a usos no potables, como forma de asegurar el abastecimiento urbano durante episodios de sequía, han sido elementos determinantes de este cambio de percepción por parte de todos los usuarios.

9) La reutilización agrícola y de jardinería constituye el aprovechamiento más extendido del agua regenerada en áreas desarrolladas con gran vocación agrícola como California (68% de un total de 495 hm^3/año en 2000) y de jardinería como Florida (63% de un total de 810 hm^3/año en 2001), caracterizadas por un déficit crónico y creciente de recursos hídricos, de forma regional o estacional. Los usos del agua regenerada incluyen tanto cultivos hortícolas como cultivos con procesamiento posterior, cereales, cítricos y viñedos, que se riegan tanto por aspersión, micro-aspersión y goteo como por inundación.

10) El respaldo institucional de los Ministerios de Salud Pública y de Medio Ambiente, junto con los estudios, investigaciones e informes de seguimiento de estos proyectos, han hecho que los productos cultivados con aguas regeneradas de calidad gocen de las mismas garantías sanitarias y ambientales que los cultivados con fuentes convencionales de agua. El riego agrícola y de jardinería forma parte de las actividades aceptadas y consideradas como cotidianas por los servicios de abastecimiento de muchos municipios, zonas agrícolas e industrias de estados como California y Florida, y también de Vitoria-Gasteiz y del Consorcio de la Costa Brava. El apoyo institucional y técnico al uso del agua regenerada en estados como California y Florida, y en provincias como Álava y zonas como el Consorcio de la Costa Brava, ha disipado desde hace años cualquier temor suscitado por el uso del agua regenerada, e incluso los boicots velados a los productos cultivados, como los que se difunden con frecuencia por España.

11) La gestión del ciclo del agua en el contexto de una cuenca hidrográfica ofrece un marco excelente y muy favorable para llevar a cabo una gestión integrada de los recursos hídricos, en la que los requisitos económicos y financieros de la reutilización planificada pasan a ser un elemento más a tener en cuenta dentro del balance de costes y beneficios de la cuenca.

12) Entre las propuestas de gestión en que la reutilización planificada está contribuyendo a una mejor gestión integrada del agua figuran:
    a. La sustitución de aguas pre-potables por aguas regeneradas.
    b. La aportación de agua regenerada para regadíos infradotados o nuevos regadíos.
    c. La recarga artificial de acuíferos con aguas regeneradas.

13) Otras opciones de gestión que se están aplicando, al margen o en coordinación con el uso de agua regenerada, son:
    d. La rehabilitación de sistemas de riego agrícola (mejora de su eficiencia) a cambio de una fracción del agua ahorrada mediante esas medidas.
    e. La recarga artificial de acuíferos, como forma de regular los recursos de aguas superficiales.

14) El valor de referencia del coste del agua regenerada en España se sitúa en torno a 0,06 euros/m^3 a la salida de la planta, incluyendo gastos de amortización y de explotación y mantenimiento. A este valor hay que añadir los costes de impulsión y de distribución mediante la red de riego. Las mayores exigencias económicas están asociadas a la reutilización (distribución al usuario), especialmente cuando es necesario construir una nueva red de distribución, mientras que los costes de amortización de la planta de regeneración y sobre todo los costes de explotación y mantenimiento (la regeneración del agua) son comparativamente mucho menores.

15) Este coste de referencia puede registrar notables variaciones, dependiendo del tipo de efluente secundario utilizado, del tamaño de la planta de regeneración de agua y de los condicionantes de almacenamiento y uso estacional del agua. El tratamiento básico de regeneración no incluye la modificación del contenido salino del agua, por lo que conviene impulsar al máximo todas las medidas preventivas que eviten la entrada de sales al agua de la red de saneamiento. El vertido a la red de saneamiento de las aguas de drenaje en construcciones costeras (well point) y las infiltraciones de aguas salobres o salinas a través de fisuras o imbornales de los colectores costeros son las causas más frecuentes del deterioro de la conductividad eléctrica del agua regenerada, con lo que ello significa de limitación para su uso posterior en riego agrícola.

16) El coste del agua regenerada para regadío, en el caso de una sustitución por aguas pre-potables, podría hacerse tomando como referencia el coste del agua pre-potable que se libera, de modo que el concesionario inicial pudiera implantar el riego con agua regenerada (producción y distribución) sin costes adicionales. En general, el coste marginal considerablemente mayor de las aguas pre-potables liberadas permitiría sufragar los costes de producción de agua regenerada y de su conexión a la red de riego existente. El coste del agua regenerada suministrada para nuevos regadíos, regadíos infradotados y recargas de acuíferos sobre-explotados habría de plantearse en el marco general de las alternativas disponibles, siguiendo pautas similares a las aplicadas a las fuentes convencionales de suministro.

17) La consecución de un gran acuerdo marco entre los usuarios agrícolas y los urbanos, en un contexto de gestión integrada del agua como el que ofrecen los Organismos de Cuenca, y mediante instrumentos reglamentarios como los Centros de Intercambio de Derechos del Uso del Agua, o de otros que se puedan establecer, constituye una vía muy favorable para satisfacer las necesidades de agua pre-potable para los abastecimientos públicos y de agua de riego para la agricultura y la jardinería, y también de agua de proceso para la industria.

18) La implantación de acuerdos contractuales para la utilización de aguas regeneradas, que respondan a las inquietudes de calidad y de garantía de suministro del agua de riego, a la vez que a los intereses económicos de los concesionarios, ofrece a la agricultura de regadío una alternativa práctica de enorme interés para resolver los retos que le plantea el déficit de recursos, especialmente en las zonas costeras, a la

vez que un respaldo reglamentario ante las exigencias de calidad que pueden plantear los distribuidores y vendedores de los productos cultivados con ellas.

19) España dispone de proyectos emblemáticos de regeneración y de reutilización de agua que son objeto de un creciente interés tanto nacional como internacional. El desarrollo alcanzado durante los últimos 20 años nos ha permitido documentar de forma contrastada nuestra capacidad para obtener un agua regenerada de la calidad adecuada para los usos más variados, así como el coste de la regeneración y la reutilización en contextos muy diversos. Los proyectos de demostración para riego agrícola y de jardinería, así como para usos urbanos, para mejora ambiental y para recarga de acuíferos han despertado el interés creciente de otros usuarios, así como la aprobación de las administraciones sanitarias y medioambientales.

20) El desarrollo progresivo de estos proyectos, la documentación y el debate de sus resultados, con una transparencia y participación pública como la recomendada por la Directiva Marco del Agua, y el desarrollo gradual de normas de calidad que satisfagan los niveles de riesgo reales y percibidos por nuestra sociedad, han de permitir que España pueda beneficiarse de las ventajas que ofrece la reutilización planificada del agua, y propiciar así una gestión integrada de los recursos que aumente la armonía social y ambiental entre todos sus beneficiarios.

21) España dispone de proyectos de gestión integrada de los recursos basados en la incorporación del agua regenerada como nueva fuente de suministro y en su almacenamiento durante el invierno para disponer de recursos fiables para riego agrícola durante el verano. La reducción de la demanda de recursos convencionales resultante de esta estrategia de gestión está permitiendo aumentar las garantías de suministro para usos urbanos, asegurar los caudales ecológicos, mejorar la capacidad de laminación de los embalses de agua de abastecimiento público, y la generación de energía hidroeléctrica que, por sí sola, ya cubre una buena parte de los costes de regeneración y de reutilización.

22) El proyecto de gestión integrada de los recursos hídricos de Vitoria-Gasteiz, impulsado por el Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava, con la colaboración de la Comunidad de Regantes Arrato, constituye un ejemplo emblemático de los numerosos beneficios que pueden obtenerse de la incorporación de la regeneración del agua como elemento constitutivo de la gestión de los recursos. Aunque las condiciones hidrológicas y topográficas de geográficas de Vitoria-Gasteiz han sido determinantes del alcance de este proyecto, conviene resaltar que muchos de sus beneficios pueden igualmente materializarse, en mayor o menor grado, en otros lugares de España. Basta realizar una reflexión detallada para identificarlos y un esfuerzo institucional para crear las condiciones que los hagan posibles.

23) La desalación de agua es una alternativa técnica bien consolidada, que ha experimentado un auge considerable debido al progreso continuo registrado en el desarrollo de las membranas de ósmosis inversa necesarias para la separación de las sales contenidas en el agua. Los principales progresos de esta tecnología han permitido la utilización de nuevos materiales sintéticos, más resistentes a la temperatura, a la presión, a la acción del ensuciamiento biológico y a la acción de los compuestos químicos utilizados para su limpieza, así como el desarrollo de sistemas más eficaces de presurización del agua y sobre todo de recuperación de la presión del agua producto.

24) Las consideraciones básicas a tener en cuenta para la implantación de una instalación de desalación de agua son: 1) la necesidad de contar con una captación de agua aceptable ambientalmente, 2) la necesidad de disponer de un sistema de dilución y dispersión de las salmueras generadas durante el proceso, y 3) la conveniencia de disponer de una fuente de energía eléctrica económica, en razón del considerable consumo unitario de estas instalaciones.

25) Las plantas de desalación de agua marina tienen actualmente una importancia vital para el desarrollo económico de numerosas zonas áridas y de zonas con escasos recursos hídricos. No obstante, muchas de las plantas de desalación existentes son excesivamente caras, han sido promovidas de forma inadecuada, tienen un diseño deficiente, están ubicadas en zonas inadecuadas, y son en definitiva inservibles.

26) La desalación no es en estos momentos la solución definitiva a los problemas del agua, aunque sí está convirtiéndose en un elemento básico del sistema de gestión de los recursos hídricos. La decisión final sobre el desarrollo de la desalación requerirá unas valoraciones complejas de las circunstancias y las necesidades locales, los factores económicos y financieros, los impactos ambientales y sociales, y las alternativas disponibles. Será necesario además que esas decisiones sean transparentes, abiertas, públicas y sistemáticas. Es necesario y urgente que los legisladores desarrollen unas reglas completas, coherentes y claras para evaluar los proyectos de desalación, de modo que las propuestas inapropiadas sean rechazadas rápidamente, y las apropiadas puedan ser identificadas y potenciadas.

27) La desalación sigue siendo una fuente de agua inusual, excepto en las regiones de mayor nivel de vida y con mayores déficits de agua, a pesar del considerable progreso realizado durante los últimos años. La desalación sigue siendo demasiado cara como para convertirse en la fuente principal de agua dulce, y presenta además una serie de obstáculos sociales, ambientales, y tecnológicos que será necesario superar.

28) La limitación más crítica de la base de datos más importante de que se dispone actualmente sobre proyectos de desalación es que incluye plantas que fueron adjudicadas, pero no fueron nunca construidas, de plantas que fueron construidas,

pero no fueron nunca explotadas, y de plantas que fueron explotadas, pero que ahora están fuera de servicio definitivamente.

29) La faceta económica es uno de los factores más importantes y determinantes del éxito y del alcance de la desalación. Los costes financieros, los consumos energéticos, las implicaciones ambientales, la garantía del suministro, y las consecuencias sociales son factores estrechamente relacionados con los factores económicos. Hasta el momento, el debate sobre los costes reales de la desalación ha sido confuso y oscuro, debido a que las estimaciones se han presentado en una gran variedad de unidades, referidas a diferentes años de explotación, y en formatos que no han permitido una comparación sencilla entre ellos. El consumo energético es el factor con mayores consecuencias económicas para una planta de desalación, oscilando entre una tercera parte hasta más de la mitad del coste del agua producida.

30) El aumento registrado recientemente por el coste de las materias primas (como el acero), de la energía, y de las tasas de interés lleva a pensar a un futuro aumento de los costes de la desalación. En cualquier caso, es prácticamente imposible predecir el coste real de la desalación de agua de mar en los próximos años. A menos que los costes de la energía disminuyen considerablemente, es difícilmente imaginable que el coste de producción del agua desalada en California sea inferior a 0,80-0,92 dólares/m^3 en los próximos años.

31) Los costes de inversión aumentan a medida que se pasa de la regeneración (0,30 euros/m^3-anual) a la regulación (1,7 euros/m^3-anual) y a la desalación 4,0 euros/m^3-anual. Si a ello se añade el período de amortización, resulta claro que los costes unitarios de la regulación son los menores de todos ellos, seguidos por los de la regeneración y los de la desalación. No obstante, la valoración completa de la reutilización requiere tener en cuenta además los notables costes de inversión que comporta la red de distribución que pueda ser necesaria.

32) El consumo energético de estas tres alternativas marca igualmente una clara distinción entre ellas. Mientras que la regeneración tiene unos consumos unitarios inferiores a 1 kWh/m^3, la desalación de agua marina alcanza normalmente valores próximos a 4 kWh/m^3. Al margen del coste económico que esto representa, conviene tener en cuenta también el impacto ambiental de esos niveles de consumo eléctrico: la producción de dióxido de carbono asociada a la generación de energía necesaria para operar esos procesos en España añade un coste ambiental de 0,01 euros/m^3 al agua regenerada y de 0,04 euros/m^3 al agua marina desalada.

33) La reutilización planificada y la desalación de agua tienen varios elementos en común. Por una parte, utilizan una fuente de materia prima no convencional y en cierto modo mucho más abundante que los recursos convencionales, especialmente cuando se piensa en el agua marina para la desalación. Por otra parte, el agua resultante de ambos procesos necesita de conductos específicos para su

incorporación a las redes de distribución de agua. Por último, es de una importancia trascendental el establecer un acuerdo contractual, lo más específico posible, entre los responsables de la producción de agua regenerada o desalada, y los futuros utilizadores de ese mismo producto. El incumplimiento de este elemento de gestión plantea sistemáticamente numerosas dificultades durante la puesta en marcha de la planta de producción de agua.

34) Tanto la regeneración como la desalación alcanzan su utilización óptima cuando las instalaciones funcionan de forma continuada y sistemática, de modo que los costes de fijos de la inversión puedan distribuirse sobre el mayor volumen de agua producido. Una de las estrategias más eficaces y económicas de producir agua regenerada o desalada es utilizar una planta con una producción media igual a la requerida por el uso o el aprovechamiento que se considere, y disponer de un dispositivo de regulación que permita ajustar la oferta y la demanda temporal de esos mismos usos.

35) La estrecha relación entre agua y energía es una faceta de creciente interés en la gestión de los recursos hídricos, tanto en lo referente a la energía que comporta poner recursos hídricos convencionales a disposición de los ususarios, como generar nuevos recursos con técnicas avanzadas como la desalación, y también cuando se trata de desarrollar biomasa vegetal con la que abastecer los procesos de generación de biocombustibles.

36) El uso eficiente del agua aparece como una de las principales formas de generar nuevos recursos con los que atender el crecimiento de la demanda estimado para los próximos 25 años en muchas zonas áridas y semiçaridas. El resto habrá de ser satisfecho mediante el desarrollo de nuevas fuentes de agua, entre las que figuran la reutilización del agua, y la desalación de aguas salobres y marinas, todas las cuales aumentarán la demanda de energía con respecto a los niveles actuales. Una contribución importante a la solución a estos retos consiste en establecer una coordinación más estrecha entre los sectores del agua y de la energía. La situación reglamentaria actual no permite alcanzar una verdadera solución, debido a que las entidades responsables de cada sector solo valoran sus propios elementos operativos.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios y experiencias presentados en este trabajo han sido posibles gracias a la colaboración y apoyo económico que diversas instituciones públicas nos han brindado desde 1985, entre la que merecen ser destacadas el Consorci de la Costa Brava, la antigua Junta de Sanejament de la Generalita de Catalunya, la Agència Catalana de l'Aigua, la Diputación Foral de Álava, la Comunidad de Regantes Arrato, el Ministerio de Educación y Ciencia, la Fundación del Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia, y la Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Asano, T. (Editor) (1998).
Wastewater Reclamation and Reuse.
Water quality management library, Vol. 10. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, PA, USA.

Association of California Water Agencies (ACWA) (2005).
No Time to Waste, A Blueprint for California Water.
www.acwa.com. Sacramento, California.

California Energy Commission (2006).
California's Water-Energy Relationship.
Final Staff Report. Sacramento, California.
www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-700-2005-011/CEC-700-2005-011-SF.PDF

Cooley, H., Gleick, P. H., Wolf, G. (2006).
Desalination, with a grain of salt; a California perspective.
Pacific Institute. Oakland, California.
www.pacinst.org/reports/desalination/desalination_report.pdf.

Consorci d'Aigües de Tarragona (2001).
El Plan Delta.
www.ccaait.com.

Consorci de la Costa Brava (2005).
Actas de las Jornadas técnicas sobre La Integración del Agua Regenerada en la Gestión de los Recursos: el Papel Dinamizador del Territorio.
Lloret de Mar, octubre de 2005. www.ccbgi.org/jornades2005.

Cuthbert, R.W. y Hajnosz, A.M. (1999).
Setting reclaimed water rates. Journal of the American Water Works Association,
Vol. 91, no. 8, pág. 50-57.

Del Río, F., López, J. y de Juana, I. (1996).
Reutilización del agua residual, experiencias prácticas en Vitoria.
Comunicación presentada en la XVII Jornadas de la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2000).
Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política del agua.
L 327/1-71.

Diputación Foral de Álava, Gobierno Vasco y Aguas Municipales de Vitoria (1995).
Plan de Recuperación y Reutilización Integral de las Aguas Residuales de Vitoria-Gasteiz.
Diputación Foral de Álava, Vitoria.

Entitat de Sanejament d'Aigües (2005).
Gestión actual y reutilización de las aguas residuales en la Comunidad Valenciana.
Curso de Verano de la Fundació Caixa de Castelló-Universitat Jaume I. Castellón.

Instituto Tecnológico Geominero de España (2000).
Identificación de Acciones y Programación de Actividades de Recarga Artificial de Acuíferos en las Cuencas Intercomunitarias.
Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Levine, A, y Asano, T. (2004).
Recovering sustainable water from wastewater. Journal of Environmental Science and Technology.
American Chemical Society. June 1, pp: 201A-208A.

Mujeriego, R. (2006).
La reutilización planificada del agua para regadío.
Ponencia presentada en el XI Congreso Nacional de Comunidades de Regantes de España, Palma de Mallorca, 15–19 de mayo de 2006. Actas del Congreso, FENACORE, Madrid.

Mujeriego, R. (2005).
La reutilización, la regulación y la desalación de agua. Ingeniería y Territorio,
No. 72. ISSN: 1695-9647. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. http://www.ciccp.es/revistait/

Mujeriego, R. (2004).
La gestión del agua en el sur de California. Ambienta, no. 38, noviembre de 2004, pág. 31-38.
Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. www.mma.es/publicacion/ambienta/

Mujeriego, R. (1998).
Evolución y perspectiva de la reutilización de aguas en España,. La Gestió de L'Aigua Regenerada..
Editado por R. Mujeriego y L. Sala, Consorci de la Costa Brava, Girona.

Mujeriego, R. (Editor) (1990).
Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada.
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Organización Mundial de la Salud (2006).
Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Ginebra, Suiza.
http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html

Sala, L. y Serra, M. (2004).
Towards Sustainability in water recycling,
Water Science and Technology, vol. 50, no. 2, 1-8.

Sala, L. y Millet, X. (1995).
Aspectos básicos de la reutilización de las aguas residuales regeneradas para el riego de campos de golf.
Jornadas Técnicas de la Federación Española de Golf. Madrid. Publicado por el Consorcio de la Costa Brava, Girona, en 1997.

United States Environmental Protection Agency and United States Agency for International Development (2004).
Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R-04/108, September 2004.
Office of Water, Washington, D.C., y Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio. http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r04108/625r04108.htm

SEQUÍA Y MEDIO NATURAL

Santiago Hernández Fernández
Escuela Politécnica de Caceres

Resumen
Se describe muy brevemente el funcionamiento del ecosistema fluvial, la dinámica anual de la masa de agua del embalse y su gestión limnológica, en cuanto a problemas de eutrofización, retención de sedimentos, regímenes de caudales ecológicos y especies exóticas (de animales y plantas). Para tratar, seguidamente, la gestión limnológica de las sequías que, sobre la base de un conocimiento preciso del estado limnológico del embalse, permita realizar correctamente las operaciones de tomas y desembalses, con mejor servicio a los usuarios y sin causar males mayores aguas abajo y, al mismo tiempo, utilizándolas como factores positivos para mejorar la calidad de las aguas.

1. INTRODUCCIÓN
El agua en España puede considerarse un bien escaso, desigualmente repartido y con notables variaciones en las aportaciones anuales, debido a nuestros regímenes naturales de precipitaciones. Los desequilibrios regionales y locales, entre las disponibilidades y los consumos, pueden llegar a ser preocupantes y, consecuentemente agudizar los conflictos actuales entre comunidades.

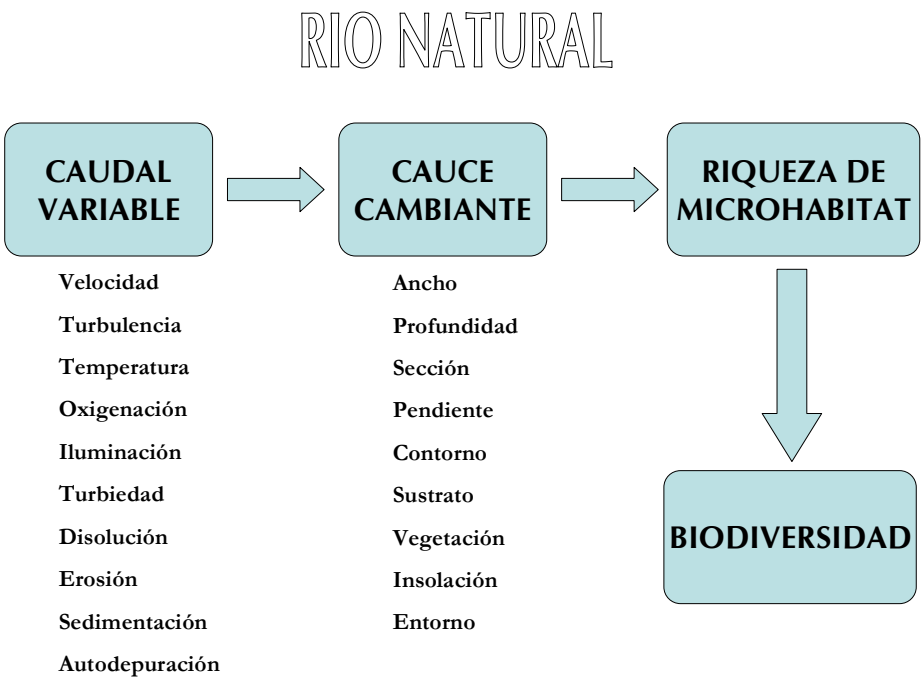
En este contexto, la disponibilidad de agua, tanto en cantidad como en calidad, parece que puede transformarse, en un futuro próximo, en un verdadero problema para nuestra sociedad. Tampoco parece que mejoren las perspectivas, sino todo lo contrario, las previsiones para España de las consecuencias del cambio climático: pues podrían significar mayores temperaturas, precipitaciones menores, o más concentradas en el tiempo, y mayor evapotranspiración potencial. Lo cual incrementará los problemas de eutrofización de nuestras aguas, empeorando su calidad y reduciendo los posibles usos.

Ante esta situación, la respuesta técnica de los gestores del agua debe centrarse, no sólo en aumentar la capacidad de regulación, sino en conceder mayor importancia a la gestión de los embalses, tanto en lo que se refiere a la reducción de los aportes contaminantes como en la mejora de la calidad de las aguas embalsadas, mediante las posibilidades que nos ofrece la "gestión limnológica" de nuestras aguas.

2. ECOSISTEMA FLUVIAL.
El cauce (sección de la máxima crecida ordinaria) y las márgenes del río (100 m laterales de zona de policía), son el biotopo de un **ecosistema fluvial** cuya biocenosis está condicionada por:

- Las características de la cuenca.
- Las precipitaciones y el régimen resultante de caudales a corto, medio y largo plazo.
- El flujo, más o menos intermitente, de elementos en suspensión y en disolución que arrastra el agua.

En definitiva, **el ecosistema fluvial depende del régimen de caudales y de la calidad de sus aguas**. El cuadro siguiente esquematiza la importancia del régimen de caudales de un río natural, a corto, medio y largo plazo, sobre la biodiversidad del ecosistema fluvial.



El **caudal** de agua que circula por el río está sometido a valores cambiantes de velocidad, turbulencia, temperatura, oxigenación, iluminación, turbiedad, capacidad de disolución, erosión y sedimentación, condiciones de autodepuración, etc. Las características del **cauce** presentan diferentes valores para sus distintos parámetros: ancho, profundidad, sección, pendiente, contorno, sustrato, vegetación, insolación, entorno, etc. La conjunción de todas estas circunstancias cambiantes, derivadas del hecho de que caudales y cauces muestran una gran en sus parámetros, produce que los ríos naturales tengan una elevada riqueza de **microhábitat**, lo que permite una elevada **biodiversidad**.

Para cada punto del río, surgen infinidad de combinaciones entre un elevado número de factores: la tipología superficial de sus aguas, la abundancia y velocidad de sus cascadas, rápidos, remansos y estancamientos, la forma y profundidad de sus pequeños charcos y pozas, la proporción de fuentes y surgencias, la proporción y características de los huecos bajo/entre las piedras del cauce, la naturaleza y características de sus diversos fondos (rocas, gravas, arenas, limos,...) los espacios intersticiales del cauce en su nivel freático, aguas vadosas y edáficas, la evolución anual de sus playas, la integridad de sus cortados rocosos y cantiles, la vegetación macrofítica, las rocas mojadas y con musgo, las zonas de erosión y sedimentación, etc.

Este conjunto de interacciones cambiantes y complejas, que aquí no hemos hecho más que enunciar simplificadamente, conforman la estructura básica del biotopo fluvial, imprescindible para el mantenimiento del ecosistema fluvial y de su elevada biodiversidad.

Vivir en un río no es empresa fácil para la fauna fluvial, si repasamos el número de especies de seres vivos conocidas, vemos que sólo una pequeña parte del total ha sido capaz de colonizar las aguas dulces. En el mundo apenas existen 14.000 especies de algas de agua dulce (más de los 2/3 de ellas han sido citadas en Europa) y 1.100 de plantas superiores. En Europa hay 14.457 especies de metazoos de agua dulce (R. Margalef, 1983).

Podemos imaginar lo complejo que debe resultar, a esta biocenosis, adaptarse a los bruscos y aleatorios cambios que experimentan los ríos: riadas, sequías, arrastres brutales,

sedimentaciones prolongadas, turbiedad, turbulencia, temperatura, modificaciones del cauce, cambios en la calidad del agua, etc.; muchos de ellos con frecuencias de tiempo muy superiores a las medias de vida de estas especies y, además de todo esto, sometidos un constante flujo hacia abajo que tiende a arrastrar a todos hacia el mar. Es fácil describir las peripecias de la fauna bentónica cuando se produce una gran avenida que remueve todo el material del fondo del cauce.

El río es como "*una cinta transportadora"*, al mismo tiempo que trituradora, de los materiales que arrastra hasta conducirlos al mar. Las especies, fundamentalmente de macroinvertebrados, que han logrado adaptarse a vivir sobre esta "cinta", son verdaderas **medallas de oro** a de la supervivencia. Esto les confiere una valiosa propiedad, su gran capacidad de recuperación, cuando eliminamos las acciones contaminantes y/o degradantes del medio.

Las márgenes del río forman valiosos **sotos fluviales**, que permiten la existencia de una rica diversidad en la que mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, están bien representados, sobre una gran base de invertebrados acomodados entre la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. Debemos destacar igualmente que la biocenosis asociada a cada sección, y tramo del río, va modificándose paulatinamente a lo largo de su recorrido, al mismo tiempo que se van cambiando sus factores básicos ya comentados. Por tanto debemos tratar, por los medios a nuestro alcance, que el río conserve la diversidad característica de la zona y del lugar concreto del curso de que se trate.

Finalmente conviene recordar también que **el río es un pasillo** por el que se desplazan un elevado número de especies de animales fluviales y terrestres (hacia arriba y hacia abajo) y plantas (generalmente hacia abajo, aunque sus semillas pueden también ir hacia arriba transportadas por animales). En este sentido debemos prestar atención a la conectividad del conjunto del ecosistema fluvial. *Diego García de Jalón* (2003) dice, con referencia a la Directiva Marco del Agua, que: *"La conectividad de los ríos es una faceta a la que habrá que prestar especial atención en la fijación de las condiciones de Referencia, ya que determinan grandemente su funcionamiento biológico. La conectividad del río en sus tres dimensiones: vertical (conexión con los acuíferos y freáticos), lateral (riberas y afluentes) y longitudinal (zonación y continuo) resulta un elemento básico en la caracterización de un ecosistema fluvial, y a la que no se ha prestado suficiente atención en la metodología práctica de la directiva."*

Resumiendo: el ecosistema fluvial, complejo, dinámico y en equilibrio dinámico, es el objetivo a preservar en todas nuestras actuaciones.

3. DINÁMICA DE LOS EMBALSES.

De forma reducidísima, y sin entrar en detalles, se puede esquematizar del siguiente modo:

- En **primavera** las aguas embalsadas mantienen una temperatura muy uniforme, desde la superficie al fondo, sin que exista otro gradiente que el derivado de la producción de fitoplancton cerca de la superficie.

- En **verano**, se forma la termoclina que actúa como una auténtica barrera impidiendo la mezcla entre las aguas superficiales (*epilimnion*) y las profundas (*hipolimnion*), permitiendo la evolución de ambas masas de agua, de forma independiente, hasta el otoño. El epilimnion recibe la luz, mantiene actividad fotosintética y su relación con la atmósfera. El hipolimnion recibe poca o ninguna

luz, realiza los procesos de descomposición de la materia orgánica que llega del epilimnion y se relaciona con los sedimentos.
Los procesos más relevantes que se producen en la columna de agua estratificada de un embalse en verano, se relacionan don la dinámica del oxígeno disuelto. Sólo en embalses oligotróficos (casi ninguno) el sistema puede reciclar y decantar (en el hipolimnion) la materia orgánica producida por la fotosíntesis algal (en el epilimnion) sin afectar a la calidad del agua. Pero en los embalses eutróficos (casi todos) el hipolimnion recibe mucha más materia orgánica de la que su contenido de oxigeno puede mineralizar y, cuando este se agota, se producen condiciones anóxicas y comienzan las reacciones anaerobias bajo condiciones reductoras, entre ellas la desnitrificación y la sulfatoreducción, que favorecen la solubilización de compuestos retenidos en los sedimentos, desde fósforo hasta metales pesados. En estos procesos radican todos los problemas.
Si en estas condiciones vertemos agua del embalse desde el hipolimnion (por los desagües de fondo o central hidroeléctrica), estamos echando agua al río en pésimas condiciones y causando graves problemas a las comunidades naturales acuáticas.

- En **otoño**, el descenso de la temperatura, la lluvia y los vientos, permiten una nueva mezcla la columna de agua. El hipolimnion recupera las condiciones aerobias, con lo que los procesos reductores desaparecen de la columna de agua, pudiendo quedar confinados en el sedimento. También puede producirse un repunte menor de la producción primaria en superficie.

- En **invierno**, si no se llega a formar hielo, la columna de agua permanece mezclada, hasta la primavera siguiente; si se forma hielo en superficie, se produce una estratificación térmica mucho más débil e invertida.

- Hacia la **primavera**, en su caso con la fusión del hielo, se produce un calentamiento diferencial de las aguas superficiales hasta el punto de la mezcla completa primaveral.

Aunque podría pensarse que se trata de un proceso simple, cíclico, conocido y controlable, lo cierto es que ocurre todo lo contrario. La predicción de los acontecimientos, presenta grandes dificultades científicas y prácticas. En todo caso, el gestor de los embalses necesita contar con equipos de toma de datos automática y continua, con limnólogos que realicen el seguimiento continuo e interpreten los resultados y con los elementos necesarios, en la presa, para poder gestionar cada situación concreta, por ejemplo: tomas de agua a distintas profundidades, válvulas de chorro hueco, ¿Torres para los desagües de fondo, y de tomas de central, que permitan tomar aguas a distintas alturas? (no se que existan en ninguna presa, seguramente tienen dificultades técnicas, pero resolverían muchos problemas de calidad de aguas y de disponibilidad de aguas en sequías).

4. GESTIÓN LIMNOLÓGICA DE LOS EMBALSES.

El conjunto río-embalse, mejor dicho embalse-río pues es el embalse quien afecta al río regulado aguas abajo, forma un sistema peculiar. ***Antoni Palau*** (2006) dice: "*Los embalses y los ríos regulados guardan una relación intensa y unidireccional río abajo, de modo que la forma de gestionar el embalse, además de condicionar sus propias características ecológicas, determina también la organización, el funcionamiento y las posibilidades del ecosistema fluvial regulado río abajo".*

Existen embalses ambientalmente muy discutibles y ríos claramente sobreexplotados; también es verdad que nuestra calidad de vida depende de la disponibilidad de agua que

suministran nuestros los 1.200 grandes embalses; pero hay algo igualmente cierto: la **gestión limnológica** de cualquier embalse mejora notablemente la calidad de los ecosistemas fluviales de aguas abajo, hecho especialmente trascendente en años de sequía.

En consecuencia, creo, que debemos incrementar decididamente nuestros esfuerzos para conseguir una eficaz gestión limnológica de los embalses. Así, no sólo mejorará el estado del ecosistema sino la calidad de las aguas y los rendimientos de los aprovechamientos consuntivos. Los problemas derivados de la eutrofización, la retención de sedimentos, la alteración del régimen de caudales naturales y la introducción de especies exóticas, principales problemas del ecosistema fluvial, pueden mejorarse notablemente con una acertada gestión limnológica de los embalses. Veremos algunos detalles.

4.1 Eurotarificaión

Los embalses pueden considerarse, de forma global, como depuradoras de aguas que retienen en el sedimento, o dispersan en la atmósfera, según el caso, el fósforo, el carbono y el nitrógeno. Al embalse llegan grandes cantidades de materia orgánica, fósforo y nitrógeno, procedente de las aguas negras, detergentes, abonos, purines, etc., difíciles de eliminar y, además, los tratamientos a que se someten las aguas residuales depuradas, son inadecuados para retirar el fósforo.

"Los embalses son ecosistemas híbridos entre lagos y ríos que modifican las características físicas y químicas del agua que reciben. A su vez alteran el régimen térmico e hidráulico del río aguas abajo. Funcionan como quimiostatos en el sentido de que reciben agua y nutrientes que se utilizan para desarrollar poblaciones planctónicas. A lo largo del eje principal se forman gradientes ambientales con especies adaptadas a las diferentes condiciones tróficas. El estado trófico de los embalses es una consecuencia de los aportes que reciben, los planes de saneamiento de aguas residuales y la eliminación de los aportes difusos permiten una reducción del estado trófico del sistema. La gestión ecosistémica de los embalses se basa en favorecer todos aquellos procesos naturales que mejoran la calidad del agua a la vez que mantienen la persistencia de poblaciones autóctonas en equilibrio con su entorno". (**Joan Armengol**. 2005).

Antoni Palau (2006) propone para un embalse nuevo, "la planificación de los primeros años de llenado, puede contribuir a reducir la inevitable fase inicial de eutrofización, así como la intensidad de sus efectos de por vida. La retirada previa de materia orgánica (vegetación, suelo) de la zona inundable por el embalse es importante. Pero también lo es la selección de la época del año para llevar a cabo el primer llenado y la forma de hacerlo (duración, extracción selectiva del agua a diferentes profundidades,...).

Propone el invierno como un buen periodo para el primer llenado de un embalse, con aguas entrantes frías, densas y bien oxigenadas, que podrán suplir la demanda de oxígeno en profundidad del embalse recién inundado. Utilizar los desagües de fondo favorecerá la renovación del agua en contacto con los sedimentos.

En primavera, la masa de agua dispone de luz, temperatura y nutrientes (external and internal load). Es el momento de controlar la biomasa algal en superficie y favorecer el mayor arrastre posible de plancton río abajo a través de tomas de agua superficiales. De este modo se reduce la carga orgánica y de nutrientes en el embalse, así como la demanda hipolimnética de oxígeno del siguiente verano. El río regulado, si el régimen de caudales es adecuado, puede procesar sin dificultad, el plancton extraído del embalse gracias a su alta capacidad de aireación y transporte.

Hacia el verano hay que favorecer de nuevo la circulación y renovación del agua en profundidad y dejar el vaso de embalse al nivel mínimo posible con el fin de evitar situaciones de anoxia y permitir el contacto del sedimento con la atmósfera (mineralización).

En otoño se repetiría la situación de primavera, procurando aprovechar la habitual punta de producción algal para evacuarla río abajo a través de las tomas superficiales de agua."

La gestión estacional de un embalse en explotación con problemas de eutrofia, puede adoptar directrices similares a las propuestas, adaptadas al comportamiento hidrodinámico del embalse en cuestión, especialmente si su función es el abastecimiento de agua a poblaciones y la presa está provista de tomas de agua a distintas profundidades (***Straskraba*** *et al.*, 1993).

4.2 Retención de Sedimentos.

Con caudales ordinarios los materiales particulados finos se transportan en suspensión, con un comportamiento muy próximo al de un fluido, mientras que otra parte, más minoritaria, se mueve cerca del fondo del río, siguiendo un patrón de desplazamiento por pulsos, de dinámica compleja. Los embalses modifican el transporte en suspensión y anulan prácticamente el transporte de fondo, experimentando con ello un proceso de colmatación más o menos intenso. Por su parte, el cauce de los ríos regulados padece procesos de acorazamiento, agrandamiento y de incisión, más o menos importantes, con consecuencias para toda la organización biótica del ecosistema fluvial. Una buena revisión sobre la colmatación de embalses, sus efectos y las posibles medidas correctoras, se encuentra en ***Batuca & Jordaan*** (2000).

Como la eutrofización, la colmatación de embalses, afecta tanto al embalse como al tramo regulado río aguas abajo y admite también medidas preventivas y medidas correctoras. A nivel de prevención, se pueden utilizar sistemas de by-pass para crecidas (que aportan las máximas cargas de sedimentos), embalses de cola o variaciones en la altura de las presas, en el nivel de las tomas de agua o en la capacidad de los desagües de fondo, entre otras (***Palau***, 2002).

En cuanto a la *descolmatación* de embalses, la distribución del sedimento en el interior del embalse, junto con sus características granulométricas y químicas, resultan aspectos esenciales a la hora de plantear cualquier actuación. Una primera opción es el *dragado*, del que siempre se ha puesto en entredicho su eficiencia; no obstante existe alguna experiencia con resultados aceptables incluso para embalses profundos (Jacobsen, 2003). Otra opción es el vaciado completo de embalses a través de los desagües de fondo. De esta forma se puede conseguir evacuar un volumen importante de sedimentos hacia el tramo aguas abajo. En España se han realizado ya bastantes vaciados de grandes embalses (Santa Ana, Barasona, Alloz, Doiras, Sallente, etc.) que han servido para conocer de forma empírica los aspectos más importantes de este tipo de actuaciones. Hasta el momento, la experiencia mejor documentada es sin duda el caso del embalse de Barasona (río Esera, Huesca), donde se pudo analizar el importante impacto ambiental de este tipo de actuaciones, tanto en el propio embalse como en el tramo de río aguas abajo. Una recopilación de los principales trabajos de seguimiento realizados durante el vaciado del embalse de Barasona, se publicó en *Limnetica* (1998; vol. 14). Se pudo constatar que se trata de una actuación de efectos totalmente reversibles a corto o medio plazo y con consecuencias finales positivas para el sistema acuático (reducción de la carga de nutrientes y eliminación de especies exóticas de

peces en el embalse, recuperación de poblaciones de anfibios, mejora de zonas de ribera río abajo, etc.).

Pero nuevamente la mejor opción preventiva es la gestión de niveles de agua embalsada, el manejo periódico de las tomas y desagües de fondo de la presa y la aplicación de crecidas periódicas. Así, el mantenimiento de niveles de embalse bajos, junto con el uso de los desagües de fondo en momentos de crecidas naturales, es la mejor forma para movilizar sedimento en el interior del embalse hacia la zona de la presa y para conseguir evacuarlo río abajo, así como para mantener limpios y operativos los propios conductos y sistemas de desagüe del embalse.

Actualmente existen propuestas de dragado de embalses y depósito de los sedimentos en las zonas de pie de presa para que las crecidas naturales (o provocadas desde los embalses) los vayan distribuyendo río abajo. Este tipo de medidas puede reducir la degradación del cauce como consecuencia de la retención de sedimentos en los embalses, pero difícilmente puede compensar el déficit de sedimento en las desembocaduras.

4.3 Régimen de caudales ecológicos.

Los métodos de cálculo de caudales ambientales se limitan, en la mayoría de los casos a fijar, mediante cálculos hidrológicos simples, un caudal mínimo del orden del 10% del caudal medio anual. Hoy podemos decir que: para el mantenimiento de un ecosistema fluvial, hay que preservar no sólo el hábitat físico sino también los procesos que regeneran y dinamizan dicho hábitat (enfoque holístico; ***Arthington***, 1994); necesidades de caudales ambientales no pueden ser abastecidas con un caudal constante. Es necesario definir regímenes de caudales ambientales completos (***Palau***, 1994) y cada río regulado tiene unos requerimientos específicos en materia de dichos caudales.

PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS ACTUALES: SINTESIS

	OBJETIVO A PRESERVAR O REFERENCIA	TIPOS DE METODOLOGÍAS					
		Métodos Hidrológicos (Estadísticos)	Métodos Hidráulicos	Métodos Hidrobiológicos	Métodos Holísticos	Métodos Hidrológicos (Secuenciales)	Métodos Ecohidrológicos
DATOS UTILIZADOS	**Régimen Hidrológico**	Elementos Bióticos(?)					Elementos Bióticos
	Requerimientos Ecológicos			Elementos Bióticos	Elementos Abióticos + Elementos Bióticos + Otros Elementos	Ecosistema	
	Características Hidráulicas		Elementos Abióticos			Fluvial	
	Características Geomorfológicas						
	Aspectos socio-culturales						
	Otros Aspectos	(?)					

ESQUEMA DE ANTONI-PALAU 2005. SINTETIZA LOS PLANTEAMIENTOS METODOLÓGICOS ACTUALES

En todo caso deben definirse los caudales mínimos que, la mayoría emanan del marco legal (Planes Hidrológicos, Leyes de Pesca). Se trata de caudales para preservar la vida en el río, que se definen con criterios arbitrarios y sin fundamento ecológico. Los caudales de acondicionamiento, que se fijan para una finalidad determinada, distinta de la conservación del ecosistema fluvial (práctica de rafting, pesca deportiva, preservación del paisaje, etc.), se calculan para conseguir las condiciones hidráulicas necesarias para el objetivo perseguido. Y los caudales de mantenimiento (inadecuadamente llamados "caudales ecológicos" en España), que se calculan para la conservación del ecosistema fluvial y cuya definición responde a criterios científicos.

A modo de referencia, los caudales mínimos pueden suponer del orden de un 5-10% del caudal medio anual; los caudales de acondicionamiento son muy variables pudiendo ser superiores a los naturales en una época concreta del año, mientras que los caudales de mantenimiento, no suelen bajar del 20% del caudal medio anual.

En la definición de caudales de mantenimiento, actualmente se percibe un abandono creciente de los métodos hidrológicos de tipo estadístico (porcentajes, flow duration curves,...). También los métodos hidráulicos se limitan a aplicaciones concretas. Los modelos de simulación hidráulica que intervienen en la caracterización del hábitat físico (métodos hidrobiológicos) son cada vez mejores y evolucionan hacia enfoques bidimensionales (mesohabitat). Los métodos hidrológicos de tipo secuencial (**Palau**, 1994; **Palau** *et al.*, 2002) y los holísticos (***Arthington***, 1994; ***King*** *et al.*, 2000), basados en un enfoque ecosistémico y en el principio de que cada río tiene unos requerimientos propios y distintos, aún tienen mucho por ofrecer.

En todo caso, las crecidas cumplen un papel fundamental en la gestión de los ríos regulados (***Brookes***, 1995), especialmente en ríos mediterráneos donde son la única perturbación capaz de introducir en el ecosistema suficiente energía como para permitir su necesaria renovación. Así, aplicar crecidas periódicas controladas en épocas concretas permite favorecer el transporte sólido, evitar la proliferación excesiva de productores primarios, especialmente macrófitos (**Palau** et al., 2004), sanear el lecho del río, renovar las comunidades bentónicas y mantener en buen estado la vegetación de ribera, lo que también interviene en beneficio del tramo de río regulado (***Pusey & Arthington***, 2003).

4.4 Especies exóticas.

El número de especies exóticas de peces que existen en España está en torno a las 30, lo que significa que hay más especies de peces introducidas que naturales en nuestros ríos. El número es mucho más elevado si consideramos los moluscos, crustáceos y las plantas acuáticas.

