



RAMÓN GARCÍA MARÍN

**RIESGO DE SEQUÍA Y  
VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA  
EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN**

Tesis Doctoral realizada bajo la dirección de los Drs.  
D. Carmelo Conesa García y D. Francisco Calvo García-Tornel,  
Dpto. de Geografía, Facultad de Letras, Universidad de Murcia

Murcia, 2008

# Agradecimientos

El progreso humano y la investigación pocas veces se deben al trabajo solitario e individual, de manera que aunque una tesis doctoral suela personificarse en el doctorando, detrás existe siempre una importante labor de investigadores, que aportan su experiencia y colaboración. Son numerosas las personas y entidades que de una u otra forma han contribuido a la elaboración del presente trabajo, resultando una tarea difícil enumerarlas a todas.

En primer lugar, dedico mi profundo agradecimiento a los profesores D. Carmelo Conesa García y D. Francisco Calvo García-Tornel. Su orientación, dedicación y constante estímulo han sido imprescindibles en la realización de este estudio.

A la Dirección General de Universidades (Ministerio de Ciencia e Innovación) por la concesión de una beca predoctoral FPU (Formación de Profesorado Universitario). Referencia AP-2004-0089.

Agradezco igualmente a la Fundación Séneca (Agencia Regional de Ciencia y Tecnología de la C.A.R.M.) la ayuda recibida, pues esta Tesis Doctoral ha sido realizada en el marco del Proyecto de Investigación RIFLUTME (Procesos de riesgos con origen natural en el ámbito mediterráneo). Referencia 02955/PI/05.

También debo reconocer el gran apoyo recibido por buena parte del profesorado del Dpto. de Geografía de esta Universidad de Murcia.

Además de mi gratitud académica e institucional, me gustaría dedicar sentimentalmente este trabajo a Rosalía, que me ha ayudado y alentado siempre, viviendo de cerca cada instante; a mi madre y hermana, por su respaldo en momentos de debilidad; y a mis abuelos y abuelas, por la ilusión que muestran ante todas mis tareas.

*Pero dedico especialmente esta Tesis Doctoral a la memoria de mi padre, Juan García López, que siempre depositó gran confianza en mí y en esta investigación.*

[...] en los terrenos sin riego de las provincias de Alicante y Murcia y la vecina de Almería, se pasan años enteros sin alcanzar el beneficio de las lluvias, quedando sin recompensa los infelices labradores, cuyo sudor no ha alcanzado a darles la humedad necesaria. ¡Qué zozobra la de esos trabajadores desgraciados! Siempre atentos a las variaciones atmosféricas, no hay astrónomo que los iguale en contemplar con interés el cielo, ni anacoreta que pida más fervoroso las bendiciones del altísimo. Las procesiones de San Marcos, los novenarios y rogativas pidiendo agua, generales en los pueblos agrícolas de muchas provincias, son en la estepa de Almería, Murcia y Alicante un frecuente clamoreo de plegarias, una romería incesante de ayes lastimeros, la expresión del dolor público, amenazado de carestía y de hambre. En los años que faltan o escasean las lluvias, parte de la población agrícola cesante emigra a la Argelia y a Ultramar, o se desbanda por el interior en busca de ocupación, y hace la siega en la parte de Castilla hasta la ribera del Tajo, sin más provisión que los dediles y las hoces [...]

Hay pueblos murcianos que han gastado sumas considerables anhelando el alumbrar algún ligero manantial: y tanto estos, como los valencianos, cuidan afanosos de la limpieza y nivel de las acequias del río y de desagüe, alambicando la exactitud matemática de los *partidores*, que construyen hasta de broce, y conservando el orden y policía del riego de un modo admirable, de que son modelo dignos de estudio el *juzgado de aguas* de Valencia y el *alporchón* de Murcia. Solamente en estas provincias se han construido pantanos gigantes, forzando a la naturaleza a depósitos artificiales, porque nadie como sus labradores, ha comprendido el papel importante que representa la humedad en el misterio de la vegetación [...].

*La sequía, endemia de las provincias meridionales*

Fermín Caballero, Fomento de la población rural. 3ª ed.  
Madrid. Imp. Nacional. 1864, pp. 56-57.

# Índice

## RIESGO DE SEQUÍA Y VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN

PÁG.

1. INTRODUCCIÓN: JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVO.....	11
1.1. Justificación.....	11
1.2. Hipótesis de trabajo.....	13
1.3. Objetivo: hacia un Análisis Geográfico del riesgo de sequía.....	19
2. RIESGO DE SEQUÍA: MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.1. Estado de la cuestión.....	22
2.2. La sequía: de riesgo natural a riesgo inducido. El ejemplo de la cuenca del Segura.....	24
2.2.1. <i>La tradicional adaptación frente al riesgo natural de sequía.....</i>	25
2.2.2. <i>Umbral de sequía e inadaptación socioeconómica.....</i>	30
2.2.3. <i>La sequía como riesgo inducido.....</i>	35
2.3. La vulnerabilidad frente al riesgo de sequía.....	38
2.3.1. <i>Vulnerabilidad y desequilibrio oferta-demanda de agua.....</i>	39
2.3.2. <i>Riesgo de sequía y vulnerabilidad social.....</i>	41
2.3.3. <i>Reflexiones en torno al riesgo inducido de sequía y                 vulnerabilidad asociada.....</i>	47
2.4. El estudio de las sequías en España.....	48
2.5. Definición y tipologías de sequía.....	67
2.6. Respuesta antrópica a la sequía.....	71
3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CUENCA DEL RÍO-RAMBLA GUADALENTÍN.....	74
3.1. Rasgos físicos generales.....	75
3.2. El relieve de la cuenca del Guadalentín.....	76
3.2.1. <i>Características y unidades morfológicas.....</i>	76
3.2.2. <i>Geología y relieve.....</i>	80
3.2.3. <i>La Depresión Prelitoral del Guadalentín.....</i>	83

3.3. Condiciones climáticas de la cuenca del Guadalentín.....	92
3.3.1. Tipos climáticos y factores condicionantes.....	94
3.3.2. La precipitación en la cuenca del Guadalentín.....	99
- Estaciones y series pluviométricas empleadas.....	99
- Precipitación media anual y gradiente pluviométrico espacial.....	102
- Distribución frecuencial de las precipitaciones anuales.....	104
- Variabilidad pluviométrica interanual.....	106
- Distribución mensual y estacional de la precipitación. Regímenes pluviométricos.....	114
3.3.3. Evolución y tendencias de la precipitación en la cuenca del Guadalentín.....	122
- Metodología.....	126
- Tendencias y escenarios futuros de la precipitación estacional en España según algunos estudios y modelos climáticos recientes.....	127
- Tendencias pluviométricas anuales y estacionales en la cuenca del Guadalentín.....	130
- Posibles efectos sobre la práctica agrícola en secano.....	135
- Conclusiones.....	138
3.3.4. Régimen térmico y evapotranspiración.....	142
3.4. Hidrología superficial de la cuenca del Guadalentín.....	147
3.4.1. Características de la red de drenaje.....	147
3.4.2. Condiciones naturales del régimen hidrológico.....	151
- Aportaciones medias exiguas e irregularidad interanual.....	154
- Régimen hidrológico estacional.....	155
3.4.3. Control y modificación del régimen fluvial.....	156
3.5. Las aguas subterráneas.....	159
3.6. Suelos y vegetación natural.....	164
4. SITUACIONES ATMOSFÉRICAS TÍPICAS GENERADORAS DE EPISODIOS PLUVIOMÉTRICOS SECOS.....	172
4.1. Situaciones atmosféricas características del espacio sinóptico peninsular.....	179
4.2. Tipos de tiempo reinantes durante la estación de verano.....	184
4.3. Tipos de tiempo predominantes en invierno y estaciones equinocciales.....	186
4.4. Configuraciones atmosféricas correspondientes a las secuencias pluviométricas secas de los años ochenta y noventa del siglo XX.....	192

5. SECUENCIAS PLUVIOMÉTRICAS SECAS DE LARGA DURACIÓN EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN.....	205
5.1. Aspectos metodológicos.....	207
5.2. Distribución espacio-temporal e intensidad de las sequías en la cuenca del Guadalentín.....	210
5.2.1. <i>Sequía de mediados los años sesenta del siglo XX</i> .....	210
5.2.2. <i>Sequía de los años ochenta del siglo XX (1981-86)</i> .....	211
5.2.3. <i>Sequía de los años noventa (1993-97)</i> .....	212
5.3. La relación intensidad-duración de las secuencias secas.....	218
6. PERÍODOS SECOS Y DEMANDA EVAPORATIVA EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN.....	221
6.1. Antecedentes.....	222
6.2. Metodología.....	225
6.3. Comportamiento de los distintos métodos de estimación de la evapotranspiración aplicados.....	226
6.4. Algunas consideraciones finales.....	231
7. POSIBLES PATRONES DE TELECONEXIÓN POTENCIADORES DE EPISODIOS DE SEQUÍA EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN.....	233
7.1. El Niño/La Oscilación Sur (ENSO) ¿Influencia en la manifestación de episodios secos en la cuenca del Guadalentín?.....	234
7.1.1. <i>Consideraciones generales</i> .....	234
7.1.2. <i>La relación ENSO-episodios secos en la cuenca del Guadalentín</i> .....	238
7.2. El índice NAO (Oscilación del Atlántico Norte) ¿Posibles vínculos con el desarrollo de las fases pluviométricas secas en el SE Peninsular?.....	241
7.2.1. <i>Consideraciones generales</i> .....	241
7.2.2. <i>La relación NAO-episodios secos en la cuenca del Guadalentín</i> .....	244
7.3. El índice WEMO (Oscilación del Mediterráneo Occidental) y su relación con la distribución de la precipitación en la cuenca del Guadalentín.....	246
7.3.1. <i>Consideraciones generales</i> .....	246
7.3.2. <i>La conexión WEMO-escasez pluviométrica en la cuenca del Guadalentín</i> .....	249
7.4. Reflexiones finales.....	251

8. FRECUENCIA, EVOLUCIÓN Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE RACHAS SECAS EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN.....	252
8.1. Metodología.....	254
8.2. Distribución de años secos en la cuenca del Guadalentín.....	259
8.3. Persistencia de los años secos.....	263
8.4. Número y longitud de las rachas secas.....	265
8.4.1. Distribución del número de días secos.....	266
8.4.2. Duración de las rachas secas.....	273
8.4.2. Evolución de rachas secas.....	278
8.5. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas en la cuenca del Guadalentín.....	284
9. NECESIDADES DE AGUA Y EFECTOS POR ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LAS PRINCIPALES PLANTAS DE CULTIVO EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN.....	295
9.1. Adaptación de las plantas al déficit hídrico: evitación y tolerancia.....	298
9.1.1. Mecanismos de evitación.....	299
9.1.2. Mecanismos de tolerancia.....	300
9.2. Déficit hídrico y consecuencias sobre cultivos de cereal (cebada, avena y trigo).....	302
9.3. Evaluación de la respuesta ecofisiológica ante un ciclo de sequía en distintas variedades de almendro.....	304
9.4. Efectos del estrés hídrico sobre los principales cultivos hortofrutícolas.....	306
10. EL RECURSO AGUA COMO NEXO ENTRE ACTIVIDAD HUMANA Y MEDIO FÍSICO....	312
10.1. Años secos y sequías históricas.....	317
10.2. La planificación hidráulica en la cuenca del Guadalentín.....	320
10.2.1. Políticas y actuaciones hidráulicas en las Edad Moderna.....	321
10.2.2. El estructuralismo hidráulico del siglo XIX.....	327
10.2.3. Implicaciones del Traspase Tajo-Segura.....	332
10.2.4. La Mancomunidad de los Canales del Taibilla.....	334
10.3. La propiedad del agua: de los “señores del agua” a la participación pública.....	339
10.3.1. El sistema de distribución del agua: conflictos generados.....	341
10.3.2. Sustitución de oligarquías: los recientes propietarios.....	346
10.4. El poblamiento y espacio cultivado en la Cuenca Alta del Guadalentín y sectores elevados: dificultades en el abastecimiento de agua.....	347
10.5. Crecimiento de los espacios en riego.....	354

- <i>Principales superficies de cultivo en secano y regadío</i> .....	357
10.6. Un presente difícil y un futuro comprometido.....	363
- <i>Transformaciones paisajísticas y socioeconómicas y conflictos ambientales</i> .....	365
11. CONSECUENCIAS DE EPISODIOS DE SEQUÍA SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA.....	370
11.1. Repercusiones en el secano.....	378
11.2. Repercusiones en el regadío.....	382
11.3. Valoración global del impacto directo de la sequía sobre la producción en el sector agrícola.....	390
12. EL TURISMO RESIDENCIAL EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN: ACENTUACIÓN DEL FACTOR EXPOSICIÓN FRENTE AL RIESGO DE SEQUÍA.....	392
12.1. El modelo económico y territorial de partida.....	393
12.2. Hacia un modelo de desarrollo amparado en el turismo residencial.....	402
12.3. Análisis de las contingencias inmediatas.....	407
12.4. Inconvenientes derivados del incremento de este modelo de turismo residencial: la escasez del recurso agua.....	411
- <i>Consumo de agua en campos de golf y viviendas asociadas</i> .....	413
12.5. Algunas consideraciones ante los nuevos productos turísticos asentados.....	420
13. MARCO JURÍDICO Y POLÍTICO DEL RIESGO DE SEQUÍA.....	422
13.1. La sequía en la nueva estrategia comunitaria.....	423
- <i>La sequía en la Directiva Marco del Agua</i> .....	428
13.2. La sequía en la Ley de Aguas española.....	431
- <i>Los instrumentos legales en la gestión de sequías</i> .....	434
13.3. El riesgo de sequía en el Sistema de Seguros Agrarios Combinados.....	457
13.4. El riesgo de sequía desde la Protección Civil.....	463
13.5. La sequía en la escala regional y municipal: el P.G.O.U. ....	472
13.6. Algunas consideraciones finales.....	476
14. LAS ESTRATEGIAS DE DEFENSA ESTABLECIDAS ANTE EL RIESGO DE SEQUÍA.....	481
14.1. El Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura (P.E.S.).....	481
14.1.1. <i>Objetivos generales, específicos e instrumentales del P.E.S.</i> ....	483
14.1.2. <i>Documentos contenidos en el P.E.S.</i> ....	484



14.1.3. Evaluación ambiental estratégica del P.E.S. ....	487
- Participación pública.....	488
14.2. Protocolo ante Situaciones de Sequía de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.....	489
14.2.1. Antecedentes y objetivo.....	489
14.2.2. La adecuación de los recursos hídricos a la demanda a atender.....	491
- Disponibilidad global y situaciones previsibles según recursos utilizables.....	492
- Gestión de las distintas situaciones.....	492
- Plan progresivo de implantación de medidas de actuación.....	495
14.3. Las aguas subterráneas: recurso indispensable en situaciones de sequía.....	500
14.3.1. ¿Existen alternativas para paliar o solucionar la situación de sobreexplotación de recursos hídricos subterráneos?.....	503
14.3.2. El carácter estratégico de los recursos hipogeos durante episodios de sequía.....	505
15. LA DIFUSIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y LA CAPTACIÓN DE NUEVOS RECURSOS DE AGUA ANTE EL DÉFICIT HÍDRICO.....	510
15.1. La introducción del riego localizado en la cuenca del Guadalentín. El ahorro como principal recurso de agua para el futuro del regadío.....	512
15.1.1. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de riego localizado por goteo.....	515
15.1.2. La modernización de los regadíos tradicionales en la cuenca del Guadalentín.....	517
- Ayudas para la modernización de regadíos contempladas en el denominado programa A.G.U.A. ....	518
- Obras de consolidación y mejora de regadíos realizadas por SEIASA.....	522
- Actuaciones de la Consejería de Agricultura y Agua de la C.A.R.M. ....	522
15.1.3. La organización de las superficies regadas y la distribución de las aguas de riego: el papel de las entidades de regantes.....	523
15.1.4. Algunas reflexiones finales.....	526
15.2. Depuración y reutilización: beneficios, costes e impactos negativos. Su incidencia en la cuenca del Guadalentín.....	529

15.2.1. Beneficios de la reutilización de aguas depuradas.....	530
15.2.2. El coste de la reutilización de aguas residuales.....	531
15.2.3. Impactos negativos de la aplicación de aguas residuales depuradas.....	533
15.2.4. Características de las aguas residuales y depuradas en la Cuenca del Guadalentín.....	535
15.3. Recursos de agua procedentes de desalación.....	539
15.3.1. La oportunidad del negocio de la desalación.....	544
15.3.2. El coste del agua desalada.....	546
15.3.3. Algunas consideraciones acerca del coste final de desalación y su funcionalidad.....	557
16. PERCEPCIÓN DEL RIESGO SEQUÍA: INTERPRETACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS, PELIGROS Y MEDIDAS PALIATIVAS.....	560
16.1. El ser humano frente al peligro: diversidad de actitudes.....	562
16.2. Evolución de la percepción frente al fenómeno sequía.....	568
16.2.1. Percepción tradicional de las sequías.....	569
16.2.2. Evolución en la percepción de las sequías: diversidad de apreciaciones.....	570
16.3. La encuesta como instrumento eficaz para conocer la percepción ante el riesgo de sequía: elaboración y análisis.....	573
16.3.1. Elaboración de encuestas encaminadas a determinar la percepción, valoración y criterios que sobre el riesgo de sequía tienen los habitantes del área de estudio.....	573
16.3.2. Análisis de las encuestas y entrevistas realizadas.....	579
16.4. El papel de la prensa en el análisis de la percepción del riesgo de sequía.....	593
16.5. Breves reflexiones finales.....	614
CONCLUSIONES.....	616
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	634
ÍNDICE DE CUADROS.....	680
ÍNDICE DE FIGURAS.....	685

# 1. INTRODUCCIÓN: JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVO

## 1.1. Justificación

En numerosos foros sobre la sequía, nacionales e internacionales, se aboga en sus conclusiones por "cambiar la percepción" de las administraciones y de la sociedad sobre la sequía para anticiparse, adaptarse y actuar antes de que ocurra en vez de limitarse a luchar contra ella una vez declarada. En multitud de congresos se sostiene asimismo que la sequía es un fenómeno natural recurrente con una dimensión global que afecta a casi todas las regiones del mundo, y se cree importante diferenciar claramente entre sequía y escasez de agua.

También se defiende que el abastecimiento urbano sea el elemento a proteger en mayor grado en caso de sequía, por su directa vinculación social, abogando por un reconocimiento explícito de esta prioridad en los planes de actuación.

En la sociedad del siglo XXI la aceptación de la gestión de los gobernantes dependerá, en buena medida, de su capacidad para prevenir y gestionar determinados riesgos con origen diverso, como se ha podido comprobar en varias ocasiones recientes; y en el caso español, las sequías y el déficit hídrico que conllevan ocupan un lugar destacado. Se podría decir, por tanto, que la capacidad de gestionar crisis acrecienta, mantiene o disminuye la confianza de los ciudadanos en su gobierno. En definitiva, se trata de administrar los recursos de forma adecuada.

Para poder afrontar mejor este fenómeno extremo se recomienda mejorar la gestión del agua, con un mayor control de sus usos o de los vertidos, así como intensificar la concienciación y educación de los usuarios, en especial de aquellos que más agua consumen. Igualmente, se defiende la preservación de unos ríos bien conservados porque son una herramienta imprescindible para minimizar el efecto de las sequías, pues sus riberas disminuyen la velocidad del agua, evitando avenidas y contribuyendo a la recarga de acuíferos profundos. En este caso, España se ubica en un lugar destacado en el

panorama internacional por sus estrategias para la gestión de las sequías al disponer de buenas condiciones para prevenir y resolver las inevitables situaciones de sequía; entre ellas, los Planes Especiales de Sequía. Otra de las conclusiones que se suele destacar es la necesidad de fortalecer un mecanismo formal de intercambio de experiencias que permita crear una base acumulada de conocimientos en materia de sequías. En la actualidad se crean observatorios para el estudio de este fenómeno y para elaborar recomendaciones para gestionarlas.

En el área elegida para llevar a cabo un análisis práctico sobre la sequía, la cuenca del Guadalentín, existe un riesgo climático agravado por la vulnerabilidad económica y social ante dichos eventos. Riesgo y vulnerabilidad son, por tanto, dos conceptos entorno a los cuales gira esta tesis, cuya cuantificación se hace necesaria para disponer de un marco metodológico adecuado con el que determinar si el fenómeno sequía sigue siendo un problema en este territorio, y si es así, conocer qué áreas son las más sensibles y cuál ha sido la evolución de su fragilidad.

La intensa ocupación de este territorio, el todavía elevado peso del altamente sensible sector agrícola en el conjunto de la actividad económica y, en definitiva, el desequilibrio entre los recursos hídricos ofertados y los demandados por la estructura socioeconómica, contribuyen a que, pese a la mejora registrada durante el periodo de estudio (1950-2004), los índices propuestos ofrezcan aún un alto grado de vulnerabilidad a los eventos secos en este sector sur-oriental español.

- ¿Por qué la sequía, en la cuenca del Guadalentín, ha producido efectos tan severos en la población durante tanto tiempo pese a la creación de políticas específicas?
- ¿Por qué las políticas de actuación mantienen el carácter de emergencia, obviando la bondad de aplicar medidas de prevención que mitiguen los ulteriores efectos socioeconómicos del déficit hídrico?
- ¿Pueden medirse de alguna forma los episodios de sequía en función de sus efectos socioeconómicos más probables (mediante un método que

permita establecer comparaciones entre regiones distantes y en diferentes periodos temporales)?

Para solventar este conjunto de interrogantes, se formula una hipótesis de trabajo entorno a la cual se desarrolla la presente tesis doctoral.

## **1.2. Hipótesis de trabajo**

La hipótesis de trabajo planteada, alrededor de la cual gira la obra, considera que la sequías en la cuenca del Guadalentín son resultado de dos componentes, el climático, que determina el riesgo de que se produzca una anomalía pluviométrica, y el socioeconómico, que define la fragilidad de la población ante ese riesgo. Por tanto, la sequía, en cuanto es la población del territorio en el que se producen las anomalías de precipitación la que percibe y padece sus efectos, debe ser cuantificada considerando ambos componentes, y no sólo con índices puramente climáticos como los que actualmente se utilizan para evaluar la duración y magnitud de los episodios de indigencia pluviométrica.

En esta tesis se examinará el estado de la cuestión sobre los múltiples índices de tipo climático que se han aplicado en todo el mundo para delimitar la duración y magnitud de la sequía, y se propondrá una herramienta de cuantificación de la sequía socioeconómica que incluya este tipo de parámetros. Como caso de estudio se ha escogido el territorio de la cuenca del río Guadalentín, afluente del Segura (Sureste de España), cuyas características climáticas y socioeconómicas ha hecho de la sequía un eje vertebrador del discurso sociopolítico y económico regional: la recurrencia de los episodios de escasez pluviométricos y la escasez de agua sirven como justificación del fracaso en las medidas de gestión de los recursos hídricos y del menor grado de desarrollo económico alcanzado respecto al del país.

Sin embargo, la sequía en este territorio es un evento característico del clima en la región, un episodio consustancial del ciclo climático en todos los rincones del espacio surestino peninsular.

Los diversos subtipos climáticos existentes en este espacio geográfico con extremos en Lorca, Librilla, Alcantarilla, etc., en el fondo del valle, donde el déficit hídrico es predominante durante buena parte del año, o la Cuenca Alta del Guadalentín (María, Comarca de los Vélez,...) que disfruta de una mayor pluviometría, se hallan igualmente expuestos a la variabilidad climática.

Las anomalías adquirirán mayor severidad en función de factores como su duración y extensión, establecidos mediante promedios u otros umbrales estadísticos, constituyéndose inicialmente en sequía meteorológica y, con el paso del tiempo, en sequía hidrológica y socioeconómica. En el apartado *Definición y tipologías de sequía* se discutirán en detalle estos conceptos.

Simultáneamente al ciclo climático, la estructura socioeconómica determina el tipo de respuesta humana ante los episodios de escasez pluviométrica, de tal forma que se detecta una evolución temporal en la severidad de los eventos secos en función del grado de desarrollo y equilibrio social alcanzado (a mayor desarrollo menor severidad, y viceversa). Por tanto, la interacción entre el componente climático y el socioeconómico define, tanto en un momento determinado como a lo largo del tiempo, los ámbitos espaciales más castigados por la sequía, no sólo desde el punto de vista de la escasez de agua, sino de la vulnerabilidad de la población y la economía a ese proceso físico.

Diversos autores han puntualizado, para diferentes ámbitos espaciales, que es la estructura socioeconómica de la región afectada por cualquier evento climático extremo la que determina si ese fenómeno derivará en un desastre o una catástrofe, y no tanto el propio acontecimiento de la naturaleza. Así, el análisis geográfico de los espacios caracterizados por la variabilidad climática debe ser dual, atendiendo no sólo a los caracteres atmosféricos, sino también a la construcción social y la intervención humana. En esta dualidad, el componente socioeconómico debe adquirir un rol principal, dado que determina la respuesta a los extremos del clima.

En este sentido, Wilhite y Easterling (1987) resumen la importancia del componente socioeconómico en relación con la respuesta a los eventos extremos en el concepto de vulnerabilidad. Calvo García-Tornel (1997) define este principio como:

*“el grado de eficacia de un grupo social determinado para adecuar su organización frente a aquellos cambios en el medio natural que incorporan riesgo. La vulnerabilidad aumenta en relación directa con la incapacidad del grupo humano para adaptarse al cambio, y determina la intensidad de los daños que puede producir. El concepto de vulnerabilidad es, por tanto, estrictamente de carácter social”.*

La estrecha relación entre la actividad humana y los impactos derivados de los eventos naturales extremos se vehicula a través de la vulnerabilidad, de tal forma que esas situaciones extremas derivarán o no en desastre o catástrofe en función de esa inseguridad. Olcina Cantos (1994) coincide en afirmar que los procesos naturales extremos son riesgos potenciales que sólo se concentran en forma de eventos catastróficos en relación con la actividad humana.

Diversos documentos oficiales de organismos internacionales han plasmado la relación entre la actividad humana y la vulnerabilidad a los eventos extremos. Tal es el caso de Naciones Unidas durante el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN) (1990-1999). En la “Estrategia de Yokohama” (ONU, 1994: Bases para la Estrategia), documento de referencia durante el DIRDN, se recoge el siguiente texto:

- “1. (...) Mientras los fenómenos naturales causantes de los desastres están en la mayoría de los casos más allá del control humano, la vulnerabilidad es generalmente resultado de la actividad humana. Por tanto, la sociedad debe reconocer y reforzar los métodos tradicionales y explorar nuevas formas de vivir con ese riesgo, tomando acciones urgentes para prevenir y reducir los efectos de tales desastres. Las capacidades para conseguirlos están disponibles.*
- 2. En este contexto los países menos desarrollados (...) son los países más vulnerables, puesto que son los menos equipados para mitigar los desastres. Los países en desarrollo afectados por desertificación,*

*sequía y otros tipos de desastres naturales son igualmente vulnerables y están insuficientemente equipados para mitigar los desastres naturales.*

- 3. En todos los países, los pobres y los grupos socialmente menos favorecidos sufren más en los desastres naturales (...). De hecho, los desastres contribuyen al desequilibrio social, económico, cultural y político en contextos urbanos y rurales, cada uno en su forma específica.*
- 4. Algunos patrones de consumo, producción y desarrollo tienen el potencial de incrementar la vulnerabilidad a los desastres naturales, particularmente de los pobres y los grupos socialmente menos favorecidos. No obstante, el desarrollo sostenible puede contribuir a la reducción de esta vulnerabilidad, si se planifica y gestiona de forma que mejore las condiciones sociales y económicas de los grupos y comunidades afectados”.*

En el ámbito de la economía, las compañías aseguradoras también contemplan en sus estudios de siniestros la interrelación existente entre los eventos extremos de la naturaleza y el tipo de intervención humana realizada en el lugar afectado por ese evento. Así, por ejemplo, la compañía reaseguradora *Swiss Reinsurance Company* (1997, 1998) define el término “catástrofe de la naturaleza”, con este carácter dual:

*“Evento siniestral causado por las fuerzas de la naturaleza, que por regla produce una multitud de daños individuales que afectan a muchos contratos de seguro y con frecuencia a varios ramos. La intensidad de una catástrofe de la naturaleza no depende únicamente de la magnitud de las fuerzas de la naturaleza, sino también de los factores en los que el hombre influye sistemáticamente, como el tipo de construcción o la eficiencia de los sistemas de protección contra catástrofes”.*

De acuerdo con la hipótesis de trabajo, la intensidad y tipo de interacción existente en una región entre clima y sociedad determina la violencia de la afección de la anomalía pluviométrica por parte de la población. Cuando dicha



anomalía pluviométrica crece en duración y extensión, y la interacción entre el componente climático y el socioeconómico es creciente, se producirán sucesivamente una sequía agrícola, entendida como disminución de la producción o pérdida de cosechas por causa de la escasez hídrica, y una sequía socioeconómica, con efectos sobre diversos ámbitos de la economía y la sociedad (Subrahmanyam, 1967; Wilhite y Glantz, 1985).

Pese a la creciente interrelación entre los componentes climáticos y socioeconómicos, los ámbitos de vulnerabilidad han sido definidos históricamente sobre la base de parámetros puramente pluviométricos. Sin embargo, en el territorio objeto de análisis, como en otros tantos lugares sometidos a episodios de sequía y déficit hídrico, se han ejecutado obras de ingeniería que han permitido disponer de capacidad de almacenamiento de agua, realizándose sistemáticamente en cada nueva seca actuaciones con carácter de emergencia. Hasta ahora, las políticas de combate de los efectos de la sequía, por su actuación urgente e intermitente, han proporcionado resultados insatisfactorios. La propia evolución socioeconómica de la región y los cambios derivados en su vulnerabilidad han modificado el umbral de sequía, dejando escaso margen para las políticas de prevención y siendo casi constantes las de gestión de la crisis. En resumen, se está llegando prácticamente al límite de los recursos de agua hasta ahora utilizables, de modo que existe una situación de crisis casi permanente al ser las demandas demasiado elevadas para las posibilidades de oferta.