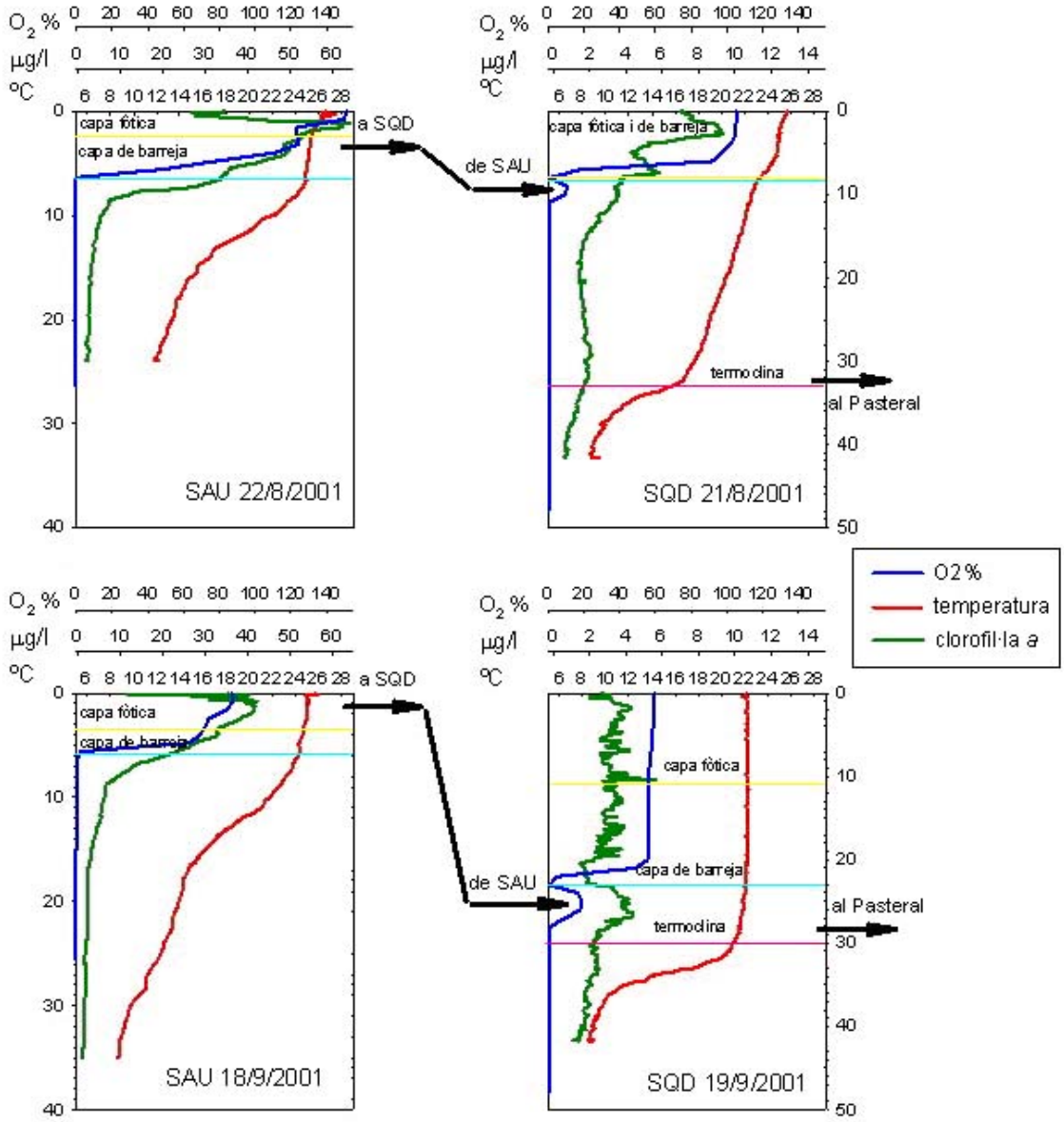
Ya nos resultan tristemente conocidos los desarrollos masivos de plantas acuáticas en los propios embalses (*Eichornia*, *Lemna*, *Pistia*, *Egeria*) o la introducción del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), citada por primera vez en el tramo inferior del Ebro (**Ruíz-Altaba** *et al.*, 2001), actualmente ya consolidada en los dos grandes embalses finales de ese río (Ribaroja y Mequinenza) y citada en el embalse de Sitjart (Valencia), dentro de lo que ya se intuye como una expansión geográfica imparable.

De nuevo la adopción de un régimen de caudales ambientales, que se ajuste al hidrograma natural, combinado con una gestión limnológica de los niveles de los embalses, se intuyen como las únicas opciones para controlar el desarrollo de especies exóticas en ambientes

naturales, junto con un mayor esfuerzo en vigilancia de las actividades ilegales de introducción de especies.

5. GESTIÓN LIMNOLÓGICA DE SEQUÍAS.

Los aspectos limnológicos son, posiblemente, los más relevantes de la gestión de embalses en sequía. Entre conocer y no conocer limnológicamente un embalse, con alta probabilidad de verse implicado en la gestión de un tramo de río en periodo de sequía, hay un abismo. Sin saber el estado trófico de dicho embalse, su ciclo térmico anual, la calidad de su sedimento o las poblaciones de peces residentes, entre otros aspectos, la planificación queda con excesivas incertidumbres acerca de las afectaciones ecológicas, sociales y económicas, tanto en el propio embalse como río abajo, que pueden derivar de cualquier actuación que se proyecte para la contención de los efectos de la sequía.



En los dos gráficos que se acompañan, mas arriba, se presentan los perfiles de la columna de agua para el Oxígeno disuelto, la temperatura y la clorofila a, de los embalse de Sau y Sauqueda, embalses largamente controlados y estudiados por Joan Armengol.

Puede verse en ellos la calidad del agua correspondiente a cada zona de la vertical del embalse, con lo que si disponemos, como es el caso, de tomas a diversas alturas, sabemos que tipo de agua *"sacamos"* de cada una de ellas y, si vertemos a un embalse, del que conocemos también sus condiciones limnológicas, podemos saber a que punto de su columna irá a parar el agua y las consecuencias que eso puede tener. Así podemos *"gestionar limnológicamente"* la calidad de las aguas de los embalses, de sus vertidos y del ecosistema fluvial de aguas abajo.

Consecuentemente, el reconocimiento limnológico de las características del tramo de río aguas abajo del embalse, o de los embalses afectados por el plan de sequía, también resulta imprescindible para conocer el alcance de las posibles afectaciones ecológicas, sociales y económicas de la actuación.

Es importante que todos los órganos de regulación del embalse (aliviaderos, compuertas y válvulas) se encuentren en perfecto estado de funcionamiento. En este sentido, como ya hemos dicho, tienen mucha ventaja los embalses que disponen de torres de toma de agua a distintas profundidades, pues puede gestionarse la profundidad desde donde extraer el agua de mejor calidad. Todos los embalse de abastecimiento urbano, al menos, deberían ir provistos de este tipo de tomas.

El periodo clave (y a la vez crítico) en la gestión preventiva de los embalses en sequía es el comprendido entre los dos periodos de mezcla, la primavera y el otoño. Esta gestión requiere monitorización de la masa de agua para conocer su dinámica anual y en concreto: la temperatura del agua, el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica, todos ellos a lo largo de la columna de agua, a distintas profundidades (idealmente en continuo o al menos, metro a metro). También resulta muy importante medir la concentración de clorofila o de algún parámetro indicativo de la biomasa algal, al menos en la zona del epilimnion. En la actualidad existen equipos que permiten este tipo de monitorización, de forma totalmente automatizada y tele controlable, a un coste aceptable y con una fiabilidad y robustez absoluta.

En primavera de sequía estival probable, el gestor debe prestar atención a la evolución de la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto y la biomasa algal, en la columna de agua. Cuando se empiece a detectar un aumento de la biomasa algal en superficie, conviene extraer agua del epilimnion, para favorecer su mayor renovación y evitar así grandes desarrollos de algas.

Hacia finales de primavera hay que prestar atención al contenido de oxígeno en el hipolimnion, empezando a extraer agua en profundidad (para de nuevo forzar su renovación) para concentraciones de oxígeno disuelto iguales o inferiores a 5-6 mg/l. De esta forma se puede conseguir llegar al periodo estival sin una gran población algal (y por tanto con una *"baja"* carga de materia orgánica oxidable) y con un hipolimnion sin un déficit en origen de oxigeno disuelto (y por tanto con una *"mayor"* reserva para mineralizar la materia orgánica producida en verano.

Durante el verano la extracción de agua en sequía, por lógica sólo podrá ser por los desagües de fondo o tomas profundas y si se ha tenido éxito en la gestión de primavera, es posible que se pueda mantener la calidad del agua embalsada, al margen de episodios imponderables (tormentas y resuspensión de sedimentos,...). De cara al otoño, se trataría de repetir el proceso propuesto para la primavera procurando evacuar la habitual punta de producción algal.

En los últimos años, los periodos de sequía se combinan con una mayor demanda de agua en las cuencas vertientes, además de modificaciones en la cubierta vegetal y del cambio climático, lo que está reduciendo las aportaciones a los embalses e incrementando la importancia de su capacidad de regulación. Por este motivo cada vez es más frecuente la gestión de embalses con un volumen muy pequeño de agua, fuertemente eutrofizada.

Los embalses, a medida que se vacían, van sufriendo cambios en la composición química del agua y de las comunidades planctónicas, que se traducen en un empeoramiento de la calidad del agua. De forma paralela, el vaciado progresivo de los embalses permite realizar una serie de actuaciones que mejoren su estado cuando se llenen de nuevo.

El vaciado de un embalse no se debe contemplar como una actuación negativa. Entre otros efectos beneficiosos, cabe destacar el secado de los sedimentos, la eliminación de especies invasoras, como el mejillón cebra, o de las especies de peces exóticos que se han introducido de forma ilegal. El vaciado puede ser un momento de gran importancia para la realización de operaciones de mantenimiento de las infraestructuras, así como de su acondicionamiento para situaciones futuras similares (torre de tomas, aireación de los vertidos por los desagües de fondo, etc.). La información disponible permite saber que en el siguiente llenado acostumbra a mejorar su estado ecológico.

En la gestión de los embalses en periodos de sequía, es cada vez más importante la utilización de la información fisicoquímica y biológica de los embalses, tanto en periodos normales como en situaciones de sequía anteriores. En este sentido la información facilitada por los especialistas en limnología es fundamental, y se debería contemplar su inclusión en los organismos de cuenca.

Los embalses de abastecimiento de agua potable requieren una mayor garantía de calidad y, por tanto, su control debe ser más estricto. Así, cabe señalar los episodios provocados por la presencia de algas cianofíceas, cuya previsión y gestión puede abordarse con éxito, aplicando el actual estado del conocimiento.

En cuanto a los embalses de uso hidroeléctrico, sirven para proporcionar calidad al sistema eléctrico español, permitiendo el seguimiento de la curva de demanda horaria, y la sustitución instantánea de grandes grupos térmicos o nucleares, en caso de fallo de éstos. Por ello, en situaciones de sequía debe potenciarse la coordinación entre los distintos requerimientos, sin olvidar los energéticos.

6. OPORTUNIDADES DE GESTIÓN EN SEQUÍAS.

Las medidas de gestión limnológica de embalses, en momentos de sequía, pueden servir para: saneamiento de los sedimentos, mejora del estado trófico, descaste de especies exóticas de peces, control de poblaciones de especies invasoras y mantenimiento de infraestructuras y equipos (desagües de fondo).

Tal y como se ha indicado, gestionar embalses frente a la sequía, es planificar su desembalse de la mejor forma posible; esto es, vaciar embalses.

El vaciado de un embalse es siempre una actuación con efectos ambientales apreciables, normalmente reversibles, pero ciertamente de distinta magnitud, en el propio embalse y en el tramo de río aguas abajo. No se trata ahora de proceder a realizar una matriz de impacto

ambiental para este tipo de actuaciones, sino de extraer de tales afectaciones, cuáles pueden albergar una interpretación positiva para el ecosistema fluvial, según como se planteen.

Vaciar un embalse totalmente o parcialmente (hasta cotas poco frecuentes próximas o inferiores al nivel mínimo de explotación), comporta en primer lugar dejar una gran superficie de sedimento al descubierto. Este sedimento entra en procesos de secado, oxidación y lixiviación que, sin entrar en detalles, "mejoran" su calidad físico química, toda vez que "sellan" los procesos de difusión de las capas más profundas de sedimento, una vez este es de nuevo inundado. La mejora de la calidad del sedimento, puede tener repercusiones en una disminución de la carga trófica del sistema.

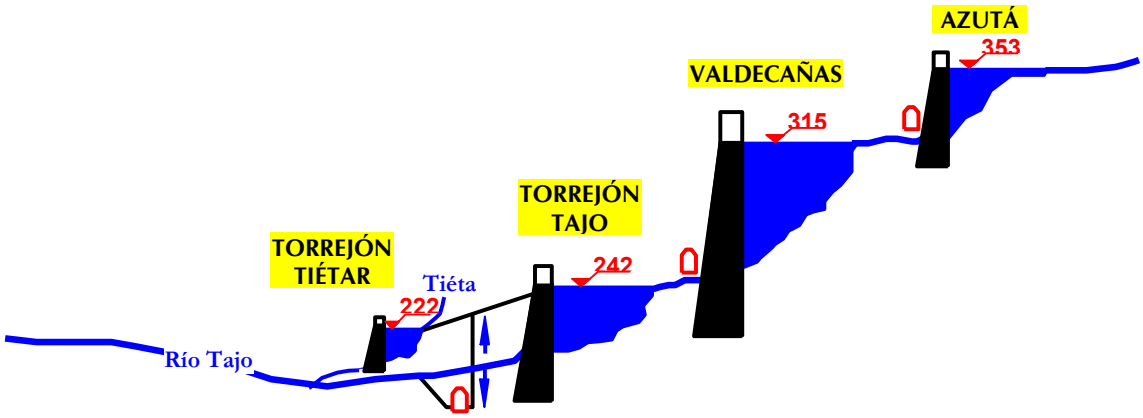
Vaciar un embalse supone también desalojar toda (vaciado total) o gran parte (vaciado parcial), de las poblaciones naturales residentes, entre las cuales se cuentan las especies exóticas de peces (para los que los embalses ibéricos son un *"nicho ecológico"* excelente), pero también otras especies introducidas, como el caso del mejillón cebra. Hacer un descaste de las especies de peces exóticos, y propiciar la desecación de la cubierta de mejillón cebra allí donde esta especie pueble el vaso de embalse, son oportunidades excelentes para amortizar también ecológicamente, la gestión de los embalses en periodos de sequía. En el embalse de Barasona, se volvieron a oír croar las ranas, después de su vaciado, cuando reaparecieron las praderas de carófitos y desaparecieron las carpas y las especies de peces predadores.

Finalmente, queda el aprovechar los vaciados de embalses, adecuadamente planificados, para realizar operaciones de inspección y/o mantenimiento y/o pruebas de equipos e infraestructuras, que no pueden hacerse con el embalse en carga. De esta forma se evita realizar este tipo de actuaciones en otras periodos, en los que o bien no se hacen en tan buenas condiciones (trabajos subacuáticos...) o bien generan afectaciones ambientales, sociales y económicas inevitables.

7. LOS EMBALSES HIDROELÉCTRICOS. LA GESTIÓN DEL TAJO EN 2005.

Un caso real, en este sentido, ocurrido en los aprovechamientos de los embalses Azután y Valdecañas, en el río Tajo, durante los veranos de 2005 y 2006, en plena sequía de larga duración. Existe un Plan Integral de Mejora de la calidad de aguas del Tajo y un compromiso de Iberdrola de tomar medidas ambientales en los embalses de Azután, Valdecañas, Torrejón (donde refrigera la Central Nuclear de Almaraz), Torrejón Tiertar y Alcántara. En estos embalses de producen todos los años, estratificación estival y anoxia. Pero las altas temperaturas del verano de 2005 y la prolongada sequía crearon situaciones especialmente críticas en Azután y Valdecañas.

El siguiente cuadro presenta un esquema del sistema de aprovechamientos hidroeléctricos del Tajo, desde la presa de Azutan a la cola del embalse de Alcántara. Bajo el mismo se indica el estado de los embalses de Azutan y Valdecañas, en los días más significativos del verano de 2005, con las características más destacables.



ESTADO DE LOS EMBALSES	
Embalse de Azután	**Embalse de Valdecañas**
Capacidad total: 84 hm3.	Capacidad total: 1.446 hm3.
Profundidad máxima: 25 m.	Profundidad máxima: 61 m.
Toma de turbinas entre 12 y 25 m.	Toma de turbinas entre 26 y 48 m.
19-may: se detecta anoxia a los 5 m.	19-may: se detecta anoxia a los 29 m.
15-jul: SH_2 a partir de 16 m. Anoxia a partir de 6m.	2-ago: SH_2 en el último m. Anoxia a partir de 18m.
1-sep: SH_2 y anoxia desde 7 m. (+ crítico).	19-oct: SH_2 a 10 m y anoxia a 3 m. (+ crítico).
14-sep: desaparece el SH_2.	23-nov: SH_2 en los últimos 10 m. Anoxia a partir de 33 m.
17-oct: anoxia a partir de 16 m.	No se hacen más muestreos.
En la 1ª quincena de Noviembre se produce la mezcla.	

Medidas en perfil a unos 500 m de la presa

Los problemas básicos que condicionaban la gestión eran los siguientes:

- Azután no puede retener el agua que le llega. Debe desaguar.
- Por demandas del Sistema, es preciso turbinar en Azután.
- La turbinación favorece la renovación, pero la anoxia y el SH_2 suponen riesgo para los peces aguas abajo.
- 15 km de río hasta Valdecañas: no hay dilución.
- Cobertura de la demanda: Valdecañas también debe turbinar.

Las medidas adoptadas por Iberdrola fueron las siguientes:
En Azután:

- Mezcla de turbinados con vertidos por aliviaderos: desaparece SH2 y se logran 4 ppm de OD.
- La medida se mantiene de Julio a Septiembre.
- Esto posibilita arranques y paradas gestionables.
- Vertido total no turbinado estimado: 26 hm3.

En Valdecañas:

- Turbinados lo más constantes posible, evitando variaciones de las condiciones aguas abajo.
- Se crea así una *"zona de exclusión"* de la fauna piscícola.

Iberdrola, basada en una serie de medidas de parámetros de calidad de las aguas, estableció con anterioridad al verano de 2005 y por propia iniciativa, unos criterios de actuación en los aprovechamientos hidroeléctricos situados en dicho tramo, en épocas de sequía, que fueron complementados con un estudio del tramo final del Tajo (a partir de Talavera de la Reina), finalizado antes del verano del 2006 en coordinación con la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Todo ello ha servido en los dos últimos veranos para optimizar el conjunto producción-afecciones al medio ambiente. El criterio general de funcionamiento ha sido el simultanear las turbinaciones con los vertidos por aliviaderos de superficie, con un control permanente de los principales parámetros que definen la calidad de las aguas del embalse. Cuando las circunstancias lo han hecho necesario, se han suspendido totalmente las turbinaciones, dando salida a las aportaciones recibidas en Azután por los aliviaderos de superficie, de forma que el agua ha sido evacuada con la mayor calidad posible.

En resumen, la estrategia planteada consiste en dar salida a las aguas profundas, mientras su calidad lo permite, lo cual colabora eficazmente a la renovación de las aguas del embalse. Cuando se llega a valores de calidad inadmisibles en esas aguas de fondo, se suspende la turbinación, dando únicamente salida a las aguas por los aliviaderos de superficie. Se renuncia totalmente a la actividad económica, en aras de la defensa del medio ambiente.

8. USOS DEL AGUA, INGENIERÍA Y SOCIEDAD.

Conocer un río es conocer la biocenosis asociada a todos sus tramos y a todos sus microhábitat. Naturalmente cada río, y dentro de un río cada uno de los tramos, puede ser muy diferente en sus parámetros físicos y en sus valores ecológicos. El estudio de la fauna fluvial, en profundidad, es imprescindible para conocer las consecuencias que podemos esperar cuando vamos a interferir sobre sus ciclos o sobre los nichos ecológicos de sus especies más características. Como hemos visto, **un río no es únicamente una corriente de agua**, sino que el agua es el soporte de una delicada, variable e inestable, biocenosis formada por millones de pequeños organismos que constituyen la base de gran parte del ecosistema fluvial.

El río, como sistema de drenaje de las precipitaciones de una cuenca, constituye un fenómeno con una realidad física, unos condicionantes topográficos y geológicos y unos flujos concretos cuya variación y magnitudes derivan de las características de su cuenca. Pero por la misma razón transporta, disueltos o en suspensión, cantidades variables y cambiantes de elementos que las escorrentías arrastran de la cuenca; como muchos de ellos constituyen parte de los nutrientes fundamentales para el desarrollo de los seres autótrofos, son en sí mismos una fuente de energía (nutrientes) que los ecosistemas tratan rápidamente de integrar en sus redes tróficas, para incrementar selectivamente la eficacia de sus relaciones energéticas. Así, la energía, en todas sus formas, existente en el río es utilizada por las diferentes especies del ecosistema fluvial que, a lo largo de millones de años, han logrado acoplar sus ciclos a tan cambiante y difícil ecosistema.

Para quienes sólo ven agua en el río, resultan intrascendentes los efectos de las obras hidráulicas que suponen la manipulación de sus orillas, la canalización de su cauce o la interrupción de sus flujos vitales. Obras que pueden estar justificadas, pero su ejecución debe basarse en el mejor conocimiento de su diversidad biológica para sentir en el corazón que estos ecosistemas demandan proyectos basados en *"más conservación y menos hormigón"*, para no tener que escuchar que los ingenieros debemos emplear *"más talento y menos cemento"*. **Esta dogmática y trivial simplificación**, sin duda cargada con grandes dosis de

demagogia y escasamente dotada de rigor académico, puede servir muy gráficamente para definir el punto de vista de buena parte de la sociedad frente al ingeniero (pues con frecuencia así nos ven) y como el marco conceptual del problema al que debe enfrentarse el ingeniero de caminos.

Hay algunas realidades fáciles de percibir en un detenido recorrido por las orillas de un río natural, en cualquier día de primavera. Nuestro paseo se realiza sobre una tupida pradera de hierbas y flores de lo más diverso, una verde y fresca alfombra llena de colorido, aroma, movimiento y belleza. Al caminar, escucharemos los cantos y reclamos de cientos de insectos que saltarán o iniciarán su vuelo a nuestro paso; mariposas, coleópteros, chinches, abejas, espumaderas y arañas, ocupan sus puestos en la cadena trófica llenando de vida animal todas las hierbas del soto. Entre éstas y los árboles, que cierran la galería del bosque fluvial, decenas de aves adornan el espacio con sus vuelos y dejan oír sus armoniosas llamadas. Si nos acercamos a la orilla, dominará el croar de las ranas y podremos disfrutar contemplando sus sorprendentes saltos para ganar el agua, rematados con un chapoteo final. Otros ruidos, como de caída de piedras al agua, nos indican la huida de los galápagos que toman el sol, entre otros salpicones más leves de una culebra de agua o el salto de una carpa. Un paseo por un río es una experiencia personal e intransferible, que deja en nosotros un recuerdo inolvidable y una enorme curiosidad por entender *"como funciona"*.

Decía **Ramón Margalef** que *"toda paradoja tiene un marco más amplio donde encuentra explicación"*, para añadir que *"la prudencia más elemental nos lleva a pensar que una porción pequeña del sistema no puede 'entender' completamente el sistema entero del que forma parte"*. Estamos inmersos en un gran ecosistema, la *"biosfera"*, que funciona bajo las leyes de la física, la termodinámica, la química, la biología, etc. Poco a poco vamos descubriendo cómo los ecosistemas terrestres acumulan información y organización; la energía disponible se transforma degradándose e incrementando la entropía del universo, pero los sistemas vivos recuperan parte de esa entropía y la almacenan en forma de información. Podría decirse que un ecosistema retrasa la degradación final del universo reduciendo con su funcionamiento equilibrado su incremento de entropía.

Así, el patrimonio natural almacena infinita información que ha acumulado en centenares de millones de años de evolución en forma de miles de piezas discontinuas (cada ser vivo) y en millones de interrelaciones entre sí y entre ellos y los factores físicos del entorno. Como consecuencia, un tramo de un río es el soporte de millones de *"datos"* contenidos en sus múltiples seres vivos que se hacen patentes en todas las facetas de su actividad vital; en contraposición, una fotografía del río es una burda simplificación.

Por eso, no es posible aislar el *"subsistema humano"* del sistema *"biosfera terrestre"* al que pertenece, ni separar la belleza de una obra de arte del encanto de una flor, ni el funcionamiento de una máquina del crecimiento de un árbol. La belleza natural, sus dimensiones, su perfección total, desde la escala del ser vivo como unidad hasta sus millones de células individuales, sus complejísimos orgánulos celulares o sus múltiples procesos bioquímicos, superan infinitamente la información capaz de almacenar el más complejo mecanismo humano.

Pero estas manifestaciones no pueden ser comprendidas ni valoradas convenientemente desde una porción tan reducida del sistema como es la actividad ingenieril de una de sus especies (el *Homo sapiens*). Hemos de ampliar nuestro mundo cultural hacia las manifestaciones "técnicas" de todas las especies de la biosfera; pues en definitiva, todos los seres vivos hemos tenido la misma maestra (la selección natural) aunque, ciertamente,

somos los últimos alumnos que han llegado a la clase. Esto nos lleva a considerar que, además de los usos tradicionales del agua, existen otros derivados de sus valores ambientales: paisajístico (cuenca), edáfico (humedad del suelo), botánico (soto fluvial), faunístico (peces y fauna del río), ecológico (ciclos del ecosistema), patrimonial (reserva genética), etc.; aprovechamientos sociales: lúdico (baños), deportivo (pesca y navegación), cultural (itinerarios educativos), ocio (paseos y descanso), turismo (visitas y fotografía), sanitario (curas de stress), etc.; o simplemente para preservar opciones de uso en el futuro: reserva futura (recursos ambientales), satisfacción (valores humanos), valor de existencia (patrimonio natural), futuras explotaciones (producción recreativa). Tener presente estas circunstancias, nos permitirá actuar mejor en nuestras decisiones técnicas, pues siempre significará que hemos tomado los factores ambientales en consideración de la mejor manera posible.

A modo de resumen, podemos indicar que[1], la adecuada programación en el manejo de los niveles de los embalses y de los caudales en los tramos de río regulados, dentro de los planes de explotación, es la vía para afrontar en simultáneo, el control de la eutrofia, la continuidad del transporte longitudinal de sedimentos, la preservación del tramo de río regulado y la prevención o limitación de la presencia de especies exóticas. Así, una crecida controlada desde un embalse a través de los desagües de fondo, en un momento determinado del ciclo anual puede, prevenir un déficit de oxígeno disuelto en el hipolimnion, permitir una cierta evacuación y transporte de sedimentos río abajo, evitar pérdidas en la calidad del agua río abajo, regenerar geomorfológicamente el tramo de río regulado, sanear y acondicionar el lecho, controlar la presión de colonización de las riberas sobre el cauce, controlar los productores primarios en el tramo regulado (macrófitos) y reducir la presencia de especies exóticas, tanto pelágicas como sésiles. Los efectos ecológicos de este tipo de gestión son por tanto fundamentales para la preservación de los embalses y los ríos regulados dentro de unos niveles de naturalización aceptables.

Dentro de los planes de explotación de los embalses para optimizar su aprovechamiento hidráulico, el incorporar criterios de gestión ambiental integrada no tendría porque suponer costes adicionales importantes, sobre todo si se internalizan los beneficios sobre el ecosistema fluvial. La gestión ambiental al fin y al cabo es cuestión de prioridades y su aplicación depende en gran medida de lo que la sociedad esté dispuesta a asumir, tanto a nivel social como económico (esquema siguiente). Por defecto, los objetivos para una gestión ambiental de los embalses y los ríos regulados, podrían concretarse en los siguientes términos:

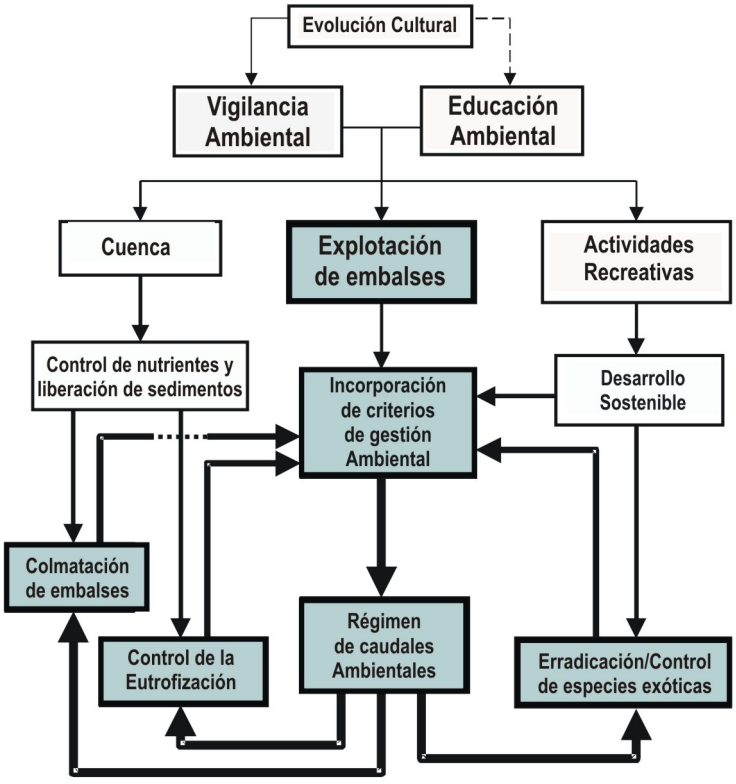
- Mantener la calidad del agua embalsada
- Permitir el paso de sedimentos
- Disponer de un régimen de caudales ambientales aguas abajo de la presa
- Acoger actividades recreativas sin riesgo para la integridad biótica del ecosistema fluvial.

Sin embargo, en un país como España, con buena parte de la escorrentía comprometida en concesiones de aguas para riegos, abastecimientos y producción hidroeléctrica, la gestión ambiental de embalses y ríos regulados no puede llevarse a la práctica desde una administración pública dedicada a la generación continua de nuevos impuestos por el uso del agua, que además no tienen una reversión ambiental clara, ni desde unas empresas

[1] Tomado de Antoni Palau (2006). "Integrated environmental management of current reservoirs and regulated rivers". Limnetica, 25 (1-2): 287-302.

encerradas en sus derechos de uso del agua; tampoco desde los paradigmas científicos, a veces poco realistas, y nunca desde una sociedad que reivindica con insistencia que el agua corra por los ríos, e incluso que se retiren las presas, pero que es incapaz de aplicar las mínimas medidas de ahorro de agua y energía. Se hace necesario un punto de encuentro más o menos equidistante de todas las posiciones. Es la opción del sentido común; cualquier otro enfoque conduce, como lo demuestran las numerosas experiencias al respecto, hacia posiciones enquistadas sin otra salida que los tribunales de justicia, cuya decisión puede ser larga, arbitraria y siempre deja alguna de las partes insatisfecha, mientras los ríos esperan.

En la actualidad, parece razonable plantear que no se trata ni de limitar la construcción de nuevos embalses, ni de promover la demolición de los existentes. Ya no se decide la construcción de embalses sin tener en cuenta sus impactos sobre el medio y lo de demoler presas, en un país mediterráneo como España, con un déficit energético evidente, una alta irregularidad pluviométrica, una fuerte demanda de agua, no sólo para la agricultura, y con un horizonte de cambio climático hacia la aridez, quizás habría que dejarlo para más adelante. **Mientras tanto, entre la construcción injustificada y la demolición indiscriminada, queda mucho margen para gestionar los embalses existentes de una forma ambientalmente mejor.**



GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL INTEGRADA

La evolución cultural de la sociedad, en parte por necesidad pero también por negocio, conduce hacia un grado creciente de sensibilización ambiental, que se recoge de forma progresiva en nuevas leyes y reglamentos y que debería también consolidarse en la propia sociedad, más de lo que ahora lo hace, a través de programas de educación ambiental. Para las ecosistemas acuáticos continentales, las actuaciones ambientales han de focalizarse a

nivel de cuenca (control de nutrientes y de la erosión), en los planes de explotación de embalses (integrando en ellos criterios ambientales de gestión) y en la práctica de actividades recreativas (promoviendo unos usos realmente sostenibles del medio acuático).

9. CONCLUSIONES.

1) Los ríos constituyen ecosistemas fluviales de gran valor ecológico, económico, patrimonial y social, en los que sus regímenes naturales de caudales y la gran diversidad de hábitat que albergan, garantizan la elevada biodiversidad que les caracteriza.

2) La regulación de los ríos, y los procesos contaminantes que padecen, interfieren de modo significativo los procesos naturales y reducen significativamente la calidad de sus aguas y la biodiversidad de sus hábitats.

3) Los embalses sufren fenómenos de estratificación térmica y de eutrofización, capaces de crear condiciones anóxicas y desprendimientos de SH2 en los fondos e, incluso en toda la masa de agua.

4) Es imprescindible conocer los regímenes de caudales naturales, y la composición y características de los ecosistemas fluviales, para poder establecer los regímenes de caudales de mantenimiento (anuales e hiperanuales) que reproduzcan suficientemente las condiciones naturales necesarias para conservar la biodiversidad del río.

5) No olvidemos que tan malo es secar un río que siempre debe llevar agua, como hacer que lleve agua otro en los meses que naturalmente esta seco. Los ríos (su biocenosis) están evolutivamente acomodados tanto a periodos de sequías como a las grandes avenidas naturales; incluso, unas y otras, son necesarias para *"limpiar"* los cauces y evitar que sean invadidos por especies exóticas o ajenas al ecosistema fluvial. Pero la sobreexplotación de sus aguas, y la alteración de sus hábitats y cuencas, pueden hacer que esos periodos sean mucho más difíciles de soportar para su biocenosis.

6) La explotación correcta del embalse (abastecimiento, regadíos, electricidad o usos lúdicos) exige un conocimiento del mismo en profundidad y permanente, que permita realizar una correcta gestión limnológica. Es preciso conocer la calidad del agua a cada profundidad, su estado trófico, la evolución de la temperatura, del oxígeno disuelto, de la biomasa algal,… así como la calidad de su sedimento, las poblaciones de peces residentes, las condiciones del río aguas abajo, etc., para poder actuar correctamente en momentos de sequía y poder deducir en qué profundidad va a colocarse en el río, o el embalse de aguas abajo, el agua desembalsada y que consecuencias va a tener.

7) La gestión limnológica, debe prestar atención a la eutrofización, la retención y liberación de sedimentos, los regímenes de caudales ambientales y las especies exóticas (animales y plantas) presentes.

8) Finalmente se indican algunos consejos generales sobre gestión limnológica de las sequías y las oportunidades que presentan estas para mejorar el estado trófico del embalse, el saneamiento de sedimentos, el descaste de peces exóticos, el control de

especies invasoras y el mantenimiento de los equipos (desagües de fondo). Debemos también recordar la importancia de disponer de tomas de agua a diferentes alturas y de desagües con válvulas de chorro hueco, para realizar una mejor gestión limnológica de los embalses.

MEJORA DEL USO DEL AGUA EN EL REGADÍO

José Roldan Cañas
Universidad de Cordoba

Resumen

La potencialidad de ahorro de agua en el regadío es muy alta, en parte porque su eficiencia de aplicación es aún baja, y en parte porque es el mayor consumidor de agua con notable diferencia sobre el resto de usuarios del agua.

No obstante, difícilmente se puede saber cuanta agua se puede ahorrar si se desconoce la cantidad realmente consumida en el regadío. Como paso previo se hace necesario, pues, realizar un Inventario del Regadío en España que incluya amplia información sobre superficies, cultivos, consumos...

Las medidas sobre las que se puede actuar para ahorrar agua de riego son múltiples, pero, sobre todas, destaca la realización de una adecuada gestión de la demanda frente a lo que, hasta ahora, ha sido lo más frecuente, por no decir la única actuación relevante: la gestión del suministro. En este sentido, el incremento de los recursos, además de encontrarse en su límite físico superior, suele llevar aparejado una subida similar de las demandas que lo anulan.

Las características climáticas de nuestro territorio hacen necesario considerar la sequía como un fenómeno no extraordinario que debe quedar incluida en la planificación general de una Cuenca Hidrográfica. El buen manejo de su sistema de explotación debe conseguir que los recursos disponibles satisfagan las demandas conforme a los criterios de garantía de suministro que se establezcan, que, sin duda, deberán ser más exigentes que los actualmente existentes. Aunque, por un lado, se puede afectar a la superficie total regada anualmente, por otro lado, la garantía del regadío remanente, y del resto de usos, se aumenta.

Cuando la carencia de agua se acentúa, el conocimiento del impacto económico asociado a la falta de agua, de las curvas de demanda de agua y de la productividad del agua de riego es fundamental para tomar decisiones sobre la preferencia de riego a los cultivos.

1. INTRODUCCIÓN

La potencialidad económica del regadío como generador de riqueza y de empleo sigue siendo aún muy importante en España. En efecto, aunque solo el 14,45% (3,76 Mha, o superficie regable) de la superficie total agraria es de regadío, regándose por término medio el 12,85% (3,35 Mha o superficie regada), Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2002), su aportación a la Producción Agraria Nacional es del 55% y genera el 30% de los jornales estimados como necesarios en este sector (Ministerio de Medio Ambiente, 2000). Sin embargo, la participación del sector agrario en el Valor Añadido Bruto nacional refleja una tendencia decreciente habiendo pasado del 9,50% al 6,77% entre 1990 y 1998. De igual modo se ha comportado el empleo agrario que, entre 1960 y 2000, ha decaído del 40,76% al 7,11% de la población total activa (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2002).

La cantidad de agua que se destina al riego en España se aproxima, en alguna de nuestras cuencas hidrográficas, al 80% del total usado (Ministerio de Medio Ambiente, 2000). Según datos más recientes que provienen del mismo Ministerio (http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/perfil_ambiental_2005/pdf/perfilambiental_2005_agua.pdf) el 77% del consumo de agua en España se destinó a riego en el año 2003. Ante situaciones de sequía, o de escasez de agua, resulta evidente que un pequeño ahorro en el agua de uso agrícola puede permitir generar nuevos recursos en cantidad suficiente como para cubrir las necesidades de otros sectores demandantes de agua. Algunas técnicas de las consideradas en situaciones extremas pueden

ser de aplicación también en condiciones normales generando un deseable superávit en el balance hídrico que aumentaría, por otro lado, la garantía de suministro de todos los usuarios.

Utilizando los datos de ahorro de agua previstos por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2002) al elaborar el Plan nacional de Regadíos, debidos a los programas de mejora y consolidación de zonas regables así como a la disminución de los excesos de suministro, se podría establecer que las posibilidades de ahorro en nuestros regadíos superarían ampliamente los 5.000 hm^3, equivalente a casi la cuarta parte del agua que actualmente se usa para regar en España. Aunque estas cifras son siempre muy discutibles, su orden de magnitud es lo suficientemente importante como para deducir que el potencial de ahorro puede ser relevante.

En la figura 1 se muestran los datos de la última encuesta que aparece en la página Web del Instituto Nacional de Estadística (INE). Por un lado, los correspondientes a superficie regada se pueden encontrar en el apartado de Agricultura (http://www.ine.es/inebase/menu6_agr.htm) y abarcan desde 1989 hasta 2002. Por otro lado, los volúmenes consumidos en el regadío en total y según el método de aplicación aparecen en el apartado de Entorno Físico y Medio Ambiente (http://www.ine.es/inebase/menu1_ent.htm) en el período 1999-2004 (distribución de agua a las explotaciones agrícolas por tipos de cultivos/técnicas de riego).

En el primer caso, la superficie regada se encuentra estabilizada en torno a los 3.400 miles de ha desde 1996. En el segundo caso, el volumen consumido en el riego muestra una tendencia ligeramente creciente en los últimos años. El último año, 2004, muestra un brusco descenso del volumen dedicado al riego por gravedad en tanto el correspondiente a la aspersión y al goteo, especialmente este último, suben en parecida proporción. Ello puede ser debido a que en años anteriores aparecía un porcentaje importante de volumen en un apartado denominado otros o sin definir que, sin embargo, casi desaparece en 2004.

En la página Web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestacultivos/resultados.htm) se pueden encontrar datos relativos al total de hectáreas en riego en años posteriores a 2002, que nos han servido para completar los resultados mostrados en la figura 1. Se debe señalar, no obstante, que los datos para 2002 y anteriores son ligeramente discordantes entre ambas fuentes.

Como resumen, se ha calculado la dotación media por ha en los años posibles, entre 1999 y 2004, y el resultado muestra una oscilación entre los 5000 y 5400 m^3/ha.

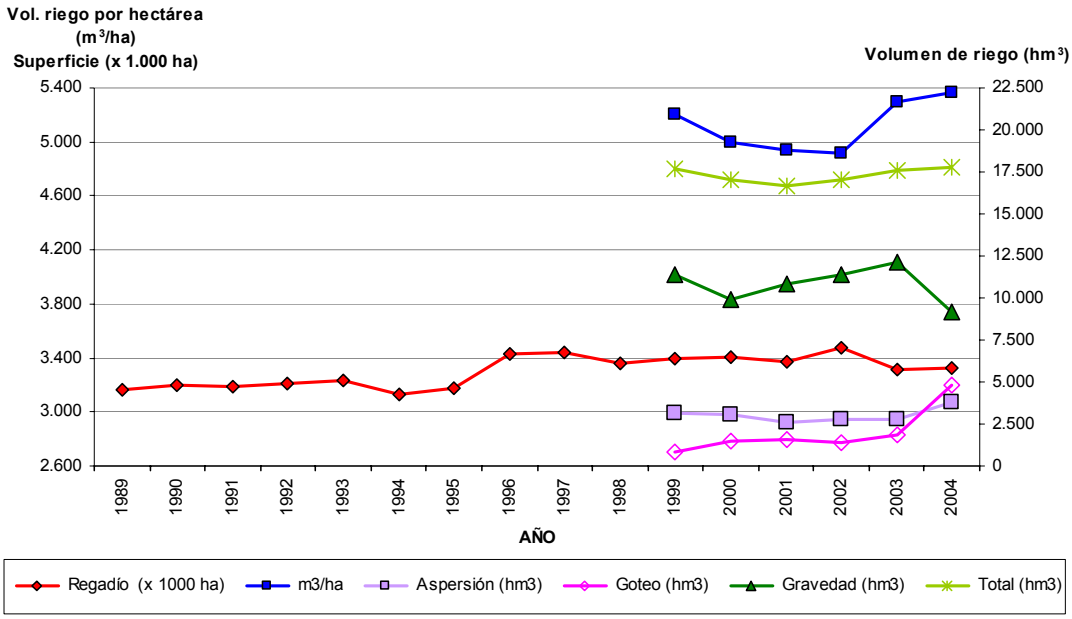


FIGURA 1. SUPERFICIE REGADA Y VOLUMEN CONSUMIDO EN EL RIEGO EN ESPAÑA. ELABORACIÓN PROPIA. FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN.

Los resultados mostrados en la anterior figura deben se tomados con cierta prevención, principalmente en lo relativo a volúmenes de riego, toda vez que el volumen total de riego alcanza una cifra relativamente baja próxima a los 18.000 hm^3. En efecto, la misma encuesta del INE sobre el uso del agua en el sector agrario correspondiente al año 2004 cuando se refiere a la concesión de agua por tipo de recurso nos dice que el total para España es de 20.415 hm^3. Por otro lado, los datos sobre demanda bruta teórica de agua del Plan Nacional de Regadíos y del Libro Blanco del Agua estiman su valor en 23.500 y 24.000 hm^3, respectivamente, aunque el consumo de agua considerando los retornos de agua de riego se eleva solo a 20.500 hm^3 según el Plan Nacional de Regadíos.

2. INVENTARIO DEL REGADÍO

De cara a conocer el potencial de ahorro de los regadíos españoles, es necesario realizar un inventario de los mismos utilizando, clasificando y ordenando, en primer lugar, la información disponible en organismos oficiales y en las Comunidades de Regantes (CC.RR.) sobre la naturaleza del uso del agua en agricultura. A partir del mismo sería posible hacer una razonable estimación de las necesidades de agua y del potencial de ahorro. A tal efecto, resulta altamente notable constatar la disparidad de datos que actualmente se ofrecen desde diferentes Ministerios o Consejerías e incluso desde el mismo organismo como se ha podido comprobar al elaborar la figura 1 y ha sido comentado en el apartado anterior. Además, la mayoría de los datos utilizados provienen de encuestas realizadas por el INE.

Así pues, el inventario del riego se debería hacer mediante un trabajo de campo que, necesariamente, sería precedido de un cuidadoso trabajo de gabinete en le que se consultarían y compararían las siguientes fuentes primarias:

- Datos históricos de Ministerios y Consejerías de Agricultura y de Medio Ambiente.
- Datos históricos del Organismo de Cuenca incluidos en el Plan Hidrológico correspondiente.

- Datos existentes en las Sociedades Estatales de Aguas adscritas a las diferentes Cuencas Hidrográficas.
- Declaraciones de los agricultores en los distintos tipos de ayudas.
- Catastro de rústica.
- Técnicas de teledetección.

La información debe incorporar datos sobre, al menos, las siguientes variables:

- Superficie regable y regada; número y características de las CC.RR.; superficie regada incluida en las mismas …
- Procedencia del agua; superficie regada según origen; garantía de suministro …
- Sistema de distribución; superficie regada según tipo de red; estado y antigüedad de la red …
- Método de aplicación; superficie regada según método; reparto del agua; dotación…
- Información socioeconómica: coste del agua; jornales generados; producción y renta agraria …
- Cultivos de riego; cultivos agroambientales; superficie; necesidades de agua; consumos reales; eficiencia de riego; producción …
- Calidad del agua; diferenciar según origen; ecosistemas afectados …

Toda esta información debe ser recogida y presentada en el soporte de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Un aspecto fundamental sería la permanente actualización, con carácter anual al menos, de dicho inventario. El nuevo inventario debería estar completado en los seis meses siguientes a la finalización de cada año agrícola.

3. MEDIDAS PARA POTENCIAR EL AHORRO DE AGUA

Entre las medidas que se deberían adoptar para estar en condiciones de alcanzar un potencial ahorro de agua en el riego habría que incluir, al menos, las siguientes:

- Medir y tarifar en función del agua realmente usada.
- Diseñar adecuadamente las instalaciones de riego que además deben estar bien conservadas y gestionadas.
- Revisar las concesiones administrativas.
- Mejorar la gestión de la demanda: programación de riegos a través de Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR).
- Estudiar la aplicación de indicadores de gestión del riego y de técnicas de benchmarking en las CC.RR.
- Aumentar la investigación a escala de parcela. Promover el uso de nuevas técnicas como teledetección y SIG.
- Incrementar la formación del regante principalmente en nuevas tecnologías y en técnicas de desarrollo sostenible acordes al medioambiente.
- Evaluar la eficiencia y productividad tanto agronómica como económica del agua aportada a través del riego.
- Elevar la participación de las Comunidades de Usuarios en los órganos de la Administración que gestionan y deciden sobre el uso del agua.

Para alcanzar estas medidas se deberían poner en marcha las siguientes actuaciones:

- Reestructuración del sector con medidas tendentes a disminuir la superficie en riego, principalmente en las zonas menos productivas (productividad regadío/secano), con la salvedad de los denominados riegos sociales, o en aquellas que generen un mayor deterioro ambiental.
- Modernización de las CC.RR. en el entendimiento que modernizar no es solo mejorar las infraestructuras o cambiar el método de riego sino, principalmente, incrementar las medidas de gestión del riego (reducción de la demanda). Aplicación de técnicas de comparación entre CC.RR., usando indicadores de gestión del riego, para mejorar el rendimiento en el uso del agua.
- Aplicación del principio de recuperación de costes unido a las ayudas que se podrían recibir por implantar buenas prácticas agrícolas de respeto al medioambiente.
- Creación de centros de intercambio de derechos de uso del agua gestionados por la Administración en tanto persista el carácter de las actuales concesiones administrativas. Posteriormente, estas transacciones se podrían incorporar a la nueva legislación que regule dichas concesiones. Asimismo, consideración en dicha legislación de una mayor representación de las Comunidades de Usuarios en los órganos de la Administración creados para gestionar el uso y el reparto del agua.
- Incorporación de nuevas técnicas para el cálculo de la evapotranspiración que lleven a una estimación más precisa de las necesidades de agua de los cultivos. En caso de sequía, se deberían considerar prácticas de cultivo orientadas hacia la misma, como, por ejemplo, riego deficitario, o implantación de cultivos más tolerantes a la misma. Según el método de riego, se podrían introducir diferentes prácticas para conseguir un uso más eficiente del agua.

4. NUEVAS ORIENTACIONES EN LA GESTIÓN DEL RIEGO

Una gestión adecuada del riego requiere actuar en dos direcciones: reduciendo consumos y racionalizando usos. La consecución de estos dos objetivos generales debe hacerse desde una óptica diferente de la práctica del riego que incluya, entre otros, aspectos tales como:

1) **Estudio integrado del riego con su entorno a escala de cuenca:** El riego debe considerarse como un usuario más del agua a escala de cuenca y, en consecuencia, su gestión debe integrarse junto al resto de usos y actividades. A tal efecto, se han de conocer tanto los recursos disponibles como las demandas para proceder a una correcta planificación de las diferentes actividades existentes en la cuenca, garantizando, en todo caso, la disponibilidad del agua y su sostenibilidad. Asimismo, el manejo de esos recursos debe hacerse de forma adecuada para minimizar sus impactos negativos.

2) **Uso de técnicas de riego compatibles con el medio ambiente:** El avance tecnológico ha provocado la introducción de nuevas técnicas de riego que, en algunos casos, producen impactos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

   Deben, por tanto, desarrollarse nuevas políticas y estrategias que ayuden a controlar los efectos no deseables de estos impactos. Éstas deben incluir estudios sobre la vulnerabilidad del medio ambiente; sobre la vegetación natural; sobre el tipo de suelos y la topografía del terreno; sobre la calidad del agua y sobre la presencia de acuíferos susceptibles de ser contaminados. Asimismo, se deben controlar las fuentes de contaminación difusas hacia cursos superficiales.

3) **Del riego productor al riego sostenible:** El enfoque del riego buscando incrementar exclusivamente la producción debe superarse en los tiempos actuales. Hay que considerar el riego como elemento conservador del medio, agua y suelo principalmente, en el que se desenvuelve.
   Así, por ejemplo, la función productora del riego no debe implantarse indiscriminadamente sin tener en cuenta su posible influencia sobre el deterioro de ecosistemas, y los programas que buscan un uso más eficiente del agua deben hacer también una evaluación de las repercusiones ambientales y socioeconómicas que pueden conllevar.

4) **Reducción del uso de fertilizantes y pesticidas para prevenir procesos de contaminación:** Nuevamente, la necesidad de mantener unos niveles elevados de productividad para satisfacer una creciente demanda de alimentos ha generado efectos indeseables sobre los recursos naturales. Las prácticas agrícolas se han basado muchas veces en criterios empíricos que han significado la aplicación en exceso de insumos agrícolas. Los efectos se están detectando, en muchos casos, cincuenta años después cuando se ha encontrado contaminación por nitratos en acuíferos con carácter irreversible. El uso de mejores principios científicos para determinar la correcta cantidad de agua a aplicar debe evitar las filtraciones profundas en cantidades excesivas de estos productos.

5) **Multifuncionalidad del riego:** Como ya se ha mencionado, la función del riego ha cambiado notablemente en los últimos años. Además de las funciones conservadora y productora, el riego satisface otros objetivos ambientales y sociales que deben potenciarse: mayor control de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera ya que aumenta la masa vegetal consumidora de este gas; aumento de la biodiversidad; fijación de la población al territorio y vertebración del mismo.…

6) **Efectos del cambio climático sobre la planificación hidrológica:** Las tendencias mostradas por algunas variables meteorológicas como la temperatura y su relación con el incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono, hacen que los efectos derivados de un posible cambio climático deban tenerse muy en cuenta en la planificación hidrológica.
   En tal sentido, las predicciones futuras de recursos y demandas han de hacerse con la suficiente flexibilidad para incluir las proyecciones de los modelos climáticos más contrastados. La precipitación, como variable fundamental afectando los recursos hídricos, muestra, hasta el momento, fuertes oscilaciones que inducen a pensar en extremos climáticos, sequías e inundaciones, más frecuentes en el futuro.

7) **Cambio de sistema y/o método de riego:** El concepto de modernización de riegos suele ir casi exclusivamente asociado a cambios en los sistemas de distribución y en los de aplicación de agua para riego. Ello es así por cuanto implican, en muchos casos, obras e infraestructuras para las que se requieren grandes inversiones muy bien valoradas. Además, los costes de operación, mantenimiento y energéticos son sensiblemente mayores en los modernos métodos de riego y no siempre pueden ser abordables.
   Dentro de este punto, existen otras formas de acometer una mejor gestión de la demanda que pueden sustituir o complementar los cambios antes indicados en los sistemas y métodos de riego. En este sentido, se puede modernizar y tecnificar el propio riego por gravedad usando modelos matemáticos para un mejor diseño de

las variables de aplicación: caudal, longitudes, pendientes... También se puede hacer una adecuada nivelación de tierras de modo que la aplicación de los modelos anteriores produzca mejores resultados. Y, por último, se pueden incorporar tuberías de baja presión para así automatizar los riegos y poderlos aplicar con compuertillas regulables, de forma intermitente, reduciendo la mano de obra necesaria.

8) **Necesidades hídricas y programación de riegos. Riego deficitario:** El cálculo adecuado de las necesidades de agua de los cultivos es fundamental para suministrar la dotación realmente requerida por estos. Asimismo, una correcta programación de riegos nos informaría de cuándo y en qué dosis se deberían aplicar.
   Tres aspectos son necesarios conocer para estimar el volumen requerido: el cultivo y su desarrollo, las características físicas del suelo y la demanda atmosférica cuyo cálculo exige disponer de series suficientemente largas de datos climáticos de temperatura, radiación solar, humedad, viento… En muchos casos, la red de estaciones agrometeorológicas es claramente insuficiente ya sea por su escasez o por la corta longitud de los registros disponibles. En otras situaciones, no se dispone de los adecuados instrumentos de medición de las variables edáficas o fitotécnicas. En todos estos supuestos, hay que recurrir a métodos empíricos para estimar la evapotranspiración y usar parámetros obtenidos en condiciones climáticas similares.
   Las técnicas de riego deficitario son de gran utilidad cuando los recursos hídricos escasean. Mediante ellas solo se aplica agua en determinados momentos críticos de crecimiento del cultivo.

9) **Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas:** Dada la diferente respuesta ante la variabilidad climática de los recursos superficiales y subterráneos, su tratamiento conjunto en la planificación de los recursos hídricos debe conducir a un adecuado desarrollo sostenible de los mismos.
   Este uso conjunto ha de entenderse tanto en situaciones de abundancia como de escasez, debiéndose evitar el uso incontrolado de las aguas subterráneas en condiciones de sequía climatológica.

10) **Fuentes alternativas: reutilización, desalobración, desalinización y captación de humedad atmosférica:** El incremento de los recursos disponibles para riego debe orientarse en cuencas sobreexplotadas hacia el uso de fuentes alternativas de agua como son la reutilización, la desalobración y la desalinización.
   La reutilización de aguas residuales urbanas depuradas no supone en sí misma un incremento de la cantidad de recursos hídricos disponibles para riego salvo que nos encontremos en zonas costeras. Sin embargo, la calidad del agua es notablemente mejorada además de evitar que aguas no regeneradas sean vertidas a cauces naturales sin tratamiento.
   La desalobración y, en mayor medida, la desalinización ha sido una fuente alternativa de recursos hídricos para abastecimiento de poblaciones costeras en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo, la mejora de las técnicas de desalinización mediante ósmosis inversa. requiriendo un menor consumo energético, está posibilitando su uso agrícola al disminuir el precio del agua producida.
   La captación de lluvia a partir de humedad atmosférica en zonas áridas o desérticas próximas al mar constituye otra fuente alternativa de agua, aunque solo sea capaz de producir cantidad suficiente para mantener una agricultura de subsistencia.

11) **Incorporación de nuevas tecnologías y de tecnologías de la información al regadío:** Las nuevas tecnologías deben permitir la optimización del manejo del riego, el aumento de la productividad de los cultivos y la minimización del impacto ambiental del regadío. Estas tecnologías e instrumentaciones no solo alcanzan al sistema de distribución de agua sino también al conjunto suelo-planta-atmósfera para poder estimar con mayor exactitud las necesidades de agua de los cultivos. Por último, también deben procurar una mejora en las condiciones laborales de los agricultores.

    Las tecnologías de la información merecen un capítulo aparte ya que proporcionan la información requerida en los sistemas de riego. En ellas se incluyen aspectos relativos a la adquisición, acceso, almacenamiento y transferencia de datos. De este modo, se pueden recibir las órdenes oportunas, mediante asistencia remota, para el control y operación de las infraestructuras de riego, para el cálculo de las necesidades de riego y para su programación. Todos estos aspectos deben dirigirse a través de los Servicios de Asesoramiento al Regante.

12) **Función socioeconómica del regadío:** Aunque la población agraria ha disminuido notablemente en los últimos años tal y como se ha destacado al principio, el riego sigue jugando un gran papel en las economías locales de los núcleos rurales. Asimismo, contribuye notablemente a la fijación de la población en el campo y al incremento de sus rentas.

    En zonas próximas a las grandes ciudades, las Comunidades de Regantes y los regantes, en particular, están sufriendo una gran presión urbanística. Además de la necesaria expansión de las poblaciones que lleva a la recalificación de una notable extensión de terrenos rústicos en su entorno, la parcelación incontrolada, que multiplica el precio del suelo, provoca el abandono de su uso agrícola.

13) **Principio de recuperación del coste del agua:** Las grandes inversiones estatales en regadío, en su mayoría no retornadas, al objeto de impulsar la economía agraria como motor de la actividad económica del país corresponden a épocas pretéritas y carecen de fundamento en el momento actual.

    Parece oportuno tender a que se pague el coste real del agua puesta a pie de parcela. Sin embargo, la consecución de este objetivo a corto plazo resulta inviable por el gran incremento que supone desde el precio que actualmente se paga y por la repercusión sobre los precios de los productos agrícolas. Como ya se ha dicho, las buenas prácticas ambientales en el manejo del agua deben minorar el precio final. Además, a medio y largo plazo, los precios de los diferentes insumos de producción deben readaptarse a la nueva situación evitando así el incremento del producto final agrario.

14) **Cesión e intercambio de derechos de agua:** El actual régimen de concesiones administrativas y derechos sobre el agua debe ser revisado en su totalidad y adaptado de forma automática a las prioridades de usos fijadas por la ley. Además, las concesiones futuras han de tener un límite temporal adecuado estando sujetas, en cualquier caso, a revisiones periódicas para conocer si se aplican al fin para el que fueron concedidas pudiendo ser revocadas en caso contrario.

    Mientras tanto, se pueden fijar criterios para cesión e intercambio de derechos de agua o para crear centros de intercambio de derechos de uso del agua siempre supervisados por la administración competente y, normalmente, en situaciones de sequía. Estos intercambios pueden ser intracuencas o intercuencas siempre que exista el beneplácito de las tres partes: cedente, receptor y administración.

15) **Gestión del agua en el ámbito de las asociaciones de usuarios del riego:** Las asociaciones o comunidades de regantes deben constituir el núcleo básico para una correcta organización y gestión del agua para riego. Deben gozar de la suficiente autonomía para darse unas reglas propias de funcionamiento en los aspectos técnicos y económicos de la distribución de agua dentro de los marcos legales establecidos.
Asimismo, participarán al máximo nivel posible dentro de los organismos de gestión y planificación del uso del agua en una cuenca en igualdad con otros usuarios y con la propia administración. En este punto, la correcta gestión de los embalses y otros recursos hídricos recurriendo a modelos de optimización, simulación y evaluación de escenarios se hace fundamental.

16) **Mantenimiento de tecnologías de riego tradicionales:** Las redes tradicionales de distribución y aplicación de agua para riego poseen valores históricos, ambientales y sociales que aconsejan su preservación en las mejores condiciones posibles.
Además, suelen tener requerimientos nulos de energía y demandan mano de obra que ayudaría a fijar población en el medio rural.
Hay que buscar un equilibrio entre la disminución de las pérdidas de agua, muy frecuentes en estos sistemas, y los entornos paisajísticos creados a su amparo.

17) **El riego como factor de seguridad alimentaria y de producción de biocombustibles:** En los países desarrollados la producción de alimentos es excedentaria. Este aspecto ha generado una conciencia colectiva en los ciudadanos tendente a la crítica del uso del agua en el regadío y, en consecuencia, a su despilfarro.
Se olvida, en primer lugar, que ello no es así en países subdesarrollados donde la intensificación de la agricultura mediante el riego es una necesidad para dar de comer a toda la población teniendo como objetivo la autosuficiencia alimentaria. En segundo lugar, en los países del primer mundo, el riego sostenible, bien gestionado y manejado, ofrece una garantía de seguridad en la producción de alimentos tan necesaria a escala nacional como la generación de energía.
Actualmente, se está potenciando el uso de biocombustibles como fuente alternativa de energía en sustitución de los combustibles fósiles productores de gases de efecto invernadero. Se debe estimular el uso de buenas prácticas de riego que ayuden, por un lado, a incrementar la producción agrícola de los cultivos afectados que, además, se convierten en sumideros del carbono atmosférico, y, por otro lado, a disminuir la previsible demanda adicional de recursos hídricos.

18) **Educación de la ciudadanía sobre el valor del agua:** El valor del agua no es puramente comercial. En la mayoría de las antiguas civilizaciones, y desde luego en las más importantes, el agua poseía vida en sí misma y en torno a ella se ha desarrollado la vida y se han generado ritos y costumbres que hacían que el hombre viviera en armonía con el medioambiente.
Lo anterior unido a la importancia del agua, a través del riego, en la producción de alimentos, debe ser trasladado a la ciudadanía como parte de su educación buscando un uso racional y sostenible del agua, en general, y del agua de riego, en particular.

5. PLANIFICACIÓN DEL RIEGO EN ÉPOCAS DE ABUNDANCIA Y EN ÉPOCAS DE ESCASEZ

La planificación de los sistemas de recursos hídricos en climas de características mediterráneas debe considerar la existencia alternativa de períodos secos y de períodos lluviosos. La longitud de los mismos puede ser plurianual aunque desconocida previamente. Asimismo, la secuencia de las series anuales no responde a ciclos predeterminables.

Es muy frecuente planificar el uso de los recursos hídricos cuando surgen deficiencias en el suministro de agua (disminución temporal de los recursos por sequía; falta de capacidad de regulación de las infraestructuras; exceso de demanda) y la demanda no queda totalmente satisfecha. Por el contrario, en épocas de abundancia todos los requerimientos se suplen indiscriminadamente.

Sin embargo, las medidas a adoptar para mitigar los efectos de los déficits de agua, en especial los provocados por la sequía, ya sean transitorios o permanentes, deben incluirse en una planificación general que englobe ambos períodos, seco y húmedo, considerando la falta de estructura cíclica ya comentada. De este modo, la planificación hidrológica a largo plazo debe integrar, en cualquier caso, acciones que actúen tanto sobre la oferta de recursos como sobre la mejora en la gestión de la demanda, eliminando o reduciendo en la medida de los posible los planes especiales de carácter temporal.

Los conceptos fallo de suministro (umbral a partir del cual se considera que la demanda no se satisface) y garantía de suministro (condiciones bajo las que la demanda se considera satisfecha) deben considerar que un año seco, o una secuencia de años secos, tienen una determinada probabilidad de ocurrencia que, por tanto, ha de tenerse en cuenta en la gestión de recursos hídricos aún en años lluviosos o con gran cantidad de agua almacenada.

Actualmente, y de acuerdo con la normativa vigente, los criterios de garantía de suministro (que representan la capacidad de resistencia aceptable ante una situación de fallo en el suministro) se establecen para cada tipo de demanda en los respectivos planes de cuenca. Sin embargo, y dado que la oferta de recursos es única, dichos criterios se deberían establecer combinando los diferentes tipos de demanda y asignando un peso a cada una según su prioridad de uso.

En nuestras condiciones climáticas, sería recomendable alcanzar el extremo de considerar que el fallo de suministro excediera siempre el criterio de garantía establecido, lo que significaría que nos encontraríamos en una situación de déficit estructural permanente para la que habría que tomar medidas dentro de la planificación hidrológica general.

El establecimiento de los criterios de garantía de suministro en la forma que se acaba de comentar podría afectar notablemente el total de superficie regada anualmente que, incluso en años con abundancia de recursos, se podría alejar del valor correspondiente a la denominada superficie regable. Ello es así por cuanto el volumen de agua que se usa en riego es superior en más de cinco veces al necesario para consumo humano y su orden de prioridad es inferior. Sin embargo, de este modo la garantía de suministro se ampliaría notablemente tanto en los abastecimientos como en los regadíos. Además, el aumento de seguridad ayudará a optimizar la demanda de agua para riego.

En el caso de los riegos, es usual trabajar con la dotación bruta por hectárea. El organismo de cuenca decide cada año en función de las características meteorológicas e hidrológicas y

de la cantidad embalsada, la dotación correspondiente a cada zona regable de su ámbito. Es frecuente asignar un valor medio y cada Comunidad de Regantes decide libremente si lo reparte equitativamente o lo varía en función del tipo de cultivo o de otras características del propio riego.

Sin embargo, las dotaciones no se deberían establecer por valores medios sino en función de características climáticas, edáficas y fitotécnicas considerando, asimismo, la eficiencia del riego notablemente influenciada por el método de aplicación. Ello ajustaría en mayor grado los requerimientos de riego dentro de la planificación propuesta y volvería a aumentar su garantía de suministro.

En definitiva, un buen manejo del sistema de explotación debe conseguir que los recursos disponibles de agua satisfagan las demandas conforme a las condiciones de garantía establecidas y a las normas de utilización existentes.

6. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CARENCIA DE AGUA PARA RIEGO

Cuando los recursos hídricos escasean, hay que tomar decisiones que afectan a los diferentes usuarios del agua. En concreto, no se les podrá suministrar el total de la cantidad demandada lo que tendrá una repercusión económica, derivada de los daños ocasionados, que habría que evaluar. Dado que dicha repercusión no será la misma en los distintos elementos afectados por la sequía, resultaría muy importante tener una valoración previa de los daños que permita discernir el orden más apropiado en el que a los usuarios habría que restringirle el agua así como la reducción correspondiente en cada caso.

La valoración del impacto de la sequía comienza por identificar las consecuencias directas de la sequía como, por ejemplo, la reducción en la cosecha de los cultivos. En primer lugar, y en general, los impactos se clasifican en tres categorías: ambiental (biodiversidad, calidad del agua, humedales...), económica (agricultura, industria, turismo...) y social (salud, valores culturales, recreativos...). En segundo lugar, hay que clasificar los impactos en función de su mayor prioridad atendiendo a si afectan a grupos o individuos, a qué grupos afectan en mayor medida y que tendencia muestran. En tercer lugar, se debe valorar su vulnerabilidad, esto es, hay que identificar las causas tanto ambientales como económicas y sociales de los impactos de las sequías. Entre ellas, cabe destacar las causas primarias que son sobre las que se puede actuar para reducir el impacto asociado. Por último, hay que identificar las acciones que son apropiadas para reducir el riesgo de sequía y seleccionar aquellas a considerar en la planificación de la disminución del riesgo teniendo en cuenta la relación coste/beneficio entre otros factores.

Toda la metodología anterior no es factible de aplicar dentro de nuestra actual legislación de aguas ya que hemos de recordar que existe un orden de prioridad de usos. No obstante, el procedimiento establecido puede resultar útil dentro de un uso determinado como, por ejemplo, el agrícola y, en consecuencia, partiendo de una determinada cantidad de agua a repartir se puede estudiar el impacto económico de su falta sobre los cultivos en una Comunidad de Regantes o en una Cuenca Hidrográfica. Dado el carácter recurrente de las sequías en nuestro país, se dispone incluso de datos sobre valoración de daños producidos por las mismas en períodos anteriores ya que de esta forma se podían obtener las correspondientes compensaciones económicas ya sea de la Administración ya sea de las pólizas de seguros.

También en los Planes de Cuenca (Ministerio de Medio Ambiente, 1999) existen normas para actuar con el riego de cultivos en el caso de sequías. Así, por ejemplo, la Confederación Hidrográfica (C.H.) del Guadalquivir establece que los cultivos plurianuales recibirán una atención preferente en la asignación de agua de riego para garantizar su supervivencia. La C.H. del Tajo fija criterios en función de los recursos disponibles: si los recursos garantizan por encima del 75% de la demanda, se realizará una disminución proporcional de la dotación; si los recursos garantizan entre el 25 y el 75% de la demanda se dará preferencia a cultivos arbóreos y plantaciones permanentes solo para garantizar su supervivencia y no para asegurar la cosecha; si los recursos solo garantizan menos del 25% de la demanda estos últimos cultivos serán los únicos en recibir agua si ello fuera posible. La C.H. del Ebro establece que deducidas las reservas de los embalses para abastecimientos a poblaciones y otros usos prioritarios, se fijarán las disponibilidades para usos agrícolas con preferencia para los regadíos de mayor antigüedad. Por último, la C.H. del Duero dice que se establecerán las normas de asignación del agua disponible (una vez detraídas las demandas de abastecimientos urbanos y el caudal ecológico) entre los diversos regadíos de cada embalse o sistema.

Las decisiones a adoptar podrían contar, asimismo, con la información aportada por las curvas de demanda de agua (consumo frente a coste del agua) que han sido ya obtenidas en muchas CC.RR. de las cuencas más relevantes. Los resultados encontrados demuestran que dichas curvas son notablemente diferentes entre cuencas e incluso entre comunidades de regantes de la misma cuenca. La diferencia fundamental se encuentra en su elasticidad. Así, existen desde curvas con tramos elásticos que cubren un amplio intervalo de precios del agua hasta curvas totalmente inelásticas en tanto no se alcancen precios muy elevados.

Estas diferencias son debidas principalmente a variables de carácter estructural (orientación productiva; características agroclimáticas y edafológicas de la zona; tamaño de explotaciones…) antes que a variables de carácter institucional e hidrológico (dotación de agua; garantía de suministro; método de riego; eficiencia del riego; gestión del agua; coste actual del agua…), aunque estas últimas también justifican algunos comportamientos distintos.

Como ejemplo de lo anterior, variables estructurales como la gran variedad de cultivos posible en la cuenca del Guadalquivir justifica la elasticidad de sus curvas de demanda. Dentro de esta misma cuenca, variables hidrológicas explican como las curvas más inelásticas corresponden a las CC.RR. con menor dotación de agua y método de riego más eficiente (presurizado y a la demanda). En efecto, la mayor elasticidad de las zonas tradicionales de riego se debe a que tienen un amplio margen para reducir la demanda mientras el precio del agua sube.

Además de los criterios anteriores, aspectos como la productividad del agua en el regadío deben tenerse en cuenta a la hora de tomar decisiones de preferencia de riego. Esta productividad se puede expresar como productividad agronómica (Kg. de producto por cada m^3 de agua aportado mediante riego) o como productividad económica (valor monetario de un cultivo por cada m^3 de agua de riego). También hay que considerar que dentro del mismo cultivo hay que ajustar las necesidades de riego a la producción más eficiente. Una técnica de cultivo a considerar son los llamados riegos deficitarios, ya mencionados, en los que el agua se aplica en cantidades inferiores a las requeridas pero en los períodos críticos de cultivo (floración, maduración del fruto, etc.) con lo que se trata de mantener su eficiencia agronómica.

La actual política agraria comunitaria (PAC) ha influido en la evolución del regadío en los últimos años: cultivos, superficie regada, nivel de empleo y renta del agricultor. Si el coste del agua representa un pequeño porcentaje del total de costes de producción, la PAC no fomenta el interés del agricultor por su ahorro ya que, en la nueva situación de equilibrio, la búsqueda del óptimo de la renta agraria conduce a una disminución de las producciones y, por consiguiente, de sus costes de producción más importantes. Bien es cierto, que al recibir una ayuda fija por hectárea cultivada, se reduce el nivel de producción para maximizar el beneficio y, en consecuencia, la demanda de agua es menor. Los cultivos con menor productividad en el uso del agua y mayor consumo reciben en la actualidad más ayudas europeas lo que puede conducir a un uso ineficiente de la misma.

7. CONCLUSIONES

1) El regadío, aunque continúa siendo importante, ha perdido en los últimos años gran parte de su valor estratégico como impulsor de la producción agraria. Los excedentes agrícolas en los países de la Unión Europea han relegado su papel a un nivel secundario no siendo necesario continuar potenciando su crecimiento. Es más, la escasez de recursos hídricos aconseja, por otro lado, su desaparición de los terrenos más improductivos o ambientalmente más degradados. Sin embargo, localmente continúa aportando riqueza al medio rural y ayuda a fijar la población mitigando su éxodo a las grandes ciudades. Es necesario, por tanto, buscar un equilibrio entre ambos extremos y, en cualquier caso, se requiere una adecuada transformación que convierta al regadío en una práctica agraria sostenible que ayude a conservar los insumos de agua, suelo y energía en los que se desenvuelve.

2) En el ámbito de los recursos hídricos, el riego es, con diferencia, el mayor consumidor de agua. Por ello, y por su menor prioridad, en condiciones de escasez de agua o sequía está sujeto a más restricciones que los restantes usuarios. Pero también por ello es el campo en el que existe una mayor potencialidad de ahorro de agua que puede dedicarse a los otros usos principalmente al consumo humano.

3) En el momento actual, la mejora del uso del agua en el regadío se orienta hacia su gestión adecuada actuando en dos direcciones: reduciendo consumos y racionalizando usos. Es previo y prioritario conocer la situación del regadío en todas las cuencas y comunidades de regantes: cuánto y cómo se riega; estructura organizativa del riego; cultivos; suelos; meteorología; aspectos socioeconómicos y ambientales afectados.…

4) La planificación hidrológica, además de poseer la flexibilidad precisa para afrontar un amenazante cambio climático, debería considerar que, en nuestras condiciones climáticas, es como si estuviéramos en un permanente déficit estructural en el que el fallo de suministro excediera siempre el criterio de garantía establecido.

5) La carencia de agua para riego provoca unos impactos sobre la producción de los cultivos que hay que valorar al objeto de fijar el orden en el que a los usuarios habría que restringirle el uso del agua. Para tomar decisiones sobre la preferencia en el riego es fundamental tener un conocimiento del impacto económico asociado a la falta de agua, de las curvas de demanda de agua para riego y de la productividad del agua en el regadío.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Instituto Nacional de Estadística.
www.ine.es/inebase/menu6_agr.htm

Instituto Nacional de Estadística.
www.ine.es/inebase/menu1_ent.htm

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2002.
Plan Nacional de Regadíos.
Horizonte 2008. Madrid.

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestacultivos/resultados.htm

Ministerio de Medio Ambiente, 1999.
Planes Hidrológicos de Cuenca del: Guadalquivir (BOE 205 de 27 de agosto); *Duero* (BOE 206 de 28 de agosto); *Tajo* (BOE 207 de 30 de agosto); *Ebro* (BOE 222 de 16 de septiembre).

Ministerio de Medio Ambiente, 2000.
Libro Blanco del Agua en España.
Madrid

Ministerio de Medio Ambiente
http://www.mma.es/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/perfil_ambiental_2005/pdf/perfilambiental_2005_agua.pdf

LA TARIFACIÓN, HERRAMIENTA ESENCIAL EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

Enrique Cabrera Marcet
Universidad de Politécnica de Valencia

Resumen

La gestión sostenible del agua pasa necesariamente por reducir su demanda. Y ello por dos razones importantes y, al tiempo, complementarias. Desde la óptica de la calidad porque con el uso disminuye la contaminación y al tiempo, detrayendo menos agua del medio natural, se favorece la biodiversidad. No en vano el agua es elemento imprescindible para cualquier tipo de vida. Y desde la óptica de la cantidad porque utilizando menos agua, siempre quedarán más recursos con los que poder gestionar mejor situaciones límite, como las propias de toda sequía. O, dicho en otras palabras, el ahorro aumenta de manera muy notable la garantía de servicio y su fiabilidad.

La presente contribución evidencia la correlación que existe entre el precio del agua y su demanda. Un precio del agua que debe establecerse, de acuerdo con la Directiva Marco del Agua (DMA), a partir del principio de recuperación de costes cuya aplicación será de obligado cumplimiento a partir del año 2010. De explicar este principio se ocupa la primera parte del artículo, mientras que la segunda, tras una breve descripción de las estrategias de ahorro que se pueden adoptar en viviendas, se dedica a evidenciar la estrecha relación que hay entre el precio que por el agua paga el usuario y la motivación que tiene por ahorrarla, lo que explica por qué en los países que mejor recuperan los costes el consumo unitario es mucho menor.

El artículo concluye con la estimación del plazo de amortización de los costes de una instalación de reutilización de aguas grises en una vivienda en función de la tarifa vigente. Dos de las tarifas corresponden a la costa mediterránea y la tercera a la ciudad de Berlín cuyas precios vigentes correspondientes al ejercicio 2006, dado el importante mensaje de educación ambiental que de manera implícita incluyen, no sólo se comentan. También se anexionan.

1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las razones que justifican la conveniencia de controlar la demanda de agua en general y la del uso urbano en particular. Entre otras muchas conviene citar:

- Las crecientes necesidades deben ser satisfechas a partir de unos recursos limitados y que, por mor del cambio climático, van a ir decreciendo con el paso del tiempo.
- Si el consumo se controla, la demanda no crece y la ampliación de las instalaciones que se requieren por la aparición de usuarios se pospone. Y con ellas se aplazan las inversiones. La falta de control que sobre el consumo hasta ahora ha habido se ha evidenciado al entrar en funcionamiento en España muchas plantas de depuradoras. Ya desde el primer día muchas de ellas resultaban insuficientes para depurar toda el agua que les llegaba.
- El ahorro de agua es una opción que siempre será más respetuosa con el medio natural que la alternativa de aumentar la oferta.
- La creciente preocupación medioambiental de la ciudadanía, evidenciada por el mayor protagonismo que vienen adquiriendo los partidos políticos que encuentran su razón de ser en la defensa del medioambiente. Estos movimientos "verdes" ya aglutinan un importante número de votos en los países de mayor sensibilidad ambiental. Y todos ellos, como no podía ser de otro modo, otorgan una relevancia creciente a la optimización del uso de los recursos naturales en general y al ahorro de agua en particular.

- Los conflictos hídricos que casi siempre acompañan las opciones de aumento de la oferta de agua basada en transferencias entre cuencas condicionan cada vez más esta opción. España es un muy buen ejemplo de ello.
- El impacto en la opinión pública de decisiones tan relevantes como la prohibición de dos nuevas grandes presas en los Estados Unidos por parte de la EPA (la Agencia de Protección del Medio Ambiente) por el inaceptable impacto medioambiental que su construcción generaba. En particular a finales del siglo pasado la EPA no autorizó la construcción de la presa "Two Forks" en el río Colorado ni la "Big River" en Rhode Island. Una decisión de este estilo, hasta entonces inédita, tuvo una consecuencia inmediata. Los usuarios entendieron muy bien la necesidad que existe por mejorar la eficiencia en el uso del agua. En España la aún reciente derogación del Trasvase del Ebro es una nueva evidencia de la dificultad que este tipo de grandes obras hoy en día encuentran. Su complejidad exige un apoyo prácticamente unánime muy difícil, prácticamente imposible, de conseguir.
- Las normas que van dictando las oficinas de regulación del uso del agua (en aquellos países en las que existen) relativas al ahorro y conservación del agua. En particular vienen fijando los niveles de fugas aceptables mientras establecen planes, entre otras muchas medidas, para implantar de manera obligatoria aparatos de bajo consumo doméstico. En España aún no se ha creado una oficina de regulación. Pero como la necesidad de su creación parece evidente, es seguro que algún día llegará. En ese sentido es del caso dejar constancia del reciente acuerdo entre la administración catalana y Aguas de Barcelona, la empresa suministradora de agua. Han pactado, por un plazo de cuatro años, tarifas y objetivos a conseguir. Es un tibio, aunque claro, paso en esa dirección.
- La reducción del consumo de agua se traduce en una disminución de los vertidos y también de la contaminación. Al tiempo aplaza las inversiones. No en vano las prestaciones, por lo que a sus dimensiones respecta, de las redes de distribución, de las plantas potabilizadoras y, en fin, de las depuradoras está más tiempo vigente.
- Como consecuencia de la imagen positiva que el ahorro de un recurso natural como el agua comporta, las compañías de distribución de agua ganan credibilidad.
- Como síntesis de cuanto antecede conviene decir que toda política del agua que no se ocupe de manera clara y específica de controlar la demanda, no es sostenible en el tiempo. Y aunque es grande la inercia de las políticas tradicionales, la tendencia está cambiando rápidamente. Tan es así que el principal punto de debate en la actual sequía de la Comunidad Valenciana se basa en demostrar cuál de las dos administraciones (la autonómica y la estatal, pertenecientes a partidos políticos distintos) propicia más el ahorro.

Pero claro, aún cuando las ventajas son muy grandes, como hasta ahora el agua ha estado, y está, muy subsidiada, si su coste es bajo el abonado tiene pocos incentivos para ahorrar. De ahí la importancia que el recibo del agua refleje bien todos sus costes. Y cuando al realizar un análisis de coste-beneficio las dos alternativas (aumento de recursos frente a ahorro de agua) se reducen a un mismo común denominador, la segunda casi siempre es la opción ganadora. Pero, y en ello hay que insistir, no se puede como hasta ahora primar económicamente una alternativa sobre la otra. En otras palabras, al conjunto de posibles soluciones hay que aplicar con rigor el principio de recuperación de costes de la DMA al que ya nos referimos.

2. EL PRINCIPIO DE RECUPERACIÓN DE COSTES

Los últimos datos sobre el precio del agua urbana publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y que corresponden al año 2004 (INE, 2006) evidencian a la hora de establecer las tarifas del agua la notable disparidad de criterios que en España existen. Y ello con independencia de que (Tabla 1) comparando valores de la última publicación estadística (precios de 2004) con los de años precedentes (INE, 2005; INE, 2003) correspondientes a los años 2001 y 2003, se observen cambios tan extraños como que en el País Vasco el precio ha decrecido de manera significativa. Ello evidencia una vez más la necesidad de una Agencia Reguladora que a la hora fijar el precio del agua arbitre criterios claros.

Unas diferencias en los precios del agua, en ocasiones de difícil justificación, que no existirían de aplicarse con rigor el artículo 9 de la DMA (UE, 2000) y si, además, se establecieran con claridad los estándares de calidad con los que debe prestarse el servicio (Cabrera y col., 2004). Y así en el caso de la ciudad de Valencia las tarifas deberían incluir no sólo, como hasta ahora, el coste del personal, el de la energía o el de la amortización de las instalaciones urbanas menores. El recibo debiera hacer lo propio con la amortización de las grandes infraestructuras que en los últimos años ha financiado la Unión Europea y, en menor medida, el Estado. Entre otras la presa de Tous, el canal Júcar Turia, la planta depuradora de Picassent, la red en alta del área metropolitana, los grandes colectores, la planta depuradora de Pinedo o, en fin, hasta los emisarios submarinos. Son infraestructuras que, desde luego, no ha pagado de manera directa el abonado de Valencia.

	Año 2001	Año 2003	Año 2004
Andalucía	0,64	0,79	0,94
Aragón	0,59	0,66	0,82
Principado de Asturias	0,54	0,62	0,65
Baleares	1,45	1,42	1,31
Canarias	1,66	1,68	1,64
Cantabria	0,53	0,60	0,69
Castilla y León	0,46	0,53	0,61
Castilla-La Mancha	0,48	0,57	0,63
Cataluña	0,94	1,04	0,92
Comunidad Valenciana	0,71	0,83	1,20
Extremadura	0,74	0,73	0,72
Galicia	0,60	0,62	0,78
Madrid	0,76	0,86	1,00
Murcia	1,12	1,08	1,41
Navarra	0,59	0,73	1,11
País Vasco	1,09	1,15	0,83
Rioja	0,42	0,54	0,96
Ceuta y Melilla	0,63	0,74	0,91
Media España	**0,77**	**0,86**	**0,96**

TABLA 1 PRECIO MEDIO (ABASTECIMIENTO MÁS SANEAMIENTO) DEL AGUA EN ESPAÑA (EN €/M³). FUENTE: INE

La tabla asimismo evidencia que en España no se aprecian variaciones bruscas en el precio del agua desde la fecha de promulgación (Diciembre de 2000) de la DMA de Bruselas (UE, 2000) hasta el 2004, año al que se refiere la última estadística del INE. Pero para poner más en contexto el precio del agua en España conviene compararlo con el de países

representativos de la Unión en el momento en que la DMA ve la luz (Merkel, 2003). De acuerdo con la figura 1 España sólo recuperaba, allá por el año 2000, el 25 % de sus costes, y vista la evolución de los precios en los últimos años la situación apenas si ha cambiado.

Además de recuperar todos los costes (una factura que es muy sensible a unos estándares de calidad de servicio que España aún no ha definido y que, entre otras cuestiones, deberían especificar cuando una red de distribución debe ser ampliada), en no pocas ocasiones se incluyen costes medioambientales importantes. Y así, cual se verá, en el caso de Berlín el coste ambiental por m^3 de agua bombeada se ha establecido en 0,31 €. Un valor, dicho sea de paso, superior al del precio de venta del m^3 de agua de muchas ciudades de España.

La figura 1 evidencia que Dinamarca es el país que mejor cumple el principio de recuperación de costes. Lo que no sorprende. En efecto en Copenhague (Napstjert, 2002) el precio del agua vio un crecimiento espectacular (figura 2) a finales de la década de los 80. Finalmente, en el 2001 el coste del agua 4 €/m^3, era siete veces superior al precio medio de España en ese mismo año (0.58 €/m^3), pues al de la Tabla 1 (0.77 €/m^3) hay que restarle el coste del drenaje y de la depuración (ese año 0.19 €/m^3). Porque el saneamiento, cual se verá a continuación, está aún más subsidiado que el suministro de agua.

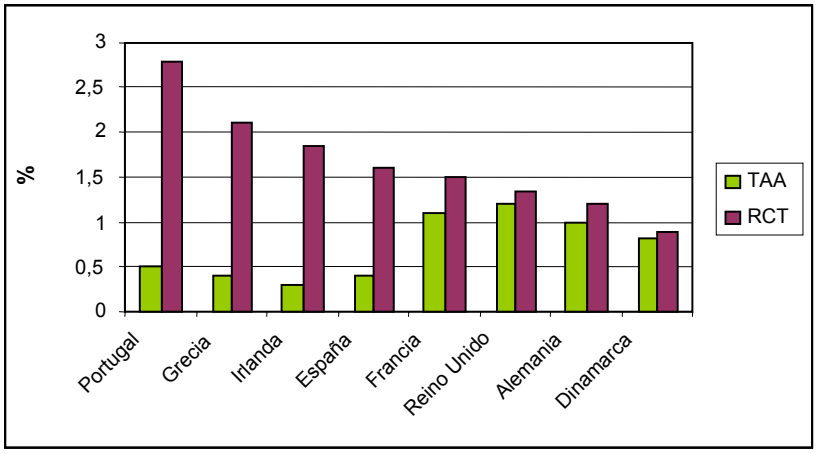


FIGURA 1 TARIFAS ACTUALES DEL AGUA (TAA) FRENTE A TARIFAS BASADAS EN LA RECUPERACIÓN TOTAL DE COSTES (RCT), EXPRESADAS COMO VALOR PORCENTUAL DE LA RENTA PER CÁPITA DEL PAÍS.

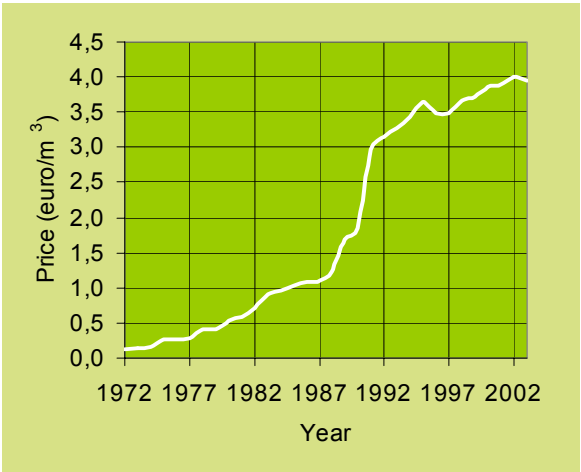


FIGURA 2 - EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL AGUA POTABLE EN COPENHAGUE

Y así comparando los precios medios de España y Alemania que corresponden al servicio de drenaje más depuración, la diferencia es aún mayor. De hecho el coste medio en España en 2001 era, recordémoslo, de 0.19 €/m^3, mientras en Alemania (FMENCNS, 2001), dos años antes ya estaban vigentes las tarifas que la tabla 2 detalla:

	Tarifa separativa		Tarifa global €/m^3
	Aguas negras (€/m^3)	**Agua lluvia (€/m^2 año)**	
Alemania	1,79	0,77	2,28
Alemania Federal	1,72	0,78	2,23
Alemania Oriental	2,39	0,59	2,54

TABLA 2 TARIFAS DEL DRENAJE EN ALEMANIA (AÑO 1999)

Aún cuando como anexo a la presente contribución se anexionan las tarifas de Berlín para el año 2006, con unos valores notablemente superiores a los que la tabla 2 muestra (son, con siete años de vida, los valores medios del país), la simple comparación de las tablas 1 y 2 permite concluir que:

- El coste medio del servicio de drenaje en Alemania en 1999 era hasta diez veces mayor que el de España dos años después (2,28 €/m^3 frente a 0.19 €/m^3). Incluso duplica holgadamente el precio que pagaban en España los usuarios por todo el ciclo integral del agua (2,28 €/m^3 frente a 0.96 €/m^3) cinco años después (precios de 1999 frente a precios de 2004).
- Las tarifas en la antigua Alemania del Este eran sensiblemente superiores a las de Alemania Federal, lo que evidencia que las inversiones adicionales a realizar para que el servicio se prestase en todo el país con los mismos estándares de calidad tras la unificación de Alemania, allá por 1990, estaban incluidas en la tarifa.
- En la mayor parte de las ciudades de Alemania (ver la tabla nº 2 así como las anexas tarifas de Berlín), se divide el pago del servicio de drenaje urbano en dos bloques diferentes. De una parte por el agua de lluvia (término proporcional a la superficie que impermeabiliza la vivienda del contribuyente, pues de ella depende la escorrentía), y de otra por la depuración de aguas negras. Ello supone llevar hasta sus últimas consecuencias el principio de recuperación de costes, pues no en vano se repercute en el recibo de cada abonado los gastos que cada cual genera. Un criterio que, de algún modo, ha recogido el artículo 9 de la DMA (UE, 2000), que establece:

Artículo 9: Recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua:

Los Estados miembros tendrán en cuenta el principio de recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua, incluidos los costes medioambientales y los relativos a los recursos, a la vista del análisis económico efectuado con arreglo al anexo III y en particular de conformidad con el principio de quien contamina paga.