Este estudio, mediante el análisis histórico de las secas que han afectado a la región y a través de un índice sustentado en componentes de tipo pluviométrico y socioeconómico, pretende redefinir el espacio de vulnerabilidad. Además, la herramienta de cuantificación socioclimática servirá de orientación para la aplicación de políticas de intervención más eficaces, de carácter mitigador y no de emergencia, en aquellos espacios más frágiles ante la variabilidad climática.

Desde el punto de vista climático, y siguiendo los trabajos realizados por Pita López (1989, 1990), se propone un indicador de riesgo de sequía aplicable

a todos los subtipos de clima existentes en este territorio. Mediante este indicador será posible caracterizar cada una de las áreas geográficas de la cuenca desde el punto de vista pluviométrico, detectando los ámbitos en los que el riesgo de sequía es más elevado, y sobre los cuales, dada la recurrencia del evento, es necesario aplicar políticas específicas para evitar situaciones críticas.

Posteriormente se integrará el componente socioeconómico en el análisis climático, de forma que las anomalías pluviométricas serán ajustadas mediante el uso de toda una serie de parámetros que reflejan la realidad social y económica de cada una de las zonas del ámbito de estudio. Este indicador socioeconómico propuesto ha de servir como orientación para adecuar las políticas de actuación contra los efectos de la sequía a la realidad particular de cada área, detectando la vulnerabilidad a la sequía socioeconómica.

El establecimiento de un índice climático sinóptico también es una herramienta eficaz; el conocimiento de los mecanismos oceánico-atmosféricos que determinan la configuración de periodos de indigencia pluviométrica permite introducir medidas de previsión en las políticas de intervención, reforzando las actuaciones encaminadas a mitigar los efectos de la sequía sobre la población y la economía.

Este trabajo, en cuanto estudia la sequía como riesgo climático y desastre natural recurrente en interacción con el tejido social y económico del área de estudio, propone analizar desde una perspectiva global, integrando parámetros climáticos (que determinan el riesgo de condiciones pluviométricas extremas) y socioeconómicos (que definen la vulnerabilidad de la población ante el fenómeno de la naturaleza), la problemática de las sequías en la cuenca del Guadalentín, detectando la vulnerabilidad a este extremo climático, determinando la adecuación de las políticas de combate a los efectos de la sequía, proponiendo indicadores de orientación para esas políticas, y formulando una redefinición del ámbito geográfico sobre el que deberían ser implantadas medidas de prevención y mitigación que sustituyan a las actuales de carácter urgente y eventual.

### **1.3. Objetivo: hacia un análisis geográfico del riesgo sequía**

Se acaba de mencionar que el estudio geográfico de las sequías no debe limitarse al análisis de valores pluviométricos o establecimiento de índices y umbrales para la determinación de inicio y cese de estas secuencias de carencia de lluvias. Se han formulado múltiples índices pluviométricos de sequía o índices que valoran el balance hídrico de un determinado territorio para un intervalo de tiempo dado (índices de Gibbs y Maher, Mckee, Palmer, etc.); sin embargo, un estudio sobre el riesgo de sequía presenta la necesidad de comparar parámetros físicos (precipitación, evapotranspiración,...) con parámetros socioeconómicos, a fin de conseguir un análisis geográfico que pondere la magnitud, duración, efectos y vulnerabilidad frente al fenómeno sequía. La integración de datos climáticos y cifras hidrológicas, junto a consumos, usos y gestión del agua, constituye un mecanismo esencial para la consecución de un razonamiento geográfico sobre el riesgo de sequía (Marcos Valiente, 2000). Los factores humanos, hoy día, son los que tienen un mayor peso en la valoración de este fenómeno con origen natural, hasta el punto de motivar su propia aparición debido al desmesurado incremento de la demanda de agua. No es necesario la aparición de una intensa racha seca en un territorio para que se de una alarma generalizada por falta de recursos y por los posibles efectos de la escasez hídrica sobre la actividad socioeconómica.

Hasta el momento han proliferado estudios con aplicación de índices de sequía basados en datos climáticos y han sido escasos los establecidos a partir de datos hidrológicos. La causa podría explicarse por la insuficiente disponibilidad de datos relativos al agua, sobre todo de consumos, en un territorio donde este recurso se ha tenido históricamente como fuente de riqueza. Ambos son piezas de un mismo riesgo (sequía) y deben integrarse en la elaboración de un análisis geográfico. Son dos los factores que siempre están presentes en el origen y desarrollo de un periodo de sequía en esta región: uno de modo constante, como es la localización de este territorio en posición meridional respecto a la zona de circulación del oeste de latitudes medias, lo que la hace partícipe de los efectos de expansiones de masas de aire tropicales que ocurren, ciertos años, con frecuencia superior a lo normal; el

otro, desgraciadamente corriente, como es la falta de una gestión eficaz de los recursos de agua que congregue demandas, en los últimos años incrementadas de forma acelerada, y ofertas, a veces reducidas en periodos de carencia pluviométrica (Olcina Cantos, 2001).

La información a manejar en la elaboración de un umbral de sequía está en función de la escala de trabajo. Sin olvidar los escenarios de escalas superiores, se debe trabajar en la escala regional, comarcal o local. En este caso concreto se trabaja a nivel de subcuenca hidrográfica, espacio territorial en el que se perciben las verdaderas consecuencias de la sequía. Es en la escala de detalle donde un análisis geográfico del riesgo sequía puede valorar mejor los matices que lleva asociados una situación de escasez de agua. Las unidades de gestión hídrica, como puedan ser la propia cuenca hidrográfica, mancomunidades, consorcios, comunidad de usuarios, etc., constituyen territorios abastecidos por una misma entidad manejando recursos de agua de diversas procedencias —superficiales, subterráneos, depurados,...— para atender las necesidades de una determinada región, lo que las hacen ser un ámbito territorial idóneo para llevar a cabo un análisis de este tipo.

El estudio o análisis a gran escala es el más apropiado para efectuar una ajustada gestión de la sequía, pues así se puede apreciar la verdadera percepción de este fenómeno. Una situación general de penuria de lluvias puede no apreciarse como sequía grave si está garantizado el suministro de agua, y, del mismo modo, puede existir una sensación de falsa seguridad vinculada a la confianza de tener asegurado el suministro para uso urbano a través de la conexión entre cuencas, como ocurre en el territorio abastecido por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla gracias al Acueducto Tajo-Segura. Este ejemplo muestra la necesidad de considerar los factores “no climáticos” como piezas fundamentales en la determinación de un umbral de sequía.

Según Olcina Cantos (2001), en la evaluación de umbrales geográficos de sequía no sólo deben contar los aspectos cuantitativos —*entradas y salidas*—, sino que, además, se deben detallar los cualitativos que el geógrafo debe valorar para matizar el verdadero sentido de la reducción de volúmenes de agua en un territorio. Así, por ejemplo, en la actividad agraria resulta

primordial diferenciar entre secanos (los que más padecen los efectos de la escasez de lluvias) y regadío, que pueden ver reducidas las dotaciones por hectárea. Es también ineludible incluir parámetros de calidad en el agua disponible, ya que la sensación de sequía no sólo depende de la cuantía del recurso disponible —la calidad puede acrecentar o atenuar dicha percepción—. Generalmente, en épocas de sequía se produce una disminución de la calidad de los recursos disponibles, muy apreciable en los subterráneos, puesto que experimentan procesos de salinización.

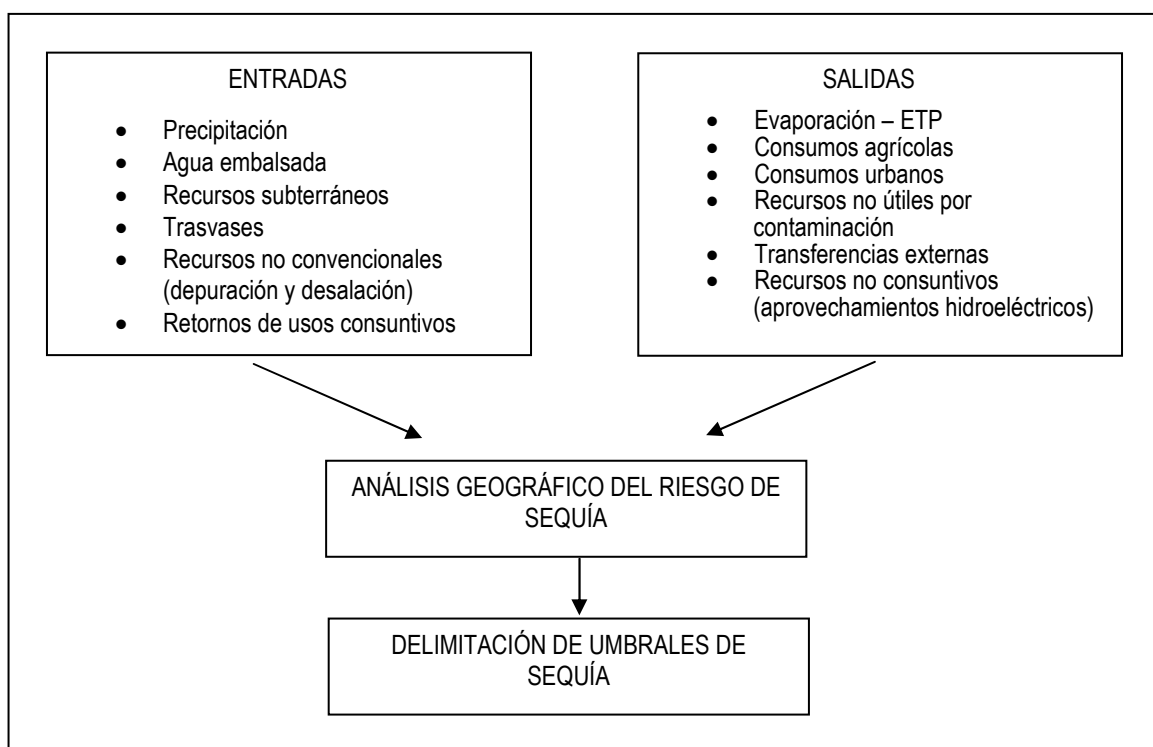


Fig. 1. Elementos integrantes en la elaboración de un análisis geográfico del riesgo sequía (modificado de Olcina Cantos, 2001)

En definitiva, el estudio geográfico del fenómeno sequía necesita manejar tanto datos climáticos en la evaluación del grado de riesgo como penetrar en el conocimiento de otros parámetros hídricos y de organización territorial. Todas estas medidas son necesarias para conocer las consecuencias reales de la falta ocasional de agua y valorar la sensación de pertenencia a una secuencia seca que presenta el grupo social.

## 2. RIESGO DE SEQUÍA: MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. Estado de la cuestión

Como consecuencia del incremento de pérdidas materiales y de vidas humanas en relación con los desastres naturales, el estudio de estos eventos extremos del ciclo natural ha adquirido un interés creciente en los últimos veinte años, no sólo por parte de la comunidad científica, sino también en el conjunto de la sociedad, cuya economía se halla en constante riesgo de colapso ante el advenimiento de alguno de estos fenómenos. Buena muestra de este interés es el número creciente de informaciones aparecidas en medios de comunicación relativas a inundaciones, tornados, huracanes, terremotos o sequías, con profusión de datos referidos a la pérdida de vidas humanas y daños económicos. Asimismo, determinadas actividades económicas, como es el caso de las compañías de seguros, han incorporado a su quehacer el estudio del riesgo de pérdidas materiales por efecto de estos eventos geológicos y climáticos (Munich Re Group, Swiss Reinsurance Company, etc.).

Desde el ámbito de la geografía, el análisis de los eventos extremos ha configurado una línea de investigación denominada *Geografía de los Riesgos* desde los años 60 de nuestro siglo, cuando geógrafos de la Universidad de Chicago replantearon el análisis conceptual de las relaciones hombre-medio, hasta entonces dominado por el paradigma determinista, señalando que la respuesta humana a la inestabilidad del medio físico varía según el nivel de organización cultural y tecnológico de cada grupo social (Calvo García-Tornel, 1982, 1984; Olcina Cantos, 1994). Numerosos estudios de la escuela de Chicago: Hewitt y Burton (1971), Burton y Kates (1972), White (1974, 1975), Buton *et al.*, (1978), y Whittow (1980), establecen que el riesgo natural es una manifestación de la inestabilidad y la variabilidad del sistema natural, produciendo una alteración de las relaciones habituales de la sociedad con su entorno.

Entre el conjunto de fenómenos naturales extremos que conforman un riesgo para la actividad humana, la sequía es el que recibe menor atención en

los estudios de riesgos, pese a producir numerosas pérdidas materiales y, en casos extremos, de vidas humanas. Al tratarse, en su origen, de un fenómeno de carácter meteorológico, tiene en esa condición el principal obstáculo a su estudio, debido a la dificultad de precisar aspectos como su intensidad, su duración o la diferenciación de la vulnerabilidad de los diferentes sectores económicos afectados (Pita López, 1990; Mateu Bellés, 1992). Sin embargo, es más que probable que la escasa atención de carácter preventivo que la sequía recibe por parte de las administraciones y organismos públicos esté relacionada más directamente con la percepción temporal del evento. De este modo, aunque su lenta evolución permite actuar con más tiempo para mitigar sus efectos, la falta de consecuencias tangibles a corto plazo y el alivio temporal que producen los episodios de lluvias que suelen intercalarse durante el período seco, provocan entre las administraciones y la población un desinterés que no hace sino agravar los efectos del déficit hídrico (figura 11, pág. 73).

A diferencia de huracanes, terremotos o volcanes, etc., cuyo impacto es temporalmente intensivo y suscitan una fuerte atención social, potenciando la necesidad de actuar para mitigar sus efectos de forma más o menos permanente, la sequía puede afectar a una gran extensión espacial durante un período temporal muy prolongado, de manera que la atención social puede ser puntualmente elevada a medida que el evento seco se prolonga, pero decae con un mínimo alivio del déficit hídrico. Además, cualquier medida que pueda plantearse adquiere dimensiones, desde la perspectiva política, de gran alcance y costes elevados.

En regiones económicamente desarrolladas la sequía puede producir pérdidas materiales tan elevadas como otros desastres naturales, con el agravante de que el área afectada suele ser muy superior a la de otros eventos y la duración de sus efectos mucho más prolongada. En las regiones menos desarrolladas, caso de África, la sequía, que ocasiona hambruna y epidemias, es el desastre natural más costoso en pérdida de vidas humanas. Por lo tanto, es lícito relacionar riesgo con desarrollo, de modo que los efectos de la escasez pluviométrica en regiones desarrolladas se dejaran notar, sobre todo, en el ámbito económico, mientras que en las de menor desarrollo los efectos se

extenderán más rápidamente al ámbito social, en forma de inseguridad, emigración, y en los casos más severos, con desnutrición y pérdida de vidas humanas.

Otro aspecto a desarrollar es la evolución temporal de los efectos de la sequía y cómo influye en ellos la variación del nivel de desarrollo del área afectada. Según Wilhite y Glantz (1985) el impacto de una sequía depende principalmente de la vulnerabilidad de la sociedad ante la sequía en ese momento particular. Sequías subsiguientes en la misma región tendrán efectos diferentes, incluso siendo idénticas en intensidad, duración y características espaciales.

## **2.2. La sequía: de riesgo natural a riesgo inducido. El ejemplo de la Cuenca del río Segura**

Al aludir a la naturaleza de los riesgos existe la dificultad de aceptar el calificativo de «natural» sin arriesgar una simplificación abusiva. El riesgo es algo que padecemos los humanos y que, por desgracia, con frecuencia provocamos o ayudamos a provocar nosotros mismos (Calvo García-Tornel, 2001).

El medio se encuentra en constante cambio; algunos de estos cambios son periódicos, adaptándose el hombre a sus efectos durante gran período de tiempo. Nos referimos, en este caso, a la variabilidad de las precipitaciones en el Sureste Ibérico y, concretamente, a los años secos o secuencias de sequía. Durante largo espacio de tiempo la sequía se muestra como riesgo estrictamente natural. Este desajuste, entre el comportamiento de la naturaleza y el de la sociedad que la habita, ha dado lugar a una continua búsqueda de seguridad frente al peligro que desentraña la escasez de recursos hídricos.

En multitud de espacios de este territorio mediterráneo-surestino español, esta búsqueda de seguridad queda plasmada en el paisaje para deleite de todos aquellos interesados por estos temas. Se trata de la peculiar adaptación tradicional a las limitaciones hídricas: aterrazamientos de laderas, aprovechamiento de turbias, presas de almacenamiento, etc.

Sin embargo, en los últimos años, han surgido modelos de desarrollo inadecuados, insostenibles en muchos casos, que aumentan la fragilidad del



sistema socioeconómico y la peligrosidad que conlleva una considerable reducción de precipitaciones, con la consecuente escasez de oferta de recursos hídricos, ya sean superficiales o subterráneos.

Hoy día, y tras la implantación de obras hidráulicas de gran escala, es decir, voluminosas actuaciones que trascienden el ámbito local e incluso regional como han sido los grandes embalses y, sobre todo, los trasvases, se intenta conseguir, mediante nuevos métodos como la desalación o desalobración, una gestión más eficaz de los recursos disponibles y la independencia de este territorio del SE español respecto al uso del agua, pase lo que pase en otras cuencas —escasez de recursos en el Alto Tajo y deficientes aportaciones a través del Acueducto Tajo-Segura— ó de que llueva o no. Las dificultades de este objetivo son elevadas y los resultados de las actuaciones realizadas todavía inciertos.

### *2.2.1. La tradicional adaptación frente al riesgo natural de sequía*

El riesgo de sequía, como todos aquéllos con origen natural, convive con nosotros desde los orígenes del hombre. Este hecho nos ha permitido establecer una evolución de las distintas formas de adaptación que, con motivo de reducir sus efectos perniciosos, ha realizado la sociedad que los ha padecido.

Las tierras surorientales de la Península Ibérica presentan un indiscutible carácter geográfico basado en unos rasgos climáticos muy particulares. Esta particularidad climática en la que el elemento más distinguido es, sin duda, la escasa e irregular precipitación, ha motivado una notoria batalla de los habitantes contra el grave problema de la sequía.

Las soluciones tradicionales quedaban y quedan tipificadas en la explotación agropecuaria —plantas, sistemas de cultivo y especies de ganado— y en la construcción de embalses, llevadas a cabo hasta los años 60 del siglo XX.

#### A) Plantas de cultivo.

Determinantes para la supervivencia se podrían considerar los cereales (cebada, avena, centeno y trigo entre otros), sin embargo, la productividad de

estos cultivos en secano no es elevada debido a la extraordinaria irregularidad de las lluvias. Ante esta situación, el arbolado, y más concretamente los frutales de secano, asociados al cultivo cerealista, constituían un paisaje frecuente.

El cultivo de árboles predominante hasta la primera mitad del siglo XX quedaba compuesto por especies como el almendro, el algarrobo, el olivo, la higuera y el granado, que presentan una notable resistencia ante largos períodos secos. Ya a mediados del siglo XIX, D. José de Echegaray y Lacosta (1851), en su *Memoria sobre las causas de la sequía de las provincias de Murcia y Almería, y de los medios de atenuar sus efectos*, expone las especies que mejor se adaptarían a las condiciones semiáridas de los campos asentados en dichas provincias y su modo de laboreo, dentro del contexto agronómico de aquellos años.

El citado autor incluye entre las especies los trigos y cebadas, pero sin constituir estos cereales la principal fuente de riqueza agrícola. El bienestar en el medio rural debe fundamentarse sobre todo en el cultivo del arbolado y en las industrias que requieran sus frutos. Los cereales deben sembrarse entre las filas de los árboles, cuyas anchas copas protegerán a los cultivos de suelo de la intensa evaporación que caracteriza a este territorio. También indica la introducción de leguminosas (almortas o guijas, lentejas y garbanzos), cultivadas igualmente bajo la sombra de los árboles. Estas especies, además de resistir a la sequedad ambiental gracias a la profundidad de sus raíces y constituir un buen pasto para los animales, son propias para fertilizar los campos estériles. Asimismo propone el cultivo de la barrilla, especie que surge espontáneamente sobre estas zonas, y el tornasol, que ofrece una materia colorante que sirve tanto para teñir paños como para dar color a conservas, gelatinas y otros productos. La pita y la alcaparra, junto con el olivo, la vid, el almendro, higuera granado, algarrobo y morera, son otras especies recomendadas.

Posteriormente, la búsqueda de nuevas plantas de cultivo que permitieran una diversificación del cultivo de secano y que, por sus escasas exigencias hídricas, ofrecieran rendimientos regulares, concluyó con la introducción de diversas forrajeras —géneros *Bromus*, *Eragrostis*, *Lolium*,

*Medicago*, etc.—. La finalidad perseguida no era otra que solucionar el grave problema de la escasez de pastos para el ganado.

Otras especies que se buscó que contribuyeran con más o menos éxito a la diversificación del cultivo en estas tierras faltas de lluvias fueron:

- El Nopal o «chumbera», de la que puede aprovecharse la pala para forraje y el higo chumbo tanto para alimentación humana como para el ganado. Este fruto proporciona una harina apta para obtener piensos compuestos de gran calidad.
- El Guayole, cuya finalidad económica reside en el aprovechamiento de su savia cauchífera (Vilá Valentí, 1961).

#### B) Sistemas de cultivo y riego.

Ya se ha señalado el sistema de cultivo propuesto por Echegaray, fundamentado en la defensa mutua de las plantaciones contra los rayos directos del sol, que protegen al mismo tiempo el suelo para que no escape por evaporación la escasa humedad que retenga en su seno:

*[...] en los campos de Lorca y Almería, no ha de haber ninguna tierra sin plantas que la sombreen, ni se deben criar aisladas ni aun los cereales, sino que han de estar entremezcladas para que recíprocamente se amparen y defiendan,...*

Los plantíos, normalmente, se practicaban en otoño, estación más húmeda del año, con árboles de tres a cuatro años, y siempre construyendo un hoyo lo bastante profundo para que las raíces encuentren tierra húmeda. Asimismo, alrededor de cada árbol se realizaba una fosa circular que recogía las aguas. Otra de las prácticas utilizadas era el uso de los abonos verdes, es decir, el arado y soterrado de las plantas espontáneas que surgen entre las plantaciones, método que favorece la generación y contención de humedad en el suelo. Extendida sistemáticamente antaño era la labor de barbecho por el sistema en tierras cerealistas. La práctica del barbecho, posiblemente desaparecida en las fincas de extensión inferior a 5 has., ha conservado cierta vigencia en las mayores explotaciones —por encima de las 25 has—. Los

barbechos se practican tanto en el secano como en el regadío; los de regadío se realizan durante tres a cinco meses, o sea, lo que dure el invierno, mientras que los de secano se extienden a más de un año (entre la recogida del cereal en el mes de junio o julio y la siembra del nuevo en octubre o noviembre del año próximo. Los barbechos pueden ser blancos o desnudos, cuando el sistema se limita a las labores de arado, y verdes o semillados, cuando sobre la tierra preparada se siembra alguna planta que mejore las condiciones físico-químicas del suelo (comúnmente una leguminosa anual que, además de mantener las ventajas del barbecho propiamente dicho, proporciona una cosecha adicional, generalmente forraje para ganado). En el secano, el cultivo de *año y vez* e incluso *al tercio* se encuentran ampliamente representados en la cuenca del Guadalentín. Mientras el segundo se reserva a los lugares menos favorecidos en precipitaciones, el primero es de práctica casi general en todo el secano. Sin embargo, el barbecho no se encuentra regulado, de tal modo que si cuando llega el momento de sembrar el cereal la tierra se encuentra en buenas condiciones, la esperanza de conseguir una buena cosecha se impone a cualquier otra consideración (Vilá Valentí, 1961).

De gran importancia paisajística destaca el regadío de turbias, progresivamente abandonado por su insignificante proyección económica. Estos regadíos constituyen un testimonio inmejorable de las sabias adaptaciones a un régimen de precipitaciones escasas y, en gran medida, proporcionadas por aguaceros de fuerte intensidad horaria, originando riadas que son captadas parcialmente mediante terrazas, boqueras y presas de ladera (Morales Gil, 1968). Su origen es romano, como demuestran numerosos estudios arqueológicos (Blázquez, 1977), sin embargo, este sistema fue perfeccionado por los árabes, como es el caso de la boquera de Tiata (Lorca), quizá la más importante de todo el Sureste Peninsular<sup>1</sup>.

Otra práctica habitual es el aterrazamiento para cultivos, aprovechando el agua que escurre por las laderas, desde la parte más alta hasta la más baja

---

<sup>1</sup> Para obtener más información sobre el origen y funcionamiento de estos históricos sistemas de aprovechamiento del agua ver GIL OLCINA, A. (1971): *El campo de Lorca*, Ed. Instituto "Juan Sebastián Elcano", CSIC, Valencia, 207 pp. ó MORALES GIL, A. (2001): *Agua y Territorio en la Región de Murcia*, Ed. Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales Región de Murcia, Murcia, 270 pp.

gracias a la instalación de «caballones» que permiten en última instancia el desagüe mediante una apertura denominada «sangrador».

Otro aprovechamiento de aguas eventuales lo constituyen las «cañadas», donde un caballón no superior a 50 cm, transversal al fondo plano de la rambla, obstaculiza el deslizamiento de las aguas, pudiendo ser rebasado con facilidad por las mismas. No falta tampoco el mismo aprovechamiento de la superficie del fondo de la rambla, donde cultivos de almendros, olivos, etc. se benefician del agua que, a profundidad variable, se encuentra siempre bajo la capa aluvial de estos cursos de agua, por lo común secos (Navarro Hervás, 1991).

Con la finalidad de almacenar y aprovechar aquellos caudales que circulaban sin beneficio alguno en estas tierras, a veces con carácter dañino, causados por aguaceros de fuerte intensidad horaria, se recurrió a la construcción de embalses. Además de permitir la aplicación de recursos hídricos complementarios a las tierras de cultivo, éstos facultarían la laminación de caudales en épocas de avenida.

En el siglo XVIII se construyen los reservorios de Puentes y Valdeinfierno en la cuenca del Guadalentín, y surgen así los conceptos de hiperembalse y contraembalse, planteamiento de gran valor dentro de la historia hidráulica española. Desde mediados del siglo XIX, y tras la desconfianza generada por la rotura del pantano de Puentes en 1802, comienzan una serie de obras de recrecimiento en Valdeinfierno y la construcción del nuevo embalse de Puentes entre otros proyectos. Circunstancias climáticas adversas como la secuencia de sequía 1875-1879 y la trágica «riada de Santa Teresa» en octubre 1879 motivaron estos trabajos (Gil Olcina, 1995). Ya en el siglo XX y durante el régimen franquista comienza una etapa febril de construcción de embalses en toda España. Será la construcción del macroembalse del Cenajo, inaugurado el 6 de junio de 1963, el detonante del incontrolado incremento de la superficie de riego en la cuenca del Segura, comenzando desde entonces lo que se conoce como sequía crónica o estructural en dicha cuenca.

Progresivamente se han buscado nuevos sistemas de cultivo, gracias a una mejora sustancial de la técnica, como el cultivo en arenas o «enarenados»,

que ha permitido instalar nuevas plantaciones en áreas con condiciones edáficas deficientes y déficit hídrico. Este sistema permite una mejor absorción de la escasa humedad atmosférica.

### C) El aprovechamiento ganadero.

El agostamiento de los pastos durante épocas de sequía se presentaba y se muestra aún como una seria dificultad para la explotación ganadera. Hasta hace pocos años, durante períodos de insuficientes precipitaciones, y ante la inexistencia de piensos, los cultivos herbáceos no son suficientes para una llevar a cabo una correcta alimentación del ganado. Sólo un animal poco exigente puede subsistir en estas condiciones: la cabra. Por ello, esta especie ha jugado un papel de vital importancia en la explotación ganadera del SE Ibérico.

No faltará, tampoco en este caso, y tras conseguir una excelente selección en la raza caprina murciana a mediados del siglo XX, el intento de conseguir una selecta especie de ganado bovino, cruzando el ganado surestino, muy sufrido, con la raza norteamericana "Santa Gertrudis", procurando un aumento de la calidad y cantidad de carne.

Otras adaptaciones en los sistemas de explotación ganaderos son la introducción de la raza de oveja *segureña* o la del cerdo *chato murciano*<sup>2</sup>. En definitiva, los rasgos climáticos dotan a este territorio sur-oriental español de una indudable personalidad geográfica, donde el elemento más acusado no viene representado por las altas temperaturas, sino por la escasa pluviosidad. Estas peculiaridades climáticas han motivado una dura y secular pugna de los habitantes de estas tierras contra los graves problemas que plantea la sequía.

### 2.2.2. Umbral de sequía e inadaptación socioeconómica

Según Charre (1977), pueden existir tres estados de la pluviometría respecto al denominado «umbral de sequía»:

---

<sup>2</sup> Los sistemas de explotación ganaderos y la continua búsqueda de especies adaptadas a la escasez pluviométrica en el territorio murciano han sido bien estudiados por el profesor Cayetano Espejo Marín: ESPEJO MARÍN, C. (1996): *La ganadería en la Región de Murcia*, Ed. Compobell, S.L., Murcia, 155 pp.

1. las necesidades de agua están aseguradas,
2. las necesidades de agua están casi aseguradas, es decir, el umbral no se ha rebasado, existiendo aún cierta adaptación al riesgo de sequía y,
3. el umbral queda sobrepasado, como se comprenderá a continuación, por un sistema socioeconómico inadaptado (Pérez Cueva, 1983).

Morales Gil *et al.* (1999), en su trabajo "*Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección*", establecen una serie de porcentajes de reducción de precipitaciones para la consideración de un año seco, manifestando que las regiones mejor dotadas pluviométricamente son, a su vez, las más sensibles a una reducción mínima de precipitaciones; mientras que aquellas regiones más áridas pueden soportar reducciones más acusadas. Esos porcentajes de reducción para España son los siguientes:

- 15-25% en las regiones del Cantábrico.
- 15-30% en las cuencas del Duero y Ebro.
- 20-25% en la cuenca del Guadalquivir.
- 30% en las cuencas del Guadiana y Tajo.
- 40-50% en el Levante y Sureste.