Los Estados miembros garantizarán a más tardar en 2010: Que la política de precios del agua proporcione incentivos adecuados para que los usuarios utilicen de forma eficiente los recursos hídricos y, por tanto, contribuyan a los objetivos medioambientales de la presente Directiva.

El análisis económico del anexo III de la Directiva tiene un planteamiento muy genérico por lo que para entrar en detalles sobre cómo establecer de acuerdo con la DMA el precio del agua hay que recurrir a otras fuentes (Rogers y col., 2002) donde se explican con gran claridad los términos a incluir en el recibo del agua. Estos son:

- Costes de operación y mantenimiento (son los que habitualmente se recuperan en España)
- Costes del capital, es decir, costes generados por la amortización de las grandes obras e instalaciones. En general en España no se vienen repercutiendo en el recibo del usuario las grandes infraestructuras hidráulicas, lo que ya en parte justifica las notables diferencias de precios con respecto a Alemania. Una diferencia aún más llamativa si se tiene en cuenta que ese país (WVGW, 2005) se abastece con aguas subterráneas principalmente (65%) y con manantiales (9 %), fuentes que requieren muchas menos infraestructuras que si el suministro, tal cual es el caso de España, se lleva a cabo mayormente con aguas superficiales.

La suma de estos los dos costes precedentes es el coste de suministro. A ellos, en función de las circunstancias, pueden añadirse los términos siguientes:

- Costes de oportunidad, que contemplan el hecho de que en periodos de escasez se puede redirigir agua hacia el uso urbano lo que conlleva que otro uso deje de ser atendido. Un claro ejemplo lo encontramos en la sequía que ahora vive la Comunidad Valenciana. Me refiero a la indemnización que habrá que pagar a Iberdrola si finalmente se utiliza el agua embalsada en la Muela de Cortes. Si así se hace ya no podrá utilizarse con fines energéticos.
- Costes derivados de externalidades económicas, entendiendo por externalidad el "perjuicio o beneficio experimentado por un individuo o una empresa a causa de actuaciones ejecutadas por otras personas o entidades". Un ejemplo de externalidad es el gasto que comporta la eliminación de los nitratos de un acuífero que otros han contaminado.

El montante global de los precedentes términos conforma el coste económico global. Al mismo aún hay que añadir el coste ambiental, vigente en los países que muestran mayor sensibilidad por proteger su medio natural. Es un impuesto orientado a limitar la detracción del agua del medio natural para, de este modo, favorecer la biodiversidad. Y ello porque cuanta más agua se derive menos disponibilidad de ella tienen las otras especies que habitan este planeta.

Si además se tiene en cuenta que los costes del capital pueden llegar a ser muy variables, toda vez que dependen de la calidad con que se presta el servicio y en definitiva de la cantidad y estado de las infraestructuras (Cabrera y col., 2004), no pueden extrañar las enormes diferencias de precios que en España existen. Urge, pues, establecer una política de precios clara.

En síntesis el principio de recuperación de costes supone incluir todos los términos que son del caso y que, en buena parte, dependen de los estándares de calidad con que el servicio se presta. Todos deben calcularse y distribuirse entre los usuarios del servicio de manera que al final el balance económico esté equilibrado. Cuestión diferente es cómo se reparte la factura a pagar entre los usuarios, lo que se aborda en el siguiente apartado.

Por último la tabla 3 recoge valores actualizados (corresponden al 2005), de la factura que paga un usuario (no se incluye el drenaje ni la depuración) por el suministro de 10.000 m^3/año (NUS, 2005). Puesto que no entra en los detalles tarifarios de cada país, tiene sólo un mero valor orientativo. Con todo evidencia que en países como el Reino Unido el aumento del precio del agua está muy por encima de la inflación. Es la manera de acercase al principio de recuperación de costes. También refuerza la conocida paradoja de que los países del norte de Europa (en términos de cantidad los de menor estrés hídrico) recuperan mejor los costes que allí donde las disponibilidades de agua son mucho menores. Sólo razones históricas, que no lógicas, lo justifican.

Current Rank	Prior 2004 Rank	Country	Cost (US)/M^3	Year on Year Change
1	2	Denmark	219.75	+2.3%
2	1	Germany	206.74	+1.2%
3	3	United Kingdom	169.39	+15.1%
4	6	Belgium	157.72	+1.5%
5	5	France	142.09	+3.6%
6	4	The Netherlands	137.68	-1.9%
7	7	Italy	98.29	+5.5%
8	10	Finland	87.63	13.1%
9	9	South Africa	86.81	+13.8%
10	11	Australia	86.15	+5.7%
11	8	Spain	84.18	+1.4%
12	12	Sweden	79.71	+3.8%
13	14	Canada	64.78	+5.0%
14	13	United States	61.87	+3.5%

TABLA 3 COSTE DEL AGUA EN DISTINTOS PAÍSES (CONSUMIDOR ESTÁNDAR DE10000 M^3/AÑO)

3. INFLUENCIA DE LA TARIFACIÓN

En el anterior epígrafe se han descrito los términos que integran los costes que deben recuperar los usuarios. Divididos por el volumen total de agua que se factura se obtiene el precio medio del agua. Los precios hasta ahora detallados son valores medios. Pero en el reparto de la carga total entre los abonados se pueden atender criterios diversos que van a influir de manera notable en la predisposición por el ahorro del usuario. En efecto, si a medida que el consumo aumenta el precio unitario del agua crece (lo que supone aplicar una tarifa progresiva) se propiciará el uso eficiente.

Por ello conviene dedicar una cierta atención a la tarifación que, con independencia del tipo que se adopte debe garantizar, con los estándares de prestación que correspondan, la sostenibilidad económica del servicio. Y ello pasa por equilibrar los ingresos con los costes totales del sistema. En general cualquiera sea el tipo de tarifación adoptado, la recuperación de los costes se divide en dos sumandos. El primero es una constante (parte fija) y se establece en un determinado porcentaje de los ingresos totales. Dividiendo esta parte fija por el número de usuarios, se obtiene la cuota de servicio que paga el abonado, incluso cuando no consume agua. El segundo sumando es la parte variable, o cuota de consumo, función del volumen de agua consumido.

Aún cuando es de lógico que existan estos dos sumandos, las empresas de agua tratan de aumentar el peso de la parte fija y de minimizar la parte variable. Pero no parece razonable que esa parte fija vaya más allá del 30 %. Un porcentaje que se podría ajustar con precisión

ya que representa lo que debe abonar un usuario como contrapartida al derecho de disponer de agua cuando lo desee. Por ello con ella debieran compensarse los costes de la infraestructura y, en particular la amortización de las obras. Mientras que con la parte proporcional al consumo se deberían atender los costes variables propiamente dichos.

Admitiendo la existencia de estos dos sumandos se tienen diversas posibilidades de tarifación (Cabrera y García Serra, 1997). De entre ellas el político puede optar por la que estime más adecuada al tiempo que, con los diferentes umbrales y precios que se establezcan, implantar la política social que crea más conveniente y propicie más o menos el ahorro. La Figura 3 esquematiza cuatro de estas tarifas:

1) La cuota de servicio incluye un volumen mínimo. Rebasado éste, el metro cúbico de agua se paga a un precio único.
2) La cuota de servicio incluye un volumen mínimo y el coste unitario del metro cúbico de agua tiene un coste dependiente del volumen de agua consumido.
3) La cuota de servicio no incluye un volumen mínimo. El metro cúbico de agua se paga a un precio único. Es lo que se conoce por tarifa plana.
4) La cuota de servicio no incluye un volumen mínimo. El metro cúbico de agua se paga, en varios escalones, dependiendo del consumo.

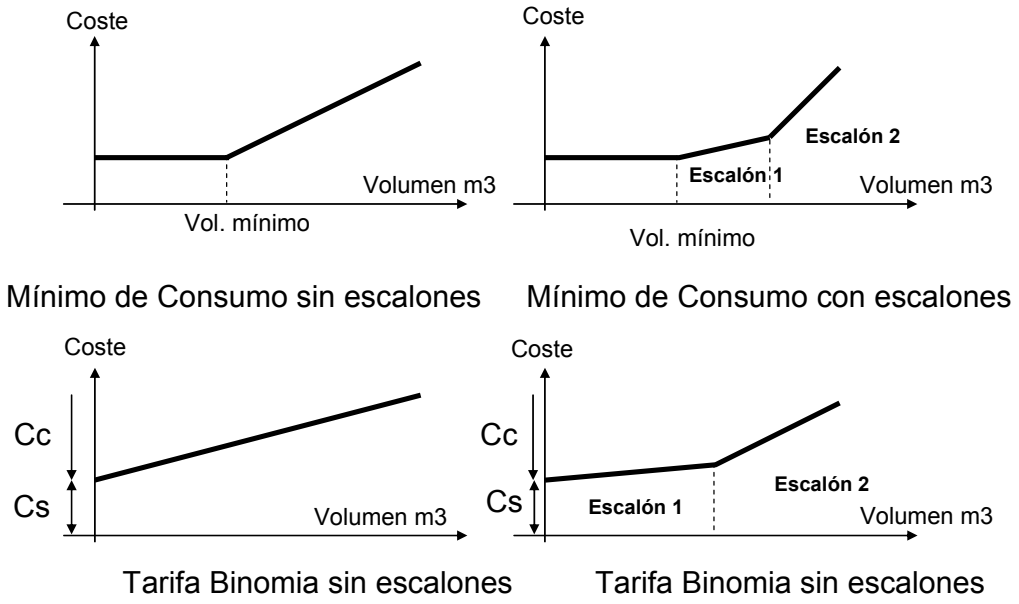


FIGURA 3 DIVERSOS TIPOS DE FACTURACIÓN DEL AGUA

A título de ejemplo de tarifación la Tabla 4 (Kawakita, 1.998) detalla las tarifas de Tokio (precios del año 1997). Y al efecto dos hechos hay que subrayar:

- La tarifa de Tokio corresponde al tipo 2 descrito, bien que con cuatro escalones. Es una tarifa muy progresiva que sin duda propiciará el ahorro del consumidor. Es también una tarifa social por cuanto los primeros 10 m^3 son mucho más económicos que los siguientes bloques. Es, pues, una tarifa de nuestro tiempo.

V = Volumen consumido (m^3)	Tarifa	
	Fija (USA $)	Variable(USA $/$m^3$)
V≤ 10 m^3	8.50	
11 m^3 ≤ V ≤ 20 m^3	8.50	3.40
21 m^3 ≤ V ≤ 30 m^3	8.50	4.60
31 m^3 ≤ V ≤ 100 m^3	8.50	5.60
101 m^3 ≤ V ≤ 200 m^3	8.50	7.80

TABLA 4.- TARIFAS DEL AGUA POTABLE EN TOKIO EN EL AÑO 1997.

- Aún cuando en el momento en que este texto se redacta los precios tienen casi diez años, para un consumo bastante normal en España (18 m^3/mes en una vivienda), el recibo supondría 35.7 USA $, unos 28 € (a un precio medio de 1,6 €/m^3). Si recordamos (INE, 2006) que el precio medio total en España en 2004 fue 0,96 €/m^3 (0,3 €/m^3 el drenaje) resulta un precio medio de 0,66 €/m^3, dos veces y media inferior al de Tokio diez años antes. Ni que decir tiene que una tarifa tan progresiva haría que la diferencia aumentase a medida que lo hiciese el consumo. Por ejemplo para un valor relativamente alto, aunque aún dentro de la normalidad, (30 m^3/mes) la factura sería de 88,5 €, y el precio medio del metro cúbico 2,95 USA $, es decir 2,36 €/$m^3$, casi casi cuatro veces superior al de España en 2004.

En resumen, pues, con independencia de que a la hora de trasladar los costes a los abonados siempre hay que equilibrar ingresos y costes, pueden seguirse estrategias bien diferentes. La tarifa plana (tipo 3) no propicia el ahorro, mientras que estructuras tarifarias por bloques, con escalones muy progresivos a medida que aumenta el consumo de los abonados, favorecen sobremanera las estrategias de ahorro. Ese es el caso de Tokio que ya siguen muchos municipios españoles. Pero tampoco faltan quienes aún tienen vigente un sistema tarifario plano que para nada favorece el ahorro de agua. Sin ir más lejos, tal es el caso de Valencia.

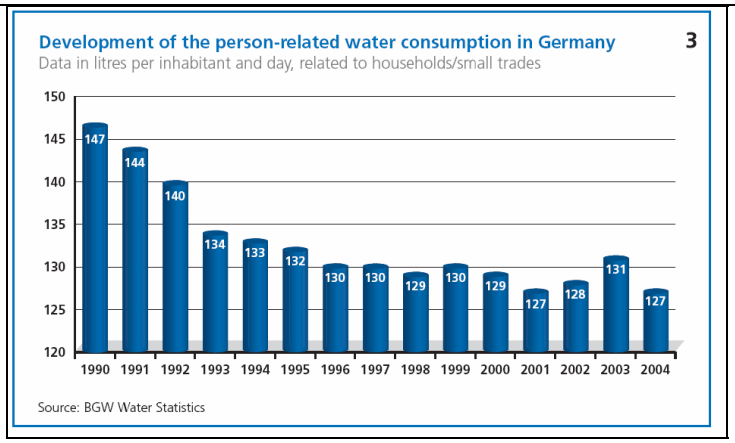
4. ESTRATEGIAS Y DISPOSITIVOS DE AHORRO.

De entrada hay que decir que del precio medio del agua y del tipo de sistema tarifario que el abonado pague, dependerá su motivación por utilizar el agua de manera más o menos racional. Porque lo que hasta ahora se viene haciendo en España, llamar al ahorro en épocas de sequía a la ciudadanía de agua, pero sin seguir una verdadera política tarifaria que propicie un ahorro sostenido en el tiempo, sirve de muy poco. Y aún cuando no es el objeto de la presente contribución, también el precio medio del agua (y no tanto el sistema tarifario) tiene una importancia esencial a la hora de que la empresa suministradora esté más o menos motivada por disponer de redes eficientes. Si lo que le cuesta producir el agua que pierde la red es inferior a los beneficios que el ingreso de esa venta le genera, tendrá poco interés en mejorar el funcionamiento del sistema y en definitiva en renovar tuberías. De hecho todo sistema tiene un punto de pérdidas óptimo (Cobacho, 2000).

Algo parecido sucede con el uso doméstico que nos ocupa Si un usuario para ahorrar agua debe realizar una inversión inferior al ahorro económico que obtiene durante los años de amortización de tal inversión, sin duda estará por la labor. Ello explica el por qué en Alemania el consumo de agua sea un 35 % inferior al de España. En efecto en 2004 su consumo medio (Figura 4) fue de 127 l/h y día (WVGW; 2005), mientras que según la estadística del INE ese mismo año (INE, 2004) en España el consumo alcanzó los 171 l/h y día. Una diferencia nada desdeñable, máxime teniendo en cuenta la escasez de agua de este país.

La comparación de los datos de Alemania y España permite concluir:

- Que mientras en España el consumo unitario se mantiene estable o incluso llega a mostrar un ligero crecimiento (la encuesta del INE da 165 l/h y día y 168 l/h y día, respectivamente, para los años 2000 y 2001) en Alemania decrece con claridad.
- El informe alemán (WVGW; 2005) atribuye el repunte de la demanda de 2003 a una sequía que impidió utilizar las cisternas de agua de lluvia, aumentando la demanda de agua de la red.



Consumo medio de agua de los hogares
Unidad: litros /habitante/día

	2003	2004
Andalucía	184	189
Aragón	169	162
Asturias (Principado de)	161	172
Balears, Illes	130	142
Canarias	135	147
Cantabria	185	187
Castilla y León	168	172
Castilla - La Mancha	184	179
Cataluña	183	174
Comunidad Valenciana	163	178
Extremadura	163	178
Galicia	143	155
Madrid (Comunidad de)	166	171
Murcia (Región de)	149	161
Navarra (Comunidad Foral de)	152	144
País Vasco	149	150
Rioja (La)	136	141
Ceuta y Melilla	139	142
España	**167**	**171**

FIGURA 4.- CONSUMOS UNITARIOS MEDIOS EN ALEMANIA Y ESPAÑA

Lo que sucede tiene una muy fácil interpretación. Los precios que se pagan en Alemania hacen rentable la instalación de toda una serie de dispositivos y estrategias de ahorro que en España, y pese a la falta de agua que, según se nos dice, hay no están económicamente justificados. Y ello porque en Alemania la inversión que demandan estas instalaciones en unos pocos años se amortiza. Y tal no es el caso de España.

En lo que sigue se detallan los dispositivos de ahorro y estrategias que con mayor asiduidad se utilizan. Comenzamos con el somero enunciado de los primeros (detalles adicionales se encuentran en la segunda lección del Curso Control de Perdidas de Agua en Redes Urbanas, ITA, 2006). Estos dispositivos de ahorro se agrupan, según minimicen los usos internos o externos de una vivienda (jardines, piscinas, etc.). Entre los primeros conviene citar:

- Dispositivos que se instalan como grifería.
    - Aireadores que inyectando aire disminuyen el consumo de agua sin que el usuario apenas sí lo perciba. Pueden conseguirse ahorros de hasta el 40%.
    - Grifos con reguladores de caudal de manera que, con independencia de la presión de suministro, su valor máximo está limitado.
    - Grifos termostáticos, que manteniendo la temperatura de referencia evitan también las oscilaciones del caudal, obteniéndose con ello un ahorro de agua.
    - Grifos con temporizador, muy utilizados en locales públicos.
    - Grifos con sensores infrarrojos incorporados que garantizan que cuando no se requiera el consumo sea cero.
- Inodoros de bajo consumo de agua, con sus diferentes realizaciones.

- Dispositivos de reducción del caudal de ducha, como los cabezales eficientes.
- Lavadoras ecológicas
- Lavavajillas ecológicos.

Por otra parte, y por lo que al ahorro en usos externos se refiere, convendrá hablar más de estrategias que de dispositivos. Las más recomendables son:

- Goteros de riego.
- Aspersores adecuados a las necesidades de riego.
- Agrupación de especies en el jardín basada en la cantidad de agua que necesitan.
- Ajuste de los tiempos de riego a las necesidades de cada época del año.
- Plantación de plantas autóctonas.
- Instalación de interruptores automáticos de corte del agua de riego en cuanto se detecte que ha comenzado a llover.

Por último, pero no por ello menos importante, conviene referirse a la reutilización de aguas grises que pueden utilizarse, sobre todo, en la descarga de inodoros así como a la instalación de depósitos de almacenamiento de agua de lluvia, que la emplean en usos externos y en inodoros. Comenzamos con las cisternas de recogida de aguas pluviales. El adjunto esquema (figura 5) que destina las aguas pluviales al suministro de inodoros y lavadoras (Mikkelsen y col., 1998), lo aclara:

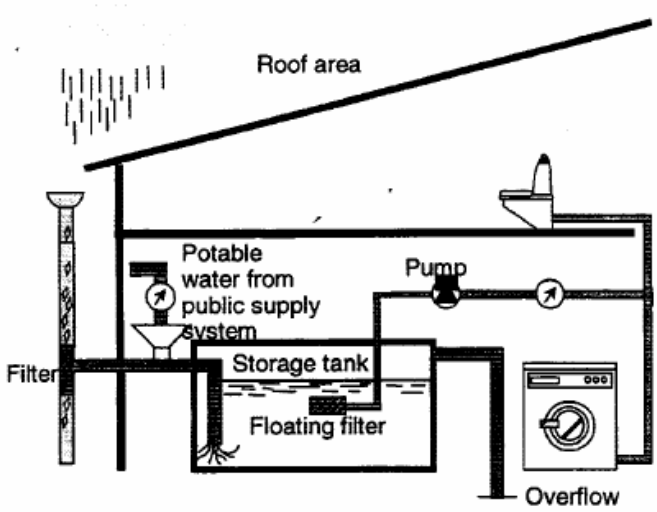


FIGURA 5. USO DEL AGUA DE LLUVIA PARA INODOROS Y LAVADORAS (MIKKELSEN Y COL., 1998)

Conviene decir que en países como Alemania en donde, como se ha visto, la tarifación del drenaje incluye dos bloques, uno correspondiente al agua de lluvia y otro a aguas negras, el aprovechamiento de las aguas pluviales tiene un doble beneficio en la factura. De una parte al no verterse en la red de alcantarillado, se disminuye la escorrentía, por lo que este término se elimina parcial o totalmente (en función del caso) de la factura a pagar. Así puede constatarse en el anexo que detalla el régimen tarifario de Berlín. No extraña pues que por lo habitual que comienzan a ser este tipo de instalaciones que en Alemania en años secos, al no poder contarse con tanta agua de lluvia, aumente el consumo.

Una típica instalación en un bloque de viviendas con reutilización de aguas grises la detalla la figura 6 (elaboración propia). El agua procedente de duchas y lavabos más las aguas de lluvia que escurre el tejado, previo tratamiento que elimine espumas y grasas, se utiliza en descargas de inodoros. Lógicamente el tanque de almacenamiento puede llegar a vaciarse porque el número de descargas demandado en un determinado tiempo sea superior al volumen de agua gris que el sistema genera en ese mismo periodo. Para que no se produzca el vaciado del sistema hay, pues, que prever poder alimentar el tanque con agua normal (y con una válvula de retención que evite flujos de retorno).

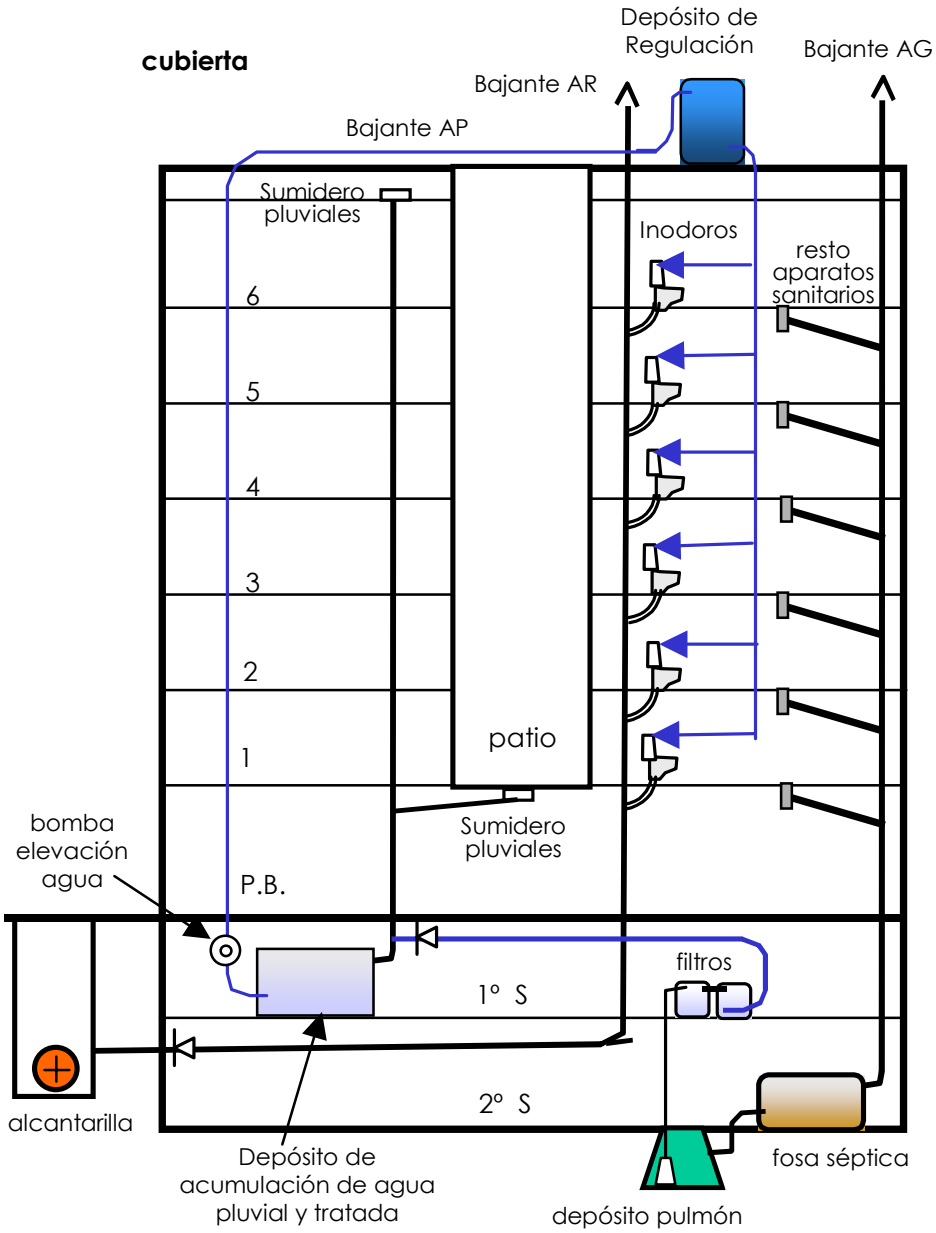


FIGURA 6. REUTILIZACIÓN DEL AGUA GRIS EN UN BLOQUE DE VIVIENDAS

Es evidente que sólo si las tarifas del agua recogen todos los costes estas estrategias de ahorro estarán económicamente justificadas. Pero la experiencia que ya acumulan los países del norte de Europa donde, cual se ha visto, el usuario paga por el agua mucho más que en

España, señala una dirección univoca. Y no sólo en viviendas si no también en hoteles. En cualquier caso los pasos a cubrir para determinar la viabilidad económica de todas estas medidas de ahorro son cuatro:

1) En primer lugar explorar, a partir de un análisis de los usos finales (es decir, hay que saber cómo se distribuye entre duchas, grifos, inodoros, lavadoras y lavavajillas el total de la demanda) valorar el ahorro que se puede esperar en una instalación concreta.
2) Alternativamente, para valorar el ahorro derivado de la utilización de aguas de lluvia, primero hay que conocer la hidrología de la zona, lo que permitirá estimar de cuánta agua se puede llegar a disponer y al tiempo determinar la capacidad del depósito de almacenamiento que conviene al caso.

3) Tanto si se recurre a las aguas de lluvia como a la reutilización de aguas grises, hay que diseñar el circuito alternativo que la instalación requiera.

4) Por último hay que realizar el estudio de costes valorando, además de las innegables ventajas ambientales, si el ahorro total en el recibo del agua durante el tiempo de amortización de la instalación es mayor que el coste de la instalación hidráulica alternativa.

Resulta curioso constatar cómo las tradicionales cisternas de almacenamiento de agua de lluvia se comienzan a utilizar hace más de cinco mil años a orillas del Mare Nostrum, mientras que siglos después renacen con fuerza en los países más lluviosos del norte de Europa, bien que por motivos diferentes. En la antigüedad para disponer de agua en épocas secas, mientras que hoy se persiguen objetivos medioambientales. En cualquier caso en el sur de Europa ambos, calidad y cantidad, tienen el mayor interés.

5. INCIDENCIA DEL PRECIO DEL AGUA EN SU USO SOSTENIBLE

Si por uso sostenible del agua se entiende aquel cuyo manejo actual no va a comprometer el acceso a fuentes limpias y de suficiente caudal a las generaciones futuras, parece más que evidente que el ahorro es piedra angular de la sostenibilidad.

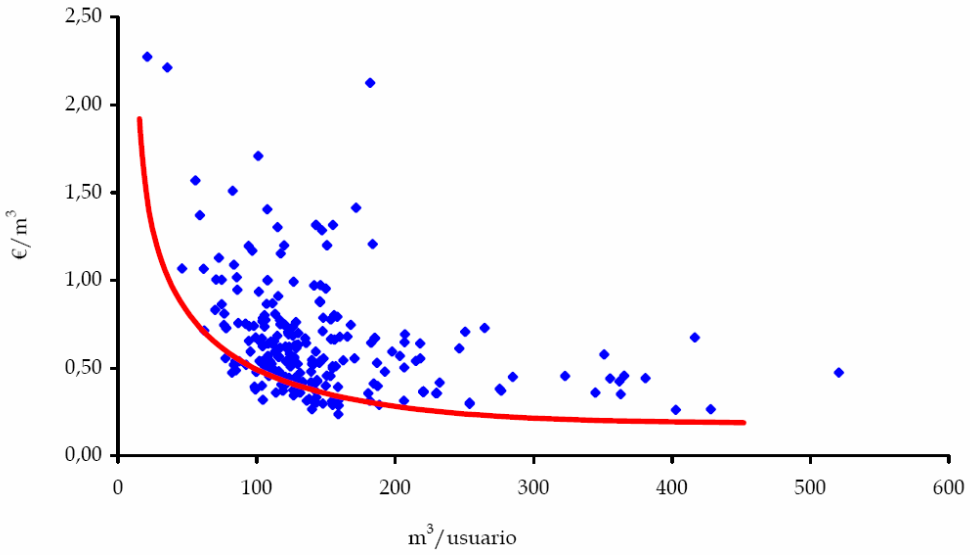


FIGURA 7. RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO ANUAL DE AGUA Y EL PRECIO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

No es del caso proceder a un análisis de la elasticidad de la demanda del agua con relación al precio que el usuario paga, si bien de la figura 7 (CHJ, 2005) se puede obtener una primera estimación. Dicha figura representa la variación en la Comunidad Valenciana de la demanda anual por usuario con relación a su precio. La correlación refleja una evidencia: cuando los costes son muy bajos el consumo supera 1 m^3 por persona y día, lo que es una cantidad que está ciertamente fuera de rango. Y además conviene recordar que sólo las tarifas que repercuten todos los cotes propician, desde la óptica económica, la adopción de medidas de ahorro como las anteriormente detalladas.

Por todo ello y aún cuando en el artículo 9 de la DMA se introduce una salvaguarda (que fue incluida pensando no tanto en el uso urbano o residencial sino en el agua de riego) que admite excepciones a la plena aplicación del principio de recuperación de costes, y que en su apartado 4 establece que: *Los Estados miembros no incumplirán la presente Directiva si deciden no aplicar, de acuerdo con prácticas establecidas, las disposiciones de la segunda fase del apartado 1 y, a tal fin, las disposiciones correspondientes del apartado 2 para una determinada actividad de uso de agua, siempre y cuando ello no comprometa ni los fines ni el logro de los objetivos de la presente Directiva. Los Estados miembros informarán en los planes hidrológicos de cuenca los motivos por los que no han aplicado plenamente la segunda frase del apartado 1.*

La precedente cautela, si se quiere apostar por la sostenibilidad y, por tanto, por el ahorro no debe aplicarse al uso urbano porque cuando el agua esté subsidiada no se justificará económicamente la implantación de las estrategias antes descritas. El caso agrícola es bien diferente porque en ese uso sí parece lógico mantener un precio político del agua pero es evidente que hay que dar los subsidios de manera que incentiven el ahorro de agua. Y ello sólo se conseguirá primando la producción obtenida por metro cúbico de agua utilizada y no tanto regalando el agua. En cualquier quede este análisis para otro trabajo.

Finalmente hay que dejar constancia que la aplicación del principio de recuperación de costes, visto en su más amplio contexto, no supone que el usuario pague más sino que lo haga de forma distinta. En efecto, la relación de costes que el manejo sostenible del agua comporta se debe atender bien total y directamente por los usuarios (a través del recibo que pagan), o bien repercutir una parte a los usuarios y la otra que la atienda una administración de rango superior, tal cual hasta ahora se ha venido haciendo. En este supuesto también al final el ciudadano paga la factura completa, pero parte de ella por el agua que ha utilizado y otra vía los impuestos generales del Estado. Esta segunda forma de abordar el pago de las infraestructuras que permiten manejar el agua (el recurso en sí no tiene coste), prima a quien la despilfarra y desincentiva su ahorro. Y así se viene haciendo lo que explica la situación descrita que es tanto en lo económico como en lo ambiental muy poco sostenible en el tiempo.

6. PERIODO DE AMORTIZACIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

El precio del agua no sólo influye de forma directa en el uso que el abonado hace de la misma, en el sentido que pueda o no alentar un uso más eficiente. También representa la referencia frente a la cual se evalúan los costes que requieren la implantación de dispositivos de bajo consumo, la reutilización de aguas grises o la recogida de aguas de lluvia. A continuación se propone un ejemplo sencillo que ilustra la importancia de las tarifas para el fomento de soluciones alternativas. Me refiero al tiempo que se tarda en recuperar la inversión realizada en un sistema de reutilización de aguas grises.

En una vivienda media con cuatro ocupantes, y considerando un consumo final de agua en usos interiores de 150 litros por ocupante y día, el consumo total promedio viene a ser de unos 18 m^3/mes. Según los porcentajes característicos para cada uno de los usos finales, la distribución de todo el consumo promedio indicado sería la mostrada por la Tabla 5.

Estancia	Uso Final	Porcentaje	Consumo (m^3/mes)
Cocina	Fregadero	10%	1,80
	Lavadora	10%	1,80
	Lavavajillas	3%	0,54
Baños	Lavabos	8%	1,44
	Inodoros	30%	5,40
	Duchas	25%	4,50
	Bidés	2%	0,36
Fugas		12%	2,16
TOTAL		100%	18,00

TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO PROMEDIO MENSUAL EN USOS FINALES

Actualmente, existen disponibles en el mercado distintos sistemas de reutilización de aguas grises que reciben los efluentes de todos los usos en el cuarto de baño (exceptuando el inodoro), y tras un tratamiento del agua reconducen la misma para su uso en el inodoro. Según modelos y características pueden admitir también agua de riego, de lluvia, de piscina o bien distribuir el agua tratada no sólo para inodoros sino también para riego y limpieza de exteriores. Por último y aunque menos comunes, también hay sistemas que aceptan para su reutilización los efluentes procedentes de las cocinas, más difíciles de tratar puesto que presentan un contenido de grasas mucho mayor.

A partir de las cifras de consumo presentadas y de las posibilidades que, en general, ofrecen los sistemas de reutilización de aguas grises, resulta sencillo plantear el rendimiento que pueden proporcionar y, sobre todo, en qué medida depende éste del mismo precio del agua. Así, se van a considerar los tres casos siguientes:

- Vivienda 1. Se reutilizan los efluentes del baño (excepto inodoro), lo que proporciona un volumen de tratamiento de 6,3 m^3/mes, pero se destinan sólo al inodoro por lo que no se aprovechan en su totalidad, sino sólo 5,4 m^3/mes. Aunque un tanto extremado, este podría ser el caso de viviendas unifamiliares sin usos exteriores (casas de pueblo o urbanizaciones sin jardín o parcela).
- Vivienda 2. Se reutilizan los efluentes del baño (excepto inodoro), lo que proporciona un volumen de tratamiento de 6,3 m^3/mes, pero se reutilizan en su totalidad puesto que sí existen en este caso usos exteriores para los que son adecuados. Este podría ser el caso de viviendas unifamiliares con jardín.
- Vivienda 3. Se reutilizan los efluentes tanto del baño (excepto inodoro) como de la cocina y se emplean en su totalidad, lo que supone la reutilización de 10,44 m^3/mes.

A la vista de los casos mostrados resulta claro que el sistema de reutilización en la Vivienda 3, al tener capacidad para tratar efluentes de la cocina, habría de ser sensiblemente más caro que el de los otros dos, sin embargo y por simplificar se va a suponer que el coste es el mismo para todos ellos. Según datos de mercado, dicho coste podría situarse en torno a

unos 1500 € como coste de instalación y 7,5 €/año como coste de operación y mantenimiento.

El último elemento que resta considerar para evaluar el rendimiento de estos sistemas es, finalmente, el precio del agua. De nuevo, y con intención de llegar a rangos de validez, más que a soluciones únicas, se van a contemplar tres tarifas reales diferentes. Para todas ellas, no se evalúa la totalidad de sus componentes sino solamente su cuota de consumo, es decir, la parte de la misma que varía con la cantidad de agua utilizada y que, en definitiva, es de donde va a provenir el ahorro generado por la reutilización de las aguas grises.

- Tarifa 1, correspondiente a un municipio grande de la Comunidad Valenciana.
  Suministro:
  De 0 a 12 m^3/bimestre: 0,211 €/m^3.
  Más de 12 m^3/bimestre: 0,280 €/m^3.
  Saneamiento:
  Precio fijo: 0,262 €/m^3.
  Alcantarillado:
  Precio fijo: 0,248815 €/m^3.

- Tarifa 2, correspondiente a un municipio pequeño de la Comunidad Valenciana.
  Suministro. Precio para todos los m^3 consumidos, según el bloque en el que haya quedado el último m^3 consumido:
  Entre 0 y 10 m^3/bimestre: 0,15 €/m^3.
  Entre 11 y 40 m^3/bimestre: 0,51 €/m^3.
  Entre 41 y 70 m^3/bimestre: 1,17 €/m^3.
  Mayor de 71 m^3/bimestre: 1,86 €/m^3.
  Saneamiento:
  Precio fijo: 0,224 €/m^3.
  Alcantarillado:
  Precio fijo: 0,06 €/m^3.

- Tarifa 3, que corresponde a una gran ciudad alemana (Berlín, cuyas tarifas se anexan).
  Suministro:
  Precio medio: 2,158 €/m^3.
  Saneamiento:
  Precio medio: 2,465 €/m^3.

A partir de todos estos datos ya es posible obtener como resultado previo la cuantía de la parte variable del recibo (cuota de consumo) que la vivienda de cuatro ocupantes habría de pagar según cada una de las tres tarifas consideradas. Dichos valores los recoge la Tabla 6.

Consumo (m^3/bimestre)	**Cuota de Consumo (€/bimestre)**		
	Tarifa 1	Tarifa 2	Tarifa 3
36,00	27,64	28,58	166,43

TABLA 6. CONSUMO Y PARTE VARIABLE DEL RECIBO PARA UNA VIVIENDA PROMEDIO SEGÚN TARIFA

El siguiente paso viene ahora dado por el cálculo de la reducción del consumo que para cada una de las tres viviendas suponen la reutilización de aguas grises prevista, y su efecto sobre la cuota de consumo correspondiente (Tabla 7).

Vivienda	Reducción en el Consumo (m^3/bimestre)	Reducción en la cuota de Consumo (€/bimestre)		
		Tarifa 1	Tarifa 2	Tarifa 3
Vivienda 1	10,80	8,54	8,58	49,93
Vivienda 2	12,60	9,96	10,00	58,25
Vivienda 3	20,88	16,51	16,58	96,53

TABLA 7. REDUCCIÓN EN EL CONSUMO Y EN LA CUOTA DE SERVICIO GENERADA POR EL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Por último, cabe calcular el plazo de tiempo en que el coste del sistema de reutilización de aguas grises quedará completamente recuperado. A partir de todos los datos presentados, una sencilla operación proporciona los resultados mostrados en la Tabla 8.

Vivienda	Nº de años en que la inversión queda recuperada		
	Tarifa 1	Tarifa 2	Tarifa 3
Vivienda 1	34,3	34,1	5,1
Vivienda 2	28,7	28,6	4,4
Vivienda 3	16,4	16,3	2,6

TABLA 8. PLAZO DE RECUPERACIÓN DEL COSTE DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Tratándose, aún cuando con cifras concretas, de un ejemplo sencillo que permita tener un orden de magnitud de los años en que puede amortizarse una instalación de este tipo, conviene hacer un par de comentarios a los resultados obtenidos. En primer lugar, la cuota de consumo considerada en todo momento, es aquélla correspondiente a los usos finales en el interior de la vivienda. Aunque para el caso de las viviendas 2 y 3, ello es incompleto, puesto que sí cuentan con usos exteriores, lo cierto es que éstos no han mejorado su eficiencia y, por ello, el posible ahorro proviene tan sólo de los usos interiores y así se ha contemplado en los cálculos. Por lo demás y puesto que el objetivo es, ya se ha dicho, disponer de un orden de magnitud, para evitar ahondar demasiado en la casuística de las tarifas concretas consideradas, se asume que ni los usos exteriores, ni la reducción del consumo han movido la cuantía del recibo del segundo bloque en la Tarifa 2.

En segundo lugar y para terminar, resulta claro a la vista de la Tabla 8 que es el precio del agua el factor determinante en el rendimiento del sistema considerado. Si bien un mayor aprovechamiento de los efluentes proporciona resultados interesantes con reducciones del periodo de recuperación del 50% (pasando de 34 años a 16) es para el caso de la tarifa alemana para el que se obtienen periodos no mayores a 5 años.

7. CONCLUSIONES

Es bien sabido que el ahorro de agua conviene tanto porque supone detraer menos recursos hídricos del medio natural como porque minimiza la contaminación. En consecuencia sostenibilidad y uso eficiente del agua (o ahorro) constituye un binomio inseparable. Y como el ahorro sólo se justifica económicamente si el precio del agua refleja todos sus costes, es evidente que el artículo 9 de la DMA es pieza clave de toda política sostenible. Y así lo ha reconocido la Unión Europea.

España ha venido tradicionalmente subsidiando el agua (del orden del 75% el agua urbana, mucho más el agua agrícola) lo que explica que los consumos unitarios sean muy superiores a los de otros países que recuperan los costes. En cualquier caso el precio del agua en España debería multiplicarse por cuatro en los próximos años. Tanto porque el artículo 9 de la DMA será de obligado cumplimiento a partir de 2010 como porque los fondos europeos que en las dos últimas décadas han llegado de Bruselas y que en buena parte han financiado obras hidráulicas, están ya disminuyendo de manera significativa y desaparecerán en los próximos años.

La aplicación directa del principio de recuperación de costes, incluyendo los ambientales, incentivan doblemente el ahorro. El precio en sí mismo propicia no sólo que el usuario no malgaste el agua sino que la empresa distribuidora de agua haga lo propio. La presente contribución evidencia las grandes posibilidades de ahorro con la reutilización de aguas grises. Pero con las tarifas de drenaje urbano divididas en dos bloques (de una parte las aguas negras y de otra las pluviales) una idea que en España nadie ni tan siquiera comenta, se justificaría desde la óptica económica la reutilización de agua de lluvia. Porque en la realidad, tal cual se evidencia en las tarifas alemanas, el coste del drenaje y la depuración es muy superior al del suministro de agua potable. Y ello pese a que, al menos en el caso de Berlín, éste incluye los costes ambientales y un impuesto.

Asimismo, y para aclarar ideas, conviene que se establezcan estándares de calidad cuyo cumplimiento condiciona el precio final del agua. Porque en la actualidad, y por lo que a la presente generación respecta, no sólo se está consumiendo el medio natural sino que, en buena medida, se está haciendo lo propio con las infraestructuras existentes. Es muy frecuente suministrar el agua de las nuevas urbanizaciones sin ampliar las infraestructuras generales y limitarse a conectar los sistemas lo que obliga a instalar los insalubres aljibes domiciliarios cuyos inconvenientes se han expuesto en otra contribución.

Con todo, y por tres motivos, el aumento de la factura del agua no debiera alarmar a la ciudadanía. En primer lugar porque al final su importe va a representar un porcentaje sobre la renta media de los españoles (ver Figura 1) inferior al 2 %, aceptable sobre todo si se implantan sistemas tarifarios que protejan las economías más débiles. En segundo lugar porque en realidad no se trata de pagar más (al final la factura total depende sobre todo de los estándares de calidad con que se presta el servicio) sino de hacerlo de manera diferente y, en cualquier caso, mucho más racional. Finalmente porque la recuperación de costes es una condición esencial para gestionar el agua de manera eficiente. Sólo de este modo no se hipotecará el futuro de las generaciones venideras.

Para que los ciudadanos tengan la seguridad de que los aumentos del precio del agua se inviertan en la mejora de las instalaciones, es conveniente crear un organismo de control que autorice las tarifas y vigile el cumplimiento de los objetivos establecidos. Así lo viene haciendo en el Reino Unido el OFWAT. Pero con todo, ya se ha dicho, también en España hay indicios de que al futuro se llega avanzando en esa dirección. Aguas de Barcelona y la Agencia Catalana del Agua han llegado a un acuerdo similar.

De cuanto antecede, una conclusión sobresale. Si países sin estrés hídrico controlan la contaminación con una política de precios del agua mucho más agresiva a la nuestra, en España donde al problema de la calidad hay que añadir el de la cantidad (sobre todo en épocas de sequía), son dos las poderosas razones que aconsejan, aún cuando de manera progresiva, implantarlas cuanto antes. La tradición de nuestra política del agua, como en

casi todos los del mediterráneo, explica la actual situación pero en cualquier caso algo resulta evidente. El actual proceder no es sostenible, sobre todo en épocas de sequía.

Conviene concluir recordando el enorme potencial de ahorro de agua urbana. Al de los propios usuarios hay que añadir la reutilización de aguas grises, los aljibes que aprovechan las aguas de lluvia y, por fin, la mejora del rendimiento de las redes de distribución. Parece evidente que todo en conjunto puede reducir a la mitad el consumo actual. El margen de mejora es, sin duda, enorme. Y esta generación tiene la obligación de alcanzarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cabrera E., García-Serra J., 1997
Problemática de los abastecimientos urbanos. Necesidad de su modernización.
Grupo Mecánica de Fluidos. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 84-89487-04-09.

Cabrera E., Cobacho R., Dubois M. 2004
La problemática de los abastecimientos urbanos
Revista de la Real Academia de Ciencias. Volumen 98, número 2, año 2004, pp 271-285

CHJ (Confederación Hidrográfica del Júcar), 2005
Informe para la Comisión Europea sobre los artículos 5 y 6 de la DMA
Confederación Hidrográfica del Júcar, Ministerio de Medio Ambiente. Valencia.

Cobacho R., 2000: *La gestión de la demanda en el contexto de una nueva política integral del agua.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica. Valencia. Spain.

FMENCNS (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety) 2001
"Water Resources Management in Germany. Part I. Fundamentals".
FMENCNS, Division WA I 1(B), Postfcah 12 06 29. D-53048 Bonn, Germany.

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2003
"El suministro de agua potable en España"
http.//www.ine.es

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2005
"Encuestas del agua 2003"
http.//www.ine.es

INE (Instituto Nacional de Estadística), 2006
"Encuestas del agua 2004"
http.//www.ine.es

ITA (Instituto Tecnológico del Agua), 2006
Curso sobre control de pérdidas de agua en redes urbanas. Análisis de su incidencia en periodos secos.
Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica. Valencia.

Kawakita K., 1.998
"Tokyo's modern water system celebrates its centennial"
Journal of the AWWA. November 1.998, pp 60-69.

Merkel W., 2003
"*El Futuro de la Industria de Agua en el mundo"*
Ingeniería del Agua, volumen 10 nº 3. pp 337 – 353

Mikkelsen P.S., Adeler, O.F., Albrechtsen H.J., Henze M., 1998
Collected rainfall as water sources in Danish households. What is the potential and what are the costs?
International WIMECK Congress on options for closed water systems. Sustainable Water Management. March 11 – 13. Wageningen. The Netherlands.

Napstjert L. , 2002
"Water savings in Copenhagen"
WATERSAVE Network Fourth Meeting, Loughborough University, UK.

NUS Consulting Group, 2005
International Water Report and Cost Survey 2004 -2005
NUS Consulting Group, New York.

Rogers P., de Silva R., Bhatia R., 2002
Water is an economic good: How to use prces to pormote equity, efficiency and sustainability
Journal of Water Policy, nº 4, 2002, Elsevier.

UE (Unión Europea), 2000
"Directiva 200/600/CE del Parlamento Europea y del Consejo de 23 de Octubre de 2000"
Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 22/12/2000. L 327/1 a L 327/72

WVGW (Wirtschafts und Verlagsgesellschaft Gas un Wasser), 2005
Profile of the German Water Industry, 2005
Wirtschafts und Verlagsgesellschaft Gas un Wasser, Bonn.

8. ANEXO: TARIFAS DEL AGUA URBANA EN BERLIN (AÑO 2006)

Erläuterungen zum Wassertarif

Der nachstehend ausgewiesene Gesamtpreis (brutto) in Höhe von 2,309 €/m³ enthält die Umsatzsteuer nach dem geminderten Satz für Lebensmittel (zz. 7 %). Dieser Gesamtpreis erscheint nicht auf der Rechnung. Die Abrechnung erfolgt auf der Grundlage der festgestellten Menge multipliziert mit dem Netto-Wasserpreis (2,158 €/m³) zuzüglich der Umsatzsteuer in der jeweils gesetzlich bestimmten Höhe.

Die Umsatzsteuer wird gesondert ausgewiesen.

Die Preise enthalten das an das Land Berlin zu zahlende Grundwasserentnahmeentgelt in Höhe von 0,31 € je Kubikmeter gefördertem Grundwasser.

1. Wassertarif

1.1 Wasserpreis

Der Wasserpreis beträgt	2,158	€/m³
Umsatzsteuer 7 %	0,151	€/m³ *
gesamt	2,309	€/m³ *

* Rundungsdifferenzen können auftreten

2. Entwässerungstarife

2.1 Schmutzwasserentgelt

Das Schmutzwasserentgelt beträgt	2,465	€/m³

2.2 Niederschlagswasserentgelt

Das Niederschlagswasserentgelt beträgt	1,533	€/m²/a

2.3 Fäkalwasserentgelt

Das Fäkalwasserentgelt beträgt	1,732	€/m³

2.4 Fäkalschlammentgelt

Das Fäkalschlammentgelt beträgt	9,657	€/m³

3. Hinweise

3.1 Schmutzwasserentgelt
Das Schmutzwasserentgelt wird nach der Wassermenge berechnet, die auf das Grundstück geliefert bzw. dort gewonnen wird oder dort anfällt, abzüglich der Wassermenge, die nachweislich nicht in die öffentlichen Entwässerungsanlagen geleitet wird.

3.2 Niederschlagswasserentgelt
Das Niederschlagswasserentgelt wird nach der bebauten und befestigten Fläche (versiegelte Flächen) bemessen, von der aus das Niederschlagswasser in die öffentliche Abwasserbeseitigungseinrichtung gelangt. Bei der Ermittlung der bebauten und befestigten Flächen wird berücksichtigt, dass Flächen, die nicht oder nur geringen Einfluss auf den Abfluss des Niederschlagswassers haben, nicht oder nur anteilig bei der Berechnung des Entgelts für die Niederschlagswasserbeseitigung angesetzt werden.

3.3 Fäkalwasserentgelt
Das Entgelt für die Beseitigung des in abflusslosen Abwassersammelbehältern anfallende Abwasser wird nach der Wassermenge berechnet, die auf das Grundstück geliefert bzw. dort gewonnen wird oder dort anfällt (Frischwassermaßstab), abzüglich der Wassermenge, die nachweislich nicht in die öffentlichen Entwässerungsanlagen geleitet wird.

3.4 Fäkalschlammentgelt
Das Entgelt für die Beseitigung des nicht separierten Klärschlamms aus Kleinkläranlagen wird nach der Menge des entnommenen Klärschlamms berechnet.

3.5 Genehmigung
Der Wassertarif und die Entwässerungstarife wurden gemäß § 4 Abs. 1 des Gesetzes zur Teilprivatisierung der Berliner Wasserbetriebe durch die Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen genehmigt.

3.6 Umsatzsteuer
Zu den Wasserpreisen ist die gesetzliche Umsatzsteuer hinzuzurechnen (vgl. Erläuterungen zum Wasserpreis).
Die Entwässerungsentgelte unterliegen nicht der Umsatzsteuer.

3.7 Verzugszinsen
Bei Zahlungsverzug des Kunden können die Berliner Wasserbetriebe Verzugszinsen in Höhe von 5 Prozentpunkten über dem jeweils gültigen Basiszinssatz erheben.

Wichtiger Hinweis!

Zulassung von Installationsunternehmen

Seit 01.01.1984 dürfen nach § 12 Abs. (2) der Allgemeinen Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV) nur solche Betriebe Arbeiten an Trinkwasser-Hausinstallationen ausführen, die in ein Installateurverzeichnis eines Wasserversorgungsunternehmens eingetragen sind, die einen Zulassungsvertrag besitzen und einen Zulassungs-Lichtbildausweis erhalten haben.

Arbeiten im Eigenbau und von Hobbyhandwerkern sind an Anlagen zur Trinkwasserversorgung nicht zulässig!

Der Wassertarif und die Entwässerungstarife wurden im **Amtsblatt für Berlin Nr. 64 vom 30. Dezember 2005, S. 4769 ff.,** veröffentlicht.

Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an unsere Mitarbeiter unter: 0800.292 75 87.

Berliner Wasserbetriebe

Berliner Wasserbetriebe
10864 Berlin

Tel.: 0800. 292 75 87
Fax: 030. 86 44 - 28 10

E-Mail: pr@bwb.de
www.bwb.de

LOS CORTES DE AGUA Y EL RACIONAMIENTO RACIONAL EN ÉPOCAS DE ESCASEZ

Enrique Cabrera Marcet
Universidad de Politécnica de Valencia

Resumen

En periodos secos como el que en el momento de redactar este artículo vive España y muy especialmente la Comunidad Valenciana y Murcia, la amenaza de las restricciones con sus cortes de agua asociados aparece siempre como una espada de Damocles cuya caída a toda costa conviene evitar. Porque las más de las veces la medida hasta ahora adoptada en este país ha sido la de cortar el servicio un número de horas al día proporcional al agua que se pretende ahorrar. Y sin embargo es este un procedimiento a todas luces insalubre, inconveniente y que, de algún modo, supone una clara huida hacia adelante. De otra parte, conviene decirlo con claridad y desde el primer momento, con este proceder el ahorro de agua que se alcanza no es tanto porque los ciudadanos reducen su consumo si no sobre todo porque la red deja de fugar. Y por ello tiene un claro remedio. Mejorar el rendimiento de las redes de agua urbanas.

En el presente trabajo se exponen las ventajas e inconvenientes de restringir el uso del agua mediante cortes así como de la solución alternativa a la que en los últimos años también se recurre, la reducción de la presión del sistema. Y como, tan pronto sea posible, conviene desterrar estas prácticas, en el trabajo se detallan los requisitos que deben reunir las redes urbanas para implantar restricciones racionales. También se efectúa una valoración aproximada del coste económico que la renovación de las redes y de sus acometidas tiene en el precio medio del metro cúbico de agua que debe pagar el abonado, pues esa es la medida que permite erradicarlos. Una vez inmersos en plena sequía, las estrategias que conviene seguir en cada caso, las establecen los Planes de Emergencia de los que se ocupa de manera específica otro trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

Dice el refrán que es mucho mejor prevenir que curar. O, en otras palabras, siempre conviene prever las consecuencias de acontecimientos extremos (y la disminución de las lluvias lo es) a reaccionar cuando, estando en plena crisis, el margen de maniobra es mucho menor. Y sin embargo en España en los abastecimientos urbanos las sequías se han venido gestionando de manera reactiva antes que preventiva. Porque como quiera que cuando las reservas de agua escasean hay que ahorrar, hasta ahora todo se ha reducido a sensibilizar al ciudadano invitándole, en esas épocas, a usar el agua con racionalidad para, seguidamente, interrumpir el suministro durante un número de horas al día proporcional a la cantidad de agua que se pretende ahorrar. Un proceder que, si la administración sólo está preocupada por el ahorro en periodos secos, es muy demagógico.

En el caso de la administración española el primer intento serio para que, de un modo generalizado, los abastecimientos urbanos gestionen las sequías de un modo más racional, es decir anticipándose a las crisis, está fechado en el 2001. En efecto, la ley 10/2001 de 5 de Julio del Plan Hidrológico Nacional en el apartado 3 de su artículo 27 establece que "*Las administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía. Dichos Planes, que serán informados por el Organismo de Cuenca o administración hidráulica correspondiente, deberán tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los planes especiales a los que se refiere el apartado 2, y deberán encontrarse operativos en el plazo máximo de cuatro años*".

Sin embargo, cuando este documento se redacta, octubre de 2006, el plazo que en su momento se estableció, cinco años a partir de julio de 2001, ya está agotado y honrosas excepciones aparte, las más de las ciudades de este país aún no cuentan con planes de emergencia. Y no sólo en ciudades pequeñas se echa de menos tal carencia. Algunas

grandes ciudades, es el caso de Valencia, aún no lo tienen. Y la mayor evidencia es que de acuerdo con el último parte de la Confederación Hidrográfica del Júcar disponible al redactar este documento (2 de octubre de 2006), la reserva de agua almacenada en el Júcar era del 9.56 %, mientras que en el Turia (cuya capacidad de almacenamiento es muy inferior) se situaba en el 24.97 %. Una situación extremadamente grave que, de haber un plan de emergencia correspondería a una fase prácticamente crítica. Y sin embargo no se ha adoptado ninguna medida que contribuya a limitar el consumo. De seguir así las cosas da la impresión de que, sin previo aviso, los ciudadanos de Valencia nos veremos de la noche a la mañana inmersos en un régimen de severas restricciones.

Con independencia de que esta incomprensible situación se puede explicar en clave política (la administración autonómica corresponde al PP mientras la estatal la gestiona el PSOE), de haber estado previamente elaborado y aprobado el documento, su aplicación hubiese sido automática y, por ello, exenta de la actual polémica. Y no ha sido ese el caso. Aunque no alcanzo a adivinar el futuro, la situación no pinta nada bien.

Con todo no basta con disponer de un plan de emergencia. Éste en sí mismo no tiene ningún sentido si no se cuenta con el sistema físico (red de distribución, acometidas, y elementos de medida, -desde los caudalímetros de entrada hasta los contadores de los abonados-) adecuado, y con el aparato administrativo bien engrasado y a punto (con el historial de consumos de todos los abonados). E incluso, para poder implementar un racionamiento unitario (por habitante) una base de datos actualizada en donde figure el número de personas que habitan en una determinada vivienda, una información fácil de obtener pues no en vano está disponible en cualquier censo poblacional.

Por todo ello el objetivo del presente trabajo es, en primer lugar, dibujar el marco en que se encuadra el problema, para a continuación explicar los graves inconvenientes que el actual proceder comporta. Seguidamente se detallan las actuaciones a llevar a cabo para poder encarar la próxima sequía en las mejores condiciones posibles. Las conclusiones finales ponen fin a este documento, si bien en dos anexos complementarios se cuantifica y justifica, desde un punto de vista estrictamente físico, el problema de la intrusión patógena y el de las elevadas presiones por tener que expulsar, tras los cortes, el aire atrapado.

2. CONTEXTO

Pese a que la cultura mediterránea está muy familiarizada con las sequías (tanto en la Biblia como en El Quijote se cuentan episodios inspirados en periodos muy secos), lo cierto es que la manera de gestionarla y por tanto, de entenderla, no se ha adecuado al contexto actual. Y así hasta hace poco se nos presentaba como una situación catastrófica ante la que muy poco, prácticamente nada, se podía hacer. De este modo el responsable político trataba de eludir una responsabilidad que, por no haberla previsto, sin duda tenía.

Buen ejemplo de lo que antecede es que todavía hoy los cortes de agua en los abastecimientos se nos presentan como actuaciones inevitables. Y sin embargo, aún cuando en periodos secos las restricciones al uso del agua son inevitables, no por ello se debe recurrir a cortar el suministro. De otra parte y durante las últimas décadas, la administración en general y los ayuntamientos en particular, han prestado escasa atención a mejorar el rendimiento de las redes de agua urbanas. El argumento que en innumerables ocasiones he podido oír a muchos responsables políticos, y que aún hoy en día se oye, es porque en España el gasto urbano, como mucho, representa el 20% del total. Por ello lo suyo es dirigir todos los esfuerzos de ahorro de agua hacia la agricultura. No en vano concentra el 80% del gasto.

Pese a todo, y aún contando con la notable pasividad de la administración del agua fruto, sin duda, de la inercia de la historia, la larga sequía de la década de los noventa marcó un punto de inflexión en algunas ciudades españolas pues resulta indudable que en la última década un buen número de ellas han hecho esfuerzos muy meritorios para mejorar el rendimiento de sus redes y, en definitiva, para contribuir a un mayor ahorro de agua.

Pero como la administración no ha impulsado con decisión medidas generalizadas de ahorro, las actuaciones han sido más bien voluntaristas y por ello otras muchas ciudades siguen como siempre. En efecto, en la mayoría de ellas el suministro urbano presenta, aún hoy, graves inconvenientes que al llegar la sequía impiden hacer frente a la crisis con racionalidad y minimizando los impactos.

Porque para encarar con éxito una sequía, un abastecimiento urbano de agua debe cumplir cuatro requisitos esenciales:

- Una red con un bajo nivel de pérdidas reales, algo que sólo se puede conseguir con el adecuado mantenimiento y renovación de tuberías y acometidas.
- Una red con un bajo nivel de pérdidas aparentes, lo que supone disponer de un sistema de medición eficiente, tanto por lo que respecta a los caudalímetros de entrada como a los contadores de los abonados.
- Para poder implantar racionamientos diferentes al *"café para todos"* (el mismo ahorro porcentual, cualquiera sea el tipo de abonado), es necesario disponer de una base de datos actualizada, que incluya el tipo de consumo (industria, comercio, vivienda, etc.), su historial, el número de inquilinos de cada vivienda (en usos domésticos) y, en fin, disponer de capacidad operativa como para poder hacer un buen seguimiento de los consumos en periodos de tiempo cortos (por ejemplo, entre dos lecturas consecutivas, un mes).
- Finalmente, y para poder valorar a priori los impactos positivos y negativos de una determinada acción, tener caracterizados los comportamientos y las sensibilidades de la población. Y así al redactar el Plan de Emergencia se debe conocer qué ahorro se puede esperar de una determinada medida, así como de entre las distintas alternativas restrictivas a adoptar, cuál tiene un apoyo mayor por parte de la ciudadanía. En otras palabras, qué resultados puede deparar una determinada actuación, tanto en términos de eficiencia como de apoyo social. Ello supone conocer la percepción que tienen de la sequía los ciudadanos, una información de gran valor estratégico para quien la deber gestionar.

Cuando estos requisitos no se cumplen la puesta en acción de los planes de gestión de las crisis, los llamados planes de emergencia, por bien diseñados que estén, no serán eficaces. Las razones por las cuales no se afrontan las sequías en las mejores condiciones posibles son:

1) La escasa capacidad técnica y la pobre sensibilización de muchos ayuntamientos por el problema. Porque aún cuando al fin y a la postre son los que tienen las competencias del ciclo urbano del agua, tienden a pensar que, en caso de sequía, es el Estado el responsable de subsanar tal carencia. Como consecuencia de ello:

    - Las tarifas actuales no permiten renovar las tuberías al ritmo conveniente. Más adelante se incluye un cálculo sintético, pero suficiente, como para evidenciar que con una cantidad muy razonable (en términos de lo que el sobre coste del metro cúbico de agua representa, con una incidencia mínima

en la renta per capita media de los españoles) se puede llevar a cabo en un plazo de tiempo relativamente corto una renovación completa de tuberías y acometidas. En la actualidad el rechazo municipal a subir la tarifa es tal que en ocasiones las comisiones de precios autonómicas aprueban unas subidas que los ayuntamientos, sobre todo cuando se atisba una cita electoral, se niegan a llevar a la práctica.

- Las delegaciones de la gestión (la responsabilidad última del servicio siempre es del ayuntamiento) en empresas especializadas se está, las más de las veces, llevando a cabo de manera muy irresponsable. Hoy es prácticamente imposible encontrar un ayuntamiento que adjudique un contrato de suministro de agua a una empresa sin obligarle a depositar previamente un canon millonario. Canon que no hace si no hipotecar aún más el servicio. Porque al fin y la postre la adjudicataria, que no tiene por qué hacer las veces de ONG, lo va a recuperar.

2) Las administraciones de rango superior no ejercen ningún control sobre este servicio. Este no es el caso, por ejemplo, del urbanismo, donde aún cuando las competencias son municipales, organismos de rango superior (como los gobiernos autonómicos) pueden intervenir. En la memoria está el ejemplo de Marbella.

   - La general despreocupación, siempre hablando en términos generales y sabiendo que hay honrosas excepciones, de las administraciones responsables por la gestión municipal del agua. Una despreocupación que propicia la gran dispersión de competencias hoy vigente. Y así hay muy poco control del uso urbano del agua o de las tarifas vigentes. Estos hechos invalidan, es mi opinión, desde una óptica ética las llamadas en épocas de escasez al ahorro a la ciudadanía.
   - La falta de control por parte de una administración de rango superior (tarea que en otros países suele asumir un organismo regulador) se traduce en la ausencia de datos fiables. De hecho son las encuestas del Instituto Nacional de Estadística (INE) las que oficialmente se utilizan. Aún cuando cada gestor conoce bien sus números, los más de ellos (pues muchas veces son entre sí competencia) los guardan con celo. Por ello es imposible tener una visión, razonablemente ajustada a la realidad, del estado de los abastecimientos en España.
   - Ello es especialmente importante a la hora de integrar los diferentes planes de emergencia de los ayuntamientos en el plan de la cuenca hidrográfica a la que los municipios pertenecen. Porque puede suceder que ante la necesidad de aplicar restricciones y exigir a todos la misma reducción porcentual de la demanda, se trate por igual a todos los municipios con independencia de cómo gestionan sus servicios. Otro "café para todos" que para nada incentiva el buen hacer.

No es objeto de este trabajo analizar los motivos por los que muchos municipios no reúnen unas condiciones mínimas con las que gestionar las sequías racionalmente. Pero sí conviene subrayar las carencias por no reunir estos requisitos. Sólo de este modo quien corresponda será consciente de la importancia del problema y, pese a la complejidad de la tarea, procurará concretar unas estrategias que acaben con unas deficiencias que, cual a continuación se verá, son inaceptables en pleno siglo XXI.

3. LOS CORTES DE AGUA

Es bien sabido que cuando la última y prolongada sequía (desde 1991 hasta 1995) sorprendió a toda Andalucía la gestión que de la misma se hizo se redujo en esencia a dos actuaciones básicas. De una parte se invitó a la ciudadanía a moderar el consumo y de otra se establecieron cortes de agua cuya duración, en tiempo, era proporcional al ahorro que se pretendía conseguir. Sin un plan de emergencia (todo se reducía a las dos acciones precedentes) y con estos episodios bien documentados en la literatura técnica, no es menester entrar en detalles concretos. Pero sí es importante subrayar, porque siempre conviene aprender de la historia, los muchos inconvenientes de toda índole inherentes a los cortes de agua.

Para ganar perspectiva parece oportuno comenzar, en un artículo firmado por Lund y Reed allá por 1995, con la valoración que de los mismos hacía el prestigioso *Journal of Water Resources Planning and Management* de la ASCE (American Society of Civil Engineers) *"Muchos abastecimientos urbanos en países poco desarrollados, careciendo de contadores domiciliarios efectivos, así como otros métodos para limitar el consumo, racionan el agua interrumpiendo el suministro durante varias horas al día, ya sea por sectores, ya globalmente. Aunque sin duda inconveniente y económicamente insuficiente bajo casi cualquier estándar, e implicando riesgos sanitarios,* ***es la solución que adoptan los desesperados en situaciones relativamente incontroladas"***

La mayor evidencia de su "tercermundismo" es lo frecuentes que son, y no sólo en épocas de escasez si no de manera habitual, en muchas de las grandes ciudades de los países en desarrollo. Y la razón es clara. Las tuberías del sistema, tanto por las elevadas pérdidas de agua que tienen como por el crecimiento descontrolado de la población, son incapaces de abastecer a todos los usuarios de manera simultánea quienes, para defenderse del deficiente servicio, recurren a depósitos de almacenamiento domiciliarios que en España llamamos, por nuestro pasado árabe, aljibes.

En nuestro país salvo excepciones derivadas de una dejadez extrema, que aún hoy las hay, los cortes de agua no se producen si no es en épocas de sequía. Pero se encuentran aljibes en casi todos los municipios de España, sobre todo en los turísticos costeros, porque el crecimiento de las ciudades no ha sido acompañado por la necesaria ampliación de la capacidad de transporte de las redes. Los diámetros de sus tuberías no siguen el crecimiento de la población que el sistema abastece. Resultan tan habituales que hasta las últimas normativas, tanto el RD 140/2003 de calidad de aguas como el Código Técnico de la Edificación, RD 314/2006, los contemplan. No podía ser de otro modo, toda vez que forman parte de la realidad española.

Pero los aljibes, conviene reiterarlo, no son si no la consecuencia de una manifiesta falta de inversión en las redes urbanas de agua. Y este país no dispondrá de un suministro moderno mientras no los erradique. Porque, con independencia de que permiten disimular las carencias de redes insuficientes (el aumento de los diámetros, ya se ha dicho, no ha acompañado al crecimiento de las necesidades) y deficientes (las fugas son excesivas), lo demás son todo inconvenientes. Entre otros conviene citar:

- Pérdidas reales de agua. El mantenimiento de las válvulas de flotador que controlan la entrada de agua en estos depósitos no es el más adecuado y con relativa frecuencia, sobre todo por una falta de atención (que corresponde al abonado y no a la empresa de suministro), no funcionan correctamente. Si hay fugas el agua se pierde por el rebosadero del aljibe. Tampoco se acostumbra a controlar la

estanqueidad de estos depósitos por lo que las fugas que en ellos hayan pueden estar mucho tiempo activas.

- Pérdidas aparentes de agua. Incluso en el caso de que el conjunto del sistema sea estanco, el uso de estos depósitos comporta menores, aún cuando más duraderos, flujos de entrada. Por ello el contador general montado a la entrada del aljibe, con caudales entrantes muchas veces inferiores al caudal de arranque del contador, suele medir por defecto.
- Mayor gasto en medición porque lo correcto es instalar el contador de cabecera (también denominado patrón) y después medir individualmente los consumos de todos los usuarios. Ya se ha dicho el inconveniente de medir sólo en cabecera. Pero si se mide únicamente aguas abajo, cuando el agua se pierda por el rebosadero, las pérdidas de agua escapan al control de la compañía. Por todo ello lo conveniente es instalar también un contador patrón en cabecera, verificando periódicamente que la suma de todos los consumos individuales coincide con el total.
- Como el uso de los aljibes distorsiona de manera notable los patrones temporales de demanda de los abonados (los aplana notablemente) hay una pérdida de, llamémosle, personalidad de la red que se traduce en una gestión técnica más compleja. Y así dificulta el establecimiento de balances volumétricos realizados a partir, por ejemplo, del estudio de flujos nocturnos correspondientes al intervalo de mínimo consumo horario.
- Dificultades en la identificación de fugas. En efecto los registradores de ruido, que se activan durante las horas de consumo mínimo y que permiten detectar y localizar las fugas en un plazo de tiempo muy breve, no distinguen entre el ruido que aquellas generan y el que producen las válvulas de boya durante la entrada de agua en los aljibes.
- Una notable pérdida de energía. Al entrar en el tanque, el agua se despresuriza y pierde toda su energía elástica, por lo que los grupos de presión deben partir de cero.
- Por último, pero no por ello menos importante, una importante perdida de calidad. Y por dos contrastadas razones. En primer lugar por un aumento del tiempo de residencia y hasta, cuando el agua contiene materia orgánica, un notable crecimiento de los trihalometanos. De hecho los aljibes explican la presencia de estos derivados orgánicos en los grifos de los consumidores que, de acuerdo con un informe (marzo de 2006) de la asociación de consumidores, se encontraron en seis ciudades de España. El segundo motivo que propicia una pérdida de calidad es la falta de estanqueidad de estos elementos. No estando el agua presurizada, la posibilidad de filtraciones y, en suma, de intrusiones patógenas es muy alta.

Obviamente todos estos inconvenientes están bien identificados, aún cuando no cuantificados. En estos meses se está llevando a cabo una investigación, basada en mediciones concretas, que permitirá cuantificar todos estos problemas y concretar lo que hoy son evidentes aún cuando sólo valoraciones cualitativas.

Pero con todo, la gravedad de los inconvenientes que los cortes de agua propician, superan los derivados de la presencia de aljibes. Dos son los principales. De una parte la pérdida de calidad del agua, consecuencia de la intrusión patógena a través de las tuberías y de otra el que, con el paso del tiempo, las fugas se multiplican. En lo que sigue se explican estos graves inconvenientes.

3.1 Pérdida de calidad de agua por intrusiones patógenas

Cuando se corta el suministro de agua a la red, o a un sector de ella, en los puntos más altos del sistema las tuberías se vacían. Y ello bien porque los usuarios siguen consumiendo agua, o bien porque una parte de ella se fuga. Y como el agua consumida o fugada no es restituida (se ha cortado el suministro en cabecera) aparecen en los puntos altos de la red unas depresiones que propician la entrada tanto de aire, como de agua previamente fugada, arrastrando con ella algunas de las partículas de tierra del entorno de la conducción. Y tanto la entrada de aire como la de arenilla generan gravísimos problemas. Entre otros:

- El agua que tras fugarse reingresa en el sistema se mezcla con la que procede de la potabilizadora, por lo que al restituir el servicio mientras toda la mezcla no haya sido "purgada" de nuevo, el usuario no dispone de agua potable. Por ello hasta que el tiempo transcurrido desde que se rearma el sistema no sea superior al mayor tiempo de residencia del agua en la red, la potabilidad no está garantizada. Y como quiera que por lo general este tiempo puede ser del orden de magnitud de días y los cortes se producen a diario, mientras se estén practicando éstos, el agua no será potable. En el primer anexo se justifica, desde el punto de vista físico, la existencia de la intrusión patógena, un fenómeno muy bien documentado en la literatura técnica.
- De otra parte el aire atrapado entre dos columnas de agua debe ser expulsado con sumo cuidado para evitar que se generen picos de presión imponentes que provoquen la rotura de las tuberías. Ello hace particularmente complejo y lento el rearme del sistema, por lo que las maniobras de apertura de válvulas deben llevarse a cabo con sumo tiento. En ocasiones se necesitan varias horas para poder devolver el servicio a la normalidad. Ello, además, provoca que el sistema soporte oscilaciones de presión a las que después nos referiremos. No en vano son las causantes del aumento de las fugas. Bien que de manera muy breve, en el segundo anexo se justifica, también desde un punto de vista físico, las elevadísimas presiones que se pueden generar por la presencia del aire atrapado.

3.2 Aumento del número de fugas

El número de roturas que aparecen en las tuberías de una red de agua es muy sensible a las variaciones de presión del sistema. Lo confirma el que cuando, como consecuencia de la sustitución de una tubería por otra de mayor diámetro y la presión en la zona abastecida varía en algunos metros de columna de agua, al tener que soportar una presión mayor son muchas las acometidas que comienzan a fugar. Las consecuencias de cuanto antecede son muy claras. De acuerdo con algunos estudios realizados el índice de crecimiento en el tiempo de las roturas (tanto en tuberías como en acometidas) llega a multiplicarse por diez.

Y se explica muy fácilmente. Un aumento de la presión supone un incremento de las fuerzas que, en todo cambio de dirección, deben absorber tuberías y acometidas. Estos cambios en las fuerzas, proporcionales al cuadrado del diámetro, modifican el asentamiento de las conducciones (los cambios de dirección suelen coincidir con la presencia de juntas y uniones) propiciando de manera importante la aparición de nuevas averías.

En síntesis, cortar el servicio obliga a instalar aljibes insalubres e ineficientes, con lo que el agua pierde su potabilidad y, lo que aún es peor porque supone una huida hacia adelante, el número de averías del sistema aumenta de modo imparable. Por ello los cortes son soluciones muy inconvenientes y perfectamente evitables. Basta disponer de redes eficientes equipadas con sistemas de medición fiables.

4. UNA VARIANTE MEJORADA DE LOS CORTES: LA REDUCIÓN DE LA PRESIÓN

Es bien conocida la relación que hay entre el volumen de agua fugada y la presión del sistema, relación que depende del material de la tubería. En una primera estimación, y aún cuando en tuberías elásticas puede ser superior, se puede admitir que esta relación es lineal. Ello implica que un descenso de 20 metros en el nivel de presión medio de una red (por ejemplo desde 30 metros de columna de agua hasta 10 metros) equivale a dividir por tres el caudal de agua fugada. Asimismo, y admitiendo que la acometida de la vivienda esté directamente conectada a la red, algunos consumos sensibles a la presión, es el caso de una ducha o de un grifo, también se reducen. A menor presión, menos consumo.

No extraña, pues, que muchos abastecimientos, antes que interrumpir el servicio, rebajen los niveles de presión por cuanto ello tiene, desde la óptica del ahorro de agua, hasta cinco efectos beneficiosos:

- El nivel de fugas decrece con la presión de manera aproximadamente lineal.
- Cuando los usuarios se alimentan directamente desde la red (sin un aljibe intermedio) se reducen los consumos dependientes de la presión y, con ellos, la demanda.
- Al evitar depresiones se obvia tanto la entrada de aire como la intrusión patógena, por lo que el agua no deja de ser potable.
- La restitución de la presión a sus valores habituales, aún cuando por la generación de asentamientos diferenciales sigue siendo tarea compleja, en ausencia de aire no presenta tantos problemas como cuando se corta el agua.
- En la medida que los cambios de presión no son tan grandes, se ralentiza la aparición de nuevas fugas y averías.

En síntesis, se evitan los dos mayores problemas de los cortes (entrada de aire e intrusión patógena) y se laminan (aún cuando siguen existiendo) el resto de inconvenientes. Pero en cualquier caso es una medida, por discriminatoria, injusta. Y ello porque para evitar las depresiones, la reducción de la presión no afecta por igual al conjunto de los abonados, sobre todo en las ciudades de topografía compleja (desniveles importantes entre puntos extremos de la población). Pero incluso en ciudades llanas las pérdidas de carga condicionan los niveles de presión en los distintos puntos de la ciudad.

Lo antes expuesto se evidenció en la red de Valencia, una ciudad llana, durante el invierno del año 2000. Por una falta de coordinación en el mantenimiento del canal Júcar Turia que la abastece, el suministro de agua a la ciudad no estaba por un par de días (el tiempo que tarda el agua desde la presa de Tous hasta la potabilizadora de Picassent) garantizado. Para soslayar el problema se decidió reducir los niveles de presión en los puntos de entrada a la ciudad, lo que comportó rebajar tanto los niveles de fugas como el consumo y, de este modo, la situación se pudo controlar. Pero al afectar de manera muy desigual a los usuarios la decisión generó una agria controversia entre el Ayuntamiento y la dirección de la compañía. Y ello porque mientras algunas zonas apenas notaron la reducción de la presión otras, -la red de Valencia, por fortuna, no tiene aljibes-, apenas si tuvieron agua.

En síntesis, pues, la reducción de la presión es un mal menor cuyo mayor inconveniente es que no afecta por igual a todos los abonados. Y así, si en una red hay usuarios con acometidas directas y otros tienen de aljibes intermedios de suficiente capacidad, los primeros acusarán el problema mientras que a los segundos no les afectará. De otra parte

recurrir a esta medida equivale a admitir, pues lo único que la justifica es ahorrar agua, que el nivel de fugas de la red es alto y que existe un escaso control sobre la demanda de los usuarios. De otro modo no tiene sentido recurrir a una medida que, como poco, impide que el servicio se preste con los estándares de calidad que debe satisfacer el suministro de agua en un país moderno.

5. REPERCUSIÓN EN EL PRECIO DEL AGUA DE UN PLAN DE RENOVACIÓN DE TUBERÍAS

Descritos los graves problemas derivados de los cortes de agua, de inmediato conviene decir que su erradicación es tan sólo una cuestión de voluntad política. En lo que sigue se estima la repercusión que tiene en el precio del metro cúbico del agua la renovación completa de la red de una ciudad como Valencia, incluyendo todo el conjunto de acometidas. Y se estima, como una especie de plan de choque, el coste de la renovación en 25 años, un valor muy corto (el orden de magnitud que suele considerarse es de unos 50 años). Como es lógico, el coste de renovación, en euros de 2006, para 50 años sería la mitad. En términos económicos la reposición planificada de la red tiene, lo evidencian los números que siguen, muy poca importancia.

Los datos del problema son:

- Población = 800.000 habitantes
- Longitud de la red = 1200 Km.
- Diámetro ponderado de la red = 150 mm
- Coste medio de reposición (con Polietileno de Alta Densidad, PEAD) = 200 €/m
- Acometidas de la red = 50.000 (= 41.7 acometidas/Km.)
- Coste de reposición de una acometida = 600 €
- Coste válvulas e hidrantes ≈ 10 % del total (red y acometidas)
- Consumo facturado por persona y día = 150 l = 54 m^3/persona y año

Partiendo de los valores precedentes se obtienen los siguientes resultados:

- Valor de reposición (tuberías, acometidas y elementos varios) en 2006 = 297 10^6 €
- Coste de la renovación del 4% de la red en 2006 = 11,88 10^6 €
- Facturación anual = 43.200.000 m^3
- Repercusión de la renovación del 4% por m^3 de agua facturada = 0,275 €/ m^3
- Repercusión de la renovación del 2% por m^3 de agua facturada = 0,138 €/ m^3

Una cifra que evidencia la falta de voluntad política de trasladar los costes de renovación del sistema al consumidor. Porque conviene recordar que sólo el coste medioambiental por detraer un m^3 de agua subterránea en la ciudad de Berlín (las tarifas de esta ciudad vigentes en 2006 se detallan en el siguiente trabajo) es de 0.31 €. Un coste que, pese a la sobreexplotación de muchos de nuestros acuíferos, no existe en España.

Y en la misma línea de ir implantando el principio de recuperación de costes previsto en el artículo 9 de la Directiva Marco del Agua, tampoco se suele obligar a los promotores de nuevas urbanizaciones a asumir los costes de ampliación de las infraestructuras ubicadas aguas arriba de su punto de conexión. Precisamente la existencia de aljibes domiciliarios refleja que los diámetros de la red no han aumentado al compás de las ciudades. Por ello la actual explosión urbanística no sólo "ha consumido" medio natural. También ha hecho lo

propio con las infraestructuras existentes, unos costes que se están trasladando a las futuras generaciones.

Así pues, simples cálculos evidencian que el mantenimiento y la renovación planificada de las infraestructuras es más cuestión de cultura y de voluntad política que de costes inabordables. Y sin embargo los perjuicios derivados por la falta de renovación de las redes, sobre todo en épocas de sequía, son muy graves. Y lo que aún es peor. Cual se ha dicho la imponente deuda que se contrae se está trasladando a las generaciones venideras.

6. SOBRE LOS PLANES DE EMERGENCIA

Parece pertinente hacer una mínima referencia sobre la relación que existe entre lo que en este artículo se expone y los planes de emergencia abordados en un trabajo precedente. Para ello conviene recordar el objeto final que se persigue cuando se gestiona, en el marco de un abastecimiento urbano, una sequía. No es otro que minimizar los impactos económicos, sociales y ambientales de la crisis.

Y para alcanzarlo son necesarias dos tipos de actuaciones. De una parte las preparativas de carácter estructural que permitirán afrontar la sequía disponiendo de un sistema preparado y robusto. Un buen ejemplo, ya se ha dicho, es contar con redes eficientes. A ellas, así como a los problemas derivados de su carencia, hemos dedicado este trabajo. En definitiva son acciones preventivas orientadas a contar con un sistema robusto.

Pero, si se quiere minimizar el impacto de la sequía, además de estas medidas que buscan anticiparse a los problemas, durante su gestión y en función de los indicadores de escasez de agua, hay que adoptar toda una serie de estrategias previamente establecidas. Es decir, una hoja de ruta llamada plan de emergencia que conviene discutir y definir con serenidad, un clima de sosiego que sólo existe en épocas de bonanza. De este modo las decisiones que se vayan adoptando a medida que la sequía avance y se cubran las diferentes etapas en que acostumbra a dividirse todo plan de emergencia (alerta, alarma, emergencia y crítica) tendrán el mayor apoyo social posible y, al tiempo, causarán el mínimo trauma. Por ello es muy importante que los ayuntamientos de más de 20.000 habitantes, cumpliendo la ley, dispongan de ellos.

7. CONCLUSIONES

En épocas de sequía es necesario racionar el agua. Pero el objetivo de reducir la demanda en porcentajes que, en función de la etapa en que se encuentre la sequía, puede llegar a ser de hasta el 50 % no tiene por qué hacerse cortando el agua, práctica habitual en España durante las últimas décadas. La principal conclusión es que los cortes, y con ellos los aljibes insalubres e ineficientes que los acompañan, deberían pasar cuanto antes a la historia.

Pero para ello *las redes deben dejar de ser insuficientes* (el motivo que justifica la existencia de los aljibes) *e ineficientes* (porque en tal caso hay que cortar el agua en épocas de sequía). Como ha quedado evidenciado el importe de las inversiones necesarias para actualizar las infraestructuras puede ser perfectamente asumido por la economía de los ciudadanos de este país.

Dado el escaso, casi nulo, control que sobre el suministro de agua urbano hay hoy en España parece necesario reformar una administración concebida para promover obras y que ahora debe poner un énfasis mucho mayor en la gestión. Un primer paso en ese sentido es acabar con la atomización de competencias existente en el mundo del agua en general y en el del

suministro urbano en particular. Y también la creación de una agencia reguladora que controle la prestación de un servicio vital para los ciudadanos. En esa dirección apuntan países, como Australia, de problemática similar a la nuestra y que acaba de crear (septiembre de 2006) una secretaría de estado del agua dependiente directamente del Primer Ministro. Previamente ya había creado agencias reguladoras. Pero ello es adentrarse en el intrincado mundo de la política del agua y aquí lo que nos ocupa son, sencillamente, las sequías. Quédese tan apasionante y necesaria discusión para otra ocasión.

8. ANEXO I: JUSTIFICACIÓN DE LA INTRUSIÓN PATÓGENA QUE GENERA UNA DEPRESIÓN

8.1 Introducción

Para evidenciar la posibilidad del fenómeno de intrusión patógena se presentan los resultados obtenidos al simular sendos flujos transitorios originados en una red de distribución por efecto de las roturas de alguna de sus tuberías en una determinada situación. De hecho una fuga es consecuencia de la rotura de una tubería. Con estas simulaciones se demuestra cómo, tras las roturas, aparecen en la red presiones inferiores a la atmosférica, depresiones que propician la intrusión patógena y, en consecuencia, la pérdida de la calidad del agua distribuida. También paradas de grupos de presión en una red pueden provocar la aparición de depresiones.

El problema que nos ocupa, los cortes de agua que en épocas de sequía se practican en algunos abastecimientos también provocan, como consecuencia del vaciado de las tuberías en sus puntos más altos, depresiones por lo que los resultados del análisis, en términos cualitativos, serían similares.

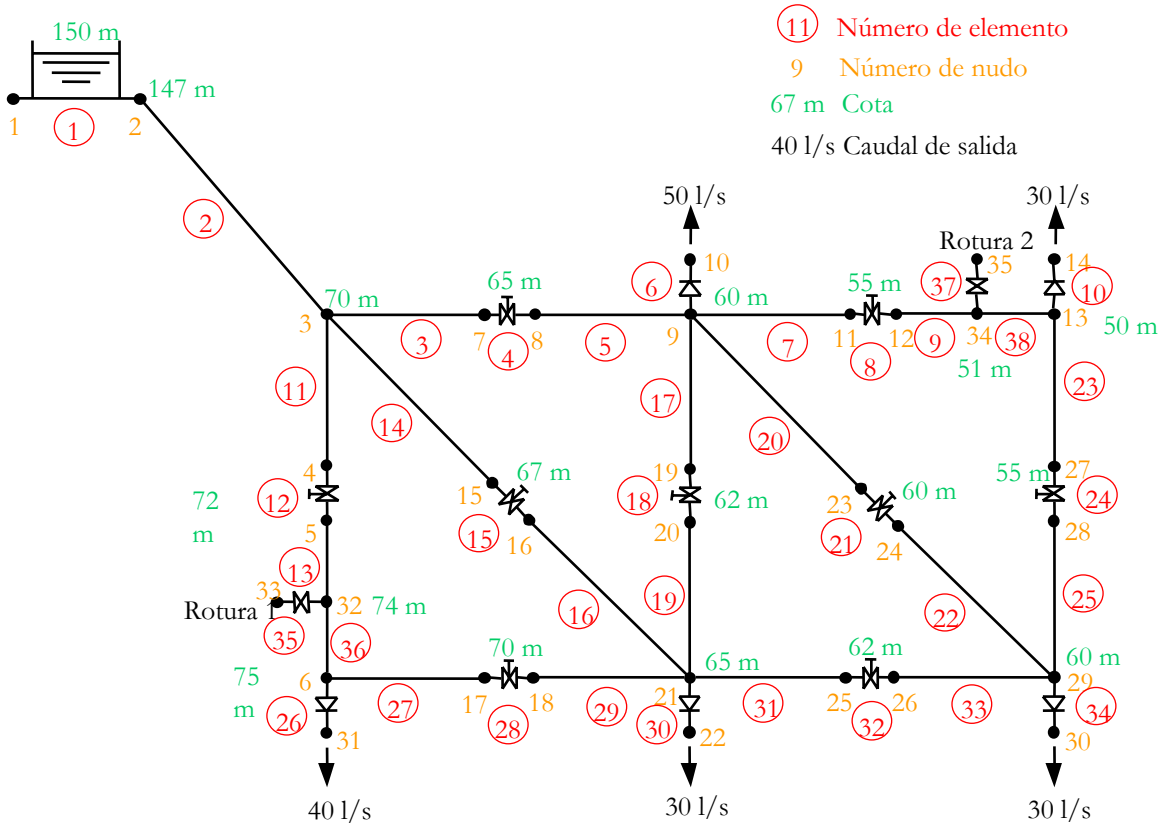


FIGURA 1: RED DE DISTRIBUCIÓN SIMULADA

El sistema a simular está constituido por un depósito de cabecera a la cota 150 m, una tubería de alimentación de 4.500 m de longitud y 400 mm de diámetro, y un conjunto de tuberías primarias cuyas longitudes oscilan entre 400 y 2.000 m, y sus diámetros entre 100 y 250 mm. Estas tuberías primarias forman un sistema mallado de cuatro mallas, como se puede observar en la figura 1. Las cotas de los distintos nudos de la red oscilan entre 50 y 75 m. En cada una de las líneas de la red se ha dispuesto una válvula de regulación de

compuerta, totalmente abierta en condiciones de régimen, del mismo diámetro que la correspondiente tubería.