Desde finales de la década de los sesenta del siglo XX, la alarma ante una eminente situación de sequía no depende de la cuantía de precipitación registrada en la Cuenca del Segura. Episodios como los acaecidos en los años hidrológicos 1965-66 y 1966-67, con precipitaciones tan sólo reducidas en un 20% y un 5% respecto a lo normal, tuvieron consecuencias decisivas para tomar la decisión de ejecutar una gran obra hidráulica: el Acueducto Tajo-Segura. De esta forma, la sequía deja de ser un hecho natural, convirtiéndose en un desajuste entre demanda y oferta de recursos hídricos. La supervivencia socioeconómica en todo el SE Ibérico ha estado relacionada de forma íntima con las disponibilidades hídricas.

Si durante la etapa preindustrial, el hombre se adaptó a las condiciones impuestas por el medio utilizando métodos y técnicas dispares como se ha

visto anteriormente, cuando la tecnología ha permitido la construcción de trasvases y elevaciones de grandes volúmenes de agua fuera de las huertas tradicionales, un aumento de los espacios regados, ocupando antiguos secanos, montes y tierras improductivas, junto a un incremento, desmesurado hoy día, de la actividad turística residencial asociada a la construcción de campos de golf, está provocando un consumo de agua desmedido al que la oferta no puede dar respuesta.

A) El incremento de la superficie regada.

Hasta la década de los sesenta del siglo XX, el aumento del área regada se hizo de forma lenta, con retrocesos ligados a acontecimientos climáticos de forma casi exclusiva. Este incremento, poco intenso y discontinuo por la escasez de caudales o condicionamientos del relieve, se efectuó sobre los sectores más próximos a los principales cursos fluviales y afluentes.

Tras la inauguración del pantano del Cenajo, con una capacidad inicial de 472 hectómetros cúbicos, el mayor construido en toda la Cuenca del Segura, la superficie dedicada a regadío comienza a incrementarse. A principios de la década de 1960, la superficie regada se estimaba en unas 175.000 has., si bien el 40% no contaba con dotaciones aseguradas. En el 2006, la estimación ronda las 270.000 has., es decir, en tan sólo 40 años la superficie dedicada a este uso se incrementa en un 55% (Morales Gil, 2001).

Con la llegada de las primeras aguas del Trasvase Tajo-Segura (1979) y la intensa extracción de recursos hipogeos, que ha generado la sobreexplotación de numerosos acuíferos, se acrecienta la expansión acelerada del regadío comenzada desde la puesta en funcionamiento del embalse del Cenajo. Las áreas más beneficiadas son superficies de glaciares y conos de deyección, situados en los piedemontes de los valles subbéticos, y llanos litorales y prelitorales —Valle del Guadalentín, Campo de Cartagena y llanos de Mazarrón y Águilas en la Región de Murcia—, repercutiendo ampliamente en la economía, paisaje y poblamiento de estos espacios.

Desde 1985 comienza un nuevo proceso agrícola motivado por el incremento de la demanda procedente de los mercados de la Unión Europea. Se trata de la hortofruticultura de ciclo manipulado y extratemprana, que afecta



a las zonas anteriormente señaladas entre otras, y que genera nuevos paisajes de cultivo intensivo en medio de secanos y montes, con la peculiar impronta de los invernaderos —paisajes de plástico— (Morales Gil, 2001).

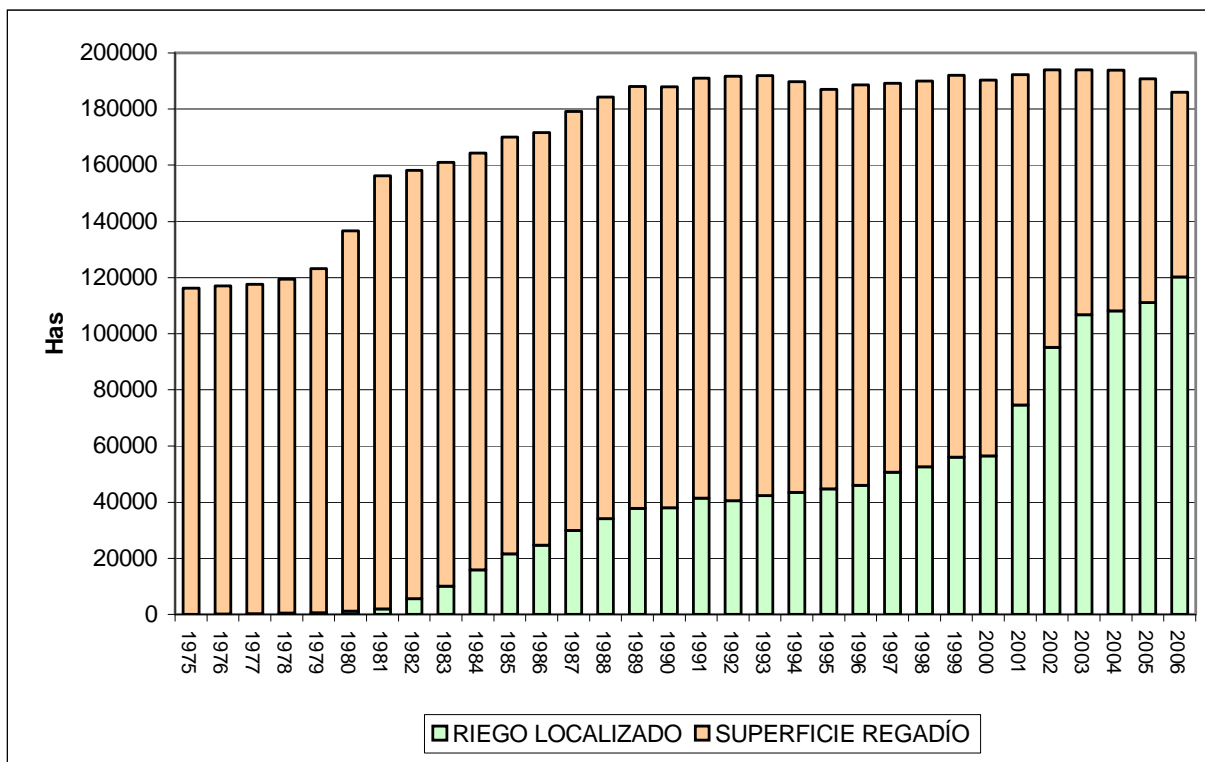


Fig. 2. Evolución de la superficie de regadío y riego localizado en la Región de Murcia

## B) El desarrollo turístico.

El importante desarrollo turístico acaecido desde los años setenta del siglo XX en el litoral marmenorense y La Manga está experimentando una nueva etapa de expansión en todas aquellas zonas costeras susceptibles de urbanización —costas de Mazarrón, Águilas y Lorca—. Pero, además de este desarrollo costero, están surgiendo, y a gran velocidad, nuevos espacios residenciales asociados a actividades deportivas como el golf en territorios bastante alejados de la playa.

A mi juicio, se trata de grandes proyectos que se están llevando a cabo sin realizar un planeamiento adecuado sobre las necesidades de agua, con la incertidumbre de la obtención o llegada de nuevos recursos hídricos que palien el déficit. En el momento actual, y según el gobierno de la nación, la solución reside en la desalación de aguas salobres continentales y marinas, concretada

en el denominado programa A.G.U.A. Por el contrario, el gobierno regional apuesta por la recuperación del proyecto derogado del Trasvase del Ebro, de manera que sigue sin haber consenso y unión para dar solución a un problema de Estado.

**verdad.es** Webmail | Alertas | Envío de titulares  
 CÓDICO | ECONOMÍA | DEPORTES | OCIO | CLASIFICADOS | SERVICIOS | CENTROS

**REGIÓN**  
 REGIÓN MURCIA

**El turismo alcanza a la agricultura en la generación de riqueza regional**  
 Murcia supera con creces la media nacional en el aumento del número de turistas y del gasto que realizan

J. MOLLEJO/MURCIA

El sector turístico regional atraviesa un año de lujo. Crece la llegada de visitantes, la ocupación hotelera y el gasto medio de los turistas, además del empleo y de la oferta hotelera. El resultado de todo ello, quizás no tan evidente como el deambular de extranjeros en hermidas por las ciudades y costas de la Región, pero no menos trascendente, es que el peso específico de la actividad turística en la economía murciana es ya similar al de la agricultura, según indicó ayer el consejero de Turismo, Comercio y Consumo, José Pablo Ruiz Abellán.

La excelente evolución del turismo en lo que va de año en la Región permitió a este sector generar 1.748 millones de euros de gasto total (sin contar el turismo de congresos y de golf), lo que representa el 9% del Producto Interior Bruto (PIB) regional, apenas unas décimas por debajo del 9,8% que supone la actividad agraria.

**Motor de crecimiento**

«Ahora ya podemos comenzar a hacer balance y asegurar -indicó el consejero- que el turismo se ha convertido en uno de los principales motores del crecimiento económico regional».

Si en términos porcentuales la actividad turística casi ha alcanzado a la agricultura como generadora de riqueza, las perspectivas de futuro de la Consejería indican que muy pronto la superará.

**SECTORES COMPARADOS**

Turismo: 25.380 trabajadores en alta laboral y unos ingresos de 1.748 millones de euros, lo que representa el 9% del Producto Interior Bruto (PIB) regional.

Agricultura: 59.000 trabajadoras, según la última Encuesta de Población Activa, y un valor de 1.903 millones de euros, el 9,8% del PIB regional.

**Nuevo Canal Volkswagen**  
 Descubre las últimas novedades

Fig. 3. Artículo de prensa. Fuente: <http://www.laverdad.es/murcia/>. 03/11/2005

Estos impactos socioambientales, tanto para la actividad agraria como para el turismo, presentan una difícil comprensión, muy diferente en función de la óptica científica que se contemple. Desde la perspectiva economicista todos estos cambios están justificados por la riqueza generada, la consiguiente elevación del nivel de vida de sus habitantes y su repercusión en la balanza de pagos del Estado, gracias al aumento de las exportaciones de productos agrarios y las aportaciones del turismo. Es por ello que los responsables políticos y económicos consideran esta actuación como positiva.

Desde la óptica conservacionista las modificaciones son negativas, provocando una clara ruptura del equilibrio entre oferta y demanda de agua en este caso, con la reflexión, algo exagerada posiblemente, de que este territorio se convertirá en un desierto en un futuro próximo.



Fig. 4. Portada de la revista El Semanal, nº 928 (7-13 de Agosto de 2005). En el artículo se dice que en poco tiempo el Sáhara comenzará en los Pirineos, y se hace hincapié en la grave situación que padecen los embalses del Alto Tajo y Segura.

La búsqueda de causas de este aparente recrudecimiento de la «hostilidad» del medio, con bastante frecuencia, recae en la hipótesis del «cambio climático», el cual suele ser el origen de estos «excepcionales» episodios atmosféricos. Sin embargo, y debido a los rápidos avances técnicos de nuestra sociedad, el ser humano, tanto causante como perjudicado por estos períodos secos, debe dar respuesta a este crónico déficit hídrico.

### 2.2.3. La sequía como riesgo inducido

Dejando de lado las alarmistas hipótesis del cambio climático, lo que si queda enteramente dilucidado es la relación directa entre actividad humana y catástrofe natural —sequía—, hecho obvio si se observa el espectacular incremento del número de habitantes y la expansión del regadío y actividad turística residencial, lo que se traduce a su vez en un incremento del factor

exposición y de la vulnerabilidad general ante un descenso de las precipitaciones y de la oferta de recursos de agua.

La sequía es un evento que se ha producido desde siempre y seguirá produciéndose, sin embargo, el desarrollo socioeconómico actual convierte a este fenómeno en un posible agente catastrófico de mayor envergadura social y mediática que antaño. La sequía ha pasado de ser un riesgo natural a un riesgo inducido, siendo la acción antrópica, con el desmesurado aumento de la demanda de agua en una zona de manifiesta aridez, la que genera este fenómeno. Además, este riesgo inducido de sequía cobra un mayor sentido debido al crecimiento de la capacidad de actuación del hombre respecto al medio y la implantación de actividades diversas en lugares que, anteriormente, habían sido evitados.

Al unirse el afán de rentabilidad con la confianza casi absoluta en la técnica, se ocupa el territorio incluso cuando se conocen de forma fehaciente las dificultades que puede plantear. La permanente expansión de la ocupación humana y su acompañamiento de instalaciones materiales ha ampliado y amplía continuamente los espacios de riesgo.



Fig. 5. Núcleo urbano de Lorca y sector periurbano (Valle del Guadalentín). El hábitat disperso y el fenómeno de rururbanización incrementan la vulnerabilidad ante el déficit hídrico

Al mismo tiempo, el actual modelo de crecimiento, cuya eficacia real pone en cuestión el riesgo de sequía con harta frecuencia, ha generado simultáneamente un aumento de la sensibilidad ante el posible desastre. Esta sensibilidad se ve acrecentada por las continuas referencias que se realizan en los diarios de prensa y otros medios de comunicación sobre el debate del agua y la problemática que existe en su gestión cuando las precipitaciones son escasas o nulas.

La constante interacción entre el hombre y la naturaleza se realiza dentro de unos límites muy variables. Sin sobrepasar el umbral de sequía, mecanismos técnicos y sociales permiten cierta acomodación sobre el territorio, paliando, en mayor o menor grado, los efectos de la escasez hídrica. Sin embargo, si el umbral se sobrepasa, las formas de adaptación quedarán insuficientes, derivándose de ello efectos socioeconómicos y conflictos políticos como los originados del actual período de sequía.

HABLEMOS DE FUTURO. HABLEMOS DE AGUA.

**SE HAN LLEVADO LA ROPA.  
NOS DEJAN LOS COMPLEMENTOS.**

Hasta hace un año teníamos un buen plan para cubrir el déficit hídrico de nuestra región. Un Plan donde se contemplaba el trasvase del Ebro, como pieza principal, junto a los complementos de las desaladoras y la reutilización de aguas. Pero con la derogación del trasvase nos han dejado sólo con las medidas complementarias de las plantas desaladoras. Unas medidas claramente insuficientes para vestir adecuadamente nuestros endémicos problemas de agua. Nos han quitado la ropa y nos han dejado sólo con los complementos. Y para mayor confusión se presenta a la opinión pública como una nueva solución que sustituye a la anterior. Por eso continuaremos reclamando el trasvase del Ebro a sabiendas de que nuestro futuro dependerá del resultado de nuestro esfuerzo. Un futuro que nos han negado con la razón de la fuerza. Pero no con la fuerza de la razón.

**PHN**

LA FUERZA DE LA RAZÓN

Región de Murcia  
Secretaría General  
de la Presidencia

Fig. 6. Artículo propagandístico (El Faro, 11/07/2005). El eslogan defiende el PHN y el *Trasvase del Ebro (Ropa)*. En este caso el gobierno regional se queja de que sólo se apueste por la construcción de plantas desaladoras y reutilización, consideradas estas medidas como complementarias.

En efecto, la sequía puede ser capaz de incorporar una gran agresividad respecto a los habitantes de un territorio, pero ello no implica que este fenómeno se deba considerar como excepcional. En el Sureste Ibérico, las sequías, desde el punto de vista de su génesis, son acordes con la dinámica atmosférica de este espacio. Es la intensidad de estas la que le confiere el grado de excepcional.

Sería conveniente, con el fin de minimizar al máximo el posible riesgo de sequía, considerar que es la sociedad más que la naturaleza la que determina la mayor o menor exposición a los peligros que este fenómeno conlleva. Incluso ante una situación de peligro, son las condiciones de carencia de medios de defensa, más aún que la intensidad del fenómeno, las que determinan un menor grado de protección de la población y sus bienes, y, por ende, una mayor vulnerabilidad.

De esta forma, el desencadenamiento de importantes descensos de los registros pluviométricos actúa como un agente que revela las debilidades del sistema socioeconómico y político de un territorio, poniendo en tela de juicio la capacidad de gestión de un recurso tan preciado como es el agua.

En definitiva, el riesgo de sequía en el SE español deriva de la sensibilidad de sus habitantes y actividades ante este continuo acontecimiento, que incorpora la cualidad de peligroso tanto por sus propias características como por las que le prestan las condiciones de la sociedad que los padece (Calvo García-Tornel, 2001).

### **2.3. La vulnerabilidad frente al riesgo de sequía**

Frente al riesgo de sequía, el requerimiento esencial de cualquier grupo humano es obtener la máxima seguridad posible. Esta seguridad se basa en dos pilares básicos: poder prevenir en lo posible el ritmo de los ciclos de sequía y poder contar en cualquier momento con una oferta de recursos hídricos superior a las exigencias socioeconómicas y naturales. En la Cuenca del Segura, como en otros tantos medios con déficit hídrico ocupados por el hombre, desde el Neolítico, cuando el ser humano comienza a sedentarizarse

cultivando la tierra y domesticando al ganado, existe una búsqueda de protección contra las alteraciones hídricas provocadas por una importante reducción de las precipitaciones y sus consecuencias sobre el medio humanizado.

Las sociedades que habitan territorios donde la sequía se presenta de forma periódica y temporal, en mayor o menor medida, destinan ingentes esfuerzos con el fin de conseguir un cierto nivel de seguridad frente al riesgo anteriormente mencionado. Este grado de seguridad será mayor o menor en función de la capacidad de percibir la amenaza que presente el grupo humano y de su disponibilidad de medios técnicos, económicos y organizativos. Es por ello que países desarrollados obtienen una mayor seguridad frente al riesgo indicado que aquellos otros situados en el denominado "Tercer Mundo", y, por tanto, las pérdidas económicas son relativamente menores y las humanas, derivadas de las escasas cosechas y falta de alimentos, nulas.

Sin embargo, una vez se consigue un grado de seguridad que se considera como satisfactorio se abandona la dedicación para ese fin, es decir, se desestiman o desatienden las prácticas preventivas, y de esta forma, el riesgo puede transformarse en catástrofe, retomando entonces de nuevo las actividades destinadas a evitar los negativos efectos que acarrea la materialización del riesgo de sequía.

### *2.3.1. Vulnerabilidad y desequilibrio oferta-demanda de agua*

Los períodos de sequía o indigencia pluviométrica rompen los equilibrios perseguidos en materia de oferta-demanda de agua de una forma lenta, y sólo se percibe la amenaza cuando dicho equilibrio desaparece.

En una cuenca hidrográfica como la del Segura, donde la sequía ha adquirido un carácter crónico, no se puede bajar la guardia, intentando realizar una gestión del recurso agua inmejorable, adaptándose de la mejor forma posible a las parcas o exiguas disponibilidades hídricas.

La organización del territorio en esta cuenca ha evolucionado históricamente, el hombre ha sabido sacar beneficio o utilidad de la

interrelación clima–suelo–relieve, ocupando un espacio con características hostiles para su permanencia y desarrollo.

Cuando hablamos de vulnerabilidad ante un riesgo como la sequía, nos referimos a la disposición que presenta una sociedad para defenderse de la amenaza. Para que esta amenaza alcance el grado de desastre debe de existir un desequilibrio o desajuste entre la estructura social y el medio físico o natural, predominando en este caso la intensidad de la sequía y sus efectos negativos sobre la capacidad de defensa y gestión del grupo humano.



Fig. 7. Recorte de prensa: la Mancomunidad de los Canales del Taibilla realiza estudios estimativos con el fin de adelantarse a posibles crisis venideras motivadas por el desmesurado incremento de la demanda de agua. Fuente: la Verdad de Murcia, 30/12/2005.

La vulnerabilidad frente a la sequía no es un hecho estático sino dinámico; progresa desde un estado inicial —deficientes precipitaciones y falta



de recursos hídricos— que se ve estimulado por diversas presiones como la rápida urbanización y crecimiento de la superficie de regadío, incrementándose así la inseguridad. Este es el caso en la Cuenca del Segura en su conjunto.

### 2.3.2. Riesgo de sequía y vulnerabilidad social

La vulnerabilidad derivada de los factores humanos resulta compleja de concretar como consecuencia de la gran variedad de componentes sociales, económicos y políticos, por tanto, el desarrollo de modelos predictivos frente al riesgo de sequía es arduo.

Como expresa Calvo García-Tornel (2001) *«la cuantificación concreta, o la estimación, de la posibilidad de pérdidas en bienes materiales, puede considerarse sin embargo que no es más que la punta del iceberg de una cuestión mucho más compleja y tiene la cualidad de favorecer el hecho de que, posiblemente demasiado a menudo, la tecnología y la gestión de la situación de catástrofe en sí misma sean los aspectos que dominan las políticas de defensa»*.

En efecto, ante el riesgo de sequía y su conversión en desastre, como ha ocurrido en numerosas ocasiones en este territorio, las políticas se encaminan a gestionar la catástrofe y proporcionar a los afectados los medios necesarios para recuperarse. Este es el caso de los numerosos decretos establecidos para paliar los efectos de las sequías, en los que se establecen una serie de medidas, fiscales y económicas en su mayor parte, para aliviar o calmar las iras de los más perjudicados, agricultores y ganaderos (p.e. Real Decreto Ley 10/2005, de 20 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los daños producidos en el sector agrario por la sequía y otras adversidades climáticas).

La materialización del riesgo de sequía en desastre debe de servir para conocer nuestro sistema hidrológico e hidráulico y las posibilidades que ofrecen al desarrollo del sistema socioeconómico. Una política real de prevención ante este riesgo debe valorar las necesidades y consumos totales y potenciales de agua por una parte, y la oferta y posibilidades de incremento de ésta por otra, llevando a cabo una gestión eficaz del recurso agua durante aquellos períodos

de equilibrio para poder dar respuesta durante otros de escasez pluviométrica e hídrica en general.

En realidad, la gestión del agua hasta ahora ha sido “*a la carta*”, es decir: según demanda. Si esta aumenta se busca agua donde sea (pozos, trasvases, desaladoras,...). La tendencia de esa demanda es naturalmente a crecer (en el Sureste Peninsular de forma desmesurada) y no tiene fin aunque el recurso es finito. La demanda, si no se controla, puede aumentar sin cesar. La cuestión está en controlar la demanda con usos adecuados del territorio y redistribuir la oferta de acuerdo con políticas definidas, y no pretender que se multipliquen las demandas de todas las actividades simultáneamente: regadío, turismo, consumo industrial y urbano.

Recurriendo a recursos externos (trasvases) la economía de este territorio será siempre dependiente de estas aportaciones, de manera que se dependerá no sólo de las sequías padecidas en este lugar sino también de las que se produzcan en los lugares que nos proveen y del aumento de las necesidades en esas áreas. Estos procesos son muy dinámicos y variables, de tal forma que la gestión del “*agua a la carta*” hace que este sector sur-oriental español sea cada vez más dependiente y vulnerable.

La vulnerabilidad ante el riesgo de sequía la encontramos en el nivel de efectividad que presente una sociedad determinada para organizarse y enfrentarse a dicho riesgo, de esta manera, la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía reside tanto en las características que presente este fenómeno como en la capacidad de respuesta de los habitantes de un territorio.

En este sentido, la Cuenca del Segura ofrece una capacidad interesante para encarar los continuos períodos de indigencia hídrica que azotan a esta zona. Sin embargo, y como se ha comentado anteriormente, esa capacidad de respuesta está siendo sobrepasada por los efectos negativos de la sequía, no porque ésta presente intensidades superiores, que por otra parte puede suceder, sino porque los efectos se ven potenciados por la continua desadaptación al medio natural y artificial creado para darle replica, al incrementar las superficies regadas, urbanizaciones y otros usos del suelo que demandan cantidades de agua excesivas para la oferta existente. La ordenación del territorio juega, en este caso, un papel primordial, y son las

autoridades políticas y de gestión municipal las que deben prever un uso racional del suelo para que este territorio, mientras los recursos de agua no posibiliten mayores consumos, no vea incrementada su vulnerabilidad a la contingencia de sequía.

Hasta ahora se ha hecho referencia a una vulnerabilidad estrictamente estructural: riesgo de pérdidas materiales y económicas sobre todo —pérdida de cosechas y animales, incremento del gasto e inversión en las estructuras agrarias, etc.—. Sin embargo, esta vulnerabilidad también viene determinada por las condiciones intrínsecas al grupo social que padece esos períodos secos. Estas cuestiones son de carácter distinto a la cuantificación de las dimensiones físicas expuestas al riesgo de sequía. Se trata de aquellos aspectos individuales como la percepción y valoración social del riesgo, legislación, políticas y organismos de gestión del riesgo, implicaciones económicas de los agentes que actúan sobre la gestión del agua y usos del suelo, etc.

Todos estos aspectos conforman o configuran un entramado complejo cuyo resultado final es el que hace que esa vulnerabilidad ante la sequía adquiera un grado menor o mayor, y en este último caso, que se alcance un desenlace catastrófico.

De una forma simplista, a la vez que complicada, una valoración de la percepción social de los caracteres del medio puede ofrecer, en gran medida, la actitud general adoptada por el grupo humano y, por tanto, su comportamiento frente al peligro.

La benignidad del comportamiento térmico que presentan sobre todo las tierras litorales y prelitorales en la Cuenca del Segura y en todo el SE Peninsular, donde existe un verano prolongado y se carece de un invierno climatológico propiamente dicho, junto a la elevada insolación media anual que se aproxima a las 3.000 horas de luz, gracias a un tipo de tiempo anticiclónico dominante, hacen que este territorio sea fuertemente demandado por su alta productividad tanto agraria como turística. Así, podemos afirmar que una de las razones del aumento de la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía entre otros, como podría ser el peligro de inundación, concretado también en desastre en multitud de ocasiones debido a las intensas precipitaciones torrenciales que

caracterizan igualmente a esta zona, reside en una valoración económica del grupo social, es decir, el aumento de la exposición frente al riesgo de escasez hídrica radica en una mayor apreciación de las ventajas que ofrece este espacio geográfico frente a sus inconvenientes episódicos. No existen estudios sobre vulnerabilidad social frente al riesgo de sequía en este territorio, a pesar de que los procesos sociales son trascendentales para su correcta evaluación.

El entorno jurídico y político es una pieza clave para la valoración de la vulnerabilidad; la existencia o no de una normativa preventiva y una legislación encaminada a gestionar el desastre una vez concretado el riesgo son aspectos básicos. Como en la mayoría de los casos, los esfuerzos van dirigidos a llevar a cabo una gestión eficaz del desastre, sin embargo, la normativa en materia de prevención es inexistente.

En cuanto a la cohesión social —otro factor esencial— existe una organización compleja entre agricultores y ganaderos sobre todo. La solidaridad es evidente entre éstos cuando el riesgo se acrecienta, pero esa solidaridad se difumina e incluso desaparece cuando se traspasan las fronteras político-administrativas, siendo patente una enorme desunión en materia y política de aguas a escala nacional. Esta conflictividad político-administrativa amplía de manera significativa la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía.

En referencia a la elección de medios técnicos de defensa, la Cuenca del Segura y todo el ámbito surestino peninsular presenta unos medios adecuados para tal fin. Han sido numerosas las actuaciones desarrolladas para paliar los efectos de la escasez hídrica (métodos y sistemas de riego, realización de embalses para almacenaje y posterior distribución de agua, adecuación de especies a las exiguas precipitaciones en los cultivos pluviales y ganadería extensiva, trasvases intercuenas, etc.).

En el momento presente, y debido a esa falta de cohesión político-administrativa interregional, existe una enorme incertidumbre sobre cómo y de qué manera llegará el agua a este territorio "deseoso de beber" ya que está realizando un desarrollo insostenible para la oferta hídrica actual.

El gobierno regional apoya con ímpetu el denominado "Trasvase del Ebro", por el contrario, el gobierno de la nación basa su política de aguas en la

implantación de plantas desaladoras y, mientras tanto, son numerosas las hectáreas de cultivo que han dejado de regarse y han perdido el fruto tan esperado en los mercados europeos que, por otra parte, podría buscarse en otros espacios para el futuro.

**REGIÓN**

**Los regantes madrileños que venden su agua esperan que otras regiones se animen**

Saturrino Sánchez: «Estamos de acuerdo» en enviar el agua a Murcia

Este año y el que viene no necesitarán sus caudales en la zona del alto Tajo

**M. BUITRAGO MURCIA**

Saturrino Sánchez, presidente de la comunidad de regantes de Estremadura, declaró ayer que posiblemente otros agricultores puedan animarse a vender sus derechos de agua tras el primer acuerdo alcanzado con los regantes murcianos y alcañitanos agrupados en el Sindicato Central. Este explicó que a falta de pequeños flocos que deben resolver los asensos, el convenio de esta primera operación de los futuros hitos de agua entre cuencas está pactado para que puedan enviarse 30,9 hectómetros cúbicos de agua a Murcia a través del Acueducto Tajo-Segura.

Estremadura, que se encuentra a 60 kilómetros de Madrid, es una pequeña localidad de algo más de mil habitantes. Su comunidad de regantes agrupa a 190 comuneros de la zona del Alto Tajo. Este año transferirá al Sindicato Central de Regantes su asignación anual de 30,9 hectómetros, a un precio no superior a los 120 euros por metro cúbico. Las pérdidas por el transporte, del 10%, serán asumidas al 50% por ambas partes.

Saturrino Sánchez cerró el acuerdo en una reunión que se produjo el martes por la tarde en Madrid con el presidente y vicepresidente del Sindicato. Francisco del Amor y Manuel Serrano. Al encuentro también asistió el presidente de la Confederación Hidrográfica del Tajo, el Sindicato Central de Regantes reunió esta tarde en Murcia a su Junta de Gobierno para estudiar el documento. Al acto asistirá también el director general del Agua, Jaime Palop, quien dará el respaldo oficial del Ministerio de Medio Ambiente a este primer banco de agua.