La red se ha dimensionado admitiendo los consumos que la figura 1 detalla y que, al igual que hace el conocido programa de cálculo de redes EPANET, están asignados a los nudos. Las salidas se presentan como derivaciones dotadas de válvula de retención que descarga a la atmósfera. El coeficiente de pérdidas de cada una de estas válvulas de retención abiertas se ha ajustado para obtener, en condiciones de régimen, el caudal consumido. Durante el transitorio, si en alguno de los puntos de consumo se obtienen presiones por debajo de la atmosférica, la correspondiente válvula de retención cerrará, evitando con ello la entrada de agua exterior a través de este punto. Esta es la razón de añadir la válvula de retención y que no es preciso utilizar en el caso de EPANET que, al no simular transitorios, no presenta gráficas con oscilaciones como las que muestra las figura 5.

De las dos roturas simuladas, la número 1 se sitúa en una de las tuberías a la cota 74 m, y la rotura 2 en otra de las tuberías a la cota 51 m. Se pretende contemplar con ello la posibilidad de roturas en un punto alto y en un punto bajo del sistema. Las roturas se simulan con la ayuda de una válvula de mariposa instalada en derivación, del mismo diámetro que la propia tubería y que, en condiciones iniciales o de régimen, está cerrada. El efecto de la rotura es el de la apertura total de esta válvula, con una ley lineal y un tiempo de apertura de 2 segundos.

Para cada rotura, las condiciones iniciales corresponden a caudales consumidos nulos (lo que correspondería a una demanda de la red nocturna prácticamente nula en ausencia de fugas) para obtener de este modo el transitorio más severo. Por tanto el sistema está sometido a la presión estática proporcionada por el nivel del agua en el depósito de cabecera. Estas condiciones son las peores desde el punto de vista de la rotura, al producir mayores depresiones en el sistema en comparación al caso de roturas con el sistema trabajando en condiciones de régimen. En cualquier caso combinando el consumo de régimen con la rotura (apertura) instantánea de la tubería (válvula) tendríamos un resultado similar. Tampoco, en este contexto, es esta una cuestión excesivamente trascendente. Tan sólo se trata de evidenciar cómo en las redes pueden generarse depresiones por diferentes causas, y esta es una de ellas.

El cálculo del transitorio se ha realizado con el programa ALLIEVI del Instituto Tecnológico del Agua (ITA), con un módulo de cálculo que resuelve los problemas a los que EPANET no encuentra respuesta. Este programa calcula el régimen permanente y el régimen transitorio de un sistema hidráulico, sea ramificado o mallado, en el cual operan depósitos, válvulas y estaciones de bombeo, y que contempla de manera directa los sistemas de protección convencionales, tales como calderines, tanques unidireccionales, chimeneas de equilibrio etc.

8.2 Cálculo del volumen de intrusión patógena

En cuanto se alcanza una depresión en el interior de una tubería son muchos los caminos que el agua encuentra para entrar en el sistema. Cualquier defecto en la tubería (ranura, orificio, etc.) o las mismas juntas entre tubos son vías posibles. En cualquier caso, el caudal Q_i que entra al sistema por un orificio determinado en el que se supone que existe una fuga en condiciones normales, se estima a partir de la expresión:

$$Q_i = C_D A_o \sqrt{2g(H_{ext} - H_{\text{int}})}$$

siendo:

A_o = Sección del orificio
C_D = Coeficiente de descarga del orificio
H_{ext} = Altura piezométrica del agua existente en el terreno alrededor de la tubería donde se encuentra el orificio
H_{int} = Altura piezométrica del agua en el interior de la tubería, junto al orificio

Esta expresión solamente se aplicará cuando $H_{ext} > H_{int}$, o sea, cuando la tubería entre en depresión con respecto a la presión del agua exterior, y exista por ello entrada del agua externa al sistema. En las condiciones habituales en las cuales $H_{int} > H_{ext}$, lo que habrá será fugas de agua a través del orificio, lo cual no es objeto de la presente simulación.

A partir de la expresión anterior, y a lo largo del transitorio originado por cualquier eventualidad, el volumen de agua que entrará al sistema a través del orificio se evaluará por medio de la expresión

$$\forall_i = \int Q_i dt$$

la cual se aplicará siempre que $H_{ext} > H_{int}$. A su vez, si en el interior de la conducción aparecen presiones durante el transitorio por debajo de la presión de cavitación, dicha presión se limita a este valor, ya que las presiones en el interior de la conducción no pueden descender por debajo de la tensión de vapor del agua.

8.3 Presentación de resultados

Cual se ha dicho, se parte del sistema sometido a la presión estática y, a partir del cual se admiten dos casos de rotura diferentes. En ambos supuestos se ha evaluado el volumen de agua introducido en el sistema a través de un orificio localizado en el punto medio de la línea 7, a la cota 58'50 m, y para diferentes valores de la sección del orificio supuesto circular. Para el cálculo del caudal de intrusión se admiten los siguientes valores:

C_D = 0'6, que tiene en cuenta que el agua externa discurre por un terreno poroso.
H_{ext} = 2 mca a partir de la cota de la tubería en el punto donde se encuentra el orificio

Para la primera rotura se obtienen los resultados que las adjuntas figuras 4 y 5 resumen.

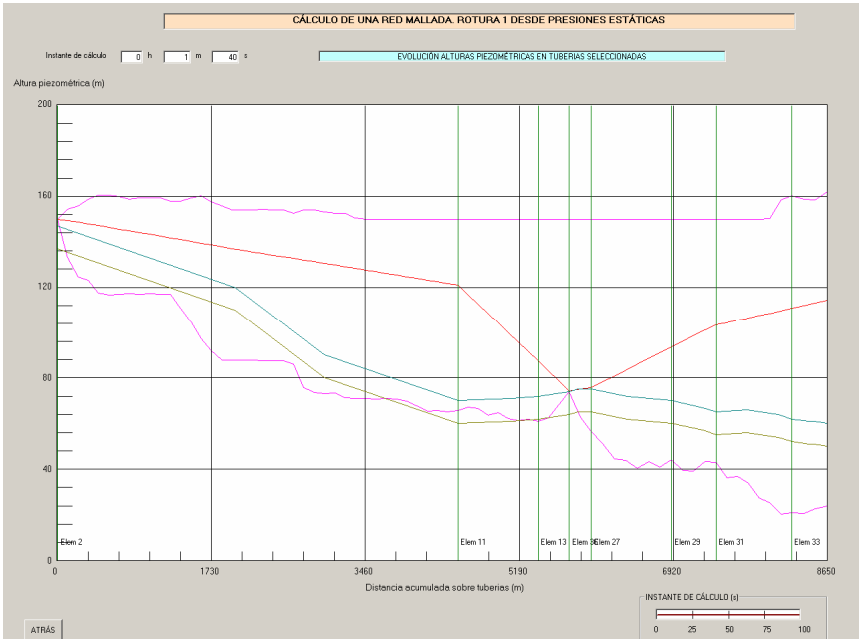
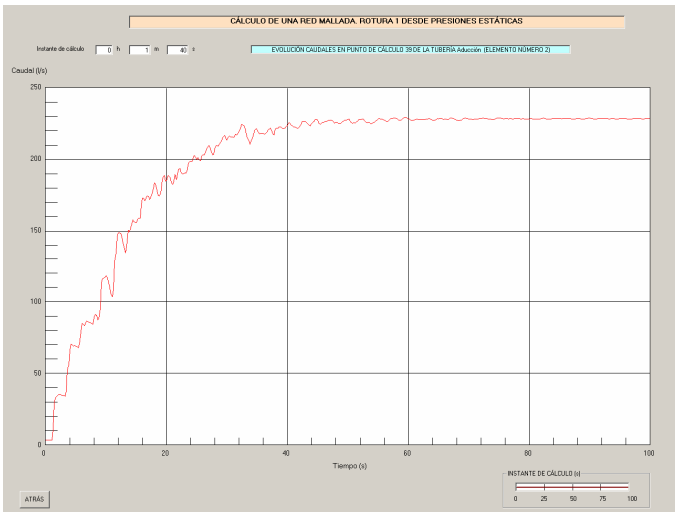


FIGURA 2. ALTURAS PIEZOMÉTRICAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA ROTURA 1 DESDE PRESIONES ESTÁTICAS (LOS VALORES CORRESPONDEN AL RECORRIDO QUE SE DETALLA EN EL EJE DE ABSCISAS)



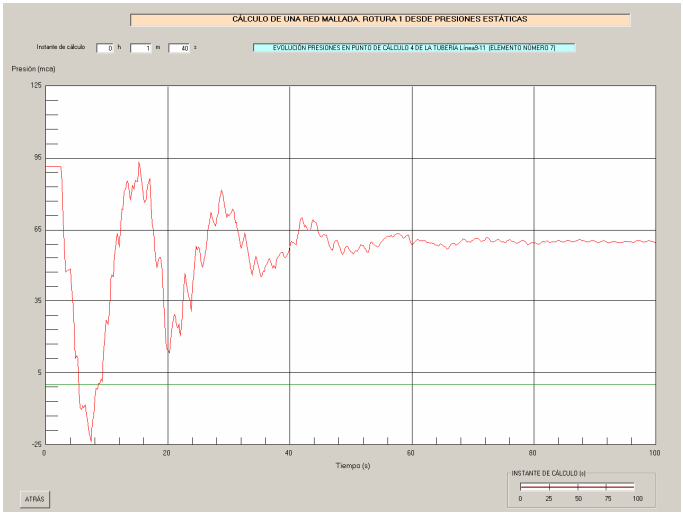


FIGURA 3. EVOLUCIÓN DEL CAUDAL Y DE LA PRESIÓN EN LOS ELEMENTOS 2 Y 7 RESPECTIVAMENTE

En la figura 2 las líneas exteriores son las envolventes de las máximas y mínimas presiones en los distintos puntos del sistema a los que se refiere el eje de abscisas, cuyo punto de partida es el elemento 2 (la tubería inicial). La segunda línea superior es la de alturas piezométricas final, con presión nula en el punto de la rotura. Por último las dos paralelas son el perfil del sistema y la línea correspondiente al vacío, respectivamente. Hay que decir que al traspasarse esta línea (cual sucede) los valores siguientes en el tiempo no son válidos pues el fluido cavitaría. Obviamente habría que equipar al sistema con algún elemento de protección, pero esta es cuestión que queda al margen de este texto. Por último significar que la figura 3 muestra la evolución en el tiempo del caudal y de la presión en los puntos que la figura muestra.

Las figuras 4 y 5 muestran idénticos resultados para la segunda de las roturas. En esta, situada a una cota muy inferior, las depresiones que se alcanzan son más severas.

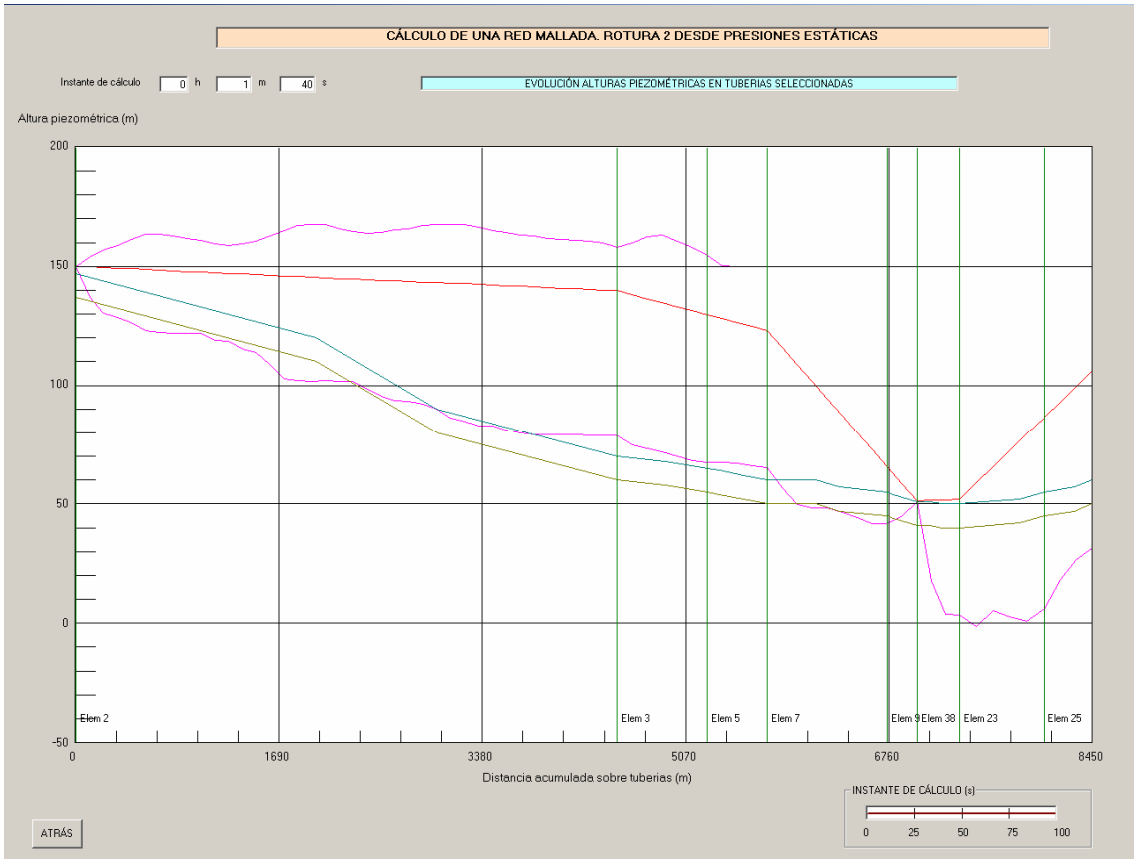


FIGURA 4. ALTURAS PIEZOMÉTRICAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA ROTURA 2 DESDE PRESIONES ESTÁTICAS (LOS VALORES CORRESPONDEN AL RECORRIDO QUE SE DETALLA EN EL EJE DE ABSCISAS)

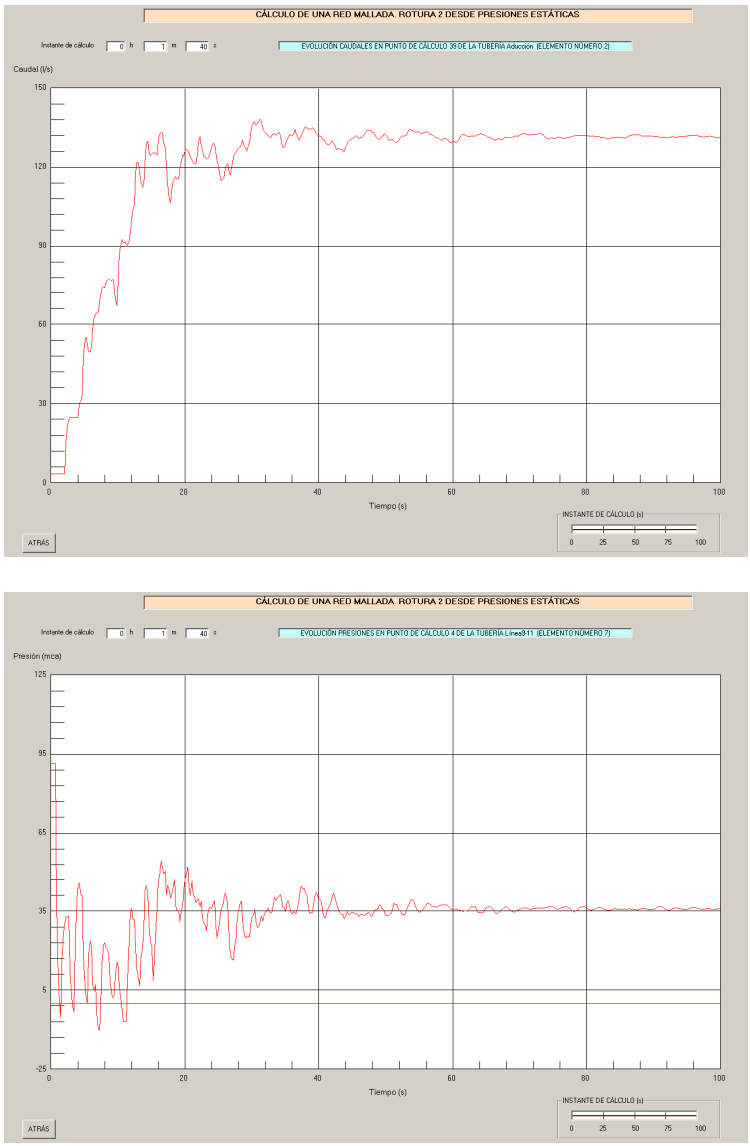


FIGURA 5. EVOLUCIÓN DEL CAUDAL Y DE LA PRESIÓN EN LOS ELEMENTOS 2 Y 7 RESPECTIVAMENTE

Para cada uno de los casos procesados, en la siguiente tabla se indica el volumen de agua que entra al sistema por el orificio situado en el punto medio de la línea 7, para distintos valores del diámetro del orificio.

D_{orif} (mm)	$\forall_i$ (litros) Rotura 1	$\forall_i$ (litros) Rotura 2
2	0'09	0'05
5	0'55	0'33
10	2'18	1'32
15	4'91	2'97
20	8'74	5'28
25	13'65	8'24

TABLA 1.- AGUA QUE REINGRESA EN LA TUBERÍA (PUNTO MEDIO DEL ELEMENTO 7) TRAS LAS REVENTONES.

Se puede observar cómo, según el punto donde se produzca la rotura, el volumen de agua que reingresa en el sistema cambia, debido a la evolución del régimen transitorio subsiguiente. Y, como era de esperar, este volumen aumenta tanto con el diámetro del orificio como con la duración temporal de la depresión.

9. ANEXO II: JUSTIFICACIÓN DE LOS ELEVADOS PICOS DE PRESIÓN QUE PROVOCA LA PRESENCIA DE AIRE.

En este anexo tan sólo se trata de evidenciar, sin entrar en la justificación analítica, los enormes picos de presión que se generan al comprimir bolsas de aire atrapado. Como ya se ha dicho los cortes de agua propician el ingreso de aire en las tuberías. La Figura 6 muestra una tubería de perfil irregular con dos bolsas de aire atrapado y una bomba que las someterá a presiones muy elevadas, mientras que la Figura 7 muestra la respuesta del sistema. Casi 30 bares se alcanzan al comprimir el aire bruscamente, una presión enorme que muy pocas de las tuberías que hoy están en el mercado sería capaz de soportar.

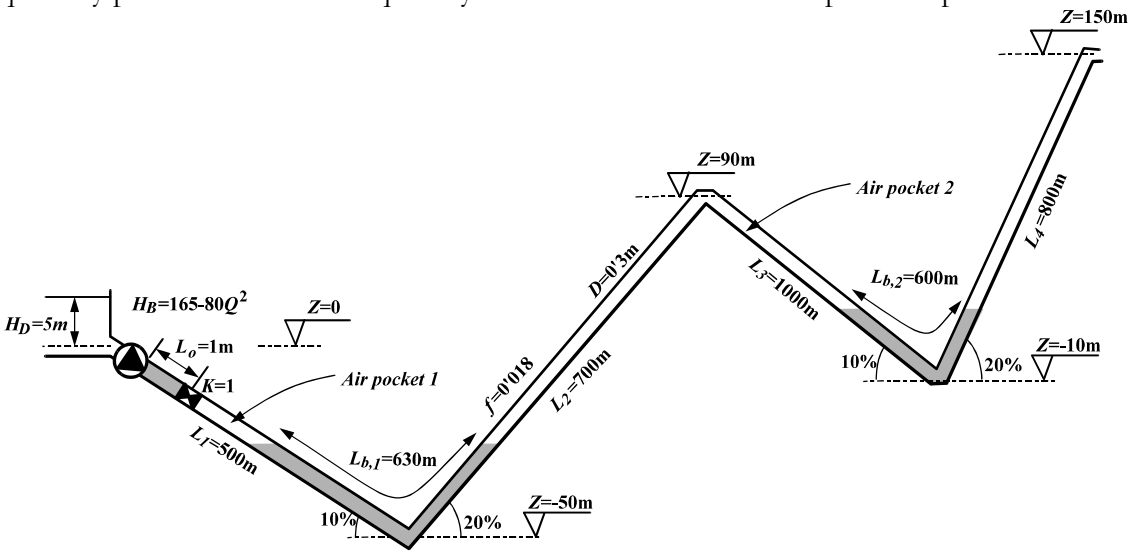


FIGURA 6. TUBERÍA DE PERFIL IRREGULAR CON DOS BOLSAS DE AIRE ATRAPADO.

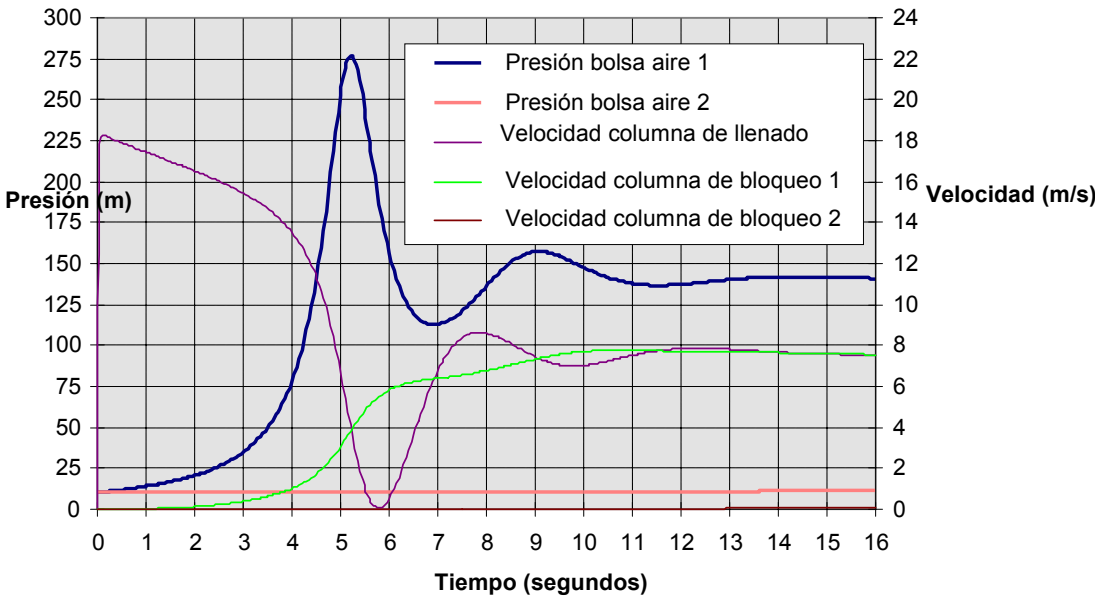


FIGURA 7. PICOS DE PRESIÓN GENERADOS TRAS EL REARME DEL SISTEMA

Es evidente que para evitar estos enormes picos hay que abrir con lentitud las válvulas que alimentan el sistema, para que el agua ingrese lentamente y el aire atrapado escape bien a través de las ventosas, bien por los puntos de consumo del sistema. De hecho todos hemos

apreciado la salida de aire en los grifos de las viviendas al restituir el agua previamente cortada.

Así pues, desde el punto de vista de la integridad del sistema es muy importante evitar los cortes de agua. El lector interesado en el detalle físico matemático de esta problemática puede contactar con el autor de este artículo.

LA SEQUÍA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Adriana Castro y Luís Guijarro
Asociación de Periodistas de Información Medioambiental

Resumen

En este trabajo se han realizado un seguimiento de la aparición de la sequía como noticia en los siguientes medios de comunicación: agencias de noticias, prensa diaria autonómica y nacional, televisión y radio en España durante determinados periodos del año 2006.

Debido a las características inherentes a cada tipo de medio informativo, los periodos de tiempo analizados en cada caso varían, así cómo los datos resaltados, con el fin de poder mostrar los aspectos más interesantes y relevantes.

El objetivo principal de este estudio es detectar la presencia/ausencia de fuentes expertas en las informaciones que tratan el fenómeno de la sequía, en relación con el espacio que ocupan el los medios. Esto permite obtener unas conclusiones que ponen de manifiesto un hecho: los expertos son consultados en número muy inferior al necesario para que las noticias puedan resolver uno de los pilares fundamentales de la misma, el porqué.

En el caso de las agencias de información el análisis se ha desarrollado con los teletipos emitidos por las más importantes durante el mes de agosto, exponiendo también los temas ambientales con los que ha compartido espacio la sequía.

Con respecto a los periódicos, se han estudiado por separado los autonómicos de los nacionales; en los primeros se analizan las noticias aparecidas sólo durante la última semana de agosto para poder mostrar lo que se vería a través de una lupa, y conocer en detalle cómo son esas informaciones. El seguimiento de los diarios nacionales se amplía nuevamente a todo el mes de agosto, para ofrecer un panorama más general de las grandes cabeceras.

La radio y la televisión se presentan en el mismo epígrafe, con la realización de un exhaustivo seguimiento de las noticias sobre sequía que se han transmitido a través de las ondas desde el 1 de enero al 9 de septiembre de 2006. Se hace especial hincapié en el número y el espacio que cada cadena ha dedicado a este tema.

La lucha feroz que caracteriza hoy en día a los medios de comunicación por captar la mayor audiencia posible, supone en muchas ocasiones la *"ocultación"* de algunas noticias o hechos relevantes, e incluso la falta de información contrastada y analítica, a cambio de datos, acontecimientos o declaraciones de personajes públicos que se consideran más *"espectaculares"*, y por tanto más atractivos.

Este trabajo pretende aportar una visión documentada sobre las apariciones de la sequía en los medios desde una perspectiva amplia y concreta a la vez, al aprovechar el tratamiento tan distinto que se da de la información en cada uno de ellos. En todos los casos los medios seleccionados son aquellos que han tratado el fenómeno que nos ocupa en cada periodo de tiempo.

1 AGENCIAS DE NOTICIAS

En este apartado se expone el seguimiento de noticias realizado durante todo el mes de agosto a través de los teletipos que generaron las principales agencias de información en España: Agencia Efe, Europa Press, Servimedia y OTR Press.

En este caso no se incluirán cuadros con datos del número de informaciones por agencia, al no considerarse relevante debido a que una agencia emite numerosos teletipos desde sus

sedes, repartidas por toda la geografía española; y muchos de ellos reflejan la misma noticia que ya han dado, sólo que la amplían en algún aspecto.

Por ello se ha optado por realizar una lista con las principales noticias ambientales aparecidas cada semana, para mostrar la cantidad de contenidos con los que "pelean" las noticias, en este caso concreto que nos ocupa: la sequía.

Debido a la envergadura que alcanzaron los incendios en Galicia en el mes que centra este estudio, una inmensa cantidad de la información que se generó se ocupó de este tema, menguando por tanto el espacio dedicado a otros temas.

Se han subrayado los titulares de los teletipos que tratan sobre la sequía, la gestión del agua y los recursos hídricos.

1.1 Primera semana

- Los embalses peninsulares al 46,8% de su capacidad, registrando 7.000 Hm3 de agua menos que la media de los últimos 5 años.
- Visita Cristina Narbona a Cáceres.
- Si la cabecera del Tajo mantiene las pérdidas dentro de 2 semanas no habrá agua para el trasvase a la cuenca del Segura.
- ACUAMED adjudica contratos para construir 3 desaladoras en Alicante, Murcia y Almería.
- Greenpeace insta Gobierno retirar asignación derechos de emisión de CO2 al sector eléctrico
- Incendios forestales: hasta julio ardieron casi 36.000 hectáreas, una tercera parte que en 2005.
- Julio ha sido el mes más caluroso de los últimos 45 años en la mitad norte peninsular, según Ministerio.
- Cementerio nuclear.
- Helicóptero accidente anti-incendios trayecto Tenerife a Gran Canaria
- Denuncia irregularidades macrourbanización Seseña.
- Manuel Carrasco, director Parque Nacional de Cabañeros.
- Incendio Girona.

1.2 Segunda semana

- Visita Cristina Narbona isla La Palma.
- Incendios asolan Galicia.
- Enfrentamientos gestión agua entre Gobierno murciano y la Generalitat valenciana frente a Narbona por sus declaraciones.
- ERC denuncia incumplimiento recuperación río Llobregat.
- Narbona explica declaraciones sobre derroche agua.
- Aparición medusas costas mediterráneo.
- Incendios Galicia, visita Cristina Narbona sobre el terreno.
- Incendios Galicia comienzan fin de semana con viento.
- MMA despliega un tercio de todos los medios aéreos para reforzar la lucha contra el fuego Galicia.
- Gobierno murciano pide Narbona estudio impacto ambiental sobre desalación masiva y medusas.

- Presidente Generalitat valenciana insiste en necesidad de trasvases como solución a la escasez de agua.
- MMA activa operativo retirada medusas en las costas.
- La campa de hielo de Groenlandia se derrite a una tasa tres veces más rápida que en los cinco años precedentes.

1.3 Tercera semana

- Narbona visita por segunda vez zona afectada por los incendios.
- Galicia registró 1.757 incendios en lo que va de mes.
- Lluvias débiles a moderadas en Galicia.
- Embalses cabecera del Tajo están a 13 hectómetros por encima de la reserva estratégica que impide hacer trasvases.
- Narbona asegura magnitud ocurrido tras los incendios en Galicia es "impresionante".
- Emilio Pérez Touriño estima en 700.000 hectáreas afectadas y 1.000 casas en situación de riesgo.
- Ecologistas alertan efectos negativos en el marisco por el arrastre de sedimentos que enturbian el agua, mientras pescadores optan por esperar valorarlos.
- Reserva embalses se sitúan en 43,9%, el nivel más bajo del año.
- WWF/Adena: España caso más extremo de gestión de agua equivocada.
- MMA y el ICO ponen en marcha línea de crédito 30 millones de euros para empresas que reduzcan contaminación.
- Expertos analizan en Gijón consecuencias del cambio climático en la II Asamblea de la Red Española de Ciudades por el Clima.
- La Xunta de Galicia mantendrá el dispositivo contra incendios hasta final del verano.
- ASAJA exige retirada anuncia del Gobierno sobre los incendios por "criminalizar" a los agricultores.
- Rechazadas comparecencias ministros y el PP pide dimisión Narbona.
- La Consejería Obras Públicas dice que dada situación agónica de la cuenca Tajo es imposible pensar en trasvases.
- Firma de un convenio entre España y Centroamérica para proteger naturaleza.
- El 70% de las 123.617 hectáreas arrasadas por los incendios este año en toda España corresponde a Galicia.
- El CSIC estima en 92.000 las hectáreas quemadas en Galicia
- El PPCV acusa al Gobierno central de "desentenderse" de la sequía en la Comunidad Valenciana.
- Murcia propondrá que la reforma del Estatuto de la Región incluya plena competencia sobre el agua.
- Los Verdes ven una "paradoja insoportable" que Andalucía sea la región "con más problemas de sequía y que más agua gasta".
- Facua pide inversiones para evitar fugas de agua y esfuerzos para reducir el consumo agrícola en Andalucía.
- Andalucía primera comunidad autónoma en instalaciones solares térmicas, con 287.997 metros cuadrados de paneles.

1.4 Cuarta semana

- Narbona dice que los Gobiernos de Murcia y Valencia hicieron una "presión brutal" para que hubiera trasvases para riego.
- El Gobierno valenciano exige formalmente a Zapatero que desautorice a Narbona por las críticas en materia de agua.
- Palop asegura que la sequía, a diferencia de otros años, se centra en diversas cuencas, entre ellas la del Tajo.
- Reserva cabecera Tajo se sitúa a 9 hectómetros del límite legal.
- ERC pedirá a Cristina Narbona que interceda sobre el asunto de la piscina del director del diario El Mundo.
- Incendios Galicia.
- Manifestación "Nunca Mais" por incendios.
- Pantanos pierden otros 600 hectómetros pese a las últimas lluvias,, y bajan al 42,7%.
- Director general de Aguas dice estar "de acuerdo" con Greenpeace respecto a que España "gestiona mal" el agua.
- Detención portugués 23 años acusado incendio.
- Las medidas de ahorro de agua en Murcia dejan la demanda en cifras de hace dos años, con 20.000 habitantes más.
- La CH Tajo comienza a limpiar la ría a su paso por Aranjuez.
- Territorio rechaza posibles prospecciones petrolíferas frente a la costa de El Saler y asegura que la DIA será negativa.
- IU- C-LM ve positivo que Narbona se escandalice de que concejales del PSOE cobren de "El Pocero".
- Detenido vecino Val do Dubra (A Coruña)) como presunto autor de varios incendios que quemaron 1.000 hectáreas.
- Comité UNESCO "examinará" Teide para Patrimonio Humanidad.
- Consejo Ministro aprueba ayudas destinadas a los afectados por los incendios.
- Valencia, el ayuntamiento destaca que la ciudad implantó hace tiempo medidas contra el derroche de agua.
- El conseller de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunidad valenciana aseguró "sólo con el incremento del gasto hídrico de las explotaciones agrarias de Aragón, Cataluña y Castilla La Mancha sería suficiente para realizar el trasvase del Ebro y cubrir las necesidades de la agricultura de la Comunitat Valenciana".
- PP propone la comparecencia de Narbona, ,Palop, Baltanás y Moragues en la Comisión de la Sequía de las Corts valencias.

1.5 Quinta semana

- Narbona sólo ve sentido a peaje urbano con más transporte público.
- WWF/Adena considera "interesante" imponer peajes en centro ciudades.
- Medio Ambiente y Cruz Roja firman un convenio para proyectos de cooperación internacional en materia de agua.
- Narbona opina que España estará "en mejores condiciones" para responder a la "próxima sequía".
- Consell pide Gobierno aumente inversiones y abra puerta trasvases.
- Junta CLM dice que advirtió riesgo abastecimiento por trasvases riego
- Camión vuelca y vierte 10 litros óxido calcio y boro en Mutxamel.
- Narbona: debemos acostumbrarnos a convivir con escasez de agua.
- Narbona pide apoyo a CCAA y ONG para un plan de restauración de ríos

- Narbona replica al PP valenciano que los datos son "tozudos" y rechaza que se discrimine a la Comunidad Valenciana.
- Valcárcel y Camps firmarán mañana un acuerdo para difundir en la Expo de Zaragoza los esfuerzos en la gestión del agua.
- Detenciones incendios Galicia
- La Junta analiza la posibilidad de autorizar el mallado de algunos tramos de la A-432 por el paso de animales.
- La Comunidad de Madrid mantendrá las restricciones si no llueve y el agua embalsada sigue bajando.
- Unión FENOSA valida su central de La Joya en Costa Rica como Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- AIMELEC concienciará a los jóvenes de la necesidad de reciclar los móviles, de los que se desechan 20 millones al año.
- La Zarza presenta más de 2.000 alegaciones al Ministerio de Medio Ambiente contra la instalación de la central térmica.
- El PP tida de "hipócrita y partidista" la gestión del agua de Narbona, ya que "no es igualitaria con las comunidades autónomas".
- Xunta invertirá 126 millones hasta 2009 en recuperación forestal.
- Cynara, la cachorro de lince que fue abandonada por Esperanza a las 40 horas de nacer, supera los 130 días de vida.
- Greenpeace acusa a alimentarias españolas de contribuir a la destrucción de la selva Amazónica.

2 PRENSA AUTONÓMICA DIARIA

En este apartado se ha realizado un análisis detallado de las noticias relacionadas con la gestión del agua y la sequía en España aparecidas en la prensa diaria autonómica, centrado en la última semana de agosto, la más crítica de los últimos años en cuanto a las reservas de los embalses, especialmente en Castilla-La Mancha, Murcia y Valencia.

La muestra que se ha realizado y cuyos resultados se muestran en este apartado, se ha realizado del modo más exhaustivo posible, aunque siguiendo un criterio subjetivo de selección. Como ya se menciona en la introducción principal del capítulo sobre el lugar que ocupa la sequía en los medios de comunicación, la línea que separa aquellas informaciones sobre sequía y los aspectos relacionados con ella (gestión del agua, recursos hídricos y su conservación, etc.) no siempre es nítida.

Por lo tanto esta muestra es útil de forma puramente orientativa, aunque ya pueden dilucidarse algunas conclusiones bastante destacadas, sobre todo en lo referente a la ausencia, casi total, de fuentes expertas.

En el boletín diario sobre la información ambiental donde se recogen las principales cabeceras autonómicas de España del Ministerio de Medio Ambiente, la sequía se incluye en el apartado "aguas", compartiendo espacio con otros temas y noticias que afectan a los siguientes bloques: "costas", "naturaleza", "calidad ambiental" y "cambio climático".

A este respecto hay que tener en cuenta que en este seguimiento se han incluido en el lunes 28 de agosto las informaciones aparecidas el sábado y domingo, debido a que los boletines de prensa así lo reflejan.

Otra singularidad que hemos realizado es que el jueves 24 de agosto, el último día que se incluye en este capítulo, se centra exclusivamente en las noticias que tratan sobre la sequía, excluyendo aquellas que tratan sobre la gestión del agua y los recursos hídricos. Esto pone de relieve una drástica disminución de las noticias.

Con este análisis hemos recogido las cabeceras que publican noticias o artículos sobre la sequía y aquellos aspectos relacionados con ella, como la gestión del agua, los recursos hídricos, los actores implicados, etc.

Además, se reflejan de manera sintética los contenidos de las informaciones aparecidas, y también se incluyen textualmente los titulares que hablan concretamente de la sequía.
En la semana de estudio de este epígrafe, las tablas recogidas por cada día de la semana del 31 al 24 de agosto son las siguientes:

- Noticia y periódicos que la han reflejado
- Titulares que mencionan específicamente la sequía
- Otras noticias
- Tabla con los datos sobre la extensión que ha dedicado cada medio a informar sobre la sequía, gestión del agua y recursos hídricos. (**Anexo I: Seguimiento diario de la sequía por periódico y espacio que ocupa**).

31/AGOSTO/2006

1) Noticias sobre sequía, gestión del agua y recursos hídricos, así como los diarios autonómicos que la han reflejado

Noticia	Diarios
Las comunidades autónomas de Murcia y Valencia compartirán pabellón en la Expo 2008 de Zaragoza y reclamarán el trasvase del Ebro	- El Faro - Diario del Alto Aragón - Periódico de Aragón - La Verdad - La Opinión - La Razón
El vicepresidente segundo del Gobierno de Castilla-La Mancha Emiliano García-Page aseguró que "no vamos a permitir que toquen un solo centímetro cúbico más del Tajo-Segura"	- La Tribuna de Albacete - La Verdad - El Pueblo de Albacete - Lanza - ABC - El Faro
El uso compartido entre España y Portugal de los Ríos Miño, Dueron, Tajo y Guadiana, y los planes de las cuencas hidrográficas ibéricas se analizarán en el V Congreso Ibérico sobre el Agua	- Alerta Cantabria - Ciudad Real - Lanza - El Diario Montañés
La Junta de Castilla y León y la CHD se unen para agilizar la ejecución de infraestructuras hidráulicas	- ABC - La Razón - El Día de Valladolid - El Mundo
Endesa quiere construir dos presas de cola en Canalles y en Escales para centrales hidroeléctricas, para mantener nivel agua estable y relanzar turismo pueblos cercanos	- Heraldo de Aragón - Periódico de Aragón - Diario Alto Aragón
Los regadíos de la Mancha consumen por primera vez más agua del Júcar que los valencianos	- Las Provincias - El Mercantil Valenciano

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: Ciudad Real
Titular: Medio Ambiente invertirá 30.000 euros para paliar los efectos de la sequía en la caza
1 columna

Medio: Las Provincias
Sección: Sociedad
Antetítulo: Sequía en la Comunitat
Título: Los regadíos de La mancha consumen por primera vez más agua del Júcar que los valencianos
1 página

Medio: El Mercantil Valenciano
Antetítulo: Balance de la sequía
Título: El consumo de los regadíos manchegos ha superado en 10 hm3 el de Valencia
3/4 página

Medio: El Mercantil Valenciano
Antetítulo: Guerra Hídrica
Título: El PSOE de Madrid dice que el pacto de Murcia y Valencia es el del "fracaso del agua"
1 página total ambas noticias

Medio: La Región
Título: La Sequía obliga a prorrogar el bombeo del río Miño para abastecer Ourense
1/2 página

Medio: La Voz de Almería
Antetítulo: Déficit Hídrico
Título: La sequía pasa de largo por Almería y Murcia celebra misas para que llueva
2/3 página

Medio: Odiel Información, Huelva
Título: Cartagena y Cumbres siguen sin agua
1/2 pág.

Medio: La Verdad, Murcia
Título: Asaja reclama a Zapatero ayudas por la sequía
1/2 columna

Medio: Heraldo de Huesca
Título: Los regantes abogan por más pantanos ante la sequía
1 columna

3) Otras noticias

Cristina Narbona anunció que comenzará en septiembre a comprar y expropiar fincas situadas en la costa española para proteger se alto valor ecológico frente al desarrollo urbanístico

30/AGOSTO/2006

1) Noticias sobre sequía, gestión del agua y recursos hídricos, así como los diarios autonómicos que la han reflejado

Noticia	Diarios
La Ministra de Medio Ambiente confía en que el Consell aprube un decreto de ahorro de agua como Madrid	- El País Valenciano - Diario de Valencia - ABC Valencia - Información - Galicia Hoxe - El Correo Gallego
La reserva de agua más baja de la última década:	- Galicia Hoxe - La Razón - El Diario Montañés - Diario Atlántico - Diario de Pontevedra - Faro de vigo - La Región - Deia - Diario de Sevilla - El Correo de Andalucía - Diario de Cádiz - El País Andalucía - Heraldo de Aragón - Vivir Hoy
Tras Reunión Diputación Permanente en el debate de la sequía, la polémica salto la frontera autonómica, los reproches mutuos por la sequía enfrenta a los gobiernos valenciano y manchego	- El Mercantil Valenciano - Las Provincias - El Faro - La Tribuna de Ciudad Real - Lanza - El Día - ABC - El Periódico de Aragón
El Consejo de Gobierno de Castilla-La Mancha acordó en su reunión de ayer la presentación de los recursos contencioso-administrativo contra sendas decisines que lesionan los interese hídricos de la región	- La Tribuna de Ciudad Real - Lanza
Los presidentes de la Comunidad de Murcia y de la Generalitat valenciana firmaron ayer un acuerdo para difundir en la Expo de Zaragoza su gestión hídrica:	- La Razón - ABC Nacional - Valencia - El Mundo Valencia - Diario de Valencia - Periódico de Aragón - Heraldo de Aragón

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: Información
Sección: Alicante
Antetítulo: Recursos Hídricos
Título: Narbona dice que la Comunidad acapara el 75% de la inversión contra la sequía
1/2 página

Medio: Diario de Sevilla
Antetítulo: Sequía
Título: La reserva de agua baja y se sitúa al 41,6% del total
Extensión:
1/2 columna

Medio: Levante, El Mercantil Valenciano
Antetítulo: Reacciones
Título: Los reproches mutuos por la sequía enfrenta a los gobiernos valenciano y manchego
1 página

Medio: Lanza, Castilla-La Mancha
Título: Murcia cultiva más del 35% de sus hortalizas en otras regiones por la sequía
Noticia breve

Medio: ABC Comunidad Valenciana
Título: Camps y Varcárcel firman hoy en Murcia un acuerdo para difundir en la Expo de Zaragoza su gestión hídrica
Subtítulo: El Consell invierte 18 millones en paliar la sequía en cultivos y ganado
1 página

Medio: Periódico de Aragón
Antetítulo: Muestra Internacional
Título: Levante llevará a la Expo la falta de agua
Subtítulo: Murcia y Valencia mostrarán sus esfuerzos contra el déficit hídrico
Noticia breve

Medio: El Mundo, Valencia
Título: Los regantes españoles descartan más presas en el Júcar y piden el trasvase ante la falta de agua
Subtítulo: La sequía impedirá que las reservas del Mediterráneo puedan recuperarse antes del próximo verano
2/3 página

Medio: El Mundo, Castellón al Día
Antetítulo: Agricultura, los problemas del riego
Título: Los regantes españoles descartan más presas en el Júcar y piden el trasvase ante la falta de agua
Subtítulo: La sequía impedirá que las reservas del Mediterráneo puedan recuperarse antes del próximo verano
1 página

Medio: Diario de Valencia

Título: Los regantes abogan por embalses ante tanta sequía

Noticia breve

Medio: Levante, El Mercantil Valenciano

Antetítulo: Sequía

Título: Navarro afirma que el programa AGUA aportará más de 100 hm3 a la provincia

Extensión: 1/2 página

Medio: Levante, El Mercantil Valenciano

Antetítulo: Actos

Título: Cotino inaugura en Benafer una balsa para paliar la sequía

Noticia breve

Medio: Diario de León

Antetítulo: Reportaje Los efectos de la sequía

Título: La CHD cierra el grifo del Luna

Subtítulo: Los cultivos de remolacha del Páramo y del Órbigo, 4.200 hectáreas, se quedan desde hoy sin agua para el riego y a expensas de que aparezcan las lluvias en el mes de septiembre

1 página

Medio: Opinión

Antetítulo: Los problemas de la sequía

Estadística

Título: Los murcianos gastan en un año el agua que España pierde cada mes

1 página

Medio: Opinión

Antetítulo: Los problemas de la sequía

Título: Murcia pierde 15.000 jornales al plantarse las lechugas en otras regiones

Subtítulo: Fecoam dice que la falta de agua obliga a trasladar los cultivos a Castilla-La Mancha y a Extremadura para mantener los mercados

1 página

Medio: El Faro

Título: La sequía empuja a los agricultores a llevar sus cultivos a otras regiones

Subtítulo: El 40% de la producción hortofrutícola ya se cultiva en Castilla La Mancha y Extremadura

Portada y 1 página

Medio:La Razón, Región de Murcia

Antetítulo: Agricultura

Título: Murcia cultiva el 35% de hortalizas fuera de la Región por la sequía

Fecoam califica la campaña agraria de este verano como "aceptable" y afirma que se han obtenido 27 millones de euros de beneficio

1/3 página

Medio: Heraldo de Aragón
Título: Un bando aconseja no beber agua del grifo en Mequinenza
Subtítulo: Un análisis recibido por el Consistorio recomienda no usarla para el consumo de boca. La causa se halla en la escasez de lluvias
Noticia breve

Medio: La Nueva España, Oriente
Título: El lago La Ercina recuperará su volumen habitual de agua dentro de unas semanas
Subtítulo: El sellado de las fisuras del muro de contención por donde perdía líquido ha dado resultado y su nivel, pese a la sequía, aumenta cada día
1/2 página

3) Otras noticias

La ministra de Medio Ambiente presentó ayer en Santander el futuro Plan Nacional de Restauración de Ríos y Programa de Voluntariado de Ríos

29/AGOSTO/2006

1) Noticias sobre sequía, gestión del agua y recursos hídricos, así como los diarios autonómicos que la han reflejado

Noticia	**Diarios**
La ministra de Medio Ambiente aseguró ayer durante la inauguración del curso "Agua: de la crisis a la cooperación", que España afrontará sin muchos problemas a la próxima sequía	- El Diario Montañés - Alerta - El Pueblo de Albacete - Diario de León - La Rioja - Vivir Hoy - El Faro - La Verdad - El Correo Gallego - Odiel - Información
El grupo popular llevó adelante su propuesta de solicitar al Ministerio de Medio Ambiente el incremento a corto plazo de las inversiones en obras de emergencia destinadas a paliar los efectos de la sequía	- El mercantil Valenciano
Las actuales reservas de los pantanos del Tajo se hallan a cuatro hectómetros del límite que permite trasvase a la cuenca del Segura	- Las Provincias Valencia

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: El Diario Montañés
Titular: Narbona augura que España afrontará sin muchos problemas la próxima sequía
2/3 pág.