En declaraciones a La Verdad, Saturrino Sánchez explicó ayer que fue el Ministerio de Medio Ambiente quien puso en contacto a los regantes madrileños y murcianos. Hemos acordado debido a que estamos reformando nuestra zona regable, con diver-

**LA VERDAD • JUEVES**  
24 DE ENERO DE 2006

**Narbona: «Ahorra tendríamos más reservas si el PP hubiera mejorado los regadíos»**

**EP MURCIA**

Los embalses tienen un 30% más de agua respecto a los niveles actuales e hace una década se hubiera ejecutado en España la modernización de regadíos que «daría está en gran medida pendiente en todo el país», aseguró ayer la ministra de Medio Ambiente, Cristina Narbona.

Narbona afirmó ayer que el anterior Gobierno debería haber ejecutado la modernización de regadíos al menos desde la sequía de 1985. Advertió que en este país se ha considerado demasiado tiempo el agua un bien infuente y prácticamente gratuito.

«En España se desecha agua, y en particular en la agricultura, casi en todo el territorio, salvo algunos regadíos muy eficientes, en algo más de la mitad de las hectáreas cultivadas en Murcia, en Alicante y en Almería, explicó. La ministra recordó que el Depósito de agua que el anterior Gobierno prometió en muchas comunidades del Plan Hidrológico Nacional.

Al inicio de la actual legislatura, indicó, ese país tenía un volumen de inversiones reales ejecutadas por debajo del 13%, y en comunidades como Murcia y Valencia el valor era incluso menor.

mantenimiento durante el año 2006 de la actual operación del pago de los apartados 1 y 2 de las tarifas del Travesía Tajo-Segura, punto que en otro caso la cifra resultante de sumar el importe de la compensación, más la tarifa del travesía, sería inabordable para el uso de las aguas. En consecuencia, la validez del presente contrato se condiciona al mantenimiento de esta exención contable...»

También ha pedido que el desembolso se realice antes del 1 de julio; así como se establezca un control en la presa de Bolívar—desde donde parte el canal del acueducto en dirección a Murcia— para que no se desembolque río abajo los 20,9 hectómetros cúbicos que han comprado. Este volumen es el que debe quedar en los pantanos de la cabecera del Tajo para transferirlo a Segura.

**verdad.es**

Webmail | Alertas | Envío de titulares

ERIDICO | ECONOMIA | DEPORTES | OCIO | CLASIFICADOS | SERVICIOS | CENTRO

**REGIÓN**

**REGIÓN MURCIA**

**Narbona le para los pies a Iglesias y le advierte de que no puede blindar el Ebro**

El presidente de Aragón matiza su propuesta después de que la ministra le recordara que se trata de una competencia estatal El aviso sirve también para Castilla-La Mancha, cuyo gobierno pretende controlar el Tajo en la reforma de su Estatuto

EP / M. BUITRAGO/MURCIA

El presidente de Aragón, Marcelino Iglesias, tuvo ayer que matizar su propuesta dirigida a blindar el río Ebro, ante la amenaza de futuro trasvases, aprovechando la próxima reforma del Estatuto de Autonomía de aquella comunidad. La ministra de Medio Ambiente, Cristina Narbona, salió al paso de dicha pretensión para recordar que las atribuciones sobre los ríos que discurren por varias regiones son competencias exclusivas del Estado.

Narbona explicó que la gestión del agua del río Ebro debe respetar el marco constitucional. En este sentido, afirmó que «las modificaciones de los Estatutos no pueden cuestionar lo que es el marco constitucional de la gestión del agua en nuestro país. Aquellos ríos que discurren por más de una cuenca hidrográfica tienen como gestor al Gobierno de la Nación», informa Europa Press. En la misma línea, la ministra de Medio Ambiente aseguró que es «verdad que las confederaciones hidrográficas queremos que incorporen un proceso de corresponsabilización con las comunidades autónomas. Eso significa que en todo caso un río como el Ebro seguirá estando en una Confederación del Gobierno de la Nación, que tendrá por lo tanto la última decisión de cualquiera de los temas que puedan afectar al río».

Además, recordó que la Directiva Europea establece muy claramente la unidad de cuenca como principio rector, y que hay que considerar la cuenca en su totalidad. Finalmente, Narbona destacó que esta cuenca discurre por varias comunidades autónomas, y que por lo tanto hay que respetar el marco constitucional, además de la propia Directiva Europea.

**JAIME PALOP BENDICE HOY EN MURCIA EL PRIMER BANCO DE AGUA DE 30,9 HECTÓMETROS**

**CABECERA.** Tuberías por las que se elevan los caudales del Tajo desde la presa de Bolívar. I. G. C./AEN

ofeón, por lo que habría que autorizar otro decreto o ampliar el que hay ahora.

**Acuerdo entre los regantes**

El presidente de los regantes de Estremadura apuntó que «la inmensa mayoría de los agricultores de la zona están de acuerdo con esta transferencia de caudales, con la excepción de algún parcelista. Cree que la transferencia de caudales hacia el Segura podrá realizarse de inmediato en cuanto se ratifiquen los puntos del convenio por ambas partes. El Ministerio de Medio Ambiente debe dar también su visto bueno, sobre todo en lo que afecta a las condiciones propuestas por los regantes murcianos, que han solicitado que se prorrogue a este año la condición de la mayor parte de la

Fig. 8. artículos de prensa. Izquierda: cohesión entre usuarios agrícolas del recurso agua (26/01/2006). Derecha: conflictos político-administrativos entre gobiernos de distintas CC.AA (15/09/2005). Fuente: La Verdad de Murcia.

Hoy día, un factor fundamental para evaluar la vulnerabilidad frente a la sequía es el cultural-educativo. En la actualidad se está llevando a cabo una política masiva de información promocionando el ahorro en el consumo de agua. Este territorio, debido a su situación de aridez perpetua, no es despilfarrador de agua, así lo demuestran las cifras de consumo urbano (161 litros por persona y día según el INE (2004) y 158 litros/habitante/día según Aguas de Murcia en 2007). Pero gracias al enorme crecimiento poblacional, sobre todo por el establecimiento de personas procedentes de otros medios húmedos no acostumbrados a la falta de este vital recurso, el consumo se dispara, no sólo de forma general sino que podría dispararse el consumo medio

por habitante y día, y de forma creciente en los meses estivales, generando un progresivo aumento de esta vulnerabilidad ante episodios de sequía.

La información difundida por los medios de comunicación cuando aparece un período seco atiende de forma general a la magnitud del fenómeno y a sus consecuencias, ocultando otros muchos aspectos que son los que, verdaderamente, conceden al riesgo su aptitud catastrófica.



Fig. 9. Campaña de sensibilización en el ahorro de agua. Fuente: El Faro (10/07/2005).

En ocasiones, la información queda manipulada por los gestores para defender que el fenómeno de la sequía carece de explicación racional, concediéndole el carácter de inevitable para esconder unas responsabilidades, a veces, evidentes. Un buen ejemplo de esta situación lo encontramos en los efectos de la sequía 1981-1984 en el Sureste español, agravados por los exagerados desembalses realizados en la Cuenca Alta del Tajo durante los años 1979 y 1980, años de normalidad pluviométrica en las tierras surestinas (Morales Gil *et al.*, 1999). Las consecuencias económicas durante los años 1981 y 1983 en esas tierras fueron muy graves como consecuencia de la inexistencia de caudales para abastecer el Trasvase Tajo-Segura, sin embargo,

para la administración, como de costumbre, fueron años de sequía extraordinaria.

Por tanto, los factores de vulnerabilidad ante el riesgo de sequía se reducen, básicamente, de forma material a través de la situación de exposición al riesgo y también como una incapacidad para prevenir y afrontar el peligro cuando se presenta.



Fig. 10. Artículo de prensa. El conflicto entre el gobierno regional y el gobierno de la nación en torno a la sequía y abastecimiento de agua acapara el mayor número de noticias en los medios de comunicación de la Región de Murcia. Fuente: La Opinión de Murcia, lunes 16 de enero de 2006.

### 2.3.3. Reflexiones entorno al riesgo inducido de sequía y vulnerabilidad asociada

Una conclusión no muy alentadora parece imponerse: no sólo se ocupa cada vez con mayor intensidad un medio que se caracteriza por una variabilidad pluviométrica que implica riesgo de sequía en muchos casos, sino que los grupos humanos son también capaces con su actuación de aumentar la peligrosidad de dicho riesgo «natural».

Si, como ocurre en este caso, es la propia actividad humana la que genera una mayor o menor vulnerabilidad ante el riesgo de sequía, cuando se trata de luchar contra esta adversidad e intentar minimizarla, hay que hacerlo desde el interior de la sociedad afectada, generando nuevas posturas, condiciones y capacidades de actuación.

El riesgo de sequía, las pérdidas, conflictos y dificultades que este ocasiona cuando se concreta, podrían reducirse si antes se adoptan las medidas adecuadas e informativas a los pobladores de estos espacios a fin de que sepan convivir con él y no consideren lo ocurrido como una catástrofe de carácter excepcional o enfado divino, excusa de políticos y técnicos a menudo para intentar evitar con habilidad responsabilidades ante una falta de planificación.

Parece plausible entonces afirmar que el estudio interrelacionado del factor climático y socioeconómico es básico en la realización de un análisis de riesgo como el que se plantea en esta tesis doctoral. La incidencia de la estructura socioeconómica y el nivel de desarrollo en la fragilidad ante cualquier desastre natural en general, y ante las sequías en particular, así lo exige.

#### **2.4. El estudio de las sequías en España**

La cuenca del Guadalentín, al igual que el resto del Sureste de la Península Ibérica, ha sufrido tantas secuencias secas que podría decirse que éstas son características de su configuración climática. La implantación temporal tan prolongada de estas secuencias pluviométricas secas en estas tierras semiáridas hace de la sequía pluviométrica un riesgo climático peculiar. Sus efectos se hacen sentir de forma paulatina y, por lo tanto, se complica la percepción del inicio de estos episodios extremos.

No es extraño encontrar en archivos eclesiásticos y civiles largos episodios secos, de hasta cuatro años de duración, causantes de situaciones catastróficas y crisis de subsistencia. Episodios equiparables a este tipo de sequías en la época de registro instrumental se dieron en los primeros años de



las décadas de los ochenta y noventa del siglo XX. A modo de ejemplo, puede citarse la convocatoria de un certamen para el estudio de las causas de la sequía en las provincias de Murcia y Almería y la posibilidad de atenuar sus efectos. Dicho certamen, promovido por real decreto de 30 de marzo de 1850, y por el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas, trataba de abordar con carácter científico el tema de las sequías por entender que se revelaba como un fenómeno peligroso y perseverante, que podía influir muy negativamente en el bienestar económico y social de las poblaciones afectadas. Con esta actuación se pretendía premiar a las dos mejores memorias técnico-científicas sobre las causas de las sequías en las provincias aludidas y promulgar una serie de propuestas para minimizar sus impactos. Tal concurso se celebró con motivo de la profunda crisis socioeconómica provocada por el intenso período seco de 1847-1850, aunque anteriormente y durante toda la primera mitad del siglo XIX se habían sucedido varios años con intenso déficit pluviométrico.

Casi el 50% de los años comprendidos en la primera mitad del siglo XIX se caracterizaron por una débil producción agraria como consecuencia de la escasez de lluvias (Calvo García-Tornel, 2003). Según este autor, los trabajos premiados en aquel certamen estuvieron enfocados hacia dos temas de capital importancia. Manuel Rico y Sinobas, ganador del primer premio, doctor en Ciencias Físicas y en Medicina, trató el fenómeno físico de la sequía desde una óptica meteorológica; mientras que José de Echegaray y Lacosta, ganador del accésit, nombrado catedrático de Agricultura en Murcia en 1835 y conocedor de la situación padecida en estos territorios sur-orientales de España, apostó por introducir las limitaciones que la escasez hidráulica impone al cultivo desde un punto de vista agronómico.

La aportación de Rico y Sinobas sobre los factores desencadenantes de las sequías es, quizá, la más interesante de su trabajo, a pesar de las limitaciones impuestas por la falta de datos meteorológicos. Reconoce la alta irregularidad pluviométrica surestina y, por tanto, de la producción agrícola, proponiendo, como solución a la penuria de recursos hídricos, la realización de obras hidráulicas y la captación de aguas subterráneas.

Echegaray, sin embargo, se basa en la percepción subjetiva de los habitantes y, sin dar explicaciones causales, expresa el testimonio u opiniones de la población afectada:

*[...] pero por grandes que sean y aun densos los nublados,  
no hacen más que aparecer y desaparecer días y días, y al último se  
desvanecen burlando las esperanzas del infeliz labrador.*

Termina Echegaray con unos consejos agronómicos para intentar incrementar los beneficios agrícolas, y hace hincapié, como se ha visto anteriormente, en la selección de especies de cultivo resistentes a la sequía.

Históricamente, la sequía puede considerarse como un suceso natural de imponente trascendencia, ya que por su causa se han visto assoladas las poblaciones por hambrunas y se han estimulado movimientos migratorios masivos. Hoy día, la cuestión parece haber logrado un sustancial salto cuantitativo y cualitativo.

En el ámbito de la cantidad de agua aprovechable, cada vez resulta menos adecuado afrontar la cuestión de las sequías como crisis esporádicas, más o menos catastróficas, que terminan por reequilibrarse con el tiempo y las voluntades de enmienda. En cambio es embarazoso menospreciar las estimaciones que indican cómo las necesidades de agua se doblan, inducidas básicamente por el crecimiento demográfico y la expansión del regadío. La presunta recuperación parece, por tanto, cada vez menos probable y cada episodio de sequía un paso más hacia una situación crítica.

Actualmente, y a pesar de los avances científicos, mejor conocimiento del medio, mayor capacidad de organización social y poder económico, los problemas y dificultades ocasionados por las secuencias pluviométricas secas siguen sin superarse, generando conflictos de todo tipo y convirtiéndose en una de las principales armas políticas.

Con anterioridad a la edición de estas dos obras sobre sequías dotadas de cierto carácter científico e integral, Cavanilles (1795) publicaba sus observaciones sobre la historia geográfica y agrícola del *Reyno de Valencia*,

sin dejar de hacer alusión a los efectos generados por episodios secos y a la ordenación de los espacios agrarios.

En las postrimerías del siglo XIX, e insertas entre el movimiento regeneracionista, surgen varias obras sobre *los males de la patria* (Mallada, 1890) y *el problema nacional* (Macías Picavea, 1899) donde se hace referencia a la escasa productividad agraria, consecuencia en parte de la escasez pluviométrica y, sobre todo, de las *pertinaces* sequías que asolan el solar ibérico.

Durante los albores del siglo XX, entre los estudios de índole general, destacan los trabajos de Bentabol (1900), sobre *las aguas de España y Portugal*, y, los referentes a las causas de la escasez pluviométrica y la aparición de fases secas, en definitiva, estudios climáticos sobre las sequías (Puig y Soler, 1905; Iranzo Benedito, 1911; Dantín Cereceda, 1912); y sobre la ordenación tradicional de los espacios agrarios influidos por las sequías (Brunhes, 1902; Dantín Cereceda, 1916; entre otros).

Avanzado ya el siglo XX, destacan algunos trabajos sobre gestión hidráulica (Lorenzo Pardo, 1933), donde se hace hincapié en la irregularidad pluviométrica que sufre la mayor parte del territorio nacional y se enuncia la crisis de sostenibilidad del modelo de gestión hidráulica vigente hasta esos momentos; se intentan identificar sus raíces históricas y definir sus características y sus implicaciones fundamentales.

En el caso español la constatación de desequilibrios hidrológicos —dotaciones y consumos de agua— entre áreas diferentes antigua. Asimismo, la carencia de agua se considera ya un "fenómeno estructural" en numerosos y amplios sectores del territorio nacional. Con ello el casual papel tradicional de la sequía se desvanece ante un escenario general que aparece como mucho más problemático y complejo, situación a la que ayuda el hecho de que los esfuerzos llevados a cabo para minimizar el "desequilibrio hidrológico" encubren y modifican el impacto directo de las situaciones temporales de déficit, haciendo su percepción mucho más difícil.

También, durante este primer período del siglo XX se despierta entre los expertos la sensación de la aproximación de una sequía *universal* (Puig, 1935)

y *agotadora* (Lorente, 1944; Jansá Guardiola, 1955). Otra nueva línea de investigación que crece en estos momentos es la basada en el empleo de técnicas y métodos de evaluación de las sequías (Dantín Cereceda y Revenga Carbonell, 1941; Lorente, 1947;...). Son igualmente numerosos los trabajos sobre sequía climática y características de los climas secos, donde el concepto de aridez se combina con el de sequía (González Quijano, 1918, 1925, 1946; Instituto Geográfico y Estadístico, 1920; Blázquez, 1921; Arnaud, 1925; Lorente, 1930; Lautensach, 1931; Jefferson, 1932; Dantín Cereceda, 1940; Hernández Pacheco, 1940; Ministerio de Obras Públicas, 1942; Gausson, 1948; Hessinger, 1949...). Tampoco faltan estudios sobre episodios de sequía históricos (Lorente, 1945; Puig, 1949a, 1949b, 1949c; Dué Rojo, 1953;...), algunos de ellos referidos a sus efectos en el sector agrícola (Domingo y Quílez, 1931) y a la ordenación tradicional de los espacios agrarios (Dantín Cereceda, 1942).

Las sequías que, en los años centrales del siglo XX, afectaron con diversa intensidad la Península Ibérica pusieron en evidencia el desfase existente entre necesidades de consumo y recursos de agua disponibles, impulsando una intensa política de obra pública centrada principalmente en elevar la capacidad de almacenamiento y, en segundo término, en facilitar el transporte de caudales e incluso la unión entre distintas cuencas.

Sobrepasada la primera mitad del siglo precedente al actual se publican varias obras de carácter general que abordan aspectos conceptuales aplicados por investigadores españoles —simposios nacionales e internacionales y resúmenes de conferencias y debates de organizaciones como la OMM— (Subrahmanyam, 1967; Heras, 1973; Schulz *et al*, 1973; Organización Meteorológica Mundial, 1974, 1975). En cuanto a métodos y técnicas destacan las obras de López Gómez, J. y López Gómez, A. (1959) sobre *el clima de España según la clasificación de Köppen*; Gibss y Maher (1967), que establecen el método de los deciles como indicador de la severidad de la sequía, y Elías Castillo y Ruiz Beltrán (1973), que determinan una clasificación agroclimática de España basada en la categorización ecológica de Papadakis. Surgen ya algunas obras sobre los efectos ambientales de las sequías (Martínez Borque, 1952), donde se relaciona sequía y erosión, trabajos sobre

actuaciones frente a este tipo de episodios (II Congreso Nacional de Ingeniería, 1951), investigaciones sobre la generación de lluvia artificial (Durán Farell, 1955; García de Pedraza y García Sanjuán, 1969) y otras publicaciones donde la ordenación de los recursos y la economía del agua son cuestiones vitales (Llobet Reverter, 1958; Vilá Valentí, 1960; Gil Olcina, 1967, Morales Gil, 1968,...).

Vilá Valentí (1961) señala que los rasgos climáticos del Sureste español han motivado una dura y secular pugna de sus habitantes contra el grave problema de la sequía. El autor se hace eco de las soluciones tradicionales: sistemas de cultivo con largos barbechos, existencia de ganado adaptado a la insuficiencia de pastos naturales, creación de pequeños regadíos por medio de presas y canales de derivación instalados en corrientes fluviales efímeras, etc. Pero, también alude a medidas más recientes propuestas para solucionar el fuerte éxodo rural y elevar el nivel de vida: introducción de nuevas plantas y sistemas de cultivo —*arenados* o *enarenados*—, conseguir una buena selección en la raza caprina murciana y cruces bovinos que mejoren el rendimiento, y expansión del regadío a partir del alumbramiento de las aguas subálveas y mantos freáticos..., aunque ya deja claro que la expansión del regadío sólo podrá hacerse con aguas ajenas a esta región climática.

Tradicionalmente, la sequía ha sido considerada básicamente como un riesgo de carácter agrícola, de manera que sus implicaciones sociales y económicas se han buscado de forma preferente en el ámbito rural. La naturaleza compleja de las secuelas derivadas del fenómeno y su desarrollo a lo largo del tiempo ayuda, ciertamente, a que su influencia sobre la práctica agraria sea intensa y variada.

Sin embargo, remarcar sólo la incidencia de la sequía sobre las cosechas restringiría bastante la dimensión de los inconvenientes derivados de ella, por indudables y graves que éstos sean. La diversidad e importancia del uso de los recursos hídricos en la sociedad actual conlleva situaciones verdaderamente deficitarias. Desde el punto de vista económico, una de las principales actividades afectadas es la generación de energía hidroeléctrica. El aprovisionamiento en agua potable de las poblaciones puede verse también seriamente afectado, obligando a establecer restricciones de uso a veces de

gran trascendencia. Pero junto a estos efectos directos y evidentes aparecen otros indirectos y no menos graves, como el aumento de incendios forestales o la contaminación de ríos y acuíferos sobre los que se realiza una presión extrema, resultando difícil mantener su salubridad.

A partir de esta época aumentan considerablemente los estudios climáticos (Gausson, 1952; Lorente, 1953, 1955, 1956, 1960, 1961; Lautensach, 1956; Fernández Alonso, 1957; Neumann, 1960; Jansá Guardiola, 1961, 1973; Vilá Valentí, 1961; Thornthwaite, 1963; Mateo González, 1964; Palmer, 1965; Geiger, 1973; etc.). Continúan también apareciendo trabajos relacionados con episodios de sequía históricos (Lorente, 1969; García de Pedraza *et al.*, 1974a, 1974b;...), pero, quizá, las aportaciones más originales durante el tercer cuarto del siglo XX sean las que analizan la sequía como riesgo climático con origen natural (Organización Meteorológica Mundial, 1971). En muchas de ellas se hace alusión a la naturaleza y alcance del desastre en sí y/o se analiza la contingencia de daño o peligrosidad y la exposición ante el fenómeno sequía.

Durante el último cuarto del siglo XX los estudios sobre episodios de sequía son más copiosos, dada la mayor sensibilización con la problemática del agua y el cambio climático. En estos años y durante el inicio del siglo XXI la producción científica sobre el tema es muy extensa, por lo que las citas, en este caso, resultan parcas respecto a la totalidad de los trabajos editados. Una amplia bibliografía de referencia obligada se incluye en la recopilación de Hernández Hernández y Torres Alfosea (2001) y de Espejo Marín y Calvo García-Tornel (2003), en la cual establecen una relación de aquellos trabajos relacionados con el riesgo de sequía.

Entre las obras generales sobre las sequías, destaca el trabajo de Charre (1977). Según este autor, el *umbral de sequía* no puede definirse climáticamente. Dicho umbral se sitúa sobre la curva de distribución de las precipitaciones, pero son las características sociales, económicas e incluso políticas de cada región las que determinan su posición concreta. Esta interpretación conlleva un cambio importante dentro del concepto de sequía, pues el umbral de este fenómeno sería fluctuante en la medida en que lo son las demandas de agua —exigencias sociales y económicas— o en la medida

en que cambie el concepto de crisis económica —consideración social y política— (Pérez Cueva, 1983).

Ante el riesgo de sequía, aunque no cabe duda de que el umbral de calamidad se ha elevado selectivamente para determinados usos y en ciertos sectores del territorio español, la vulnerabilidad general ante una crisis de dimensiones imprevistas ha aumentado de forma extraordinaria. De hecho, la política de reunir recursos y favorecer su distribución viene generalmente acompañada por la creación de nuevos consumos, que igualan o incluso superan las disponibilidades hídricas totales. En cualquier caso, el relativo equilibrio que podría esperarse de una política como la referida se rompe a menudo cuando el incremento del consumo se antepone a la disponibilidad inmediata de recursos, como recientemente ha ocurrido en la Cuenca del Segura.

Dos episodios secos relativamente próximos en el tiempo, situados en los años 1981-86 y 1992-96, pueden aclarar algunos de los aspectos hasta ahora señalados. La primera de ellas afectó a gran parte de la Península Ibérica y sus características han sido analizadas con suficiente detalle, advirtiendo sus consecuencias directas en la actividad agraria —descenso de cosechas— y acusado aumento del número de sondeos y pozos de sequía. El efecto más inmediato es el descenso alarmante de los niveles piezométricos, con claros síntomas de sobreexplotación y salinización de acuíferos en las cuencas del centro y sur de España y situaciones extremas en las del Júcar, Segura, Guadiana y Sur.

Son numerosos los trabajos referentes a los problemas del agua en España (Morales Gil, 1985, 1986; Gil Olcina, 1993, 1997; Cabezas Calvo-Rubio, 1995; Rico Amorós, 1998; Gil Olcina y Morales Gil, 1999;...) y aquellos otros donde se reflexiona en torno a la sequía (Gil Olcina, 1986; Font Tullot, 1989; Pita López, 1990; Calvo García-Tornel, 1991; Montaner Salas, 1992; Almarza Mata y Balairón, 1995; Rico Amorós y Olcina Cantos, 1998;...).

La política hidráulica de esta etapa ha sido examinada con profundidad y, respecto a los inconvenientes relacionados con la sequía, valorada en ocasiones como parte decisiva de "una evolución positiva en la vulnerabilidad

social frente a los déficits hídricos". El punto de vista general con que se abordan los problemas creados por la penuria de agua, puestos trágicamente de relieve por accidentales crisis de sequía, basa su solución en la adopción de obras y medidas que tiendan a hacer elástica la oferta y la demanda de agua. Sin embargo, no es ésta una solución de fácil aplicación, como han certificado los últimos episodios secos, ya que exige altas capacidades técnicas no siempre disponibles. Realmente, estas políticas no tratan de afrontar episodios secos haciendo menos vulnerable el sistema humano de uso del agua, sino de redistribuir los recursos hídricos, tratando de situarlos allí donde sean más rentables en el ámbito económico o social.

Aspecto de gran interés es la introducción del concepto de percepción de la sequía, su evolución y las diferentes apreciaciones de este fenómeno natural. Morales Gil y Rico Amorós (1996) realizan un estudio de la sequía en el Sureste de la Península Ibérica, ahondando en la importancia que tiene este fenómeno para el desarrollo de las actividades humanas. Lejos del discurso catastrofista de la controvertida hipótesis del cambio climático planetario, en este trabajo se ofrece una reflexión acerca de sus causas y consecuencias que, cada vez más, evidencian las limitaciones que introduce la aridez en dicho territorio en relación con la ausencia de una planificación racional de las actividades económicas —regadío, urbanización y turismo— coordinada con la previsión de unas actuaciones realistas sobre las disponibilidades hídricas.

En el año 2000, Morales Gil, Olcina Cantos y Rico Amorós continúan esta línea de investigación. La percepción del fenómeno climático de la sequía ha evolucionado en relación con la transformación económica y la modificación de los hábitos de vida y de consumo ocurridos en los últimos cincuenta años en la sociedad española. La secuencia seca de 1966-67, de consecuencias económicas importantes en el SE Ibérico, marca el cambio de la tradicional adaptación a la reducción de lluvias a su consideración como secuencia catastrófica, consolidándose esta percepción en los episodios de sequía más recientes de 1978-84 y 1992-96. El aumento desmesurado de las demandas de agua y una planificación poco eficaz de los recursos hídricos está en el origen de este modo de entender un hecho natural.



En cuanto a los métodos y técnicas de evaluación de las sequías destaca la aplicación de la estadística avanzada —cadenas de Markov— (Pérez Manrique, *et al.*, 1984; Martín Vide y Moreno García, 1985; Martín Vide *et al.*, 1992; Conesa García y Martín Vide, 1993; etc.). También es frecuente el uso de la prensa en el estudio de las sequías (Pita López, 1985; Bayés Bruñol, 2004) y el análisis de rogativas *pro pluvia* y otras fuentes históricas para determinar episodios secos durante períodos sin registro instrumental (Barriandos Vallvé, 1997; Martín Vide, 1997; Zamora Pastor, 1999, 2000;...).

El análisis de la prensa regional se presenta como un instrumento de gran utilidad en la interpretación de los escenarios de sequía. El tratamiento detallado de las noticias ayuda a analizar los episodios de escasez de agua y los impactos territoriales derivados, la capacidad social de afrontar la irregularidades en el uso del agua, la creciente dependencia de determinadas cuencas a la disponibilidad de agua embalsada, las disponibilidades locales de agua, la progresiva pérdida de elasticidad de la oferta de agua almacenada ante el aumento del número de usuarios y las demandas de agua, que acelera el retroceso de las reservas hidrológicas.

Para el estudio de las secuencias de indigencia pluviométrica ocurridas en tiempos históricos es preciso recurrir a una metodología específica que permita tanto la obtención de información válida como la cuantificación de los datos obtenidos. Son de gran valor para este tipo de estudios los registros de *rogativas pro pluvia* que aparecen en los libros de Actas Capitulares de los legajos municipales y archivos parroquiales. La celebración de este tipo de ceremonia religiosa pone de manifiesto una notoria preocupación por parte de los organismos civiles y eclesiásticos y, en definitiva, del pueblo, en relación con la escasez de las precipitaciones y la inminente necesidad de recursos hídricos.

En las últimas décadas son muy numerosos los estudios climáticos sobre las sequías (Capel Molina, 1977, 1981, 1982, 1984, 1990, Clavero Paricio, 1977; Castillo Requena, 1980; Martín Vide, 1980; Pérez Cueva y Escrivá Ortega, 1982; Font Tullot, 1983; Almarza Mata, 1986; Pita López, 1986; Pérez Cueva, 1988; García de Pedraza y García Vega, 1989; Uriarte Cantolla, 1990; Cuadrat Prats, 1991; Laita Ruiz de Asua y Grimalt Gelabert, 1994; Olcina

Cantos y Rico Amorós, 1994, 1995; Almarza Mata y López, 1995; Balairón, 1995; Gil Olcina, 1995; Gil Olcina y Morales Gil, 2001; etc.).

Las contribuciones al análisis de las sequías como riesgo climático, hasta entonces insignificantes, comienzan a proliferar, especialmente las relativas al estudio de episodios secos y sus consecuencias (Calvo García-Tornel, 1982, 1984, 1986, 2001; Pita López, 1987, 1989; Capel Molina, 1990, Mateu Bellés, 1990; Ayala Carcedo, 1993; Marco Molina y Mataderrona Coll, 1993; Olcina Cantos *et al.*, 1993; Olcina Cantos, 1994; Ayala Carcedo y Olcina Cantos, 2002; García Marín y Conesa García, 2006; García Marín, 2006; etc.).

En concreto, resultan bastante frecuentes, dentro de este período, los trabajos sobre los efectos de las sequías en el medio agrario y en el abastecimiento urbano (Cruz Villalón, 1988; Senent Alonso y López Bermúdez, 1988; Valenzuela Rubio, 1988; Del Moral Ituarte, 1996; López Camacho, 1997; Gómez Mendoza y Mata Olmo, 1999; Olcina Cantos y Rico Amorós, 1999;...).

Fuera del ámbito agrario, la disminución del caudal embalsado durante la fase seca de comienzos de la década de los ochenta del siglo XX ocasionó pérdidas en la producción hidroeléctrica y dificultades en el abastecimiento de numerosos núcleos urbanos, particularmente en las provincias de Badajoz, Sevilla, Toledo, Tarragona y Cádiz. El "Plan Agua Roja", establecido por Protección Civil, trató entre 1981 y 1983 de solucionar estas situaciones, procurando el abastecimiento incluso mediante camiones cisterna.

Cubillo González (1994) analiza la relación entre las sequías y los métodos de evaluación de la capacidad de suministro de los sistemas hidráulicos de abastecimiento. Las tareas de planificación de un sistema hidráulico de abastecimiento, a la hora de evaluar la garantía del mismo para suministrar las demandas actuales o proyectadas, deben tener en cuenta múltiples aspectos entre los que no son de menor importancia las reglas que sigue cada sistema en su explotación. Según Cubillo, estas reglas de operación manejan principalmente dos niveles de decisión: las condiciones en que se iniciará la utilización de recursos estratégicos o de emergencia y las situaciones en que sería preciso solicitar reducciones de la demanda. Por otra parte, la planificación del sistema de abastecimiento no puede dejar de considerar la eventualidad de que se produzcan fenómenos de sequía más severos que los

conocidos hasta ahora, siendo además esta contingencia uno de los factores de decisión en la explotación. Con tal fin, este autor propone una metodología para la evaluación de la capacidad de suministro de un sistema de abastecimiento mediante la utilización de modelos matemáticos de simulación de la explotación. Como ejemplo se muestra el análisis de un sistema de la complejidad del abastecimiento a la Comunidad de Madrid gestionado por el Canal de Isabel II.

Simultáneamente alcanzarán gran importancia desde la década de los ochenta del siglo anterior los estudios de los efectos de las sequías sobre el medio ambiente, consecuencia de la mayor sensibilidad de la sociedad respecto a las cuestiones ambientales (López Bermúdez, 1985, 1994, 1995, 1999; Balairón, 1995; López Bermúdez y Rognon, 1996; Rico Amorós y Olcina Cantos, 1997; entre otros). López Bermúdez y Sánchez Fuster (1997) analizan las sequías y su impacto sobre el riesgo de desertificación en la Cuenca del Segura. Como en otras tierras mediterráneas semiáridas con déficit hídrico crónico, los *traumatismos* inducidos por las sequías muestran múltiples caras: pérdidas de cosechas, reducción de la superficie cultivada, problemas de abastecimiento, debilitamiento de las masas vegetales, incendios, deterioro del suelo y las aguas, conflictos sociales, incremento del riesgo de desertificación, etc.

Adaptarse a estas situaciones meteorológicas, desarrollar métodos y técnicas de uso y gestión de los recursos naturales ante el riesgo de sequías y educar para la sequía y la aridez se convierte en una necesidad. Según estos autores anteriormente mencionados, el riesgo podría ser minimizado con unas políticas ambiental y económica que fundamentaran sus intervenciones en la aceptación y previsión de tales condicionantes climáticos y ambientales. En general, la vulnerabilidad de los geosistemas a las sequías, a una presión humana excesiva o a inadecuados cambios en los usos del suelo, favorece la pérdida de productividad, disminuye la capacidad de recuperación del suelo y conduce a la desertificación del territorio (López Bermúdez, 1999). La necesidad de identificar un conjunto de indicadores a diferentes escalas espaciales y el desarrollo de una metodología específica constituyen herramientas necesarias para la planificación y la aplicación de un modelo de

desarrollo sostenible. López Bermúdez (1999) realiza una aproximación al problema, identificando un conjunto de indicadores biofísicos y socioeconómicos de la desertificación que pueden servir de antecedente y orientación. El problema adquiere, por tanto, dimensiones generalizadas y además se ve agravado por el hecho de que no sólo se trata de carencias en la cantidad de recursos disponibles. También la calidad del agua disponible se degrada, a veces debido a su excesiva explotación, al uso de abonos o a la contaminación industrial.

El uso masivo y creciente del agua ha acabado por convertirla, a partir de una tradicional consideración como recurso colectivo, en recurso económico raro, caro, polémico, objeto de presiones y fuente de posibles conflictos políticos.

El número de publicaciones sobre gestión de aguas y actuaciones frente a las sequías también progresa en la actualidad, siendo ésta una cuestión vital para atenuar los efectos de los episodios secos severos (Protección Civil, 1983; Pérez Pérez, 1986; Gil Olcina y Morales Gil, 1988, 1995, 1999; Morales Gil y Vera Rebollo, 1989; Box Amorós y Morales Gil, 1994; Bru Ronda y Santafé Martínez, 1995; Gil Olcina, 1995; Morales Gil, 1995; Pita López, 1995; Vera Rebollo y Rico Amorós, 1995; Balairón *et al.*, 1996; Rico Amorós, 1996; Gómez Espín, 1997; Calvo García-Tornel, 1999;...). Del Moral Ituarte (1997) estudia los problemas fundamentales que existen en la gestión actual del agua. Dicho autor señala que los cambios económicos, sociales y culturales de las últimas décadas y la discusión del proyecto de Plan Hidrológico Nacional, junto a los efectos de la última sequía (1992-96), han sentado las bases para el cambio del modelo secular de política hidráulica vigente en España. Algunos de los temas fundamentales del debate actual son el nivel y la calidad de la información disponible sobre el agua, los cambios en la percepción social de su valor y la evaluación y distribución de los costes de su generación como recurso. Todas estas cuestiones condicionan muy directamente las posibles alternativas de gestión que se puedan proponer.

Podría decirse que el aspecto de mayor interés para los investigadores, y para la opinión pública en general, es el rápido proceso de transformación desde una demanda de agua suficientemente adaptada al ritmo de los aportes

naturales hacia un horizonte de requerimientos muy riguroso y que repele las oscilaciones. Este proceso se materializa en el ámbito agrario con el abandono o cambio de uso de amplios campos de secano desde 1960 y el espectacular aumento de la superficie regada experimentado recientemente. Consumo éste al que hay que añadir el urbano e industrial, con especial desarrollo en los últimos cuarenta años. Se trata de una tendencia acelerada hacia la insostenibilidad de la gestión global del agua tal y como se practica. No puede olvidarse que las sequías han sido la base de la inestabilidad tradicional de las producciones del mundo agrario, e incluso, que las medidas normalmente adoptadas para paliarlas, en época reciente, son factores de primer orden en la insostenibilidad generada por las intensivas extracciones de agua subterránea en la fachada mediterránea española. La sequía, todavía impredecible en sus ritmos e intensidades, cuando brota, desequilibra el balance entre lo disponible y lo necesario y moviliza proyectos y promesas que los años de bonanza habían hecho abandonar.

El agua, desde la óptica de la ordenación y el desarrollo del territorio, debe ser considerada como un recurso físico-natural esencial. La protección y la conservación del medio, mediante una gestión eficaz y sostenible del agua, son elementos clave de las estrategias integradas de ordenación y desarrollo territorial. Además de la necesaria gestión integrada del recurso en el marco general de una política de ordenación y desarrollo territorial, es necesario establecer una priorización de los usos susceptibles del agua.

Las medidas encaminadas a la gestión integrada del medio físico hídrico, en un marco de estrategia de desarrollo territorial sostenible, deben dirigirse a la prevención de riesgos, entre ellos la sequía, la previsión de los impactos negativos sobre los ecosistemas, la mejora de la gestión de la demanda de agua para el abastecimiento de la población y el uso prudente del agua para los procesos productivos. Esta última cuestión aún no está plenamente considerada por las administraciones competentes, si bien la mayor sensibilización de la sociedad ante las consecuencias perniciosas generadas por este fenómeno está teniendo sus frutos en el establecimiento de iniciativas políticas encaminadas a intentar paliar o minimizar los posibles daños.

En este sentido destaca la creación del denominado *Observatorio de la sequía* (ONS), iniciativa de los anteriores Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación (actualmente agrupados en el denominado Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Este observatorio se forja como un centro documental que pretende aglutinar la información proveniente de todas las administraciones hidráulicas españolas con competencia en materia de aguas, cuya finalidad es anticiparse, mitigar y seguir los efectos de la sequía en nuestro país. Dicha información incluye datos sobre precipitaciones, aguas superficiales, aguas subterráneas, caudales circulantes, calidad de las aguas superficiales, recursos no convencionales, reserva en forma de nieve y humedales; medidas legislativas y de gestión implantadas por las administraciones locales y autonómicas; información sobre educación ambiental ciudadana y medidas para paliar el efecto de la sequía en el sector agrícola.

En relación a la ordenación del territorio, hay que recordar que son los condicionantes climáticos, en ocasiones combinados con la disposición del relieve, los que han determinado las directrices básicas que, tradicionalmente, los hombres han tenido que seguir para hacer viable un aprovechamiento racional del territorio que les permitiera su supervivencia. Esta situación ha experimentado, durante los últimos cincuenta años, una profunda modificación al disponer de mayores volúmenes de agua, bien mediante la administración y regulación de unas disponibilidades autóctonas escasas, bien por la obtención de aportes superficiales procedentes de otras cuencas o de recursos hídricos subterráneos. Se puede afirmar, por tanto, que disponibilidades de aguas y ocupación del territorio en España han ido íntimamente unidas, sobre todo en el SE Peninsular.

Esta organización tradicional del espacio agrario, en la que el hombre adaptó sus necesidades a los condicionantes del medio físico, contrasta con la situación actual, donde dicho espacio se ordena según principios de rentabilidad económica, cuando no ha sido invadido por un proceso urbano-industrial alrededor de los núcleos de población y las disponibilidades de aguas son disputadas por éstos y las urbanizaciones turísticas residenciales.

Según Morales Gil (1994), a partir de la colonización agraria del Neolítico comenzó la lucha contra los períodos secos y la escorrentía torrencial, bien

aportando agua a los cultivos en épocas de sequía mediante rudimentarios sistemas de regadío, bien parcelando en terrazas las vertientes para corregir los procesos erosivos. De esta forma, se fue creando un paisaje tan característico que se podría confundir como natural. No obstante, desde siempre el hombre ha tenido un conocimiento empírico del comportamiento de la naturaleza y lo ha respetado a fin de no provocar grandes impactos que, posteriormente, pudieran volverse en su contra. Esta deferencia no existe en la actualidad y se están olvidando muchas actitudes de respeto ambiental que provocan multitud de disfunciones. Cuando acontecen fenómenos naturales extremos en zonas indebidamente ocupadas, se habla de catástrofes, y apenas se reconoce la normalidad del suceso dentro de su régimen o ritmo de ocurrencia.

Aunque resulta complicado establecer un momento puntual, parece evidente que desde el comienzo de la década de los noventa del siglo XX las cuestiones relativas al agua y a su escasez tienden a abordarse en un contexto muy crítico e incluso conflictivo. Es posible que la coincidencia de diversos sucesos sea causa de un cambio de actitud en la discusión de las cuestiones relacionadas con la escasez del agua, adoptándose posturas a veces radicales.

El inicio del citado decenio coincide con un período de intensa sequía que sensibiliza a la opinión pública frente al debate iniciado desde el propio gobierno de la nación con el anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional enviado al Consejo Nacional del Agua, en abril de 1993. Sin embargo, la situación en esos años muestra otros elementos de variada naturaleza que convergen para hacer el panorama especialmente confuso.

En el tejido político, el proceso de cimentación del Estado de las Autonomías, derivado de la Constitución de 1978, resulta especialmente laborioso respecto al repartimiento de competencias sobre los recursos hídricos, en gran medida como consecuencia del hecho de que la legislación estatal sobre aguas considera como unidad de gestión la cuenca hidrográfica y, como en otras muchas ocasiones, este razonamiento ambiental tiene ridículas coincidencias con los límites administrativos.

En el ámbito económico, el proceso de modernización de la agricultura, asociado básicamente a la expansión del regadío, provoca la controversia

debido a su incidencia sobre los recursos financieros estatales y comunitarios, la saturación de los mercados agrícolas y los peligros ecológicos derivados de una enorme presión sobre recursos ciertamente escasos. En el ámbito científico se prodigan las reflexiones sobre la necesidad de ahorrar agua, la depreciación del patrimonio hídrico natural y la exigencia de controlar la demanda, imputando estos problemas al secular modelo de política hidráulica postulado por el Regeneracionismo, iniciado en el siglo XIX y cuyo remate sería el anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional propuesto por el gobierno en 1993<sup>3</sup>. De forma evidente, el contexto reciente es palpable gracias a una serie de conflictos que tienen su brote en el uso creciente del agua como medio de coacción y presión, en la usanza de los aspectos relacionados con ella como herramientas mediáticas y de propaganda, en la progresivas querellas ecologistas a los propósitos hidráulicos y en las abundantes disconformidades que se revelan deliberadamente de la gestión del recurso.

Ciertamente resulta difícil considerar como novedosa respecto a las políticas hidráulicas una situación conflictiva, ya que la gestión del agua y su aprovechamiento lo han sido siempre en mayor o menor grado como ya se ha advertido anteriormente, aunque la amplitud y la difusión de la actual situación en España si resulta inédita.

La utilización de la disponibilidad de agua como medio de presión es, posiblemente, el aspecto más evidente al enfrentar los deseos y aspiraciones de las Comunidades Autónomas ubicadas en la cuenca del Ebro, o entre cuencas como la del Tajo y el Segura, donde los intereses de las comunidades de Castilla-La Mancha, Murcia y Valencia aparecen como divergentes. En relación con estas discordancias, el agua se transforma en arma de propaganda y campañas a través de los medios de comunicación con aspectos de una complejidad extraordinaria, ya que, en ocasiones, entre la importancia real de una sequía y su trascendencia mediática existe un abismo.

Noticias sobre gestión del agua logran frecuentemente desplegarse en las primeras páginas de los medios de comunicación, e incluso en ocasiones determinadas obras hidráulicas llegan a convertirse en símbolos políticos y de

---

<sup>3</sup> Calvo García-Tornel, F. (2000): *Efectos sociales y económicos de las sequías en España*. Lección inaugural. Apertura del curso 2000/2001; I.E.S. Alfonso X El Sabio.



lucha; todo ello sin dejar de lado los intentos de utilizar las situaciones de sequía como excusa para ocultar una administración inoperante, que ha creado situaciones críticas en determinados espacios, como puede ser el caso de las Tablas de Daimiel (Morales Gil, 2001). La repercusión adrede buscada por los medios de comunicación resulta complicada de valorar, tanto por la insuficiente calidad científica de la información proporcionada como por la habitual confusión entre información y opinión. La trivialidad e irrelevancia de incontables informaciones queda suficientemente atestiguada, pero el problema ahora es en qué medida esta información se orienta de forma deliberada a la formación de estados de opinión.

La introducción de criterios ambientales en la gestión y uso del agua es otro de los aspectos que caracterizan el período más reciente. Se trata de una cuestión con dos aspectos claramente diferentes. Por una parte, en la medida que se describen y aceptan socialmente nuevos criterios ecológicos, éstos van siendo incluidos en la regulación y gestión del agua. Por otro lado, la progresiva percepción de que gran número de prácticas agrícolas —incluidas las destinadas al ahorro de agua—, establecimiento de infraestructuras —embalses, canalizaciones, obras de defensa contra inundaciones— y el incremento de consumos, tienen una trascendencia ambiental enorme, hasta el extremo que, en ocasiones, no sólo no se solventa el problema al que se intenta dar solución, sino que, además, surgen nuevos inconvenientes o conflictos (p.e. en zonas con precipitaciones escasas, como la cuenca del Guadalentín, si el riego localizado no es manejado racionalmente puede provocar una brusca salinización del suelo dentro del bulbo húmedo, que afectará seriamente el rendimiento del cultivo; también la construcción de grandes embalses de regulación para solucionar déficits hídricos manifiesta la presencia de problemas y contiendas: sumerge tierras cultivables y desplaza a los habitantes de las zonas anegadas, dificulta la emigración de los peces y el transporte de elementos nutritivos aguas abajo, disminuye el caudal de los ríos, modifica el nivel de las capas freáticas,...).

Por último, en este horizonte general de complejidad ante los problemas relacionados con el agua y su escasez, un aspecto de gran importancia deriva de la fuerte tendencia hacia la apropiación privada de un elemento considerado

tradicionalmente como bien público, proceso cuyo coste social resulta evidente. El agua ha pasado rápidamente a valorarse como recurso escaso e incluso raro en determinados ámbitos, de manera que su obtención o producción puede llegar a ser de alto interés económico, como es el caso del agua mineral embotellada. Pero no es sólo el agua potable la que manifiesta esta nueva situación; la creación de nuevos recursos mediante nuevas técnicas más o menos costosas abre el camino al establecimiento de un mercado del agua cuyos primeros pasos ya se han iniciado en España. Sin embargo, los problemas ante esta situación son evidentes, sobre todo el tratar de evitar las derivas especulativas, monetarizar el dominio jurídico del Estado sobre el agua, preservar los derechos de otros usuarios cuando el agua se vende o se compra y mantener en una mercancía el carácter de bien social.

Como conclusión, además de estas reflexiones acerca de los problemas generados por la escasez hídrica, puede señalarse que, quizá, la aportación más importante al discurso de las sequías en los últimos años, desde la disciplina geográfica, se debe al estudio de este riesgo entendido como análisis integral de aspectos del medio natural y del grupo humano vulnerable a los episodios de rango extraordinario producidos en un territorio concreto. En geografía no debe haber exclusividad temática por áreas de conocimiento, debe existir visión integral de los hechos territoriales.

El riesgo de sequía tiene una componente antrópica evidente. El medio no aprehende a riesgo a las sociedades, sino que éstas, al sobrepasar los límites que determina la dinámica natural, se vuelven frágiles en el territorio, se exponen, aceptando, o no, las consecuencias que de ello puedan derivarse (Calvo García-Tornel, 2000). De hecho, este novedoso aspecto de la sequía está ganando posiciones entre los últimos estudios referentes al tema.

La vulnerabilidad se erige como una cuestión esencial en el tratamiento de la sequía. Generalmente, en el análisis de este tipo de riesgo prevalece el componente natural y se deja de lado, o en segundo término, la naturaleza humana del mismo. Sin embargo, ésta última es determinante, ya que ciertos acontecimientos de rango extraordinario afectan a poblaciones que desarrollan su vida sobre territorios de riesgo. La vulnerabilidad se ha intentado medir

mediante indicadores de desarrollo humano, pero éstos proporcionan sólo una idea general e imprecisa del carácter vulnerable de una sociedad.

En última instancia, son los grupos sociales, su estructura y dinámica, los principales responsables del establecimiento de situaciones de riesgo y deben ser, por tanto, los actores primordiales en la defensa de aquéllos. Las políticas y prácticas de defensa ante el riesgo natural de sequía dependen, básicamente, del nivel de riqueza de los estados y de la voluntad del poder político para promulgar normas que impidan actuaciones humanas comprometidas en el medio.

En definitiva, las sequías son hechos naturales y pueden ser propios de los rasgos climáticos de un territorio, caso del SE de la Península Ibérica entre otros espacios geográficos nacionales. En este ámbito, desde finales de los años setenta, las sequías han dejado de ser un fenómeno estrictamente climático para convertirse en un hecho esencialmente humano, al convivir necesidades de agua crecientes y de finalidad múltiple con la natural aridez de estas tierras.

## **2.5. Definición y tipologías de sequía**

Una definición conceptual consensuada sin tener en cuenta la realidad climática del área afectada y sin establecer umbrales de referencia, de entre las múltiples que podemos recopilar en diccionarios y enciclopedias de este vocablo, nos permite concluir que la sequía tiene lugar cuando se produce una deficiencia de precipitaciones durante un período de tiempo relativamente prolongado. Sin embargo, se requiere un conocimiento más detallado de las variables climáticas y disponer de series de datos de diferente escala según el nivel de detalle deseado (horario, diario, mensual, estacional, anual...).

Wilhite y Glantz (1985) detectaron más de 150 definiciones operacionales, categorizándolas en cuatro grupos según la disciplina científica desde la que sea analizado el fenómeno: sequía meteorológica, sequía hidrológica, sequía agrícola y sequía socioeconómica (Marcos, 2001). De hecho son sólo aspectos parciales de un mismo fenómeno, que hay que abordarlo como un proceso con fases distintas; de esta manera, y siguiendo

una secuencia temporal de manifestaciones o estadios lógicos, es posible ordenarlos del siguiente modo:

A) Sequía meteorológica:

Basada en datos climáticos, es una expresión de la desviación de la precipitación respecto a la media durante un período de tiempo determinado. Palmer (1965) la define como el intervalo de tiempo, generalmente con una duración del orden de meses o años, durante el cual el aporte de humedad en un determinado lugar cae consistentemente por debajo de lo climatológicamente esperado o apropiado. Según Olcina Cantos (1994) sería una secuencia atmosférica caracterizada por el desarrollo de precipitaciones inferiores un 60% a las normales durante más de dos años consecutivos. Las definiciones de sequía meteorológicas presentan información específica para cada región particular que varía en función de las características del clima regional, de tal modo que es imposible extrapolar la definición de una región a otra.

En España, en las diferentes cuencas hidrográficas, pueden considerarse años secos aquellos cuya precipitación experimenta la siguiente reducción respecto a la media anual: Cantábrico, Duero y Ebro, 15-25 %; Guadalquivir, 20-25 %; Guadiana y Tajo, 30 %; Levante y Sureste, 40-50 % (Olcina Cantos, 1994). Olcina Cantos y Rico Amorós (1995) expresan que puede considerarse sequía a un período nunca inferior a 16 meses con una reducción de las precipitaciones igual o superior al 40 % de la media; y según Morales Gil *et al.* (1996), en el Sureste Peninsular una reducción de precipitaciones del 40-50 % respecto a la lluvia media entre dos años de normalidad pluviométrica puede considerarse como año seco, y una reducción de lluvia de hasta el 25 % respecto a su cuantía normal durante dos años consecutivos como secuencia de sequía. Mediante la sequía meteorológica se establecen los umbrales de referencia específicos para señalar los límites temporales de inicio y finalización del período seco.

### B) Sequía agrícola:

Aparece cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo en un momento determinado. Según Palmer (1965), se considera que existe sequía agrícola cuando concurre una disminución de la humedad en el área radical de los cultivos dificultando su crecimiento.

Este tipo de sequía, por depender no sólo de las condiciones meteorológicas, sino también de las características biológicas del cultivo y las propiedades del suelo, no es equivalente a la sequía meteorológica. Si los niveles de humedad en el subsuelo son suficientes para proporcionar agua a un determinado tipo de cultivo durante el período que dure la sequía meteorológica, no llegará a producirse una sequía agrícola. Así, una superficie de cultivo en regadío presenta una menor vulnerabilidad ante un episodio de indigencia pluviométrica.

### C) Sequía hidrológica:

Surge cuando existe una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas. Al producirse un desfase ante la escasez de precipitación y la reducción del caudal de ríos o el nivel de lagos y embalses, las mediciones hidrológicas no pueden ser utilizadas como un indicador del inicio de la sequía, pero sí de su intensidad. A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede demorarse durante meses desde el inicio de la escasez pluviométrica o, si las lluvias retornan en poco tiempo, no llegar a manifestarse (Morales Gil *et al.*, 1996).

### D) Sequía socioeconómica:

Acaecida cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (materiales o personales) a la población de la zona afectada por la escasez de lluvias. Para hablar de sequía

socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica. La previsión antrópica sobre el recurso agua hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, con pérdidas económicas crecientes, incluso en el caso de no producirse sequía meteorológica o ser muy leve. De esta forma, la sequía agrícola constituye en sí misma el inicio de la sequía socioeconómica.

Según Pita López (1995), la sequía socioeconómica se puede definir como un *“déficit hídrico inusual que genera impactos adversos en la sociedad que la padece, alterando el normal desenvolvimiento de su vida colectiva”*.

Tras esta última definición, se puede afirmar que en territorios como el SE Peninsular, donde el agua es escasa por naturaleza y se depende en gran medida de los recursos transferidos desde la Cuenca del Tajo, esta sucesión lógica temporal de situaciones de sequía puede verse alterada desde el punto de vista de la percepción humana. A modo de ejemplo, Morales Gil, Rico Amorós y Olcina Cantos (1996) demuestran cómo tras un invierno (diciembre 1995 – enero 1996) que no resultó lluvioso en el Sureste Ibérico, se anuncia en los medios de comunicación de Murcia y Alicante el cese de una de las secuencias secas más graves padecidas en estas tierras gracias a la aprobación de un trasvase de 120 hm<sup>3</sup> desde el Alto Tajo con destino al riego, *“en un claro ejemplo de cómo el hombre confunde sucesos atmosféricos con disponibilidades de agua, llegando incluso a definir los rasgos climáticos de una región (sureste) atendiendo a los caracteres pluviométricos que acontecen en otra (Alto Tajo)”*. Lamentablemente, son los medios informativos los que crean estados de opinión, a veces con escaso rigor científico y confusos, sobre una realidad muy diferente en la sociedad afectada.

De este modo, los períodos de sequía vienen determinados tanto por la variabilidad natural del clima y duración del evento, como por la interacción entre clima y sociedad. Así, la sequía meteorológica no es por sí misma una catástrofe natural en potencia, sino que sólo crea situaciones de riesgo que

adquieren un carácter crítico o catastrófico en función de la vulnerabilidad del hombre y sus actividades.

## 2.6. Respuesta antrópica a la sequía

Los efectos de la sequía sobre el hombre son muchos, complejos y duraderos (Wilhite y Esaterling 1987). Pese a la variedad y el alcance de los impactos de la sequía, sus características temporales como riesgo natural permiten mitigar sus efectos con más facilidad que en el resto de eventos extremos (Kates *et al.*, 1985).

Durante un episodio de sequía las comunicaciones no resultan dañadas, de tal forma que el acceso a las áreas afectadas y la transmisión de información pueden seguir funcionando normalmente en las mismas condiciones en que venían haciéndolo. Incluso, la coordinación para mitigar los efectos de la sequía puede realizarse *in situ*, conociendo en cada momento la evolución del fenómeno y adaptando la asistencia a las necesidades de cada comunidad, municipio o área concreta (NDMC, 2006).

Gran parte del desconocimiento en torno a la gravedad que puede adquirir la sequía se explica por la percepción del fenómeno. Existe la creencia generalizada, entre la población en general y en los gestores de las administraciones en particular, de que prevalece una situación climática normal que debería repetirse año tras año. Apoyándose en este argumento, las sequías son consideradas eventos extremos poco habituales, producto de la madre naturaleza, ante los cuales cualquier medida preventiva hubiera sido ineficaz. Sequías, inundaciones y comportamiento climático intermedio entre estos dos extremos forman parte de un continuo que sí es normal. Incumbe a la sociedad en su conjunto y a las instituciones con poder político adecuar su organización a los extremos del ciclo climático, detectando los ámbitos más vulnerables a esos eventos de riesgo e instaurar políticas de mitigación y prevención.

La climatología de cualquier región muestra extremos de anomalías pluviométricas negativas, siendo el riesgo de sequía más elevado en aquellas zonas con una mayor variabilidad pluviométrica, estacionalidad de lluvias y

menor precipitación media. Nos encontramos, por tanto, ante un evento que, sin ser predecible, sí es esperable con recurrencia indeterminada, por lo que la implantación de medidas preventivas de carácter permanente ofrece una base suficiente para evitar que al inicio de un período seco la falta de agua provoque alteraciones catastróficas o críticas. Estas medidas se resumen, según Marcos Valiente (2000), en la expresión “*aprender a convivir con la sequía*”.

Pese a toda la carga de elementos negativos imputables a la sequía, tanto en el ámbito económico, social y ambiental (pérdida de cosechas, pérdidas en el sector turístico, incremento del paro, restricciones en el abastecimiento de agua, conflictos políticos, disminución de reservas de acuíferos, descenso de la calidad de las aguas, etc.), en numerosas ocasiones se culpabiliza directamente al déficit pluviométrico de impactos que alcanzan una enorme magnitud en relación con otros problemas subyacentes. Tal es el caso de las hambrunas africanas, atribuidas a la sequía pero causadas por conflictos civiles o guerras interminables impulsadas por sectores militares en los que los alimentos son transformados en un arma adicional contra la población civil (Torry, 1986; Dreze *et al.*, 1995: citados en Marcos Valiente, 2000).

Si bien la irregularidad de la precipitación es un problema en sí misma, el hecho de que la sequía se trate de un elemento característico del clima permite adecuar nuestra estructura social a esa realidad. Cuanto más consciente es una sociedad de que la sequía no es un desastre natural, sino una parte más del ciclo natural, tan normal como los períodos de precipitación próxima o superior a la media, más cerca se hallará esa sociedad de contar con las medidas necesarias para combatir los efectos de la escasez pluviométrica. Y aunque las sociedades más desarrolladas cuentan con más y mejores medios para afrontar los episodios de sequía, no es necesario contar con grandes presupuestos ni realizar grandes obras de infraestructura para adoptar planes de prevención. En este sentido, quizá sea más importante equilibrar y estructurar adecuadamente la economía y la sociedad de una región que dotarla de grandes embalses, aún constituyendo éstos importantes reservas de agua para períodos secos.