Medio: Alerta
Titular: Cristina Narbona afirma que "nos debemos acostumbrar a convivir con la escasez de agua"
1 pág

Medio: El Pueblo de Albacete
Titular: "Tenemos que acostumbrarnos a vivir con escasez de agua", Narbona
1/3 página

Medio: Diario de León
Titular: Narbona garantiza que la próxima sequía no pillará ya desprevenida a España, que la gestionará mejor
Noticia breve

Medio: La Rioja
Títular: Narbona asegura que España "debe aprender a vivir con escasez de auga"
Subtítulo: La ministra exige a la ciudadanía "responsabilidad" para enfrentarse a la falta de agua
1/2 página

Medio: Vivir Hoy
Titular: Narbona garantiza que España podrá gestionar mejor la próxima sequía
Subtítulo: Medio Ambiente culmina la redacción de los planes de sequía, pendientes desde la aprobación del Plan Hidrológico Nacional
1/2 página

Medio: El Faro
Título: Narbona dice que España estará en condiciones ante la "próxima sequía"
Noticia breve

Medio: La Verdad
Titular: Narbona asegura que la próxima sequía "no pillará al país desprevenido"
Subtítulo: La ministra dice que la escasez de lluvias no es "una situación excepcional a la que hay que dar una respuesta rápida".
1 página

Medio: El Correo Gallego
Titular: "Debemos acostumbrarnos a la escasez de agua", dice Narbona
Subtítulo: La ministra de Medio Ambiente apuesta por una nueva política hidrológica que cambie la anterior, basada en la creencia de que el agua es "ilimitada y cuasi gratuita"
Breve

Medio: Las Provincias
Antetítulo: Sequía en la Comunitat
Títular: La sequía daña 130.000 hectáreas de regadíoo, 10 veces el término municipal de Valencia
Subtítulo: Las pérdidas económicas se cifran en 500 millones y García Antón califica de "traidores" a los socialistas
1 página

Medio: Levante

Titular: El Consell asegura que la sequía afecta a 130.000 ha y causa pérdidas de 500 millones

Destacado: La producción de arroz se reducirán en un 15% por la falta de agua

2/3 página

Medio: El Mundo Alicante

Título: Las Cortes reclaman a Consell y Gobierno coordinación para acabar con la sequía

Noticia breve

Medio: El Periódico Mediterráneo

Subtítulo: El debate se inició por la mañana y se prolongó durante toda la tarde

Titular: Les Corts piden coordinación para afrontar la falta de agua

1/3 página

Medio: El Periódico Mediterráneo

Titular: La sequía marca hoy la agenda del PP y PSOE

1/2 página

Medio: El País Comunidad Valenciana

Titular: El Consell se niega a aplicar restricciones y responsabiliza de la sequía sólo al Gobierno

1/3 página

Medio: La Gaceta de los Negocios Comunidad Valenciana

Antetítulo: Cortes Valencianas

Titular: Antón pide al Gobierno inversiones para paliar la sequía

Una columna

Medio: Las Provincias Valencia

Antetítulo: Sequía en la Comunitat

Título: El Tajo baja en una semana cinco hectómetros y queda a cuatro del límite para trasvasar al Segura

1 página

Medio: El Periódico Mediterráneo

Titular: Los pantanos de Castellón solo están al 22% de su capacidad

Subtítulo: Las reservas de la provincia alcanzan ya mínimos históricos similares a los que da la sequía del año 1999

1 página

Medio: Lanza

Titular: Es la primera vez en más de 10 años que la capital recibe agua de Torre de Abrahan

Llamadas a moderar el consumo de agua mientras llega el trasvase

Subtítulo: El Ayuntamiento descarta restricciones y dice que hay garantías para mantener las reservas sin tener que recurrir a los pozos de sequía del 95

1 página

Medio: La Verdad
Titular: IU pide conocer los acuerdos de la Comisión de la Sequía
Subtítulo: Quiere saber si un tercio del agua que se bebe en Albacete seguirá siendo de pozos "pese a que la ciudad tiene derecho preferente sobre los riegos"
2/3 página

Medio: El Pueblo de Albacete
Título: IU propone una política de agua que priorice los usos para paliar la sequía
1 página

Medio: Diario de Navarra
Antetítulo: Recursos hídricos
Títular: Navarra se salva de la sequía
Subtítulo: Las aportaciones del embalse de Itoiz han favorecido la situación en el eje del Aragón y en Pamplona
2/3 página

Medio: Diario de Altoaragón
Antetítulo: Sequía, pedrisco e incendios
Titular: CHA reitera la urgencia de la ayuda pública por los siniestros estivales
1 página

Medio: El Correo Gallego
Antetítulo: La gestión del agua en Galicia
Titular: Galicia evita las restricciones a pesar de la sequía y el fuego
1 página

Medio: La Nueva España
Titular: Agosto se apunta a la sequía
Subtítulo: En lo que va de mes llovió en la región un total de 24,6 litros, menos de l amitad de la media de los últimos 30 años
1 página

3) Otras noticias

Narbona anuncia que comparecerá en el Congreso para dar explicaciones sobre "la gravísima oleada" de fuegos que asoló Galicia

Narbona opina sobre la implantación de peajes en la entrada de las grandes ciudades tendría sentido si se potencian de manera notable los medios de transporte públicos

28/AGOSTO/2006

1) Noticias sobre sequía, gestión del agua y recursos hídricos, así como los diarios autonómicos que la han reflejado

Noticia	Diarios
El MMA instalará en Santander un autobús itinerante en el que se desarrollarán actividades para concienciar a la población de la necesidad de consumir racionalmente el agua	- El Diario Montañés - El Diario Alerta
Representantes de la CHG, los aytos de Ciudad Real, Miguelturra, Malagón, Carrión de Calatrava y Fernán Caballero y la comunidad de regantes del pantano de Torre de Abrahan firmaron ayer el convenio para trasvasar 6 hectómetros cúbicos de agua desde el embalse al de Gasset	- Diario Lanza - La Tribuna de Ciudad Real
El presidente del Gobierno de Murcia, Ramón Luis Valcárcel afirmó ayer que carece de competencias para poder aprobar un decreto que limite los usos no esenciales del agua en periodos de escasez:	- La Opinión - El Alfaro - La Razón - La Verdad - Lanza - La Tribuna de Ciudad Real - El Día - El Mercantil Valenciano - Diario de Valencia
La Diputación Permanente se reunirá hoy para buscar medidas contra la sequía	- ABC Valencia - El Día de Toledo - Información - Las Provincias Valencia - La Tribuna de Albacete - El Mercantil Valenciano - Diario de Valencia - El Mundo Valencia

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: La Tribuna de Albacete
Titular:Tras la tormenta verbal, la calma volvió al Júcar (de momento…)
Subtítulo: Diversidad de líneas y valoraciones sobre última Comisión Permanente de la Sequía
1/3 página

Medio: Levante El Mercantil Valenciano
Antetítulo: Corts
Título: El PSPV exige a Camps que asuma su responsabilidad ante el problema de la escasez de agua
1 columna

Medio: Levante El Mercantil Valenciano
Antetítulo: El debate del agua
Título: El Consell recorta en plena sequía un 25% el gasto de fondos estatales para obras hidráulicas
Subtítulo: La Generalitat destina 12,4 millones a mejorar regadíos frente a los 16,4 millones de 2004
1 página

Medio: El Mundo Valencia
Título: La importancia de la sequía no admite desencuentros
Noticia breve

Medio: El Mundo Valencia
Titular: El PP descarta resolver la escasez hídrica con "decretos restrictivos" como plantea el Gobierno
Subtítulo: EU advierte de que el problema "del agua y de la sequía no se soluciona con medidas restrictivas"
1/3 página

Medio: El Mundo Castellón al Día
Titular: La mancha eleva en 6.000 las hectáreas regadas con acuíferos que nutren al Júcar
Subtítulo: El sistema de teledetección de la CHJ confirma el incremento de la superficie agrícola pese a la sequía
1 Página

Medio: El Correo de Burgos
Titular: Sanidad, sequía y espacios naturales, caballos de batalla del PSOE este año
Noticia breve

3) Otras noticias

Narbona reclama una moratoria urbanística en La Manga (Murcia)
Murcia es la región con menos campos de golf por habitante

25/AGOSTO/2006

1) Noticias sobre sequía, gestión del agua y recursos hídricos, así como los diarios autonómicos que la han reflejado

Noticia	**Diaqrios**
La Ministra de Medio Ambiente inaugurará el próximo lunes 28 de agosto el curso "Agua. De la crisis a la cooperación" que tendrá lugar hasta el 1 de septiembre en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo	- Diario Alerta
El grupo parlamentario popular de las Corts Valencianes pedirá que la ministra Cristina Narbona, el director del programa Agua, Jaime Palop, el director general de Acuamed, Adrián Balcanes y el presidente de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), Juan José Moragues, comparezcan en la Comisión de la Sequía de las Corts Valencianes para hablar de la situación hídrica	- El Mercantil Valenciano - ABC Valencia - El Mundo Valencia - Castellón - La Razón
La Conderación Hidrográfica del Júcar (CHJ) extraerá 5 hectómetros cúbicos de la central de Cortes para paliar la sequía	- El Mercantil Valenciano - Información - ABC Valencia - Diario de Valencia - El Mundo Valencia - Castellón - La Razón

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: La Razón
Titular: Rambla llama mentiroso a Sevilla por asegurar que no sabía de la reunión sobre la sequía
Noticia breve

Medio: Levante El Mercantil Valenciano
Antetítulo: La Ribera Baixa
Titular: Sueca mantendrá las tiradas aunque la sequía impida inundar el coto de caza
Subtítulo:
Los aficionados seguirán pujando por las replazas aunque no haya agua

Medio: Las Provincias Valencia
Antetítulo: Sequía en la Comunitat
Titular: Los embalses del Júcar cerrarán el año con un 20% menos de las reservas previstas
Destacado: Moragues pide al Consell un decreto contra la sequía
Extensión:
1 página

3) Otras noticias

El secretario general para el Territorio y la Biodiversidad, Antonio Serrano aseguró que la estrategia de Desarrollo Sostenible estará lista en un año
El MMA recuerda al secretario general de Asaja Muercia, que "el Gobierno central está invirtiendo cien millones de euros en la comarca de Lorca y va a invertir otros 176,4 millones en la Región en el periodo 2006-2007"

24/AGOSTO/2006

1) Noticias exclusivamente sobre sequía, excluyendo aquellas que informan sobre gestión del agua y recursos hídricos, y diarios autonómicos que las han reflejado

Noticia	**Diario**
El conseller de Agricultura, Pesca y Alimentación, Juan Cotino, afirmó ayer que sólo el trasvase del Ebro puede solucionar la sequía	- El Mundo - Alicante - Valencia - Información

2) Titulares que mencionan específicamente la sequía

Medio: ABC C. Valenciana
Titular: Los alcaldes del PSPV aplicarán un decálogo basado en las medidas de ahorro de agua de Narbona
Subtítulo: Los máximos munícipes socialistas exigirán a Camps que redacte un decreto por la sequía
1/2 página

Medio: Las Provincias Valencia
Titular: El consumo de agua en la Comunitat se reduce un 10% pese al incremento de la población
Subtítulo: Los municipios ya cumplen las pautas de ahorro de los decretos de sequía de otras autonomías
2/3 página

Medio: Las Provincias Valencia
Los consumidores piden a los turistas que ahorren agua
Subtítulo: La asociación recuerda la situación de sequía
Noticia breve

Medio: El Mundo Alicante y El Mundo Valencia (la misma noticia)
Titular: Cotino recuerda que sólo el trasvase del Ebro puede solucionar la sequía
Subtítulo: González Pons matiza que no planea dejar de reivindicar la transferencia de agua
1/2 página

Medio: Información
Titular: Cotino subraya que los trasvases son la única solución para paliar la sequía
Una columna

3 PRENSA NACIONAL DIARIA

Para ilustrar qué espacio ha ocupado el tema de la sequía en la prensa nacional nos hemos centrado exclusivamente en el mes de agosto, que es el que registra con diferencia el mayor número de noticias al respecto.

Aunque se incluyen aquellas noticias que tienen que ver también con la gestión del agua y los recursos hídricos, el volumen es muy inferior al que publican los diarios autonómicos, sobre todo de las regiones que se ven más afectadas por el fenómeno de la sequía.

El seguimiento se realiza desde el 31 de agosto al 1, de forma que se avanza desde las últimas noticias aparecidas a las primeras, igual que para los otros medios. Esto permite ver que el número inicial de noticias decrece a medida que retrocedemos en el tiempo.

Los datos aparecen organizados por días, faltando aquellas fechas en las que no se haya publicado nada sobre la sequía. Se ha realizado un esquema en el que aparece el nombre de la cabecera del diario seguido de titular de la noticia/as que haya publicado.

Este método es diferente del empleado en la prensa autonómica, debido a que el número de noticias aparecidas en la prensa nacional sobre el tema que tratamos es sensiblemente menor; y aunque la misma noticia puede ser tratada por varios medios, no es tan usual, resultando más relevante a la hora de comparar los contenidos ver qué ha publicado cada cabecera concretamente.

31 de agosto	
Periódico	**Titulares**
La Vanguardia	- Murcia y Valencia , junto en la Expo por la escasez de agua - Vecinos de tres poblaciones de Lleida, sin agua - Esperanza para el turismo de pantano
El Periódico de Cataluña	- Dos diques garantizan el uso turístico de Canelles y Escales
El País	- En un sediento mundo, el agua potable equivale a beneficios
La Gaceta de los Negocios	- Murcia y Castilla La Mancha, enfrentadas por el río Tajo
ABC	- Madrid captará más agua del Alberche y, por primera vez, del río Tajo

30 de agosto	
La Vanguardia	- Agua más barata - La cabecera del Tajo, muy cerca del límite que impide trasvases el segura
La Razón	- Narbona se proclama "la única luchadora contra la sequía" - Narbona se cuelga medallas contra la sequía mientras los embalses registran mínimos históricos - La reserva más baja de la última década
La Gaceta de los Negocios	- Los embalses bajan hasta el 41,6% de su capacidad
ABC	- Camps y Valcárcel se alían para defender el trasvase del Ebro en la Expo de Zaragoza

29 de agosto	
La Vanguardia	- La Expo de Zaragoza contrata al Cirque du Soleil
Cinco Días	- El Circo del Sol será imagen de la Expo
El País	- El PP valenciano pide a Narbona inversiones urgentes contra la sequía
ABC	- España pierde al mes por fugas tanta agua como precisa Muercia para su consumo doméstico

28 de agosto	
Cambio 16	- Amenaza de los campos de golf
Expansión	- Ofertas para construir el pabellón de España en la Expo

26 de agosto	
La Razón	- Las piscinas: un oasis de lujo en medio de la sequía
La Gaceta	- El agua de Empédocles
ABC	- "¡Agua, por fin tenemos agua!"

25 de agosto	
La Razón	- La Expo 2008, presente en la Semana Mundial del Agua de Estocolmo
La Gaceta de los Negocios	- Oro blanco
Expansión	- Las autonomías luchan por el control de las desaladoras - El Congreso avasalla al Gobierno con miles de preguntas sobre su gestión económica
ABC	- Los socialistas rechazan para Murcia las competencias sobre el agua que reclaman otras comunidades

24 de agosto	
Cinco Días	- Acciona gana la obra del Canal de Navarra por 172 millones
La Gaceta de los Negocios	- El irresistible encanto de las empresas de agua
Expansión	- Adjudicación de las obras de la primera fase del Canal de Navarra

23 de agosto	
La Razón	- La Confederación del Guadiana invierte 31 millones en obras de emergencia por la sequía
Cinco días	- Cae de nuevo la reserva de agua embalsada, hasta el 42,7%
La Gaceta de los Negocios	- Las reservas de agua bajan al 42,7% pese a las lluvias
El País	- Los embalses caen al 42% de su capacidad a pesar de las últimas lluvias - Una red de empresas, expertos y ONG se unen contra la corrupción en el sector del agua
La Vanguardia	- El agua de regadíos
El Economista	- Las últimas lluvias no logran evitar un nuevo mínimo en los embalses

22 de agosto	
El Periódico de Cataluña	- Valencia y Murcia reabren la guerra del agua en plena sequía - Avià solucionará los problemas de agua - El canal de Urgell descarta restricciones
El Mundo	- Un tercio del planeta padece ya la escasez de agua
El País	- Césped artificial
ABC	- Agua va - El ministerio de Medio Ambiente comienza la limpieza del Tajo - Uno de cada tres habitantes del mundo es ya víctima de la escasez de agua

21 de agosto	
Cambio 16	- Sequía, una condena evitable
ABC	- Barcos sin agua en el pantano del Atazar

20 de agosto	-
La Razón	- El PP-A solicitará al Congreso que el Estatuto incluya la solidaridad en la política de aguas

19 de agosto	
La Vanguardia	- La ciudad en el mar
La Razón	- El Estatuto murciano asumirá la gestión del agua interna y desalada - Caras de la noticia: Ramón Luis Valcárcel
El País	- "Escrito a mano". ¿La última sequía?
ABC	- El Estatuto murciano "blindará" las aguas internas de la Región, incluida la desalada
La Gaceta de los Negocios	- La guerra del agua

18 de agosto	
La Vanguardia	- El despilfarro - España consume más agua cada año
La Razón	- Los riojanos son los que menos agua gastan, 141 litros por persona y día
Expansión	- Agua más cara para frenar el derroche - Los españoles tendrán que pagar el doble por el agua - Una tregua al calor y la sequía
El Mundo	- Aclaración del Ministerio de Medio Ambiente (con respecto al tema del agua) - El consumo de agua aumenta un 2,4% y su precio sube un 11,6% - El frío y la lluvia sorprenden a los veraneantes en pleno mes de agosto

17 de agosto	
La Vanguardia	- El nivel de agua de los embalses peninsulares es el más bajo en diez años
El Periódico de Cataluña	- Ricos pero sedientos - Las lluvias no aumentan el agua embalsada
Cinco Días	- Las reservas de agua siguen cayendo y se encuentran en el 43,9% de su capacidad
La Razón	- Las reservas de los embalses se sitúan en el 43,9%, el nivel más bajo del año
La Gaceta de los Negocios	- El agua de los embalses disminuye un 1,4% en tan sólo una semana
El País	- La reserva de agua cae al 43,9% de la capacidad, el nivel más bajo en una década - Los ecologistas califican a España como el país con la gestión del agua más desastrosa - Meteorología anuncia lluvias en todo el país, pero sólo durante dos horas
Expansión	- Los ricos también tienen sed
ABC	- Las lluvias en el norte de España castigan a la agricultura y no mejoran la situación de los embalses - Los embalses siguen perdiendo agua y se sitúa en los niveles más bajos del año
El Economista	- Hacen falta trasvases

16 de agosto	
La Vanguardia	- Ricos en PIB, pobres en agua
El Mundo	- La crisis de la escasez de agua afecta y por igual a países feos y pobres
ABC	- La explotación del principal acuífero subterráneo de la región está al límite - La sequía y la mala gestión sumergen a los países ricos en una auténtica crisis del agua
El País	- Un grupo ecologista denuncia que hay más de 18.000 pozos ilegales
La Razón	- El principal acuífero de la región, a punto de secarse según un estudio ambiental
El Periódico de Cataluña	- Catalunya vive el día más lluvioso desde febrero

15 de agosto	
Expansión	- Las piscinas no son para este verano
ABC	- Sequía - "Mientras en Inglaterra los campos de golf están amarillos, en Murcia relucen"

13 de agosto	
ABC	- Los socialistas denuncian que camiones cisterna roban agua potable de Arganzuela

12 de agosto	
El Periódico de Cataluña	- La depuradora tendrá sed el 1 de septiembre
La Razón	- Varios municipios cortarán el suministro de agua a los vecinos que la derrochen

11 de agosto	
Cinco Días	- La Expo 2008 atrae inversión privada con beneficios fiscales

10 de agosto	
La Vanguardia	- Barcelona reduce un 14% el consumo de agua en parques y limpieza viaria
El Periódico de Cataluña	- BCN potencia el ahorro de agua de uso público

9 de agosto	
La Vanguardia	- La sequía empeora y aviva la trifulca política - La lluvia irrumpe en Barcelona en plena sequía
Cinco Días	- La reserva de agua baja al 45,3% y ya es inferior a la del año pasado
La Razón	- La reserva de agua, bajo mínimos tras otra semana sin lluvia
Expansión	- La sequía pone en alerta ruja los trasvases a Murcia y Valencia
El País	- Derroche de agua
El Mundo	- Narbona insiste en que Murcia y Valencia debes restringir el uso no esencial del agua
ABC	- Narbona recomienda a Valencia y Murcia que apliquen restricciones de agua en usos urbanos no esenciales

8 de agosto	
El País	- Murcia y Valencia exigen explicaciones al Gobierno por acusarles de derrochar agua

7 de agosto	
La Razón	- El problema del agua
El País	- Narbona denuncia el derroche de agua en la Comunidad Valenciana y Murcia en plena sequía - Agujeros contra la sequía - Una ciudad de palmeras naturales y césped artificial
ABC	- El PSOE denuncia que se riega con agua potable - Europeos residentes en Ronda piden a la Junta que impida un complejo de lujo por la escasez de agua - Murcia pide a zapatero que llame al orden a Narbona por su "juego sucio" sobre el ahorro de agua

6 de agosto	
La Razón	- Los pantanos de Murcia y Valencia ya sólo tienen barro - Las soluciones a la sequía no llueven del cielo
ABC	- Polémica en Perales de Tajuña

3 de agosto	
El Periódico de Cataluña	- El nivel del lago de Banyoles se recupera
Cinco Días	- Las grandes constructoras se llevan las nuevas desaladoras
La Razón	- ¿Está asegurada el agua para consumo humano? - Malgasto de agua
El País	- Tres nuevas desaladoras garantizarán agua para 600.000 personas - Los pantanos están casi 15 puntos por debajo de la media del último decenio
ABC	- El Plan Hidrológico Nacional que aprobó el PP impedirá al PSOE trasvasar más agua del Tajo en Septiembre

2 de agosto	
Cinco Días	- El nivel de agua de los embalses cae al 46% del total
La Razón	- Los embalses, al borde de la "línea roja"
El Mundo	- El alcalde de Sacedón advierte de que ya no hay agua en los embalses de la cabecera del Tajo
ABC	- Los municipios del Tajo amenazan con otra "guerra del agua" con Murcia si se permiten más trasvases al Segura - Los embalses pierden casi 900 hectómetros en otra semana sin precipitaciones

1 de agosto	
El Periódico de Cataluña	- Pisos con vistas y sin agua - Voladuras en Tàrrega para construir un embalse
El País	- Los embalses del trasvase Tajo-Segura rozan el nivel que impide llevar agua a Murcia

4 TELEVISIÓN Y RADIO

El objetivo de este capítulo es mostrar la repercusión que ha tenido la sequía en las emisoras de televisión y radio, a través del espacio que han dedicado las distintas cadenas a hablar e informar sobre ella. Para lograr este objetivo se ha realizado un seguimiento de 821 noticias, obtenidas tras una búsqueda en la que exclusivamente se ha localizado y seleccionado el término "sequía". Es decir, en el caso de la televisión, al igual que en la radio, no se han incluido también las noticias relacionadas más directamente con ésta, como puedan ser los recursos hídricos, gestión del agua, etc;

El motivo de esta decisión es el volumen mucho menor de noticias, que en este capítulo se traduce en espacio, dedicado por los medios audiovisuales a la sequía en comparación con la prensa escrita y las agencias. Esto nos ha permitido realizar una visión más amplia en el tiempo, con la elaboración de unas tablas que abarcan desde los primeros días de septiembre, identificados con el final del verano, hasta el comienzo del año, el uno de enero de 2006.

El estudio incluye las televisiones "en abierto" nacionales, autonómicas y alguna local. Las cadenas que aparecen son todas aquellas que han dedicado algún espacio, por mínimo que haya sido, a la sequía. Con las emisoras de radio ocurre lo mismo, las seleccionadas son todas aquellas que sí han mencionado este fenómeno de forma concreta.

Las tablas resultantes del estudio, que se han creado expresamente para este informe como el resto de las que aparecen en los otros capítulos, excepto la Tabla a, se incluyen en los anexos:

1) A continuación, Tabla que muestra el número de canales que han tratado la noticia y el canal que más tiempo le ha dedicado.

2) (**Anexo II Tabla completa del 9 al 1 de septiembre donde se incluye la emisora, el programa, el tiempo y el número de expertos consultados en televisión y radio.)**

3) (**Anexo III Tiempos totales por emisora y mes en televisión y radio).** En esta tabla se tiene en cuenta:

   - La emisora de televisión que ha tratado la sequía por meses.
   - Los tiempos que ha dedicado cada emisora, lo que permite ver el número de veces que se ha tratado el tema y el tiempo en cada caso. Conviene saber que la mayoría de los tiempos son muy breves, oscilando entre unos pocos segundos hasta los cuatro minutos, que es el espacio que se de dedica a una noticia en los medios audiovisuales. Cuando aparece un tiempo superior significa que se ha profundizado más en el tema, dedicando un programa entero a la sequía o una entrevista, por ejemplo.
   - El tiempo total que ha aparecido la sequía en cada cadena aparece al final de cada cuadro en negrita. Esto permite averiguar el tiempo total dedicado cada mes según la cadena.

Tabla a)

Televisión 2006	
Septiembre (del 9 al 1 de)	- 15 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Canal 9 (Comunitat Valenciana) fue el que más tiempo dedicó a este tema, en total 20:17 minutos, repartidos en 11 noticias. A mucha distancia del resto de canales.
Agosto	- 19 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Canal 9 es la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con un total de 1 hora y 28 minutos, dividida en 43 noticias diferentes. Nuevamente marca una gran distancia con respecto a las otras cadenas.
Julio	- 17 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - TVE-1 es la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con un total de 16:03 minutos, repartidos en 11 noticias diferentes. Le sigue de cerca Canal 9 con 12:28 minutos y 7 noticias diferentes.
Junio	- 15 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - TV3 fue la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con 15 noticias diferentes. Le sigue no muy lejos Canal 9, con un total de 27:08 minutos y 7 noticias que incluyen un reportaje de 21 minutos.
Mayo	- 11 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Canal 9 fue la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con un total de 32:30 minutos, repartidos en 8 noticias diferentes. TV3 de sigue de "cerca" en comparación con el resto, con menos de la mitad del espacio, 12:13 minutos, y 5 noticias.
Abril	- 11 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Canal 9 fue la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con un total de 12:45 minutos, repartidos en 8 noticias. En esta ocasión Telemadrid le sigue muy de cerca, con 12:41 minutos y 5 noticias diferentes.
Marzo	- 12 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Canal 9 fue la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con un total de 22:53 minutos, repartidos en 9 noticias.
Febrero	- 11 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Telemadrid fue la cadena que más tiempo dedicó a este tema, con 16:50 minutos con 4 noticias. Le sigue de cerca TVE-1 con un total de10:02 minutos, repartidos en 7 noticias.
Enero	- 15 canales de televisión emitieron noticias sobre la sequía. - Antena 3 Televisión es la cadena que más tiempo dedicó a este tema con 12:38 minutos repartidos en 7 noticias. Le siguen muy de cerca por orden TVE-1 con 9:24 minutos (4 noticias), Canal Sur con 9:23 minutos (5 noticias) y Canal nueve con 9:12 minutos (5 noticias).

Radio 2006	
Septiembre (del 9 al 1)	- 12 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Cadena Ser fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 17:01 minutos, divididos en 5 noticias. Le sigue Inetreconomía con 14:51 minutos y 6 noticias. Destaca que una sola ocupa 12:33 minutos, y el resto son *falshes* de menos de 37 segundos.
Agosto	- 10 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 1 hora y 23 segundos, repartido en 35 noticias diferentes. Dista bastante del espacio dedicado por el resto de cadenas, aunque le sigue Onda Cero con 49:24 minutos y 13 noticias.
Julio	- 8 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 34:59 minutos y 10 noticias diferentes. Le sigue a distancia Cadena Ser con 19:06 minutos (3 noticias) e Intereconomía con 11:26 minutos (5 noticias).
Junio	- 12 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 31:18 minutos y 15 noticias diferentes. Bastante cerca le sigue Catalunya Radio con 27:22 minutos y 13 noticias.
Mayo	- 10 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 11:07 minutos, repartidos en 5 noticias. Le sigue a cierta distancia Onda Cero con 6:42 minutos (5 noticias), Cadena COPE con 6:42 minutos (2 noticias) y Onda Cero también con 6:42 minutos (5 noticias).
Abril	- 8 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 31:42 minutos, repartidos en 11 noticias diferentes. Le sigue a muchísima distancia Punto Radio con 2:27 minutos y tres noticias.
Marzo	- 10 cadenas de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Radio Nacional de España fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 14:07 minutos y 12 noticias. Le sigue nuevamente a bastante distancia el resto de las emisoras, como Onda Madrid con 5:31 minutos y dos noticias.
Febrero	- 10 emisoras de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Onda Madrid fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 11:36 minutos divididos en 6 noticias diferentes. Le sigue Radio Nacional de España con 7:10 minutos y dos noticias.
Enero	- 12 emisoras de radio emitieron noticias sobre la sequía. - Cadena COPE fue la emisora que más tiempo dedicó a este tema con un total de 34:36 minutos y 6 noticias diferentes, una de ellas de fue un espacio de 21:53 minutos. Le sigue la Cadena Ser con 28:06 minutos (7 noticias) y Onda Madrid con 17:54 minutos (5 noticias).

5 HABLAN LOS EXPERTOS EN SEQUÍA

Para este estudio queríamos conocer, de mano de los expertos en este tema, qué opinión tienen ellos sobre el tratamiento que se hace en los distintos medios de comunicación sobre la sequía. Para ello dirigimos las preguntas que aparecen adjuntas a los miembros del Comité de Expertos en Sequía. Sus respuestas no responden al modelo de pregunta/respuesta, sino que con la entrevista de cada especialista se han realizado una serie de conclusiones que nosotros hemos interpretado y que incluimos como demandas que estos expertos hacen para que cualquier noticia que se realiza sobre la sequía sea tratada de la mejor forma posible.

Estás son las preguntas dirigidas a los miembros del Comité:

1) Como expertos, cada uno en vuestra disciplina. Cuando leéis alguna noticia, reportaje etc., en cualquiera de los soportes de que disponemos (prensa, radio y TV), ¿cómo valoráis esa información? ¿Es buena, mala, le faltan fuentes, se queda sólo en la anécdota de la información?

2) ¿Qué fuentes recomendaríais para que el periodista estuviese bien informado en este tema? Administración (local, autonómica, central); mundo de la ciencia (universidades, colegios profesionales, ONG).

3) ¿Consideráis que los políticos son una buena fuente de información para este tema?

4) ¿Pensáis que hoy el ciudadano se encuentra bien informado con la información que aparece en los medios de comunicación sobre la sequía?

5) ¿Debería mejorar el periodista los términos que utiliza al hablar sobre la sequía?

1) Con respecto a la primera pregunta, los expertos comentan que ningún experto en ningún tema considera que las noticias que se ofrecen sobre su especialidad respondan del todo al nivel de conocimiento que existe sobre él. Eso es lógico porque el periodista no es un experto y los lectores tampoco aspiran a llegar a ser expertos a partir de la lectura de la información.

Cuando se contempla el ámbito territorial de las autonomías españolas, se observa una información poco profesional e interesada. Cuando los medios de estudio son nacionales entonces se observa que existe de todo y que le faltan enormes dotes de profesionalidad. Insisten en que cuando se acerca un periodista para preguntar por lo de siempre (las pérdidas de las redes, la sequía excepcional,...) acostumbran a ser estudiantes en prácticas, lo que evidencia la escasa preocupación que muestra la prensa en los temas del medio ambiente en general y del agua en particular.

En general, las noticias sobre el agua suelen ser alarmistas. Ponen un ejemplo y recuerdan cómo los medios de comunicación se centran, por ejemplo, en la caída en el nivel de los embalses, sobre todo en la época estival. Ello en sí no es noticia por cuanto en verano, sin lluvias, y manteniendo el consumo, la cantidad de agua embalsada debe bajar necesariamente. Lo contrario sería un milagro y eso sí sería noticia. Siendo más concisos y como recomendación para el informador dicen que el estado de los embalses se comparaba con la media existente en los diez últimos años. Esto, aparentemente parece correcto pero si se tiene en cuenta que los diez años anteriores fueron lluviosos el resultado obtenido vuelve a ser muy alarmista. En este caso, la noticia se ha limitado a reproducir la

información recibida del organismo oficial competente sobre el tema y, en ningún caso, ha sido crítica con ella. Así, por ejemplo, el agua embalsada en Andalucía en estos momentos no es buena pero cuatriplica el valor existente en 1995. Aunque este fue el último año de una gran sequía, ayuda a situar la cantidad de este año en un lugar más justo.

En resumen la valoración es muy variada: desde artículos bien planteados y bien desarrollados, hasta otros en que aparecen errores, conceptos equivocados y soluciones/conclusiones injustificadas. La calidad alcanza sus peores cotas cuando las ideas preconcebidas (políticas o de otro grupo de interés) afectan al desarrollo de la noticia. Algunas informaciones consideran que son excelentes. Eso cada vez es más frecuente dado que el acceso a Internet por parte de los periodistas facilita que localicen abundante información y de buena calidad.

2) En cuanto a las fuentes de información consideran que se debe recabar cuanta más información mejor, para luego procesarla y filtrarla. Existe una fuerte politización del tema y, por regla general, a los académicos se les cuelga escapularios simplemente por opinar. Consideran que los datos no son buenos y varían según la fuente, incluso dentro del mismo organismo. Critican el que las administraciones disponen cada vez más de información relevante sobre el tema del agua; sin embargo, esa información básica suele estar poco elaborada, lo que no facilita suficientemente su interpretación por personas que no son estrictamente conocedores del tema. Por otra parte el "mundo de la ciencia" suele disponer de fuentes de información más amplias, detalladas y globales, aunque aquí también el nivel de autocrítica y crítica por otros colegas, todavía es limitado. Una recomendación para el informador: en estos momentos el Observatorio Nacional de la Sequía, en la web del Ministerio, ofrece una excelente información sobre la sequía, tanto en términos generales, como en su seguimiento en tiempo real.

3) Al preguntar sobre los políticos como fuente de información comentan que el problema del agua, sobre todo en Valencia y Murcia, (también en Aragón y Castilla la Mancha) está hiperpolitizado y ello salpica a otras autonomías. En el actual contexto, y salvo honrosas y muy dignas excepciones, los políticos son la peor fuente de información. Y, en síntesis, por dos motivos: porque son parte en el debate pero también porque, los más de los casos, carecen de formación. Se podría aplicar el siguiente lema: a mayor escasez mayor politización. No son o no pueden ser una fuente fiable de información, más allá de los documentos textuales elaborados por sus servicios técnicos. Pero, inevitablemente, se han convertido en una fuente imprescindible para ofrecer su visión de las cosas porque esa visión es determinante dado que son importantes agentes decidores, pero debe complementarse con otras aproximaciones si quieren recogerse las múltiples dimensiones que puede tener el tema.

4) En cuanto a si están bien informados los ciudadanos la tendencia de los expertos es a decir que no. Sí existe mejor información que hace unos años, pero se sigue cayendo en el alarmismo. Las informaciones sobre el agua solo se hacen en épocas de sequía. Es aquí donde se apunta la máxima que se repite desde que se creó el Comité "para gestionar mejor la sequía hay que trabajar en épocas de abundancia", ejemplo que debía extenderse también a los medios de comunicación. Se debe demandar un mayor nivel de educación científica básica, con la que valorar todas esas aportaciones puntuales que le llegan al ciudadano.

5) A la pregunta sobre si debería mejorar el periodista los términos que utiliza al hablar sobre la sequía, se extraen las siguientes conclusiones: Sí, se debería mejorar, pero también deberían hacerlo otros profesionales porque el tema es complejo y hay muchas confusiones

en este sentido en muchos ámbitos disciplinares. El periodista debería mejorar no solo los términos que usa sino, previamente, su formación sobre el tema, en este caso la sequía. Sin embargo, el carácter generalista con el que habitualmente se ven obligados a trabajar los periodistas, tocando muchos y diversos temas, hace imposible profundizar en ninguno. La especialización sería muy deseable. También debe ser una responsabilidad, al menos compartida, la de los técnicos del Comité, al identificar, explicar y utilizar correctamente los términos y los conceptos propios de la sequía, de modo que los medios de comunicación sean conscientes de su existencia y de la necesidad de utilizarlos para comunicarse correctamente. Pero sigue existiendo un gran problema, y es que el tema medioambiental hoy aún vende muy poco y los periódicos eso es lo que más miran. Entonces, si desde arriba no hay directrices para potenciar el periodismo medioambiental seguiremos así durante mucho tiempo.

6 CONCLUSIONES

6.1 Agencias

Es destacable que en ningún teletipo se menciona directamente como fuente algún experto. Los protagonistas de las noticias son las declaraciones de los responsables políticos del PP y el PSOE, o los representantes de las asociaciones de agricultores y regantes.

Podría afirmarse que en una mayoría casi absoluta de los casos, estas declaraciones muestran cómo los actores políticos se enzarzan en disputas y opiniones que encuentran mucho eco en los teletipos de las agencias (criterio que posteriormente selecciona los redactores jefe para incluir esta información en su medio), mientras que los datos y conocimientos de los expertos no se tienen apenas en cuenta.

Se ha registrado una aparición nula de fuentes expertas en los teletipos de las agencias. Aunque si se ha detectado, de forma bastante puntual en comparación con el total de noticias publicadas, que se da cabida a los informes y consideraciones de dos organizaciones ecologistas reconocidas a nivel nacional e internacional, como son WWF/Adena y Greenpeace.

6.2 Prensa autonómica diaria

La inmensa mayoría de las noticias que aparecen se nutren de fuentes oficiales, y dedican gran cantidad de espacio a la "lucha" por el agua que protagonizan los responsables políticos de las distintas comunidades, especialmente Murcia, Comunitat Valenciana y Castilla-La Mancha.

La ausencia de fuentes expertas es generalizada, y sólo en ocasiones muy puntuales se habla con los expertos en la materia para que puedan exponer su punto de vista. Lo que significa que tampoco en la prensa autonómica se ofrece un tratamiento informativo-explicativo de lo que ocurre, sino que simplemente se resalta un dato o declaración de algún actor político.

Los únicos expertos que se han encontrado en la muestra realizada son:

- El 31 de agosto de 2006, de 47 noticias, El Faro incluye la opinión de Leandro Moral, fundador de FNCA (Fundación Nueva Cultura del Agua).
- El 30 de agosto de 2006, de 45 noticias, el Diario Montañés refleja las declaraciones de Guido Schmidt, responsable de aguas de WWF/Adena.

- El 29 de agosto de 2006, de 33 noticias, el Diario del Atoaragón publica las consideraciones de Francisco Pellicer, catedrático y director técnico de la Exposición Internacional de Zaragoza 2008.
- El 27, 26 y 28 de agosto de 2006, de 25 noticias, las Provincias de Valencia incluye las afirmaciones de Enrique Cabrera, presidente del Comité de Expertos sobre la sequía del MMA (Entrevista).
- El 25 de agosto de 2006, de 24 noticias, ninguna incluyó la opinión de un experto.
- El 24 de agosto de 2006, de las 5 noticias que se registraron exclusivamente sobre la sequía, ninguna citaba como fuente a ningún experto.

6.3 Prensa nacional diaria

Aunque en los diarios nacionales el tema de la sequía también aparece casi a diario durante el mes de agosto, como ocurre también en los otros medios informativos, tiene mucha menos presencia, debido principalmente a la competencia que existen entre la multitud de temas que tratan de hacerse un hueco en el periódico.

Destaca el paralelismo que existe entre las informaciones que emiten las agencias y su posterior reflejo en los diarios nacionales, lo que muestra que ésta es una de sus principales fuentes de información. Se supone que el redactor completará poseriormente la información con datos de otras fuentes, aunque no lo hacen siempre. Muchas veces se realiza un "fundido" de los datos y declaraciones que aparecen en los teletipos de las distintas agencias sobre un mismo hecho.

El tono general de las noticias aparecidas sobre el fenómeno de la sequía sigue la misma línea que en el resto de medios: muy simplificado y con tendencia a crear alarma. Abundan las expresiones como "guerra del agua", "pérdida", "falta", "escasez", "problema", "derroche", "crisis", "polémica", "alerta", "caída", "empeoramiento"…

Sólo en una ocasión, de entre las noticias que reseñamos en este estudio, se ha empleado la palabra "soluciones", aunque lo hace en un tono igualmente pesimista: La Razón, 6 de agosto de 2006 "Las soluciones a la sequía no llueven del cielo".

Una propuesta que ilustra cómo podría darse un giro a esta tendencia sería, por ejemplo, cambiar el enfoque de las noticias, e ir más allá de una mera enumeración de datos y frases catastrofistas, analizando el fenómeno y aportando respuestas:

La Vanguardia el 18/agosto/2006 publica "España consume más agua cada año". Quizás sería más útil informar "Por qué España consume más agua cada año". En este caso no sólo se informa de que en nuestro país cada vez consumimos más agua, sino que se le facilitaría al lector una comprensión más real de las causas que hay detrás.

Estos ejemplos son aplicables a todos los diarios, aunque tampoco es cierto que nunca se dedique espacio a informar de manera más rigurosa. Por ejemplo, destaca el reportaje de tres páginas aparecido el 21/agosto/2006 en Cambio 16 "Sequía. Una condena evitable", de Elena Couceiro.