La gestión de los recursos hídricos es un pilar básico entre las medidas de combate de la sequía, en especial en aquellas zonas donde el consumo de agua crece a un ritmo muy superior a la disponibilidad de reservas hídricas.

En la mayor parte de las zonas afectadas por la sequía, se actúa precipitadamente cuando el evento seco ya se manifiesta en su estadio agrícola o socioeconómico. Una vez pasado el período de escasez hídrica y ante el retorno de las precipitaciones, las medidas adoptadas son suspendidas o recortadas, en lugar de emplear los recursos en prevenir los efectos del siguiente episodio de sequía. A este ciclo, que se repite incesantemente en cualquier región del Planeta por la sequía, el NDMC (*National Drought Mitigation Center*) le ha asignado la denominación de hidro-ilógico (figura 11).

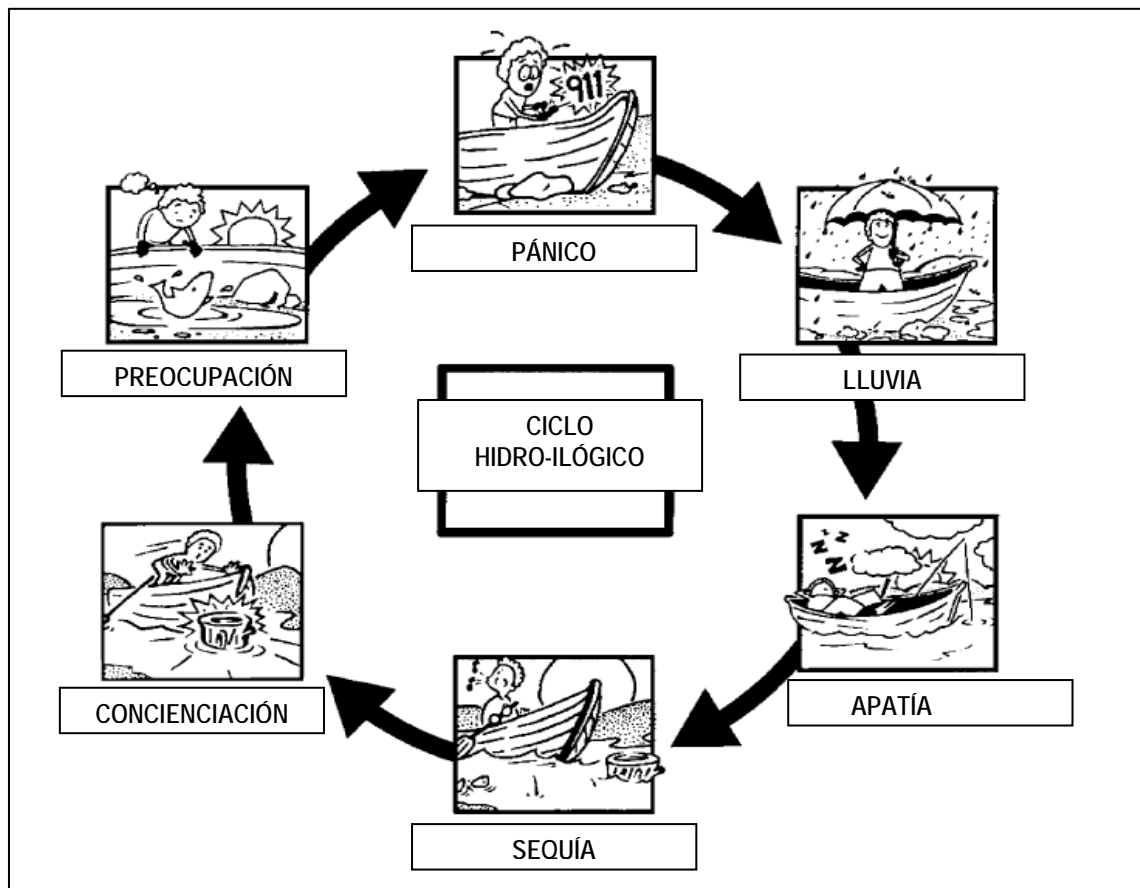


Fig. 11. Ciclo Hidro-ilógico. Fuente: National Drought Mitigation Center, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA.

### 3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA CUENCA DEL RÍO-RAMBLA GUADALENTÍN

La cuenca del río Guadalentín ha sido centro de atención en las últimas décadas por parte de numerosos investigadores. Diversos programas y proyectos de investigación nacionales (LUCDEME, HISPASED,...) e internacionales, financiados por la Comisión Europea (MEDALUS, MEDACTION, DESERTLINKS,...), incluyen esta cuenca como área-piloto para el estudio de la erosión y desertificación en la región mediterránea (López Bermúdez *et al.*, 1996, 1998). Ésta necesita de forma imperiosa incrementar los recursos hídricos —trasvases intercuenas, desaladoras, depuración y reutilización, etc.— con el fin de alcanzar un mayor desarrollo económico y social en un mundo cada vez más globalizado y competitivo. Existe, por otra parte, una extensa bibliografía sobre el medio biofísico y socioeconómico de esta zona que apunta la conveniencia de abordar aquí un profundo análisis de los riesgos hidrológicos (inundaciones y sequías). En el caso de las sequías deben considerarse la peligrosidad y ocurrencia del fenómeno en sí, su naturaleza de origen físico o estructural y la importancia relativa que tiene en el conjunto de la cuenca del Segura.

Las sequías de índole física están asociadas a periodos de indigencia pluviométrica, pudiéndose hablar de sequías biofísicas cuando se hallan acompañadas de una fuerte demanda hídrica por la cubierta vegetal, hecho que resulta muy común en gran parte del Sureste Peninsular. Por su parte, la sequía estructural aparece condicionada por intensos cambios agrícolas, transformaciones del paisaje y el consiguiente incremento del consumo de agua para riego, este último en clara dependencia de la disponibilidad de recursos hídricos foráneos (trasvases), y los provenientes de desaladoras, depuración y reutilización.

La comprensión de tales hechos pasa necesariamente por conocer las condiciones ambientales de la Cuenca. Muchos componentes biofísicos sufren los efectos de las sequías, y el propio ser humano carece, a menudo, de las

medidas necesarias para soportarlas. Pero al mismo tiempo, determinados factores naturales del área (suelos, sustrato rocoso, morfología, orientación de laderas, etc.), y otros propiamente humanos (prácticas de riego, extensión de tierras regadas, etc.), pueden reducir o extremar la magnitud del fenómeno.

### 3.1. Rasgos físicos generales

La cuenca del Guadalentín, situada en el extremo suroccidental de la Región de Murcia y nororiental de la provincia de Almería, abarca una extensión total de 3.300 km<sup>2</sup> que representan el 17,5 % de la cuenca del Segura. Su principal curso de agua es el Guadalentín, afluente del río Segura que destaca por un comportamiento hidrológico extremadamente variable — caudales extraordinarios en época de lluvias intensas y escasos volúmenes durante largos períodos de tiempo— (Gil Olcina, 1968; Navarro Hervás, 1991).

Los límites hidrogeológicos e hidrográficos son coincidentes, por lo que esta cuenca queda bien definida y delimitada en su conjunto. Este territorio puede considerarse como un modelo de cuenca mediterránea semiárida de gran complejidad geológica, tectónicamente aún activa, con unas condiciones climáticas actuales de precipitaciones irregulares, fuertes contrastes térmicos y acusada aridez. Se halla intensamente drenada por una red hidrográfica en gran parte heredada, con un funcionamiento hídrico esporádico y excepcional bajo condiciones pluviométricas extremas (López Bermúdez *et al.*, 1988). Fiel reflejo de ello es su modelado, constituido por relieves montañosos fuertemente erosionados, amplios sistemas de abanicos aluviales, glacis, terrazas fluviales y un numeroso cortejo de regatos, ramblizos y ramblas.

Entre las dos alineaciones montañosas que la flanquean (sierras costeras sur-orientales y altas sierras nor-occidentales) la Depresión Prelitoral murciana o fosa del Guadalentín-Biznaga constituye un plano inclinado que pierde altura hacia el NE. Este extenso valle, con relleno neógeno-cuaternario, entre la Huerta de Murcia y los confines de la provincia de Almería, ocupa una superficie aproximada de 1.100 Km<sup>2</sup> (Gil Olcina, 1967).

## 3.2. El relieve de la Cuenca del Guadalentín

### 3.2.1. Características y unidades morfológicas

El relieve es muy compartimentado, y consta de tres unidades principales:

1. Las sierras litorales, de moderada altitud, constituyen una prolongación en forma de arco de la cordillera bética en sentido estricto. Destacan la sierra de Almenara al Sureste y la sierra de Carrascoy al Noreste.
2. La Depresión Prelitoral, recorrida por el río Guadalentín y, en su tramo bajo, por el Segura, dispuesta en sentido Suroeste-Noreste.
3. Las alineaciones Subbéticas y Prebéticas —sierra de María, sierra Espuña, etc.—, de mayor altitud, entre la depresión del Guadalentín y las tierras norteñas y occidentales de Murcia y Almería.

Presenta un perímetro muy irregular y una configuración alargada hacia el Noreste desde los relieves marginales suroccidentales hasta su confluencia con el Segura. En general, existen dos sectores claramente diferenciados: el de cabecera o Alto Guadalentín, hasta prácticamente el embalse de Puentes e incluso hasta los portillos que rodean la ciudad de Lorca, ocupando aproximadamente el 60 % del territorio; y el tramo medio-final o Bajo Guadalentín hasta la unión con el río principal, que abarca el 40 % restante (Navarro Hervás, 1991).

Por el Sur y a partir de la sierra de Almenara se abre la depresión prelitoral hasta los alrededores de Puerto Lumbreras, constituyendo este lugar uno de los sectores semiendorreicos de peor drenaje de toda la Cuenca, interrumpido sólo por el afloramiento de la sierra de Enmedio. Las ramificaciones meridionales de la sierra del Cumbre, Cabezo de la Jara y otros relieves alisados, que marcan la divisoria con la cuenca del río Almanzora, dilatan los límites hasta la sierra de las Estancias y Saliente con altitudes que superan los 1.400 m.

La Cuenca se compone de relieves notables muy fraccionados por la tectónica y la red fluvial, por lo que los contrastes topográficos internos son

muy acentuados. En el límite suroccidental las alturas superan los 2.000 m. (vértice de María), decreciendo paulatinamente hacia el Noreste donde las cotas se sitúan sucesivamente desde los 200 a 60 m en plena depresión del Guadalentín hasta los 40 m en la confluencia con el Segura.

En general, las altitudes descienden hacia el Este, pero dada la disposición central de arco montañoso del interior, existen dentro de la cuenca dos gradientes: uno principal, de Oeste a Este, hacia el Valle del Guadalentín, nivel de base global; y otro secundario, que se desglosa en dos: uno hacia el Norte desde las cotas máximas de las sierras de María, Gigante, Pericay, etc. hacia el río Caramel; y otro desde esas mismas cotas hacia el Sur, donde se localiza el río Corneros o Vélez.

Hasta Lorca, de Oeste a Este, aparecen las siguientes unidades de relieve: sierras de Orce, María, Gigante, Pericay; relieves noroccidentales del Oso, Gabar, Pinosa, corredor de la rambla de Chirivel-río Corneros, altiplano de Coy Avilés-Doña Inés, sierras meridionales de las Estancias-Saliente, valle del río Luchena-Guadalentín y Depresión de Lorca.

Desde Lorca hasta la confluencia del Guadalentín con el Segura se extiende el Valle del Guadalentín, flanqueado al Norte por las sierras de Tercia, Espuña, Muela de Alhama, Cura, umbral de Fuente-Librilla; y al Sur por las sierras de Almenara y Carrascoy.

La pendiente de las laderas, y en general del relieve, condiciona no sólo los fenómenos de infiltración de las aguas superficiales sino también su energía y velocidad.

Los sectores prácticamente llanos, independientemente de su altitud, están constituidos por la Fosa del Guadalentín, rellano de Fuente Librilla, Depresión de Lorca, altiplanos de Coy-Avilés-Doña Inés y pequeños sectores limítrofes con la cuenca del Guadiana Menor: uno situado en la cabecera de la rambla de Chirivel y otros situados entre las sierras del noroeste.

En la Cuenca existe un predominio generalizado de terrenos con pendiente suave que abarcan el 55,11 % del total superficial (1.819 km<sup>2</sup>), seguidos de aquéllos con pendiente moderada que suponen el 35,95 % (1.053 km<sup>2</sup>); en menor proporción figuran los de pendientes fuertes y muy fuertes que suponen el 7,98 % (268 km<sup>2</sup>) y el 0,9 % (30 km<sup>2</sup>) respectivamente (Navarro Hervás, 1991).

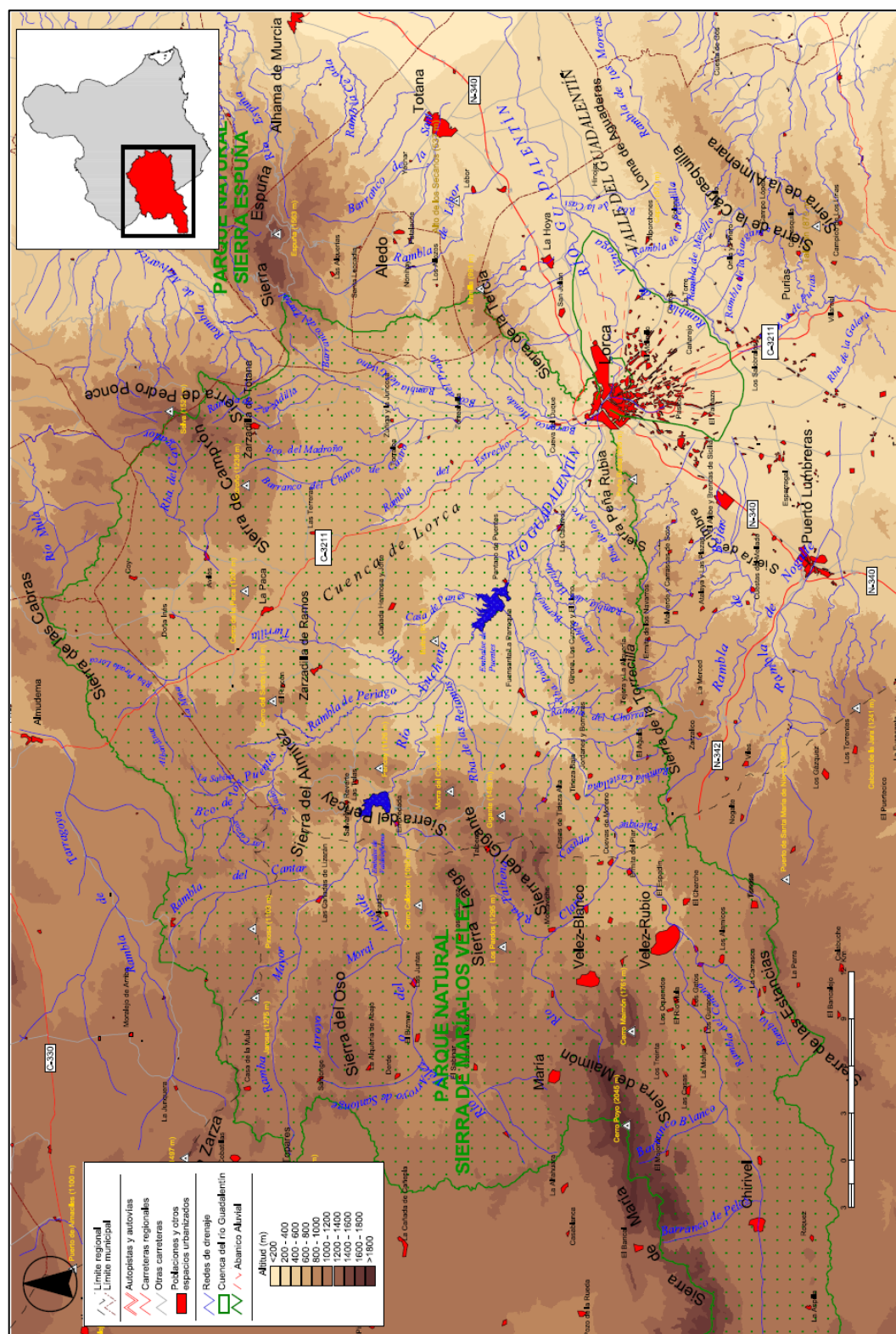


Fig. 12. Sector Centro-Oeste de la Cuenca del Guadalentín. Principales unidades de relieve, red hidrográfica y núcleos poblacionales.

El primer intervalo, de pendiente suave, está caracterizado por una morfología de piedemontes y áreas deprimidas con depósitos correlativos: terrazas fluviales, glacis-cono, glacis y conos aluviales, estos últimos de gran desarrollo. La mayoría de ellos son sectores intensamente ocupados y explotados por la actividad agraria, que demandan una importante cantidad de agua para los distintos usos de suelo establecidos.

El relieve muestra un claro contraste entre las principales unidades morfológicas, de modo que sierras (Gigante, Pericay, Almirez, Pedro Ponce, Cambrón, Madroño, Tercia, Almenara, Enmedio, Torrecilla,...), corredores (Corners y Guadalentín) y llanos interiores (Coy, Doña Inés, Avilés y sectores noroccidentales) se suceden alternativamente, actuando como formas de transición amplios piedemontes y abanicos aluviales. Tal disposición orográfica determina una serie de matices y contrastes climáticos entre sectores húmedos montañosos, valles y depresiones semiáridas y llanos sobreelevados del interior con influencia continental; matices de tipo bioclimático entre umbrías más o menos boscosas y solanas desprovistas de vegetación; y de tipo geomorfológico respecto al modelado de vertientes en función del factor exposición.



Fig. 13. Imagen de la Loma de Aguaderas, estribación norte de la sierra de Almenara, SE de la cuenca del Guadalentín

Para el río Guadalentín, desde Puentes al Segura, el perfil longitudinal ofrece un trazado rectilíneo con una pendiente media acentuada. En el paso de los Carros, donde comienza su cauce artificial, el valor decreciente de la pendiente se interrumpe. Si se tiene en cuenta su trazado original antes de confluir con el Segura aguas arriba de Murcia, es patente la ruptura de pendiente que presentaba coincidiendo con el gran abanico aluvial que originó en dicha zona durante tiempos pretéritos. Este tramo se transformó artificialmente para evitar el impacto de las avenidas sobre la ciudad de Murcia que adquirirían carácter catastrófico cuando se solapaban a las del Segura.

### 3.2.2. Geología y relieve

La cuenca hidrográfica del río Guadalentín se inscribe en el extremo oriental de las cordilleras Béticas, presentando un relieve complejo de origen alpino. De acuerdo con sus características estructurales y tectónicas pertenece a dominios béticos diferentes: de Sur a Norte aparecen una zona interna o meridional formada por el Bético en sentido estricto y otra externa o septentrional que engloba al Subbético y Prebético. En ella se intercalan amplias depresiones rellenas de materiales neógenos y cuaternarios, apenas tectonizados, y de gran espesor (Romero Díaz *et al.*, 1992).

El sector Bético s.s., constituido por los complejos Nevado-Filábride, Alpujárride, Unidades Intermedias y Maláguide (Egeler y Simon, 1969), se caracteriza por un potente zócalo paleozoico y una delgada o inexistente cobertura sedimentaria, formada por materiales triásicos de facies alpinas y, sólo en el caso del complejo Maláguide, por series del Jurásico, Cretácico y Paleógeno. En este sector los esfuerzos de la orogenia alpina se tradujeron en grandes fracturas de fondo y escamas superpuestas o mantos corridos en superficie que configuran las sierras de Carrascoy, Almenara, Enmedio, Torrecilla, Estancias, Tercia y Espuña.

La subzona Intermedia, situada entre el Bético y el Subbético, está formada por series detríticas procedentes de ambas zonas, con predominio de estructuras plegadas de cabalgamiento de gran espesor.



Los materiales neógenos o postorogénicos, estudiados por Birot y Solé (1957), Bizon *et al.*, (1972), Montenat (1973, 1975) y Vera (1969, 1970), recubren las zonas Bética y Subbética en amplias superficies, depositándose después de la orogenia principal por erosión de los relieves modelados en los materiales de edad anterior. Alcanzan su máximo espesor y extensión en las depresiones interiores, áreas de fuerte subsidencia, posteriormente individualizadas (depresiones del sector noroccidental, cuenca Puerto Lumbreras-Viznaga, vegas de Lorca y Alhama de Murcia).



Fig. 14. Sierra Espuña, macizo elevado de profundos valles interiores. Su punto más elevado se conoce con el nombre de Morrón de Totana (1.585 m)

Los terrenos cuaternarios son extensos y variados, recubren parcialmente las estructuras de las vertientes, constituyendo formas de relieve de esta edad: depósitos de glaciares, conos aluviales, terrazas fluviales, etc.

Los condicionantes geológicos (materiales, espesores de las series sedimentarias y esfuerzos tectónicos durante la orogenia alpina) dieron lugar a sectores con diferente estratigrafía, tectónica y estructuras de plegamiento. En dirección al Norte se constata una menor edad de los materiales así como una serie de peculiaridades en función del ambiente de depósito original y tectónica sufrida. Reajustes miocénicos, después de la orogenia principal, originaron un

fuerte desmantelamiento de los relieves recién formados. Así lo prueba la existencia de superficies de erosión intramiocénicas sobre los relieves más destacados (en torno a los 1.500 m) y las grandes acumulaciones detríticas situadas al pie y sectores adyacentes. Las áreas de relleno se comportaron como auténticas cuencas de sedimentación marina y continental hasta que durante el Pliocuatnario se individualizaron y algunas pasaron a ser subsidentes, al quedar delimitadas por grandes accidentes tectónicos creados durante y después del Plioceno (Romero Díaz *et al.*, 1992).

La actuación de una orogenia póstuma, menos intensa, de ciclos compresivos neógenos, distensivos y compresivos pliocuatnarios, compartimentaron más aún las estructuras plegadas y retocaron la topografía existente. Los grandes accidentes tectónicos creados y rejuego de los antiguos contribuyeron decisivamente a la individualización de fosas (Chirivel-Corneros, Luchena, Guadalentín), al trazado, dirección y encajamiento de la red hidrográfica actual, a la apertura y vaciado parcial de las depresiones interiores y a la reactivación de la erosión en las zonas de contacto entre sierras y valles (piedemontes), donde son patentes los efectos de una neodeformación activa. Como prueba de ello caben citarse los siguientes efectos: restos de facetas triangulares en la línea de los escarpes de falla (sierra de María); discordancias progresivas en depósitos de vertiente; basculación contrapendiente de abanicos aluviales y glaciares; exhumación de espejos de falla sobre formaciones pliocuatnarias; acodamientos sucesivos y cambios direccionales en los cursos de agua, valles colgados, sismicidad e incluso desperfectos recientes en obras de infraestructura (caso del Canal del Trasvase Tajo-Segura, en el sector meridional de la sierra de La Tercia, al NE de Lorca) (Navarro Hervás y Rodríguez Estrella, 1986; Rodríguez Estrella y Almoguera Lucena, 1986).

En relación con el tipo de facies y estado de los afloramientos litoestratigráficos de la cuenca, la permeabilidad del terreno constituye un factor decisivo en la generación de escorrentía. Hasta el embalse de Puentes alternan los materiales calizo-dolomíticos, muy tectonizados en las sierras subbéticas, con elevado grado de permeabilidad, y las arcillas y rocas metamórficas de las depresiones intrabéticas, dotadas de una menor porosidad. Ello se traduce en retenciones hídricas y permite distinguir entre sectores con alta capacidad de infiltración y almacenamiento de agua (Zarzadilla de Totana, Topares,...) y vertientes con escorrentía superficial

rápida (sector central de la cuenca del río Turrilla, vertiente meridional de las sierras del Orce, María, Gigante, Pericay) o de menor intensidad (vertiente septentrional de la sierra de las Estancias). En general, a pesar de la permeabilidad de amplias superficies, las fuertes pendientes en los tramos de cabecera imprimen gran energía y torrencialidad a los flujos de escorrentía (Navarro Hervás *et al.*, 1985).

A partir de Puentes y hasta el Segura la Cuenca presenta una proporción similar entre la superficie ocupada por rocas detríticas permeables (arenas, limos y gravas) que rellenan la fosa y tapizan los fondos de los valles tributarios, a la que se suman rocas carbonatadas muy diaclasadas; y las áreas metamórficas, de muy escasa permeabilidad, que configuran las principales sierras del dominio bético. Las margas miopliocénicas, de comportamiento casi impermeable, sólo afloran al Norte de la Cuenca de Lorca y Sur de Sierra Espuña.

### 3.2.3. La Depresión Prelitoral del Guadalentín

La Depresión del Guadalentín se extiende de Oeste a Este, a modo de corredor, desde el límite con la provincia de Almería hasta los Saladares de Alhama, y continúa hacia el Noreste en el valle del Segura. Su origen se debió al hundimiento producido por los movimientos alpinos en el borde septentrional del Macizo Bético, responsables de una gran línea de fractura en el sentido longitudinal de la misma, pero sobre la que convergen otras transversales que enmarcan el territorio generando un mosaico de fallas de tipo ortogonal.

La fase de distensión Tortonense postorogénica originó una tectónica de fractura manifestada mediante fallas de gran longitud, sensiblemente paralelas a la dirección bética Noreste-Suroeste. La activación y puesta en funcionamiento de esta red de fallas, desde el Mioceno Superior hasta el Cuaternario, fraccionó y basculó los estratos béticos, generando una estructura del relieve de tipo germánico donde los horst, presentes en los grandes frentes montañosos que bordean la depresión, alternaban con fosas o gravens como ésta (Sanz de Galdeano, 1983).

Entre las principales líneas de fallas responsables de la configuración de esta depresión destaca la falla de Lorca-Alhama, que funciona como falla mixta inversa-sinextral dentro de una banda de fracturación con buzamiento Norte. Al

Noreste de Alhama cambia la situación y se pierde la continuidad de la falla, ya que el efecto de las cuencas de Mula y Fortuna obliga a cambiar el sentido del gradiente gravimétrico, siguiendo la tendencia regional (Silva *et al.*, 1992). Gauyau (1977) la prolonga por el Norte de los afloramientos de la Sierra de Orihuela, y la continúa por Murcia y el Sur de la Sierra de Orihuela.

El contacto de la Sierra de Almenara con el Valle del Guadalentín se realiza mediante la falla de Palomares. Ésta va girando progresivamente de N a NNE al Sur y a NE hacia el Norte, acompañando su efecto con la pérdida de continuidad. De acuerdo con los sondeos gravimétricos llevados a cabo para la elaboración del *Mapa geotectónico, sismotectónico y de actividad de fallas de la Región de Murcia* por los técnicos del IGME, existe una zona NNE de fuerte desnivel que se curva bruscamente en el Puntarrón a direcciones E-W. Ello puede interpretarse como dos fallas o como la terminación de la Falla de Palomares, con giro sinextral en su parte NNE e inversa en su parte E-W.

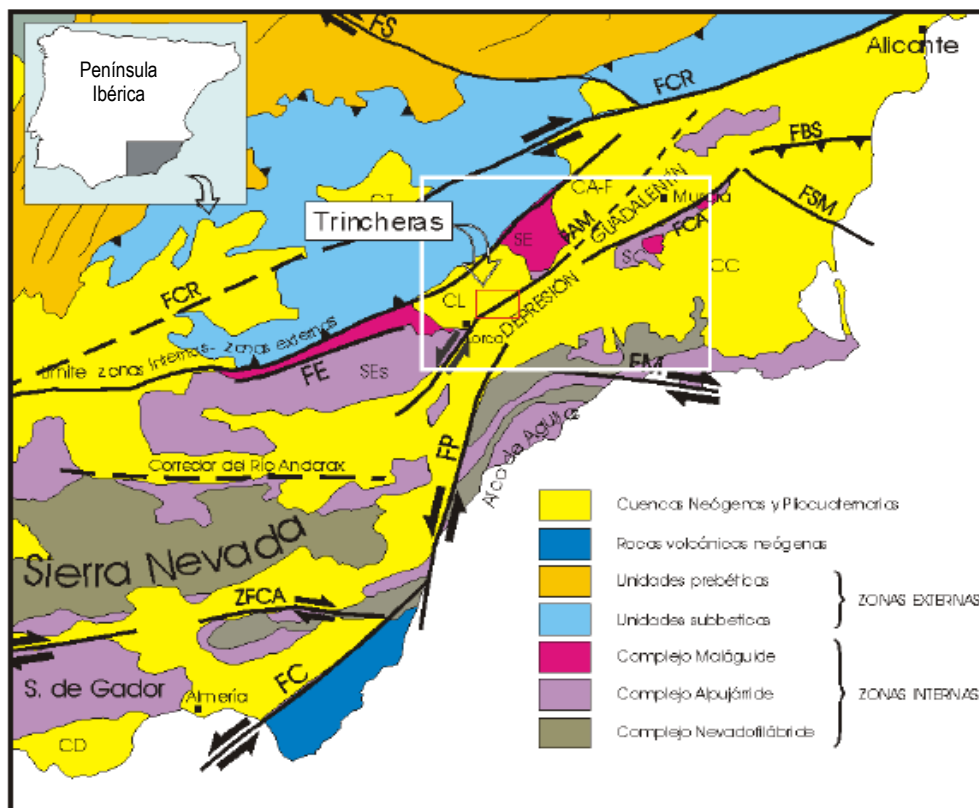


Fig. 15. Esquema geológico-estructural con indicación del área de estudio. En dicho esquema se representan las principales unidades (zonas internas y externas) y accidentes tectónicos: FAM (falla de Alhama de Murcia), FCA (falla de Carrascoy), CL (Cuenca de Lorca), FE (falla de Las Estancias) y FP (fallas de Palomares), entre otros. Fuente: Amores *et al.* (2001).

La gran fosa del Guadalentín es atravesada transversalmente por fracturas NE que la estructuran en forma de “pequeños” surcos y umbrales. El más destacable es el umbral de la sierra de Enmedio, el cual continúa en profundidad hacia Lorca. Esta estructuración es alterada por el juego de fracturas transversales NW de clara componente dextral y que producen variaciones importantes en los espesores de materiales depositados durante las transgresiones miocenas y pliocenas (Guillén-Mondéjar *et al.*, 1996).

Durante la sedimentación miocena esta depresión fue rellenada por una potente serie de margas, yesos y conglomerados, presentando un carácter subsidente que aún persiste. Según la Memoria del citado mapa, destaca la prolongación del umbral de la Sierra de Enmedio hacia el Noreste, separando al Norte un relleno pliocuaternario de más de 300 m y al Sur otro surco menos profundo con más de 100 m. Este umbral viene limitado por dos fracturas NE que son cortadas por otras de dirección NW que desplazan el umbral y por tanto parecen funcionar como desgarres dextrales. El umbral se difumina hacia el Noreste y ya a la altura de La Hoya apenas se alcanzan 50 m de Pliocuaternario. Algo más al Noreste se observa un pequeño graben con más de 50 m limitado por una serie de fracturas con dirección Norte. Más al Noreste, en la zona de Totana se localiza otro graben, con más de 100 m de espesor condicionado por el juego de dos fracturas NE. Hacia el Este, destaca el umbral de La Molata, a través del que se pone de manifiesto la escasa potencia del Pliocuaternario en dicha área (Arana Castillo *et al.*, 1999).

El relleno cuaternario que tapiza esta depresión incluye dos tipos de depósitos (Silva, 1994):

- 1) Depósitos cuaternarios antiguos, de edad Villafranquiense o Cuaternario Inferior, constituido por coluviones y aluviones, con cantos de rocas silicatadas y carbonatadas. Aparecen en el borde septentrional de las sierras situadas al Sur y Sureste, sierras de Enmedio, Carrasquilla y Almenara, respectivamente. Discordantes sobre estos depósitos se instalan derrubios de ladera y conos aluviales pertenecientes al Cuaternario Superior (Silva *et al.*, 1992).

- 2) Posteriormente, el Guadalentín y sus numerosas ramblas y barrancos tributarios han ido cubriendo los sedimentos marinos miocenos y pliocenos con aportes aluviales producidos en épocas de avenidas.

En conjunto se trata de una gran depresión recorrida por el río-rambla Guadalentín, de reciente instalación, constatada por la ausencia de terrazas fluviales evolucionadas (Navarro Hervás, 1986). Su recorrido sigue una dirección general N-S para cambiar en las inmediaciones de Lorca a N 45° E y quedar enmarcado por grandes relieves (Sierra de Almenara, en su borde meridional y Sierras de Estancias, Tercia y Espuña en su borde septentrional). Todos estos frentes montañosos entran en contacto con la depresión mediante grandes sistemas de fracturas que, en general, actúan como desgarres sinextrales (falla Palomares, N10°-20°E; falla Alhama, N40°-60°E). Este complicado mosaico de fracturas hace que cada segmento de falla se mueva de manera independiente y que exista un reajuste vertical importante, tanto de tipo inverso como normal. Numerosos rasgos morfológicos, típicos de estos accidentes, pueden observarse al borde de la depresión: red en Z en el drenaje actual, lomas de obturación, planos de falla con estrías horizontales, etc. (Silva, 2003).

El peso de los materiales neógenos que rellenan esta depresión, en combinación con un imbricado sistema de fracturas, provocó un proceso de subsidencia que, unido a la continua elevación de los flancos montañosos, facilitó la superposición de abanicos aluviales en sus bordes norte y sur. Actualmente, el proceso de subsidencia continúa mediante reajustes que convierten algunas de las formas pliocuaternarias en relieves colgados sobre los lechos fluviales (Silva, 1994).

De acuerdo con la disposición de los materiales y el funcionamiento de la red de fallas, se distinguen dos bordes con comportamientos tectónicos diferentes (Memoria del Mapa Neotectónico y Sismotectónico de la Región de Murcia, 1994):

1. *Borde septentrional (Accidente de Alhama)*. Independiente del movimiento de desgarre, la componente vertical juega un importante papel en el dispositivo geométrico de los sistemas de abanicos aluviales cuaternarios. En el sector de Lorca-Abejuela, el alto grado de elevación del relieve y la acusada subsidencia de la Fosa tectónica del Guadalentín durante el Pleistoceno Inferior-Medio, provoca la superposición de los abanicos más inclinados. En un momento determinado dicho movimiento cambia de sentido amortiguándose el

impulso positivo del frente montañoso, o “paralizándose” la subsidencia, lo que produce la retrogradación de los aportes (Silva *et al.*, 2003). Por último, los abanicos del Pleistoceno Superior y Holoceno se encajan en los anteriores, que ocupan una posición topográfica inferior (Calmel-Avila, 2002). En la zona de Totana (borde de la Sierra de la Tercia), el dominio principal del movimiento en desgarre de la falla de Alhama permite la formación de lomas de obturación una vez iniciada la sedimentación del sistema de abanicos del Pleistoceno Inferior, lo que origina la formación de cuencas prácticamente cerradas entre el relieve fundamental y el creado por las lomas (Silva *et al.*, 2003). Entre estas lomas recién formadas y el eje de la cuenca se forma un área fuertemente subsidente, de tal manera que los abanicos del Pleistoceno Medio-Superior y Holoceno se superponen a las secuencias sedimentarias de los anteriores, adoptando pendientes muy acusadas.

2. *Borde meridional (Accidente Palomares)*. Vuelven a repetirse los mismos dispositivos morfológicos observados en el borde occidental. Sin embargo, aunque los accidentes (Palomares, Falla de Hinojar) que bordean estos relieves funcionan también como desgarres, la creación de rasgos morfológicos distintos (lomas) durante el Cuaternario resulta menos destacable.

Un rasgo geomorfológico destacable es el fenómeno de captura que ha sufrido el antiguo Guadalentín. Según la Memoria del citado mapa, la potencia (>80 m) de los depósitos aluviales desarrollados entre la sierras de Almenara y Carrascoy sugiere su transporte a través de un curso importante que posiblemente se dirigía hacia el Este, para desembocar en la zona del Mar Menor durante el Pleistoceno Inferior. Posteriormente, la elevación del bloque situado entre las dos sierras impidió dicha salida y favoreció la erosión remontante del cauce del Sangonera hasta capturar el antiguo Guadalentín.

En definitiva, la evolución de esta depresión comenzaría durante el Plioceno, con una reactivación importante del sistema de fallas que la limitan, lo que generó el hundimiento de los antiguos paleomacizos, la emersión de las cuencas neógenas y el cambio de la sedimentación marina neógena por la continental. Esta actividad se prolongó hasta el Plioceno medio concentrándose

fundamentalmente a lo largo de la alineación tectónica que trazan el segmento central de la falla Lorca-Alhama y las fallas de Nor-Carrascoy y Bajo Segura, influyendo en la sedimentación, morfología y geometría de los depósitos cuaternarios (Goy y Zazo, 1987, 1989; Goy *et al.*, 1990), configurando definitivamente el paisaje actual.

Tras la individualización de la fosa tectónica del Guadalentín, la red hidrográfica existente tuvo que adaptar sus perfiles longitudinales rápidamente. De esta forma, al pie de los frentes montañosos, y favorecido por las condiciones climáticas cuaternarias, se desarrolló un sistema de abanicos aluviales alineados a ambos lados de la Depresión Prelitoral (Montenat, 1975).

La neotectónica, a través del reajuste de antiguas fallas y creación de otras, aportó un carácter subsidente a esta fosa, favoreciendo su relleno sedimentario y el encajamiento de los primitivos abanicos aluviales. Al rejuvenecerse los frentes por elevación de los relieves montañosos, se generaron nuevos conos aluviales de menor magnitud que han terminado por obturar localmente el drenaje del llano actual de inundación (Silva y Harvey, 1991).

Navarro Hervás *et al.*, (1985) distinguen al menos tres o cuatro niveles de conos detríticos superpuestos y encostrados, formados por cantos más o menos heterométricos de naturaleza muy diversa y una matriz arcillo-limosa poco consolidada. Los sistemas aluviales más completos se localizan en los piedemontes de las sierras que bordean la fosa del Guadalentín por el Norte. En general yacen sobre el primer nivel de glaciares de acumulación, de edad pliocuaternaria, ya que se trata de una cuenca subsidente, y los niveles más recientes ocupan posiciones topográficas inferiores, más alejadas del frente montañoso. Un buen ejemplo de ello lo constituye el sistema aluvial desarrollado al pie de la Sierra de la Torrecilla y del Cumbre. Por coalescencia lateral de los derrames producidos aguas abajo se ha formado, actualmente, un segundo nivel de glaciares de acumulación, propio de vertiente de enlace o de empalme, que se puede reconocer desde el piedemonte de sierra Espuña-Tercia hasta Totana, enlazando con los depósitos fluviales del fondo de valle.

Las rupturas de pendiente en el perfil longitudinal del talweg y las inflexiones bruscas de su trazado originan importantes derrames aluviales en forma de lóbulos y abanicos (pseudodeltas fluviales). Los más extensos se deben a los sucesivos desbordamientos del Guadalentín. Destaca uno aguas



abajo de Lorca, en dirección SW, y otro en las inmediaciones de Alcantarilla, antes de su confluencia con el Segura. Le siguen en importancia los producidos por las ramblas de Nogalte y Béjar. En el flanco Sur sobresale el de Purias, además de un cortejo de abanicos de menor desarrollo de cursos secundarios que desembocan en este tramo de la depresión.

Los abanicos aluviales muestran diferentes granulometrías: materiales gruesos en los ápices (zona apical) y finos al pie (frente distal). Éstos actúan como filtros de agua y siguen avanzando hacia la llanura gracias al aporte de sedimentos transportados por ramblas y barrancos durante las avenidas (Arche, 1989). Como consecuencia de la actividad morfoclimática desarrollada desde el Pleistoceno superior, estos abanicos aparecen actualmente disectados (Harvey, 1988).

La evolución morfológica de estos vastos depósitos de piedemonte debe interpretarse como respuesta a las fluctuaciones climáticas del Cuaternario. Su desarrollo se halla presidido por la sucesión de periodos de sedimentación y construcción (agradación) de edad Würm y pre-Würm y fases de encajamiento holocenas que coinciden con la aridificación del clima (Harvey, 1988). En la actualidad, estos terrenos, de excelentes condiciones agroecológicas, son aprovechados mediante su acondicionamiento en terrazas de cultivo).

La acumulación continua de materiales detríticos sobre la fosa ha ido progresivamente marcando el sentido y orientación de los principales colectores que la atraviesan, en este caso, Vznaga y Guadalentín. De hecho, los cambios de forma y perímetro de los abanicos aluviales, asociados al avance de sus frentes distales, han condicionado en muchos casos el trazado de estos cursos. Las facies sedimentarias originadas por el desbordamiento de la rambla de Nogalte y el río-rambla del Guadalentín tienen un límite neto en el contorno de los abanicos del flanco Sur. La afluencia de aportes fluvio-torrenciales en el fondo de la Fosa, a modo de derrames tipo "epandage", terminó provocando la obstrucción natural del desagüe del valle, explicando así la presencia de pequeñas áreas semiendorreicas en aquellos sectores deprimidos por debajo del nivel impuesto por la cobertera sedimentaria pliocuaternaria. Dichos espacios se convierten en zonas de acumulación de aguas por desbordamiento del cauce principal o aportes laterales de barrancos y ramblas tributarias (Conesa García *et al.*, 1994).

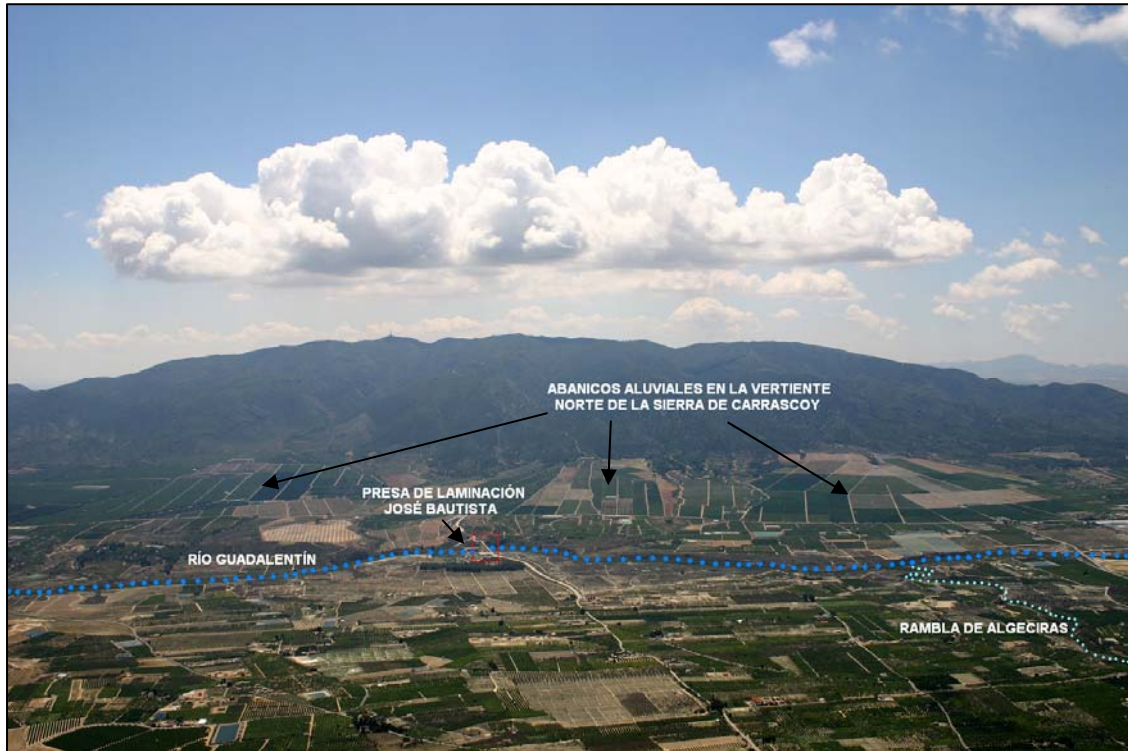


Fig. 16. Abanicos aluviales en la vertiente norte de la Sierra de Carrascoy, ocupados por cultivos de regadío de alto rendimiento. En punteado azul el río Guadalentín, en turquesa claro la rambla de Algeciras, y en recuadro rojo la presa para laminación de avenidas José Bautista

Algunos de estos cursos de agua transportan gran cantidad de sales. Dicha concentración salina en el agua superficial y subterránea justificaría la alimentación continua o no, según la frecuencia de aportes sólidos y líquidos de las ramblas, de un lago somero o antigua cuenca lacustre evaporítica, de la que pertenece como área relictas el saladar de Altobordo (Navarro Hervás *et al.*, 1995).

La alternancia de facies de textura gruesa y fina ha originado, dentro de estos abanicos, acuíferos multicapas con una importante precipitación de anhidrita. Una parte de estos acuíferos descargan por gravedad hacia la cuenca evaporítica, creando zonas de humedales al alcanzar los niveles impermeables de la llanura de inundación. Otra fracción de agua, muy carbonatada, queda atrapada dentro del sistema acuífero, precipitando las sales lentamente al fluir por surgencias o pozos en la llanura, formando horizontes salinos muy delgados.

La escasa pendiente de los terrenos semiendorreicos instalados en el fondo de la Depresión Prelitoral han favorecido el desarrollo de este tipo de

formaciones: sectores de Viznaga y Altobordo al Sur del núcleo urbano de Lorca, en el valle del Guadalentín, y en el extremo nororiental de la Depresión (Navarro Hervás *et al.*, 1996). La escorrentía superficial confluye con los flujos subterráneos en condiciones de régimen diferente. Por lo general, la descarga subálvea continúa tras cada avenida. Este hecho, unido a la naturaleza salina de los materiales de relleno, ha originado *criptohumedales* de interior en torno a las llanuras de inundación de alto valor ecológico (Ramírez Díaz *et al.*, 1992), con frecuencia fragmentados, que sin poseer una lámina de agua en superficie, si presentan un sustrato saturado que permite el desarrollo de especies vegetales freatófilas y halófilas (González Bernáldez, 1989 y 1990).

En la cuenca de Lorca los materiales neógeno-cuaternarios (margas y arcillas) se hallan profundamente disectados por una compleja red hidrográfica, dando origen a formas acarcavadas y badlands. Este paisaje queda sólo interrumpido por la presencia de alineaciones de dirección aproximada N-S, de estratos más resistentes a la erosión (areniscas y conglomerados) de edad Mioceno Terminal, que afloran localmente entre las extensas formaciones cuaternarias (IGME, 1974)

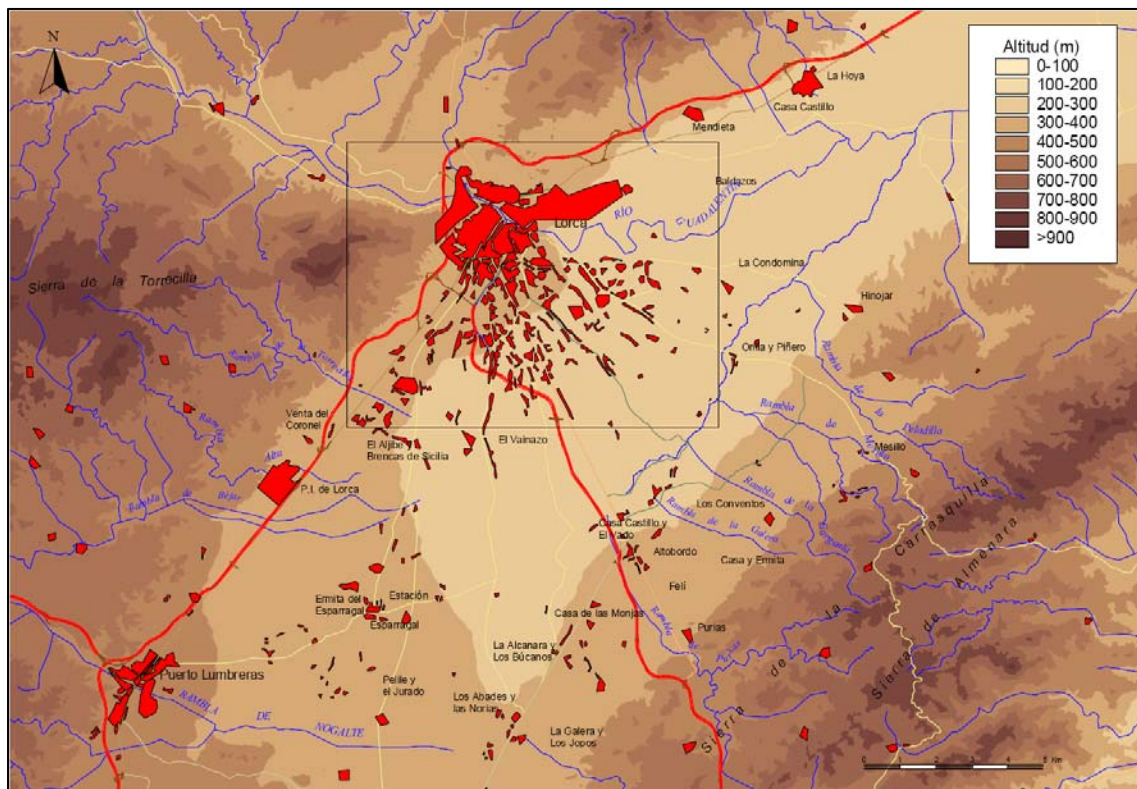


Fig. 17. Cuenca de Lorca (Valle del Guadalentín)

Los intensos procesos de erosión hídrica han generado un modelado vivamente seccionado, conformando redes de drenaje de textura fina y altos coeficientes de torrencialidad. El resultado es un paisaje abarrancado favorecido por el abandono de las tierras de labor, al que suelen estar asociados fenómenos de “piping” y acarreamiento (Geeson *et al*, 2002).

Ligados a la evolución morfogenética cuaternaria se han desarrollado cuatro niveles de glaciares: i) nivel superior antiguo de acumulación, ii) nivel de erosión sobre margas infrayacentes, iii) nivel de erosión fuertemente incidido por la erosión lineal y remontante de los cursos de agua y un iv) glaciar de acumulación reciente, que enlaza con los depósitos aluviales de las ramblas principales (Calmel-Avila, 2000). Salvo el nivel más antiguo, de edad plio-villafranquiense, el resto de las superficies de glaciares presentan un alto grado de erosionabilidad y pérdida de suelo.

### **3.3. Condiciones climáticas de la cuenca del Guadalentín**

La Cuenca queda inserta dentro del dominio climático mediterráneo, subtropical de costas occidentales o subtropical húmedo-seco (Cuadrat Prats y Pita López, 1997; Raso Nadal, 1978; Font Tullot, 1983; Martín Vide y Olcina Cantos, 1996, 2001; Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997; Capel Molina, 2000, etc.). Dentro de este dominio comprende, no obstante, un variado abanico de subtipos como respuesta a las diferencias de altitudes, grado de occidentalidad, posición hacia el interior peninsular, orientación y compacidad del relieve, etc. (Cabo Alonso, 1973). El grado de complejidad aumenta si se consideran los distintos matices de estos subtipos climáticos recurriendo a un tercer nivel de clasificación. Así, el incremento del valor de continentalidad y la existencia de cordilleras o relieves elevados exige considerar subtipos climáticos continentales o de montaña, caso de observatorios como María, Vélez Blanco, Vélez Blanco “Topares”, Doña Inés, o Alhama “Huerta Espuña”, entre otros. También se distinguen subtipos de clima mediterráneo árido — estaciones meteorológicas de Lorca “CHS”, Puerto Lumbreras “CHS”, Totana “Presa del Paretón”, Librilla “CHS”, Murcia/Alcantarilla, etc.—.

En los *climas mediterráneos subtipo continental* los rasgos de continentalidad son manifiestos. El aire frecuentemente seco y una notable amplitud térmica, tanto anual como diaria, son notas distintivas de este subtipo climático. En estos espacios la temperatura media de sus meses invernales es habitualmente inferior a los 6,5° C, por lo que se puede hablar de verdadero invierno, siendo muy comunes las heladas. En contraste, los meses de verano son calurosos, con valores extremos que superan los 35° C. Sin embargo, sólo las horas centrales son calurosas, siendo las noches frescas o, en ocasiones, bastante frías. La amplitud térmica media anual suele situarse por encima de los 15° C, acercándose e, incluso superando los 20° C.

La precipitación es escasa, raras veces se superan los 500 mm anuales, siendo la aridez un rasgo característico del paisaje.

En los *climas mediterráneos de montaña* es la altitud, lógicamente, el factor demarcatorio. Las temperaturas disminuyen apreciablemente. Las medias mensuales, sobre todo en el período invernal, se aproximan a los 0° C. aumenta la nubosidad y la pluviosidad, también el número de tormentas, lo que provoca una mayor humedad. Los meses de verano, gracias a un incremento de los fenómenos convectivos, presentan lluvias más copiosas que en los demás subtipos, por lo que la precipitación anual sobrepasa habitualmente el umbral de los 500 mm. Con todo, la aridez estival es considerable.

Son destacadas las “sombras pluviométricas”, la disimetría entre la vertiente de barlovento y sotavento, con abundante vegetación en la primera y rasgos xerófilos en la segunda, debido a una mayor insolación y evapotranspiración, superior esta última en algunos sectores del Guadalentín a los 900 mm (Sánchez-Toribio *et al.*, 1996).

Los *subtipos mediterráneos áridos*, predominantes en el Sureste Peninsular, presentan una extrema aridez, con precipitaciones medias anuales, generalmente, inferiores a 300 mm. La sequía estival es muy marcada, con precipitaciones prácticamente ausentes en los meses de julio y agosto. La irregularidad pluviométrica, interanual y anual, es elevada, siendo la estación otoñal la que suele presentar unas precipitaciones más copiosas. Los días de lluvia son escasos, merced al predominio de las altas presiones subtropicales,

y cuando la lluvia se presenta, lo hace torrencialmente, con escasa duración y exagerada intensidad.

En definitiva, y en conjunto, los rasgos climáticos de la cuenca del Guadalentín vienen representados por un régimen térmico anual templado, en torno a los 16° C, pobres e intermitentes precipitaciones, aunque a veces de fuerte intensidad horaria y concentradas en el espacio, acusada evapotranspiración y enérgica aridez (Gil Olcina, 1967, 1993). El gradiente térmico sigue un itinerario ascendente desde los 12° C de media anual que se observa en las altas sierras occidentales y norte de la Cuenca, unido a una mayor altitud y alejamiento del Mar Mediterráneo, hasta los 18° C del sector centro oriental. En cambio, las precipitaciones aumentan gradualmente desde el fondo del valle hacia el norte y oeste. Para el conjunto de la Cuenca se puede estimar una precipitación media anual de 350 mm, oscilando entre los 300 mm en los sectores centro y este, y los 500 mm de los sectores húmedos localizados a mayor altitud y orientados a barlovento. La evapotranspiración potencial suele superar los 1.000 mm anuales en gran parte del territorio, siendo el grado de aridez elevado (Navarro Hervás, 1991).

Los meses estivales son muy calurosos y secos, los inviernos suaves, y la amplitud térmica presenta ciertos rasgos de continentalidad. Es de destacar en algunos sectores una insolación muy elevada, que ronda las tres mil horas de sol anuales, o incluso las supera en los años más secos (Gil Olcina, 1995).

En general, la cuenca del Guadalentín, como el resto del sureste español, es una de las zonas más secas de la península Ibérica. Su rasgo definitorio primordial es la aridez, consecuencia de unas precipitaciones exiguas y muy irregulares, con extremada penuria estival y alta concentración horaria, además de una cuantiosa evapotranspiración potencial.

### *3.3.1. Tipos climáticos y factores condicionantes*

El clima de una cuenca de extensión media como la del Guadalentín (3.300 Km<sup>2</sup>) queda determinado, a pequeña escala, por su posición dentro de la circulación general atmosférica y, a mayor escala, por las particularidades

geográficas locales, ocupando un puesto relevante la topografía, ya que perturba los hechos climáticos a partir de una serie de efectos de muralla, orientación, etc.

El clima de la cuenca del Guadalentín (37° 25' y 38° 45' Norte) hay que interpretarlo dentro del ámbito mediterráneo con influencia subtropical, ligado a una dinámica ciclogénica incapaz de generar masas de aire (Mournier y Almaoub, 1983; Jansá, 1988; Capel Molina, 1990). En este territorio, la altura del sol sobre el horizonte es considerable, lo que repercute en una intensa radiación solar (Font Tullot, 1956; Capel Molina y Díaz Álvarez, 1980). El período diurno es apreciable, sobre todo en meses no invernales, siendo la insolación un recurso natural básico, aprovechado sobre todo por la actividad agraria, y por tanto base económica de gran parte de este territorio.

Las altas presiones subtropicales y las bajas subpolares entran en pugna, originando ondulaciones del frente polar que afectan a esta zona de forma destacada en los equinoccios. El frente polar experimenta oscilaciones estacionales, asciende hacia el norte en verano y desciende hacia el sur en invierno, y es entonces cuando las masas polares se dejan sentir en la práctica totalidad del territorio español. Sin embargo, durante la estación estival, invaden la Península Ibérica las masas subtropicales, imponiendo su estabilidad atmosférica (Martín Vide y Olcina Cantos, 2001).

La situación de la cuenca del Guadalentín en el extremo sur mediterráneo del continente europeo la hace partícipe de las características térmicas y dinámicas de las masas de aire tropical marítima y continental, polar marítima y polar marítima de retorno, mediterránea y, muy infrecuentemente, de aire polar continental, puesto que su latitud tan meridional y su longitud en el oeste del continente constituyen, precisamente, el límite de avance meridional (Sánchez Rodríguez, 1993).

La masa tropical marítima, con región fuente en el Atlántico subtropical y tropical, se caracteriza por unas temperaturas altas y una elevada humedad. Los flujos del suroeste conllevan, por tanto, la llegada de este tipo de aire. La masa tropical continental, originaria del Sahara, conlleva aire cálido y seco,

cargado de polvo en suspensión, afectando la Cuenca especialmente en verano. La polar marítima, natural del Atlántico norte, perturba con temperatura fría o fresca y elevada humedad. Son los flujos del noroeste que conducen a los frentes fríos de esta naturaleza los que suponen la irrupción de aire polar marítimo más típica. La masa mediterránea, generada por un estancamiento prolongado del aire en esta cuenca cerrada y rodeada por altos relieves, se caracteriza por presentar una temperatura suave y una humedad elevada, provocando las máximas precipitaciones en este territorio. La masa polar continental, procedente del interior del macrocontinente euroasiático, alcanza la zona con aire frío y seco, provocando verdaderas olas de frío, nefastas para la actividad agraria en general (Albentosa Sánchez, 1976; Clavero Paricio y Raso Nadal, 1979; Capel Molina, 1981; Castillo Requena, 1989;...).

La posición occidental de la cuenca del Guadalentín con respecto al continente euroasiático y, sobre todo, su latitud subtropical confieren a su clima rasgos de mediterraneidad. Se señala, muy a menudo, que la sequía estival se debe a la vecindad del Mediterráneo; sin embargo, la ausencia de lluvias en verano es un rasgo de subtropicalidad. Por el contrario, el Mediterráneo es un mar generador de procesos de inestabilidad atmosférica, que originan lluvias, especialmente en otoño (Conesa García y Alonso Sarría, 2006).

En este contexto regional, la disposición orográfica de las Béticas, de orientación SO-NE, obstaculiza la prolongación de las influencias marítimas atlánticas, de manera que el flanco occidental de la Cuenca queda a sotavento de la incidencia de los tipos de tiempo ciclónicos atlánticos. Los relieves elevados constituyen en buena medida barreras transversales a los flujos húmedos superficiales procedentes del océano, provocando un intenso efecto foehn. En cambio, la misma disposición orográfica favorece la ascensión y disparo vertical de los vientos húmedos de Levante procedentes del Mediterráneo occidental, dando origen a fuertes lluvias (Armengot Serrano, 1994).