Aquí la exposición que se hace de la situación en España tanto de la sequía como de la gestión del agua se aborda desde puntos de vista diferentes, mostrando que existen opiniones contrarias y diversos aspectos en juego. Para ello se menciona, por orden de aparición:

- Greenpeace (declaraciones de su portavoz María José Caballero)
- Directiva Marco del Agua (UE 2000)
- Datos del INE 2003
- Directiva UE sobre Tratamiento de las Aguas Residuales
- Posición del Gobierno (PSOE)(declaraciones de Cristina Narbona)
- Posición del gobierno murciano (declaraciones de Antonio Cerdá, consejero de Agricultura y Agua)
- Posición del Gobierno valenciano (declaraciones de Esteban González Pons, conseller de Territorio y Vivienda y de José Ramón García Antón, consejero de Infraestructuras)
- Posición del PP en la comunidad de Madrid (declaraciones de Esperanza Aguirre).

Aún así, faltan las voces de los expertos, y aunque la conclusión a la que llega el reportaje resulta acertada, (muchas noticias y artículos no incluyen siquiera conclusiones o respuestas a las cuestiones de las que informan), al indicar que "hay que cambiar la cultura del agua", según Greenpeace. Existen otras organizaciones que también destacan esta necesidad, y no se mencionan, por ejemplo la Fundación Nueva Cultura del Agua.

Con respecto a la aparición de fuentes expertas sobre el fenómeno de la sequía, en todos los diarios, se caracteriza por ser esporádica y puntual en los periódicos nacionales, aunque quizás algo más extensa que en el resto de medios, a través de la secciones de Ciencia, que por otro lado suelen acercar a un público más restringido que la sección de Sociedad, que es donde normalmente aparecen los temas ambientales. Cuando se trata de declaraciones de los responsables políticos el tema pasa a la sección Nacional.

6.4 Televisión y radio

A lo largo de todo el año el tema de la sequía interesa a distintas cadenas de televisión, aunque se nota un incremento paralelo a la llegada del verano y el calor con la aparición de noticias referidas a la ausencia de lluvias.

Aunque es cierto que los problemas de abastecimiento de agua se agudizan en los meses más calurosos, julio y agosto, que coinciden además con la época vacacional y la llegada masiva de turistas y veraneantes a las costas españolas, la sesibilización e información sobre el fenómeno de la sequía no debería "activarse" exclusivamente en esos dos meses.

Los medios de comunicación son una herramienta sumamente útil a la hora de hacer llegar a la mayoría de la población campañas de concienciación que aporten el "por qué" de la sequía en nuestro país, y cuáles son las medidas más adecuadas para gestionar de forma racional y sostenible un recurso tan esencial como el agua.

Además, las informaciones se centran de forma claramente mayoritaria en resaltar que "apenas queda agua en los embalses", generando la alarma y una sensación que podríamos clasificar de "angustia" en la sociedad, que no favorece la comprensión y actuación firme y constante de buenos hábitos frente a la sequía durante todo el año. Por el contrario, el hecho queda extremadamente simplificado a hectómetros cúbicos y augurios de un futuro "sin agua", donde los enfrentamientos de las distintas facciones políticas encuentran un fértil caldo de cultivo.

Es decir, cantidad no se debe identificar necesariamente como algo positivo, como por ejemplo calidad. De hecho, la calidad de la información no siempre es buena, teniendo

como criterios de evaluación y análisis la variedad y el contraste de fuentes, y la aparición o ausencia de voces expertas en la materia.

El periodista se enfrenta a muchas dificultades a la hora de realizar su trabajo, y la rapidez junto a la síntesis son dos de los retos que debe superar constantemente. Para aportar algunas claves constructivas que puedan servir de guía, vamos a incluir algunas de las brillantes reflexiones que expone José María Montero Sandoval, experto periodista en materia ambiental, en su libro El Medio en los Medios (Colección Manuales, editado por el Ayuntamiento de Sevilla y la Agencia de la Energía de Sevilla. 2005):

- una de las principales características del ejercicio del periodismo ambiental es la "capacidad de modificar puntos de vista, crear conciencia sobre problemas trascendentales y, en definitiva, trasladar conocimientos complejos a receptores no especializados".

- frente a la complejidad de los problemas ambientales actuales y la incertidumbre de cara al futuro que nos espera, "si en el fondo lo que pretendemos es implicar a la sociedad en el conocimiento fiel de los problemas y la búsqueda colectiva de soluciones, no hay más remedio que socializar la incertidumbre".

- respecto al poder de los medios señala: "en muchos casos, la falta de conciencia sobre el valor de nuestro medio ambiente se funda en creencias erróneas, creencias que se apoyan en la ausencia de información, en malas informaciones o en aquellas que los receptores no están en condiciones de interpretar de forma crítica.

- Este obstáculo, que con frecuencia hipoteca iniciativas orientadas a impulsar modelos de desarrollo sostenible, solo puede sortearse desde la comunicación, el único instrumento que permite alcanzar la complicidad social necesaria en este empeño".

- para los profesionales de la comunicación:"A excepción del saber estrictamente profesional, la casi totalidad de los conocimientos de que disponen nuestros contemporáneos proceden de los medios de comunicación. En este sentido, es innegable que cumplen una función educativa, aunque a veces se trate de un proceso inconsciente, y por más que muchos periodistas rechacen este aspecto de su oficio, derivando su responsabilidad hacia otros ámbitos (la educación institucionalizada, la formal).

- Si en algo están de acuerdo las informaciones publicadas por los periodistas de los diferentes medios, y que reiteran una y otra vez, es que los españoles aún no somos conscientes de que el agua es un bien muy valioso y limitado: "la conciencia ecológica, hasta ahora mantenida por mecanismo naturales en las formas primitivas de la sociedad humana, tiende a perderse en las actuales circunstancias. […] Y es justamente aquí en dónde aparecen los medios de comunicación de masas como posibles "restauradores" de esa conciencia ecológica. Ninguna otra herramienta es capaz de alcanzar a tan amplios sectores de la sociedad para mostrarles lo que se oculta detrás de esa sencilla acción que, a veces, se limita a apretar un botón". O en el caso de este estudio, detrás de abrir un grifo… el agua.

7 ANEXO I

Seguimiento diario de la sequía por periódico autonómico y espacio que ocupa.

31 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Expertas
EL FARO Región de Murcia	1	2			1		1
Diario del Alto Aragón					1		
Periódico de Aragón		1					
La Verdad	1	2					
La Opinión	1				1		
La Razón , Región Murcia					1		
La Tribuna de Albacete				1			
La Verdad		1					
El Pueblo de Albacete						1	
Lanza Castilla-La Mancha		1					
ABC Castilla La Mancha		1					
Ciudad Real					1		
Alerta Cantabría					1		
ABC Castilla y León		1					
La Razón Castilla León					1		
El Día de Valladolid			1				
El Mundo Castilla león			1				
El Mundo Castilla La mancha				1			
Heraldo de Aragón			2		1		
Pco de Aragón		1			1		
Diario Alto Aragón					1		
Las Provincias		1					
El Mercantil Valenciano					1	1	
La Región			1				
Diario de León					1		
El Mundo, madrid					1		
Diario Lanza Ciudad Real					1		
Diario El Día Ciudad Real		1		1			
La Tribuna de Albacete					1		
La Verdad		1		1		1	
La Voz de Almería					1		
Odial Información, Huelva			1				
La Razón, región Murcia					1		
Mediterráneo Castellón			1				
El Mundo, Valencia			1				
EL País Comunidad Valenciana		1					
Heraldo de Huesca						1	
Vivir en Barcelona			1			1	

30 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Expertas
El Diario Montañés	1				1		
Diario del Atoaragón		1				1	1
El País Nacionall sociedad						1	
El País Comunidad Valenciana		1					
Diario de Valencia		1					
ABC Comunidad Valenciana		1				0,5	
Información, Alicante			1				
Galicia Hoxe			1		1		
El Correo Gallego						0,5	
Las Provincias Valencia						0,5	
El Diario Montañés						0,5	
Diario Atlántico						1	
Diario de Pontevedra						0,5	
Faro de Vigo						1	
La Región						0,5	
Deia			1			0,5	
Diario de Sevilla		1				2	
El Correo de Andalucía		1				0,5	
Diario de Cádiz		3	1				
El País Andalucía		1					
Heraldo de Aragón		2				1,5	
Vivir Hoy CH Guadiana						1	
Levante, El Mercantil Valenciano		2				1	
Las Provincias		1			1		
El Faro, Región Murcia	1	2					
La Tribuna de Ciudad Real					2		
Lanza Castilla La-Mancha		2					
El Día, Región, Toledo		1					
ABC, comunidades		1			1		
El Periódico		2					
La Razón, región Murcia		1	1				
El Mundo Valencia					1	1,5	
Diario de Valencia						1	
Periódico de Aragón						1	
Heraldo de Aragón						0,5	
El Mundo, Castellón		1					
El Mundo, Sevilla				1			
Diario de Valencia							
El Mundo, León		1	1				
Diario de León		1				0,5	
La Verdad		2,5					
Opinión		2					
Atlántico						1	
El Comercia Asturias		1					
La Nueva España			1		1		

29 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Externas
El Diario Montañés		2					
Alerta, El Diario de Cantabria		2					
Alerta, Santander		1					
El Pueblo de Albacete		1					
Diario de León						0,5	
La Rioja					1		
Vivir Hoy			1				
El Faro						1	
La Verdad		1		1			
Las Provincias Valencia		2					
Levante, El Mercantil		1			1	2	
El Mundo Alicante		1				1	
El Mundo Castellón		1					
El Mundo Valencia		1					
El Periódico Mediterráneo	1	2					
El País C. Valenciana		1					
La Gaceta de los Negocios						1	
La Razón		1					
Diario de Valencia		1					
ABC C. Valenciana		1					
ABC		1					
Heraldo de Aragçon			1		1		
Lanza, diario La Mancha	1	1,5					
La Tribuna de Albacete		1			1		
El Día, C-LM		1					
La Razón, región de Murcia		1					
Odiel						2	
Diario del Atoaragón		2				0,5	1
Diario de Navarra		1					
Diario de Teruel					1		
El Correo Gallego		1					
La Nueva España, Asturias		1					
El adelantado de Segovia		1					

28 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Expertas
Alerta Santander				1			
Las Provincias Valencia		2,5		1		0,5	1
El Pueblo de Albacete				1			
La Razón Murcia			1		1		
Lanza Castilla La Mancha					2		
La Tribuna de Ciudad Real		2					
La Opinión			1				
El Faro Murcia					1		
El Día Murcia					1		
Levante El Mercantil Valenciano		1				1,5	
Diario de Valencia						1,5	
ABC C. Valenciana		1	1				
El Día de Toledo		1					
Información			1				
La Tribuna de Albacete				1			
El Mundo Valencia				1		0,5	
El Mundo Castellón al Día		1					
El Día Cidudad Real		1					
Diario de Sevilla						0,5	
Odiel						1	
El Correo de Burgos			1				
La Gaceta Salamanca		2					
Heraldo de Aragón		2				0,5	
La Voz de Galicia		1					

25 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Expertas
Alerta						0,5	
La Verdad					1	1,5	
La Razón Valencia				2			
Levante El Mercantil Valenciano		1	1	2	1	1	
ABC C. Valenciana		1		1			
El Mundo Valencia		1					
El Mundo Castellón					1		
Información					1		
Diario de Valencia		1				0,5	
El Pueblo de Albacete			1		1		
El Periódico de Aragón				1			
Heraldo de Aragón			1				
Diario de Altoaragón		1				1	
El Faro					1		
Las Provincias Valencia		1	1				
El Periódico Meditarráneo		1					
Lanza Diario de la Mancha	1	1		1			
La Tribuna de Albacete		1	1				
Diario "La Tribuna"				1			
El Día Ciudad Real					2		
La Tribuna de Ciudad Real		1					
ABC Comunidades		1					
El Adelantado de Segovia		1					
ABC Sevilla						1	

24 de agosto de 2006	Portada	Página	1/2 Página	1/3 Página	2/3 Página	1 Columna	Fuentes Expertas
ABC C.Valenciana			1				
Las Provincias de Valencia					1	0,5	
EL MUNDO Alicante			1			0,5	
EL MUNDO Valencia			1				
Información						0,5	

8 ANEXO II

Tabla completa del 9 al 1 de septiembre donde se incluye la emisora, el programa, el tiempo y el número de expertos consultados en televisión y radio.

EMISORA	PROGRAMA	TIEMPO	EXPERTOS CONSULTADOS
CANAL 2 ANDALUCÍA	LA NOCHE AL DÍA 11/9/06	1:32	José Martín, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
CANAL 9	NOTICIAS 9 2ª EDICIÓN 11/9/06	0:54	
CANAL 9	NOTICIAS 9 2ª EDICIÓN 11/9/06	1:07	
TELEMADRID	TELENOTICIAS MADRID 11/9/06	1:20	
TVE-1 VALENCIANA	INFORMATIU COMUNITAT 11/9/06	1:44	Juan Marco, Universidad Politécnica
TELEMADRID	TELENOTICIAS MATINAL 11/9/06	0:25	
TVG	TELEXORNAL 2 10/9/06	1:51	Ana Lage, Meteorologa de Meteogalicia
TVG	TELEXORNAL 1 10/9/06	1:21	
CANAL 9	NOTICIAS 9 1ª EDICIÓN 10/9/06	5:48	
SER	HORA 14 9/9/06	1:17	
CANAL 9	NOTICIAS 9 1ª EDICIÓN 9/9/06	2:03	
RNE	DIARIO DIRECTO MADRID 9/9/06	1:56	Mari Ángeles Nieto, portavoz Ecologistas en Acción
TV-2	AGROSFERA 9/9/06	1:58	César Saldaña, Dtor. Gral. CRDO Jérez
TV-1	ESPAÑA DIRECTO 8/8/06	3:20	
ONDA MADRID	MADRID EN COMUNIDAD SECCIÓN MEDIO AMBIENTE Julio de la Fuente 8/9/06	3:33	Enrique Oromendia, Dtor. Gerente de la web sobre ingenieria civil "Miliarium"
RNE	BUENOS DIAS MAGAZINE 8/9/06	1:03	Carlos Fuentes, escritor
ONDA MADRID	MADRID EN COMUNIDAD 8/9/06	3:25	Lorenzo Ramos, Secretario General de UPA
TV-2 VALENCIANA	INFORMATIU COMUNITAT 7/9/06	1:33	José Salvador Fuentes, Confederación Hidrográfica del Segura
SER CATALUNYA	HORA 14 CATALUNYA 7/9/06	1:25	Angel García, reponsable control producción eléctrica Endesa
TVE-1 VALENCIANA	INFORMATIU COMUNITAT 7/9/06	1:34	José Salvador Fuentes, Confederación Hidrográfica del Segura
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	CAPITAL MAGAZINE 7/9/06	12:33	Gonzalo Echagüe, presidente Colegio Físicos de España; Pascual Rivas, director Centro Andaluz de Medio Ambiente.
CANAL 9 VALENCIANA	BON DIA 7/9/06	0:59	

CANAL 9 VALENCIANA	BON DIA 7/9/06	1:49	José Ángel Núñez, Instituto Nacional Meteorología; Jorge Olcina, Climatólogo Universidad Alicante
TV3	LA NIT AL DIA 7/9/06	0:45	
TV3	TN VESPRE 6/9/06	2:12	
CUATRO	NOTICIAS 6/9/06	2:09	Raul Uzquiaga, Plataforma Jarama Vivo
CANAL 9	NOTICIAS 9 2ª EDICIÓN 6/9/06	3:34	José Ángel Núñez, Instituto Nacional Meteorología; Jorge Olcina, Climatólogo Universidad Alicante
RNE	BUENOS DIAS MAGAZINE 6/9/06	1:34	
RNE	BUENOS DIAS MAGAZINE 6/9/06	10:31	Rafael Rodríguez, delegado del CSIC en Andalucía y Coordinador Proyecto Científico para la Gestión del Agua en el Mediterráneo
TELE 5	LA MIRADA CRÍTICA	4:17	
TELE 5	LA MIRADA CRÍTICA	1:18	
ONDA CERO	TERTULIA HERRERA EN LA ONDA 6/9706	2:41	
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	CAPITAL MAGAZINE 6/9/06	0:37	
PUNTO RADIO	PROTAGONISTAS INFORMATIVO 6/9/06	0:51	
CADENA SER GALICIA	HOY POR HOY GALICIA 6/9/06	3:50	Xan Dullo, Asociación Ecologista Verdegaia
ONDA CERO	INFORMATIVO HERRERA EN LA ONDA 6/9/06	7:20	
ONDA CERO EUSKADI	HERRERA EN LA ONDA 6/9/06	0:19	
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	CAPITAL 6/9/06	0:34	
TELE 5	INFORMATIVOS T5 6/9/06	1:42	
PUNTO RADIO	DE LA NOCHE AL DÍA 6/9/06	0:10	
TV-1	TELEDIARIO 3 6/9/06	0:32	
CADENA SER	HORA 25 TERTULIA 5/9/06	6:49	
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	MADRID A FONDO 5/9/06	0:35	
TV-2 VALENCIANA	INFORMATIU COMUNITAT 5/9/06	0:42	
EUSKADIRRATIA	CRÓNICA DE LA TARDE 5/9/06	1:20	
TV-1	TELEDIARIO 1 5/9/06	0:56	
ONDA CERO	NOTICIAS MEDIO DÍA 5/9/06	3:16	
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	CAPITAL MAGAZINE 5/9/06	0:16	
CADENA SER	HOY POR HOY INFORMATIVO 5/9/06	2:51	

ANTENA 3	NOTICIAS 3 5/9/06	0:19
TV-2	LA 2 NOTICIAS 4/9/06	1:00
TELE 5	INFORMATIVOS T5 4/9/06	2:40
CADENA SER	LA VENTANA 4/9/06	2:54
CADENA SER	LA VENTANA 4/9/06	3:10
TV-1	TELEDIARIO 1 4/9/06	0:32
TELEMADRID	TELENOTICIAS1 4/9/06	1:29
CANAL 9	NOTICIES 1º EDICIÓN 4/9/06	0:42
CANAL 9	NOTICIAS 9 1ª EDICIÓN 4/9/06	0:57
TVE-1 VALENCIANA	INFORMATIU COMUNITAT 4/9/06	1:33
CANAL 9	BON DIA 4/9/06	0:19
ONDA CERO	TERTULIA HERRERA EN LA ONDA 4/9/06	1:10
CATALUNYA RADIO	CATALUNYA MATI 4/9/06	0:18
CANAL SUR	NOTICIAS 2 3/9/06	1:21
TVE-1 CATALUNYA	INFORMATIU MIGDIA 3/9/06	1:22
CANAL SUR	NOTICIAS 1 2/9/06	0:55
CANAL 9	NOTICIAS 9 1ª EDICIÓN 2/9/06	2:05
ONDA MADRID	MADRID EN COMUNIDAD 1/9/06	6:20
RADIO INTERECONOMÍA MADRID	CAPITAL MAGAZINE 1/9/06	0:16

9 ANEXO III

Tiempos totales por emisora y mes en televisión y radio

9.1 Televisión

SEPTIEMBRE 2006 (del 1 al 9)

TVE1	TVE2	CUATRO	TELE5	ANTENA3	CANAL 2 ANDALUCÍA	CANAL 9 C.VALENCIA	TELEMADRID	TVE1 C.VALENCIANA	TVE2 VALENCIANA	TV3	TVG	TVE1 CATALUNYA	B CANTABRIA	CANAL SUR
3:20	1:58	2:09	4:17	0:19	1:32	0:54	1:20	1:44	1:33	0:45	1:51	1:22	0:17	1:21
0:32	1:00		1:42			1:07	0:25	1:34	0:42	2:12	1:21			0:55
0:56			2:40			5:48	1:29	1:33						
0:32						2:03								
						0:59								
						1:49								
						3:34								
						0:42		°						
						0:57								
						0:19								
						2:05								
5:20	**2:58**	**8:18**	**8:39**	**0:19**	**1:32**	**20:17**	**3:14**	**4:51**	**2:15**	**2:57**	**3:12**	**1:22**	**00:17**	**2:16**

AGOSTO 2006

TVE-1 C. VALENCIANA	TVG	TV-3	CANAL 6 NAVARRA	TVE-2 CATALUNYA	TVE-1 CATALUNYA	CANAL SUR	TVE-1 ANDALUCÍA	TVE-2 ANDALUCÍA	ETB2	ETB1
3:55	0:44	0:31	1:27	2:02	3:58	1:10	1:43	3:00	2:25	0:35
8:58	1:14	1:43			1:44	1:16	1:19	2:34	1:29	0:52
1:36	0:57	3:35			1:24	4:03	0:11	1:59	0:30	
1:59		1:48				1:28		1:23	0:18	
1:41		1:13				1:29		0:31	0:26	
1:45		1:50						0:18		
		2:10						0:36		
		0:32								
		3:51								
		1:45								
		6:25								
		1:43								
		2:16								
		1:50								
		1:39								
		0:37								
19:54	**2:55**	**9:28**	**1:27**	**2:02**	**7:06**	**9:26**	**1:30**	**1:43**	**10:21**	**5:08**

TVE-1	TVE-2	CUATRO	TELE5	ANTENA 3	CANAL 2 ANDALUCÍA	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID
2:12	0:24	0:40	1:32	1:35	2:51	1:51	1:44
1:56	0:47	0:37	1:01	1:24		0:35	1:03
0:38		1:53	2:22	1:22		1:52	0:58
2:30			1:13	1:39		3:11	1:44
1:12			0:41	2:02		1:35	4:32
			1:57	0:22		0:54	0:21
			1:59			1:03	
			1:36			1:50	
			5:46			3:08	
			1:31			3:04	
			1:22			0:47	
						3:51	
						1:00	
						1:05	
						1:05	
						7:02	
						2:50	
						0:18	
						1:52	
						1:32	
						0:46	
						5:30	
						2:04	
						3:21	
						0:22	

						1:10	
						1:40	
						1:42	
						1:24	
						2:34	
						4:08	
						1:12	
						1:50	
						2:01	
						1:31	
						1:47	
						3:35	
						1:42	
						2:59	
						1:54	
						3:01	
						0:35	
						1:39	
TVE-1	**TVE-2**	**CUATRO**	**TELE5**	**ANTENA 3**	**CANAL 2 ANDALUCÍA**	**CANAL 9 C. VALENCIA**	**TELEMADRID**
8:28	**1:11**	**3:10**	**21:00**	**8:24**	**2:51**	**1:28:00**	**10:22**

JULIO 2006

TVE-1	TVE-2	CUATRO	TELE5	ANTENA3	CANAL 2 ANDALUCÍA	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 C.VALENCIANA	TVE-2 VALENCIANA	TV-3	ETB1
2:13	0:30	1:42	0:48	1:14	1:56	0:46	1:03	1:22	2:34	1:44	1:35
3:06			1:25	1:26		1:22	1:06			2:03	
1:43			1:08	0:23		1:12	1:55			1:53	
0:26			1:59	1:16		0:57				2:03	
1:18				0:31		4:42				1:55	
1:25						0:39				2:17	
0:32						2:50				1:09	
2:13											
0:31											
0:31											
2:05											
16:03	**0:30**	**1:42**	**5:20**	**4:50**	**1:56**	**12:28**	**4:04**	**1:22**	**2:34**	**13:04**	**1:35**

TVE-2 CATALUNYA	POPULAR TV NAVARRA	CANAL SUR	TVE-1 ANDALUCÍA	TVE-2 ANDALUCÍA	POPULAR TV NAVARRA
2:12	0:33	0:35	1:20	1:25	0:33
1:51		0:27			
4:03	**0:33**	**2:20**	**1:20**	**1:25**	**0:33**

JUNIO 2006

TVE-1	TVE-2	CUATRO	TELE5	ANTENA 3	TV-1 GALICIA	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 C.VALENCIANA	TVE-2 VALENCIANA	TV-3
2:02	1:01	1:21	1:15	1:25	02:09	1:03	4:35	1:51	0:58	2:30
1:52	1:20	2:01	1:12	1:25		0:28	5:35	0:59	1:12	2:23
1:28	0:51		1:49	1:48		21:03	4:08			1:53
1:45				6:21		1:52	12:50			1:31
0:26				0:36		1:58	13:30			1:27
0:28				1:33		0:37				2:11
0:32				5:15		0:40				2:34
										11:30
										1:39
										3:38
										1:31
										3:24
										0:32
										3:52
										1:30
8:33	**3:12**	**3:22**	**4:16**	**18:23**	**02:09**	**27:06**	**16:38**	**2:50**	**2:10**	**34:08**

TV 1 NAVARRA	TVE-2 CATALUNYA	TVE-2 ANDALUCÍA	CANAL SUR
02:23	3:01	0:49	0:39
	0:24		
	1:21		
	1:15		
	1:34		
	0:51		
	1:38		
02:23	**10:04**	**0:49**	**0:39**

MAYO 2006

TVE-1	CANAL SUR	TVE-1 CATALUNYA	TELE5	ANTENA 3	CITY tv	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 C.VALENCIANA	ETB1	TV-3
1:33	2:48	1:25	0:16	9:29	00:45	1:17	3:38	1:28	01:08	2:11
1:12						0:44				1:12
0:40						0:58				4:04
						0:41				2:44
						7:47				2:02
						14:17				
						2:25				
						4:09				
3:25	**2:48**	**1:25**	**0:16**	**9:29**	**0:45**	**32:30**	**3:38**	**1:28**	**1:08**	**12:13**

ABRIL 2006

TVE-1	TVE-2	TELE5	ANTENA 3	TVE-1 CATALUNYA	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 C.VALENCIANA	TVE-2 VALENCIANA	ETB2	ETB1
1:07	0:45	0:59	1:44	0:18	0:25	4:11	1:30	1:53	00:30	00:23
1:03		1:25	0:27		1:24	1:25	0:47			
1:01		0:42			0:42	1:15				
1:30		2:30			1:51	4:53				
					3:11	0:57				
					1:38					
					1:54					
					1:40					
4:41	**0:45**	**5:36**	**2:11**	**0:18**	**12:45**	**12:41**	**2:17**	**1:53**	**0:30**	**0:23**

MARZO 2006

TVE-1	TVE-2	TELE5	ANTENA 3	ETB2	ETB1	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 CATALUNYA	CANAL SUR	TV-3	TVG
1:44	0:44	0:31	1:41	0:54	00:58	3:02	0:32	1:27	1:22	0:37	0:37
0:31	0:24	0:22	2:07			0:35	1:37		1:25	1:43	
	0:51	2:14	2:04			0:53	1:06				
						3:10	4:35				
						1:47	0:18				
						1:48	3:43				
						9:50					
						0:37					
						1:11					
2:15	**1:59**	**3:07**	**5:52**	**0:54**	**0:58**	**22:53**	**11:51**	**1:27**	**2:47**	**2:20**	**0:37**

FEBRERO 2006

TVE-1	TVE-2	CUATRO	TELE5	ANTENA 3	CANAL SUR	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-2 VALENCIANA	TV-3	TVG
1:10	0:50	4:09	1:21	0:50	3:42	0:34	5:16	1:49	3:26	1:33
1:24	0:18			1:40		0:50	1:26			1:16
1:59	3:09					1:26	4:57			1:10
1:29							5:11			
1:44										
1:43										
0:33										
10:02	**4:17**	**4:09**	**1:21**	**2:30**	**3:42**	**2:50**	**16:50**	**1:49**	**3:26**	**3:59**

ENERO 2006

TVE-1	TVE-2	CUATRO	TELE5	ANTENA 3	CANAL 2 ANDALUCÍA	CANAL 9 C. VALENCIA	TELEMADRID	TVE-1 C. VALENCIANA	TVE-1 EUSKADI	TV-3	TVG
2:43	0:47	2:28	1.28	4:01	1:43	1:44	0:15	0:41	0:53	1:43	1:50
1:36	1:53		0:27	2:53	1:33	3:02	0:13	1:55	2:02		
1:18	4:43			1:51		2:52		1.50			
3:47	1:25			0:17		1.05					
				1:38		1:34					
				1:58							
				1.31							
9:24	**8:48**	**2:28**	**0:27**	**12:38**	**3:16**	**9:12**	**0:28**	**2:36**	**2:55**	**1:43**	**1:50**

TVE-1 CATALUNYA	CANAL SUR	BTV CANTABRIA
0:55	0:17	0:10
1:23	1:41	
	1:25	
	1:23	
	4:37	
2:18	**9:23**	**0:10**

9.2 Radio

SEPTIEMBRE 2006 (del 1 al 9)

CADENA SER	RNE	CADENA SER GALICIA	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	CADENA SER CATALUNYA	INTERECONOMÍA MADRID	ONDA CERO EUSKADI	EUSKADIRRATIA	CATALUNYA RADIO
1:17	1:56	3:50	2:41	0:51		3:33	1:25	12:33	0:19	1:20	0:18
6:49	1:03		7:20	0:10		3:25		0:37			
2:51	1:34		3:16			6:20		0:34			
2:54	10:31		1:10					0:35			
3:10								0:16			
								0:16			
17:01	**15:04**	**3:50**	**14:27**	**1:01**		**13:18**	**1:25**	**14:51**	**0:19**	**1:20**	**0:18**

AGOSTO 2006

CADENA SER	RNE	COMRÀDIO	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	INTERECONOMÍA MADRID	EUSKADIRRATIA	CATALUNYA RADIO
1:28	2:55	0:55	1:16	0:38	1:19	3:39	15:00	1:21	0:57
2:48	0:47	3:19	7:06	0:38	1:31	3:46	0:11		1:28
4:27	1:41	2:54	3:05	1:13	0:25	4:09	0:40		1:12
1:23	1:56	0:47	6:42	1:09	0:48		0:23		
3:51	13:20	0:38	12:34	0:47	4:58		1:57		
0:14	1:16	9:00	2:40	6:24			0:42		
0:34	0:39	0:49	5:24	5:21			10:19		
2:00	1:40	0:48	3:18	1:18			0:37		
	4:17	0:55	1:15	0:24					
	2:56	6:47	1:16						
	3:19	1:04	1:13						
	2:15	0:26	1:20						
	13:41	0:26	2:15						
	1:40								
	1:26								
	4:02								
	1:50								
	7:02								
	14:07								
	1:29								
	1:46								
	2:12								

	13:17								
	0:20								
	0:43								
	1:08								
	1:52								
	14:43								
	1:29								
	14:23								
	3:02								
	4:39								
	0:52								
	1:03								
	1:36								
16:45	**1:23:00**	**28:48**	**49,24**	**17:52**	**9:01**	**11:34**	**29:49**	**1:21**	**3:37**

JULIO 2006

CADENA SER	RNE	CATALUNYA RADIO	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	COMRÀDIO	INTERECONOMÍA MADRID
1:29	12:00	0:18	1:45	0:51	0:14	0:43	6:12
5:35	1:18	6:03	0:42	1:27			0:44
12:02	0:42	1:05	3:25	6:38			0:14
	0:44		2:03				2:19
	1:05						1:57
	1:44						
	1:47						
	4:01						
	10:20						
	1:18						
19:06	**34:59**	**7:26**	**7:55**	**8:56**	**0:14**	**0:43**	**11:26**

JUNIO 2006

CADENA SER	RNE 1	RNE 5	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	INTERECONOMÍA MADRID	EUSKADIRRATIA	CATALUNYA RADIO	COMRÀDIO	CADENA SER GALICIA
1:16	3:32	0:57	1:59	0:15	1:15	11:20	0:23	0:18	1:20	0:23	0:17
0:52	3:40	0:40	4:02	1:13	0:29	0:13	0:10	0:56	0:54	1:05	
	1:25		1:25	0:12	1:29		0:18	1:04	0:58	4:35	
	1:16		2:13	0:14	0:20			0:48	1:02	2:05	
	2:22		1:40	1:23				17:10	1:41	2:52	
	0:41			4:20				1:29	0:20	1:51	
	2:13								0:25	0:19	
	1:58								1:06	1:26	
	1:15								2:27		
	9:25								13:10		
	0:51								1:06		
	0:28								1:23		
	0:45								1:30		
	1:16										
	0:11										
2:08	**31:18**	**1:37**	**11:19**	**7:37**	**3:33**	**11:33**	**0:51**	**21:45**	**27:22**	**14:36**	**0:17**

MAYO 2006

CADENA SER	RNE 1	Ràdio 4	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	INTERECONOMÍA MADRID	CATALUNYA RADIO	COMRÀDIO
0:48	1:44	1:03	3:01	4:25	3:24	0:57	0:20	0:13	0:34
1:33	0:53		0:19	0:21	3:18				
0:14	2:04		0:52	1:51					
1:20	2:50		2:09						
	3:36		0:21						
3:55	**11:07**	**1:03**	**6:42**	**6:37**	**6:42**	**0:57**	**0:20**	**0:13**	**0:34**

ABRIL 2006

CADENA SER	RNE 1	RNE 5	Ràdio 4	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	INTERECONOMÍA MADRID
1:18	10:20	1:15	0:27	0:15	0:14	1:29	0:18
0:49	2:03			1:07		0:38	
	2:06			1:05			
	0:29						
	1:39						
	2:12						
	1:20						
	0:27						
	8:05						
	2:31						
	0:30						
2:07	**31:42**	**1:15**	**0:27**	**2:27**	**0:14**	**2:07**	**0:18**

MARZO 2006

CADENA SER	RNE 1	RNE 5	ONDA CERO	PUNTO RADIO	Ràdio 4	ONDA MADRID	INTERECONOMÍA MADRID	CATALUNYA RADIO	COMRÀDIO
0:16	1:23	1:01	0:44	0:46	1:18	5:03	0:51	1:05	1:02
0:23	1:08	0:13	0:56	0:12		0:28	0:10	2:04	1:09
	1:52	1:17	1:28	0:20			0:14		1:11
	1:18						0:53		
	2:04								
	1:19								
	0:11								
	1:05								
	0:45								
	1:25								
	1:16								
	0:21								
0:39	**14:07**	**2:31**	**3:08**	**1:18**	**1:18**	**5:31**	**2:08**	**3:09**	**3:22**

FEBRERO 2006

CADENA SER	RNE 1	RNE 5	ONDA CERO	PUNTO RADIO	ONDA MADRID	EUSKADIRRATIA	INTERECONOMÍA MADRID	CATALUNYA RADIO	PUNTDOS
1:00	1:23	1:09	1:20	0:28	0:21	1:37	3:03	0:30	0:32
1:31	5:47	1:11	0:42		4:25		0:31		
			0:18		0:34				
					4:33				
					1:25				
					0:18				
2:31	7:10	2:20	2:20	0:28	11:36	1:37	3:34	0:30	0:32

ENERO 2006

CADENA SER	RNE 1	RNE 5	ONDA CERO	PUNTO RADIO	CADENA COPE	ONDA MADRID	CADENA SER CATALUNYA	INTERECONOMÍA MADRID	Ràdio 4	COMRÀDIO	CATALUNYA RADIO
1:05	14:15	1:05	2:53	0:20	0:45	8:04	0:18	0:21	1:43	0:57	0:52
4:52	1:37	0:22	4:49	2:07	21:53	1:39		13:07	1:35	1:05	0:44
1:32	0:18	0:16	0:38	0:12	2:26	1:51		0:19		1:10	0:33
9:20		1:11	6:11		0:24	0:46		0:18		2:04	0.13
6:11		0:51	0:55		0:48	05:34		0:20			0:12
4:33		0:42	1:16		8:20						
0:33		0:35									
28:06	**16:10**	**5:02**	**16:42**	**2:39**	**34:36**	**17:54**	**0:18**	**14:25**	**3:18**	**5:16**	**2:21**

CONCLUSIONES

1) Las sequías pueden gestionarse de una manera mucho más racional de lo que hasta ahora se ha venido haciendo. Su prevención minimizaría considerablemente los impactos que pueden llegar a generar. En este sentido conviene reducir las actuaciones no planificadas tanto cuanto sea posible. Como se dice coloquialmente, en lo que concierne a la gestión de sequías tiene pleno vigor el refrán "*Más vale prevenir que curar*".

2) La gestión integrada de todos los recursos (tanto las aguas superficiales y subterráneas como los hídricos convencionales y no convencionales) es una pieza esencial de toda política hídrica y cobra especial relevancia en épocas de sequía.

3) La planificación hídrica, y en particular los Planes Hidrológicos de Cuenca pendientes de revisión para su adecuación a la Directiva Marco del Agua (DMA), deben tomar como referencia base los años de escasez y, al mismo tiempo, actualizar al máximo las series hidrológicas.

4) El uso maximalista de los recursos regulados en años de pluviometría media así como la contaminación sistemática de ríos y acuíferos son factores que fragilizan nuestra capacidad de gestión de las sequías.

5) La DMA establece, en el contexto de cambio climático en curso, la necesidad de gestionar los riesgos aplicando con rigor el principio de precaución. Por ello, la planificación hidrológica debe asumir las restricciones derivadas de los distintos escenarios de cambio climático que apuntan hacia una mayor frecuencia e intensidad de las sequías.

6) La planificación en materia de sequía debe estar integrada de manera armónica en los Planes Hidrológicos de Cuenca; ha de someterse a una evaluación previa, simultánea y posterior de su coherencia, eficacia y eficiencia; y ha de ser elaborada y aplicada conforme a la transparencia democrática ambiental establecida por el Convenio de Aarhus. Con esa recomendación se avanzará hacia una mayor eficacia, consenso social y legitimidad de esta política pública.

7) La gestión de los recursos hídricos debe realizarse en el marco de la cuenca hidrográfica y de acuerdo con la planificación realizada en la correspondiente demarcación hidrográfica, estructuras organizativas vitales a la hora de gestionar racionalmente las sequías.

8) El sistema de concesiones tiene que ser revisado, de modo que los derechos de uso privativo de las aguas queden sometidos de una manera más intensa y dinámica a la consecución de los objetivos de la planificación establecidos en la DMA.

9) La reforma del sistema de concesiones debería facilitar y fomentar la creación de centros de intercambios, así como mejorar la regulación de estos centros y los contratos de cesión. De esta forma se conseguirá hacerlos más adecuados a los nuevos objetivos de la planificación, transparencia y participación pública activa.

10) La coordinación entre todas las administraciones implicadas en la planificación y gestión del agua es siempre necesaria, pero es especialmente importante en épocas de sequía.

11) Los Planes de Emergencia de las ciudades no pueden ser documentos independientes de los Planes Especiales de Cuenca. Antes bien deben estar integrados en ellos. Para poder conseguirlo, y en línea con lo anterior, es necesario que las administraciones implicadas trabajen de manera coordinada.

12) Los planes de emergencia en ciudades que superan los 20000 habitantes no debieran ser vistos sólo como una exigencia legal. También son la respuesta a la necesidad de mejorar, cuando no implantar, buenas prácticas en la gestión diaria del suministro urbano.

13) La adecuada gestión de los recursos hídricos y, en particular, la gestión de las sequías exige contar con un sistema de indicadores lo suficientemente preciso como para permitir la caracterización, la anticipación y el seguimiento de las mismas, así como la eficacia en su gestión desde los inicios.

14) Además, para cumplir con lo dispuesto en el artículo 4 de la DMA, este sistema de indicadores deberán dar una respuesta concreta a lo que se entiende por situaciones de escasez y sequía inhabituales, así como definir las condiciones en las que una sequía puede constituir una *situación excepcional o razonablemente imprevisible*. Para ello el sistema de indicadores debe diferenciar con claridad la caracterización de los episodios en función de sus factores meteorológicos, excluyendo a estos efectos los indicadores vinculados a la planificación y operación de los sistemas hídricos.

15) El agua subterránea, en condiciones climatológicas normales, satisface las necesidades de un tercio de la población y de la superficie de regadío. En sequía, su aprovechamiento se incrementa notablemente, constituyendo un recurso estratégico en la resolución de los problemas creados en esas situaciones, por falta de disponibilidades hídricas. Para que las actuaciones sean eficaces, las aguas subterráneas y los acuíferos, deben integrarse en la planificación hidrológica. Este es un aspecto que por razones históricas no ha sido así, constituyendo una de las carencias más notables de la política del agua en España. Una deficiencia que en épocas de sequía se manifiesta con claridad meridiana por el vital papel que, de estar bien integradas, podrían llegar a jugar. Para integrarlas es necesario conocer con detalle sus posibilidades, lo que comporta cuantificar los recursos disponibles, su calidad, su distribución espacial y la capacidad de almacenamiento de los acuíferos.

16) La reutilización planificada del agua es un componente esencial de la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en zonas costeras, donde puede contribuir de forma significativa al aumento neto de los recursos locales, tanto para su reutilización en riego agrícola y de jardinería como para su infiltración y almacenamiento en acuíferos, con una garantía de suministro superior a la de los recursos convencionales.

17) La desalación, a pesar del considerable progreso que ha tenido en los últimos años, continua siendo una fuente de agua no convencional, excepto en las regiones de alto nivel de vida y con déficits de agua significativos. En la actualidad esta técnica es todavía muy cara como para convertirse en la fuente principal de agua dulce, a lo que se añaden una serie de retos sociales, ambientales, y tecnológicos que todavía hay que superar.

18) La DMA establecer *un marco para la protección de las aguas subterráneas superficiales, continentales de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas,* donde el medio natural se convierte en un elemento esencial al que siempre se debe tener presente. Por tanto, los Planes de Cuenca deberán contemplar caudales ambientales que posibiliten el buen mantenimiento de los ecosistemas fluviales y el reforzamiento de su resiliencia, una característica de notable importancia en periodos de sequía.

19) El conocimiento de la dinámica de embalses, de los regímenes de caudales naturales de los ríos y de la composición y características de los ecosistemas fluviales es esencial para poder asegurar el mantenimiento del buen estado ecológico de las aguas así como para la adecuada garantía de los usos establecidos.

20) Según los últimos datos oficiales, correspondientes a 2003, el 77% del consumo de agua en España se destinó al riego, lo que lo aleja con notable diferencia del resto de usuarios del agua. Y ello pese a que su valor estratégico, tanto en términos económicos como sociales, ha decrecido de manera notable en los últimos años. En consecuencia, la potencialidad de ahorro en el regadío es muy alta. El agua que se pueda ahorrar mejorando su gestión ayudará a aumentar su garantía de suministro y la del resto de usos, entre otros aspectos. Previamente, resulta imprescindible conocer la situación real del regadío en todas las cuencas y en todas las comunidades de regantes.

21) Como el regadío es uno de los usos más afectados por las restricciones en periodos de sequía, es necesario caracterizar el impacto económico, social y ambiental de la falta de agua sobre la producción de cada cultivo. Sólo si se siguen estos pasos podremos minimizarlo. Además, para poder tomar decisiones sobre las preferencias de riego en cada cuenca, es necesario conocer las curvas de demanda para riego y la productividad del agua en los diferentes cultivos, que deberían ser integradas, con todas sus consecuencias, en los Planes Especiales de Cuenca.

22) El establecimiento de una política tarifaria coherente de acuerdo con la Directiva Marco del Agua, incluyendo en ella costes ambientales cuando la protección de las aguas afectadas lo requieran, contribuirá a racionalizar el gasto y muy probablemente propiciará el uso de recursos no convencionales.

23) Los cortes de agua a los que, en última instancia, se recurre para limitar la demanda en las ciudades, constituyen una medida inadecuada que conviene erradicar, ya que sólo se realizan con el fin de ahorrar el agua que se fuga por las tuberías, generando numerosos inconvenientes que se solucionarían con una buena gestión. Habitualmente, cuando se practican estos cortes, el agua deja de ser potable (se propicia la intrusión patógena) y, lo que es peor, el índice de roturas en las tuberías de la red aumenta considerablemente con lo que no se soluciona el problema, antes se agrava.

24) Los ahorros de agua conseguidos con las estrategias previamente expuestas (procesos de regeneración y reutilización de caudales y modernización de redes tanto las de riego como las urbanas) deben contribuir a mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y acuíferos, y a aumentar la garantía en épocas de sequía.

25) Un aspecto de creciente interés en la gestión de los recursos hídricos es el de la estrecha relación que existe entre agua y energía. Esta relación se debe tener siempre muy presente en los procesos convencionales de potabilización y depuración del agua; en las iniciativas de ahorro, en las nuevas propuestas de asignación de recursos hídricos

convencionales a los usuarios, en la generación de nuevos recursos con técnicas avanzadas como la desalación y en aquellos procesos de desarrollo de biomasa vegetal con la que abastecer los procesos de generación de biocombustibles.

26) Las medidas precedentes suponen cambios notables en la cultura de uso del agua que esta sociedad tiene. Por ello, y teniendo en cuenta que la acción política sólo es posible cuando está apoyada por la ciudadanía, los medios de comunicación, en su calidad de educadores, deben adquirir un mayor protagonismo.

27) Un estudio detallado de las noticias sobre medio ambiente aparecidas en los medios de comunicación durante el mes de agosto de 2006 indica claramente que los mensajes que llegan a los ciudadanos carecen de la objetividad y del rigor técnico que precisan estos temas. Un proceso permanente de formación del periodismo ambiental especializado contribuirá a mejorar la calidad, el rigor y la objetivad de los contenidos informativos que llegan a la opinión pública sobre estos temas.

28) Las campañas de sensibilización ciudadana son un elemento esencial para promover la gestión sostenible de los recursos hídricos, especialmente en períodos de sequía. Un mayor compromiso de los medios de comunicación como informadores especializados en este campo fomentará la cultura de la participación y del acuerdo, y propiciará el apoyo ciudadano a la acción política.