Puede considerarse, por tanto, que las precipitaciones torrenciales en la mayoría de los observatorios de la cuenca del Guadalentín se producen con



vientos de componente este y, especialmente, del segundo cuadrante. Sólo aquellos observatorios situados en el sector noroccidental, cuenca alta del Guadalentín, en el límite con la provincia de Almería, reciben las precipitaciones más abultadas con vientos del oeste —Vélez Blanco, María, Vélez Blanco “Topares”— (Navarro Hervás, 1991).

Por otra parte, la cercanía del Mar de Alborán —límite meridional del recorrido de la corriente en chorro— y la existencia vecina del cinturón de altas subtropicales son también factores climatológicos rectores durante gran parte del año. Se trata de expansiones hacia el norte del anticiclón marítimo de las Azores o de la dorsal norteafricana. Durante gran parte del año se halla sometida a la acción de abrigo aerológico que ejerce el anticiclón de las Azores, responsable de largas e intensas sequías. No obstante, los caracteres del tiempo y, sobre todo, la producción de lluvias dependen más estrechamente de los mecanismos polares que de los tropicales (Sánchez Egea, 1968; Capel Molina, 1991).

Los anticiclones subtropicales dominan durante gran parte del año, siendo el anticiclón de las Azores el de mayor influencia sobre la Península. La estación veraniega es seca y soleada, y sólo durante algunos días del resto del año la retirada de estas altas presiones permite la llegada de flujos inestables occidentales.

El gran anticiclón de las Azores constituye una infranqueable barrera para el progreso de las perturbaciones procedentes del océano, obligando a desviar su trayectoria hacia latitudes más altas y protegiendo este espacio de las profundas depresiones atlánticas.

Aunque el territorio murciano está fuera de la zona de mayor turbulencia y ciclogénesis, situada al norte del paralelo 40°, permanece, sin embargo, bajo la influencia de flujos del este de circulación meridiana, irrupciones frías aisladas en altura (vórtices desprendidos de la corriente en chorro) y procesos de termoconvectividad desarrollados en el Mediterráneo Occidental, que desencadenan importantes lluvias torrenciales. Las advecciones ciclónicas del

oeste, en cambio, llegan bastante degradadas y sólo generan precipitaciones escasas muy repartidas (Conesa García y Alonso Sarria, 2006).

El dipolo constituido por el anticiclón de las Azores y la borrasca de Islandia compone la denominada Oscilación del Atlántico Norte —NAO—, con notable incidencia en invierno sobre el clima de Europa Occidental. La fase positiva de este patrón de variabilidad de baja frecuencia, o teleconexión, se establece cuando hay una gran diferencia de presión en superficie entre las Azores e Islandia —presencia de altas presiones en el archipiélago de las Azores y bajas sobre la isla de Islandia—. En este caso, buena parte de la Península Ibérica recibe cantidades de lluvia muy inferiores a las normales. En cambio, durante la fase negativa de la NAO se invierten los valores de presión, y el extremo suroccidental europeo experimenta un aumento de la precipitación, por lo común asociado a depresiones próximas al Golfo de Cádiz (Martín *et al.*, 2004).

La baja de Liguria, desarrollo ciclogénico originado por la profundización de depresiones sobre este sector del Mediterráneo, a menudo deja sentir su incidencia en la costa este peninsular española. La baja del Golfo de Cádiz, de origen dinámico debido a la existencia de embolsamientos de aire frío en altura, suele provocar un balance pluviométrico positivo en este territorio. Gran relevancia para el registro de precipitaciones, generalmente torrenciales, presenta la formación de la baja de Argelia en otoño, invierno y primavera en el Sureste de España. Este desarrollo ciclogénico queda vinculado a una fuerte inestabilidad atmosférica causada por la acumulación de aire frío en las capas altas y aire cálido mediterráneo en las capas bajas (Baur y Zimmerschied, 1949; Tomás Quevedo, 1966; Medina Isabel, 1970; Alonso Oroza, 1976; Quereda sala, 1983, 1984, 1989).

La depresión africana estival, de carácter térmico fruto del intenso recalentamiento del sustrato sahariano, afecta frecuentemente a la Península Ibérica, acusando un tiempo muy caluroso y bochornoso (Olcina Cantos y Rico Amorós, 1995). Por último, el anticiclón centroeuropeo, de naturaleza térmica,

se deja sentir también, aunque esporádicamente, con frío y nieblas (Gaya Obrador, 1984).

### 3.3.2. *La precipitación en la cuenca del Guadalentín*

Todo estudio climatológico de la precipitación requiere conocer su cantidad media, fundamentalmente la referida a las etapas anual, estacional y mensual, a partir de las observaciones diarias. Pero, también, han de tenerse en cuenta otras particularidades o parámetros —variabilidad, frecuencia, probabilidades, persistencia, irregularidad, duración, intensidad, tendencias de las series, disparidad interanual, períodos lluviosos y secos, etc.—, referidos siempre a diferentes períodos de tiempo, y estableciendo su distribución y extensión espacial (Martín Vide, 1991).

Ciertamente, en las latitudes que ocupa España, es la temperatura el elemento que caracteriza el régimen anual de sus climas, lo que deriva en gran medida de un ciclo anual de insolación disímil: las estaciones equinocciales, el verano y el invierno, muestran valores térmicos sensiblemente diferentes (Martín Vide y Olcina Cantos, 2001; Gil Olcina y Olcina Cantos, 2001;...).

No obstante, la precipitación es el elemento climático más significativo y singular de este país. En gran parte de este territorio la lluvia presenta un comportamiento temporal muy variable e irregular, frecuentemente escasa y ocasionalmente excesiva. La precipitación, además, es muy dispar en su distribución espacial, con extensas áreas secas o muy secas y, como contrapunto, con ciertos sectores particularmente lluviosos.

La irregularidad temporal y la desigualdad espacial de la lluvia se erigen en factores socioeconómicos y de diferenciación territorial. La gestión del agua en España debe ajustarse a una pluviometría escasa en la mayor parte del país, con ciertos desequilibrios entre las cuencas, que obligan a una delicada y nada fácil armonización en el empleo de este recurso.

#### *- Estaciones y series pluviométricas empleadas*

La red de estaciones meteorológicas del INM en la cuenca del Guadalentín representa una densidad de 1 observatorio cada 275 km<sup>2</sup> con datos diarios de precipitaciones desde 1950. En la zona de estudio se han

seleccionado un total de 12 observatorios repartidos por toda la Cuenca (figura 20). Su información termopluviométrica constituye un material muy útil para evaluar los resultados de los modelos generales en esta escala subregional. Las series de precipitación areales de la Cuenca han sido completadas mediante modelos de correlación múltiple. El estudio de la variabilidad climática a partir de la precipitación requiere disponer de series lo más largas posible, siendo necesario en ocasiones rellenar lagunas de datos mediante métodos de interpolación.

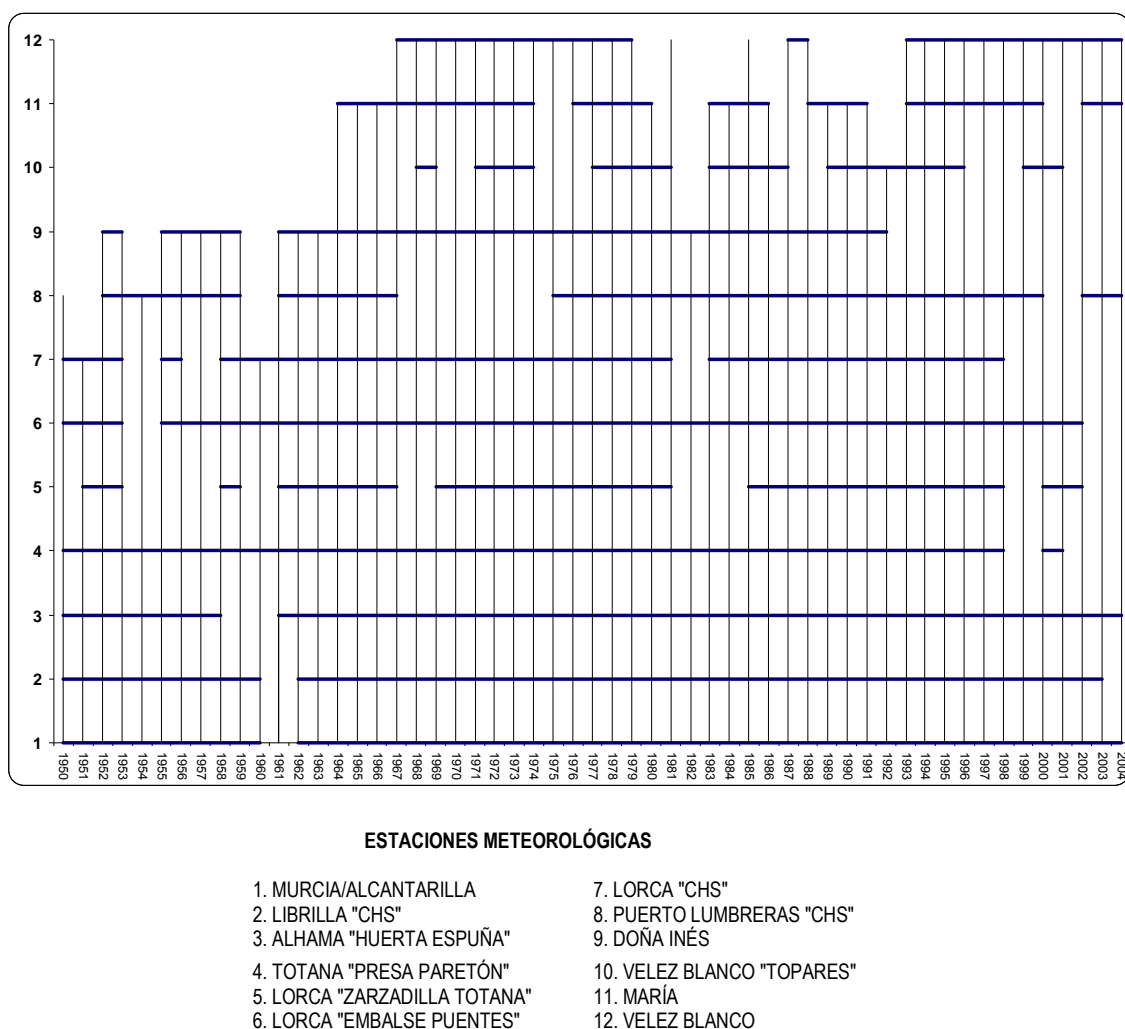
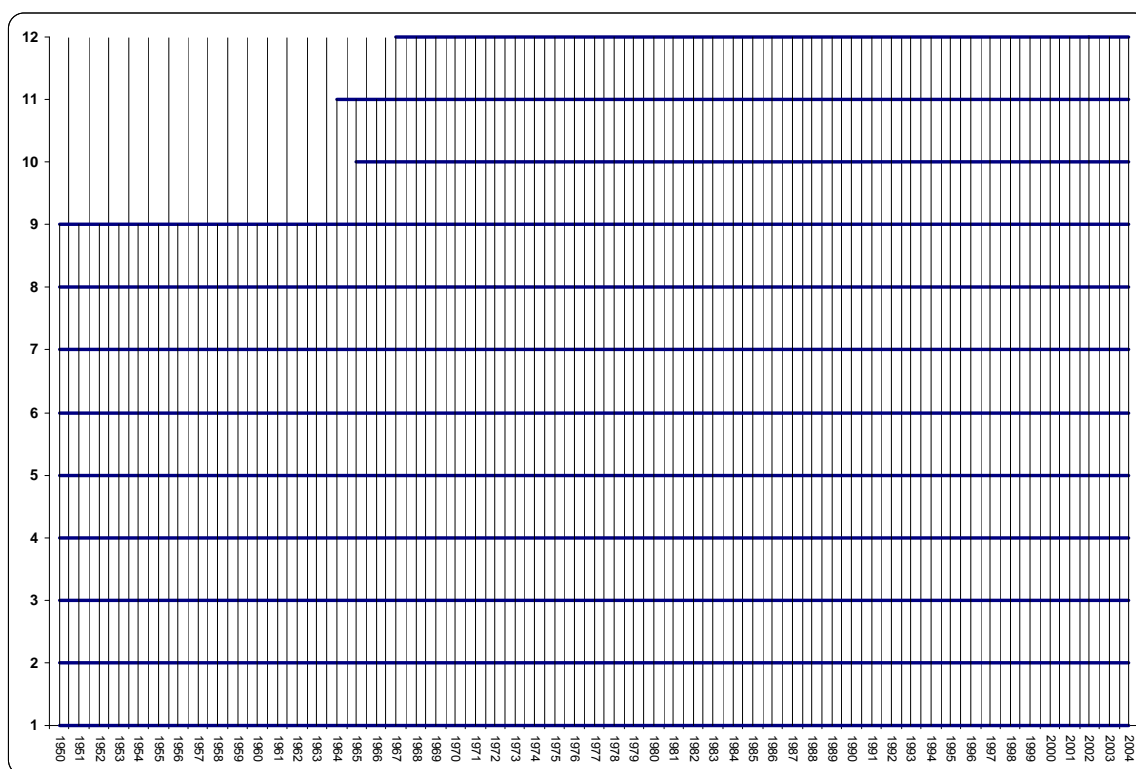


Fig. 18. Estaciones meteorológicas empleadas y series con registros de precipitación

Los datos originales proceden de los Centros Territoriales del INM —Centro Territorial de Murcia y Centro Territorial de Andalucía Oriental, sito en Málaga—. La reconstrucción de las series incompletas se realiza a partir del método propuesto por González Hidalgo *et al.* (2002). En primer lugar, se

analizan los observatorios de una misma localidad, considerando siempre como observatorio candidato aquél que prolonga sus observaciones hasta el presente, con lo que se consigue la continuidad de la serie reconstruida en el futuro. La única excepción la constituye el observatorio de Doña Inés (Lorca), que dejó de funcionar en 1992 (figura 18); sin embargo, su información se considera esencial para el estudio de las rachas secas en el altiplano suroccidental de la cuenca del Guadalentín, y ha sido por tanto necesario completar su serie.



#### ESTACIONES METEOROLÓGICAS

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. MURCIA/ALCANTARILLA       | 7. LORCA "CHS"             |
| 2. LIBRILLA "CHS"            | 8. PUERTO LUMBRERAS "CHS"  |
| 3. ALHAMA "HUERTA ESPUÑA"    | 9. DOÑA INÉS               |
| 4. TOTANA "PRESA PARETÓN"    | 10. VELEZ BLANCO "TOPARES" |
| 5. LORCA "ZARZADILLA TOTANA" | 11. MARÍA                  |
| 6. LORCA "EMBALSE PUENTES"   | 12. VELEZ BLANCO           |

Fig. 19. Estaciones meteorológicas empleadas y series de precipitación reconstruidas

Si en la misma área aparecen varios observatorios con registros de periodos diferentes, solapados de forma continuada, el relleno de lagunas se realiza en fases consecutivas entre pares de registros, en sentido retrógrado. En cada nuevo paso la serie aspirante para completar una serie es la parcialmente

reconstruida sobre el observatorio que anota datos en el presente. A veces, las series de datos reconstruidas que amplían la serie candidata no se solapan con ésta, por lo que se ha optado por la unión directa de las observaciones y su relleno posterior con vecinos (González Hidalgo *et al.*, 2002).

Tras el relleno de lagunas se ha realizado una comprobación de la calidad de los datos. Una serie temporal se considera homogénea si sus oscilaciones son exclusivamente debidas a causas climáticas (Conrad y Pollack, 1962). Está probado que la mayoría de los registros se ven perturbados por un número indeterminado de factores no climáticos, haciendo que las series no sean representativas de la dinámica natural del clima (Peterson *et al.*, 1998). Entre los factores causantes de la falta de homogeneidad en las series se encuentran los cambios de instrumental, del método de medición, del emplazamiento o del entorno del observatorio (Jones *et al.*, 1986).

A los registros se ha aplicado el SNHT (*Standard Normal Homogeneity Test*) desarrollado por Alexandersson y Moberg (1997). Esta metodología permite la detección y corrección de errores en los registros reconstruidos. Finalizado este proceso, se dispone de una base de datos de precipitación ajustada correspondiente a los 12 observatorios seleccionados (figura 19). Con ella se lleva a cabo el análisis de las variaciones y tendencias de la precipitación.

Del análisis de las series pluviométricas se deduce que la precipitación en esta cuenca no presenta tendencias temporales significativas; sin embargo, es incuestionable su gran variabilidad interanual, lo que implica una sucesión de períodos de alta y baja disponibilidad hídrica y, dentro de éstos, la ocurrencia de etapas de estrés hídrico o sequías que generan graves problemas en la gestión del agua.

#### *- Precipitación media anual y gradiente pluviométrico espacial*

Las cantidades medias anuales de precipitación en la cuenca del Guadalentín, como en la mayor parte del territorio español, son muy variadas.

La disparidad entre los valores de cualquier año y el precedente o posterior puede ser muy apreciable. De esta manera, la alta variabilidad y la alta disparidad consecutiva de los totales anuales pluviométricos conllevan una gran inseguridad en los aportes de precipitación y en las reservas hídricas, erigiéndose éste en un factor socioeconómico decisivo, la mayoría de las veces negativo y limitante del desarrollo. Tal hecho obliga a planificar y gestionar los recursos hídricos disponibles, de acuerdo con los condicionantes impuestos por una pluviometría generalmente escasa y variada en su reparto espacio-temporal.

A pesar de la escasa significación que presenta la precipitación media anual de las series analizadas, existe en la Cuenca un reparto espacial muy desigual de la precipitación (cuadro 1 y figura 20).

Cuadro 1. Valores medios de precipitación de las estaciones seleccionadas. Cuenca del Guadalentín (Periodo 1950-2004; 1965-2004 para Topares, 1965-2004 en María y 1967-2004 en Vélez Blanco)

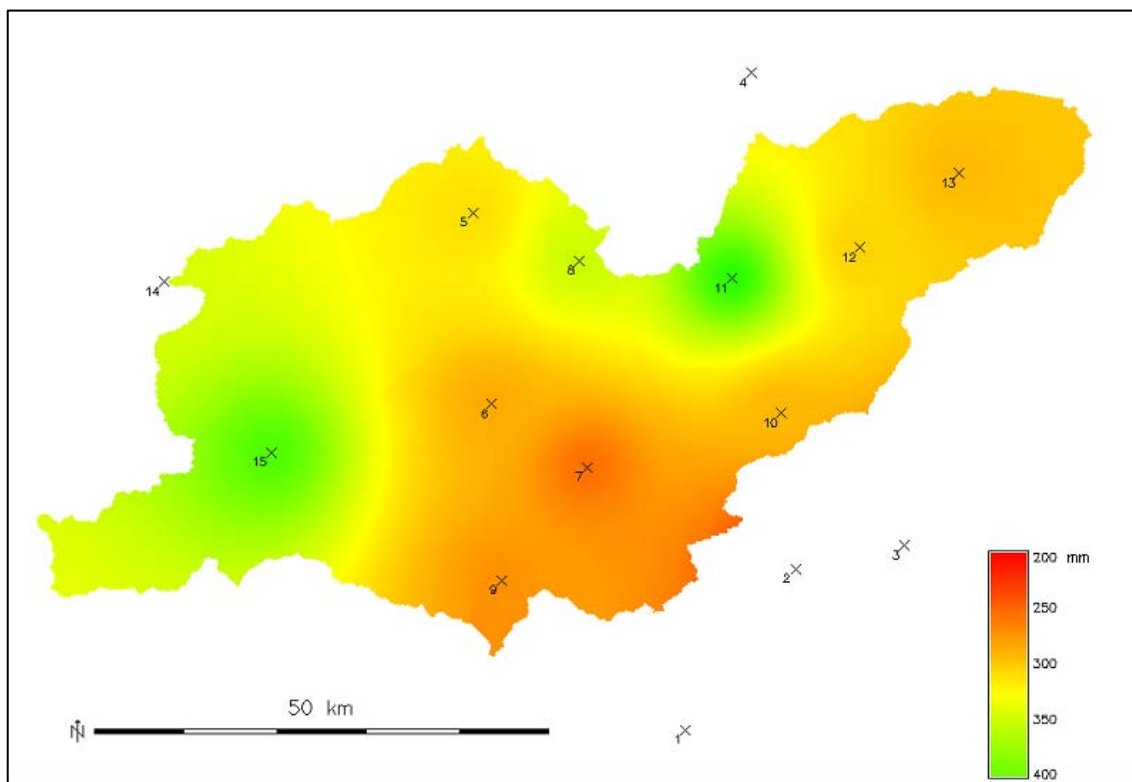
estaciones	precipitación media anual
Murcia/alcantarilla	292,4
Librilla "CHS"	304,4
Alhama "Huerta Espuña"	430,5
Totana "Presa Paretón"	291,1
Lorca "Zarzadilla Totana"	351,4
Lorca "Embalse Puentes"	284,2
Lorca "CHS"	255,2
Puerto lumbreras "CHS"	271,7
Doña Inés	309,7
Velez Blanco "Topares"	343,8
María	438,7
Velez Blanco	410,5

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Según Navarro Hervás (1991) son dos las causas principales que explican la distribución espacial de la precipitación en la Cuenca: i) el grado de influencia de los vientos húmedos de Levante, canalizados y disparados por las elevaciones que enmarcan la Depresión; ii) el gradiente higrométrico vertical combinado con la acción de los vientos de tipo föehn a sotavento de las sierras prelitorales.

El mapa pluviométrico de la Cuenca (figura 20) refleja nítidamente la distribución del relieve anotando un aumento de la precipitación en las zonas

montañosas (Sierra de Espuña, Sierra de María y demás serranías noroccidentales) y un descenso en las tierras bajas. Este contraste es notorio en el tramo medio y bajo del Guadalentín, donde las precipitaciones menguan muy sensiblemente con respecto a las vertientes montañosas que lo encuadran.



Estaciones meteorológicas situadas en la cuenca del Guadalentín

5. DOÑA INÉS	11. ALHAMA "HUERTA ESPUÑA"
6. LORCA "EMBALSE PUENTES"	12. LIBRILLA "CHS"
7. LORCA "CHS"	13. MURCIA/ALCANTARILLA
8. LORCA "ZARZADILLA TOTANA"	14. VELEZ BLANCO "TOPARES"
9. PUERTO LUMBRERAS "CHS"	15. VELEZ BLANCO
10. TOTANA "PRESA PARETÓN"	16. MARÍA

Fig. 20. Distribución de la precipitación media en la cuenca del Guadalentín (1950-2004)

#### - Distribución frecuencial de las precipitaciones anuales

Considerando el conjunto de la Cuenca puede afirmarse que en su mayor parte recibe precipitaciones anuales entre 300 y 400 mm, siguiendo en importancia el intervalo 200-300 mm. Sólo el observatorio de Alhama "Huerta Espuña" con un 20% de años con precipitación registrada en este intervalo, y las estaciones de Vélez Blanco "Topares" y María con un 17,5% y un 12,1% respectivamente, presentan valores relativos altos. Y de éstos, únicamente el



observatorio de María, localizado en uno de los sectores más occidentales y elevados de la Cuenca, suele superar los 900 mm. Parcialmente, por debajo de los 300 mm, los observatorios más indigentes en precipitaciones agrupan las lluvias en pocos intervalos con una frecuencia elevada, superior al 30 % y, a veces, al 50 %, caso de Lorca “CHS” (cuadro 2).

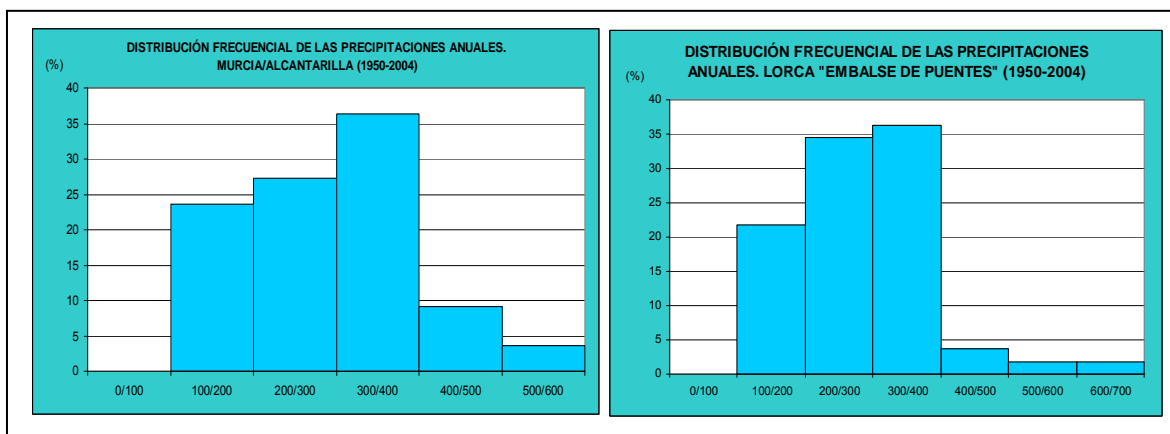


Fig. 21. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en Alcantarilla y Lorca “Embalse de Puentes” (1950-2004)

Los años con precipitaciones anuales comprendidas entre los 300 y 400 mm son los más abundantes en el medio y bajo Guadalentín, mientras que en zonas elevadas y sectores occidentales de la Cuenca suelen presentarse ciertos años con precipitaciones abundantes. No obstante, los años con pluviometría superior a 600 mm son poco representativos (figuras 21 y 22).

De todo ello se deduce que, la moda, valor más frecuente del conjunto de precipitaciones anuales, se sitúa preferentemente entre los intervalos 300-400 mm y 200-300 mm.

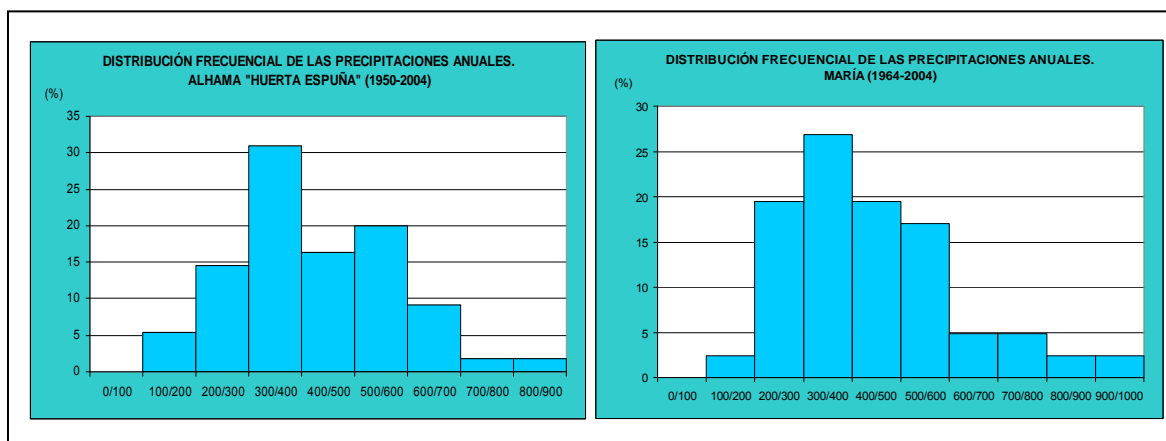


Fig. 22. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en Huerta Espuña (1950-2004) y María (1964-2004)

Este indicador, a pesar de mostrar una primera aproximación de la frecuencia de los valores pluviométricos anuales, resulta ser un parámetro poco representativo de la distribución espacio-temporal de la precipitación.

Cuadro 2. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en la cuenca del Guadalentín (%)

Estaciones meteorológicas	Intervalos de clase (Precipitación mm.)									
	0/100	100/200	200/300	300/400	400/500	500/600	600/700	700/800	800/900	900/1000
Murcia/Alcantarilla	0,0	23,6	27,3	36,4	9,1	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Librilla "CHS"	0,0	21,8	25,5	38,2	7,3	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Alhama "Huerta España"	0,0	5,5	14,5	30,9	16,4	20,0	9,1	1,8	1,8	0,0
Totana "Presa Paretón"	1,8	20,0	36,4	36,4	3,6	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Lorca "Zarzadilla Totana"	0,0	14,5	25,5	25,5	23,6	5,5	5,5	0,0	0,0	0,0
Lorca "Embalse Puentes"	0,0	21,8	34,5	36,4	3,6	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0
Lorca "CHS"	0,0	23,6	50,9	21,8	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Puerto Lumbreras "CHS"	1,8	23,6	18,2	49,1	5,5	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0
Doña Inés	1,8	14,5	29,1	38,2	10,9	1,8	3,6	0,0	0,0	0,0
Vélez Blanco "Topares"	0,0	5,0	37,5	35,0	0,0	17,5	5,0	0,0	0,0	0,0
María	0,0	2,4	19,5	26,8	19,5	17,1	4,9	4,9	2,4	2,4
Vélez Blanco	0,0	2,6	23,7	26,3	26,3	7,9	7,9	5,3	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental). Periodo 1950-2004; 1965-2004 para Topares, 1965-2004 en María y 1967-2004 en Vélez Blanco.

#### - Variabilidad pluviométrica interanual

La distribución irregular de las precipitaciones constituye una característica común a las regiones de clima mediterráneo. Los dos aspectos más representativos de las características de la irregularidad pluviométrica en este territorio están representados por las situaciones extremas, es decir, la falta de precipitación durante periodos más o menos prolongados (sequías) y la presencia ocasional de precipitaciones ingentes en cortos periodos de tiempo (lluvias extraordinarias), causantes ambos de situaciones de tipo catastrófico.

El análisis estadístico de las series pluviométricas anuales ha permitido clasificar las estaciones meteorológicas en función de unos límites de clase con respecto a la media general (cuadro 3). Tal clasificación permite establecer una zonificación de la Cuenca en cuatro sectores:

- *Sector árido*, con precipitaciones medias anuales inferiores a 271,4 mm, es decir, por debajo de la media menos la desviación típica ( $\bar{X} - S$ ). Sólo una estación presenta valores inferiores: Lorca CHS (255,2 mm).

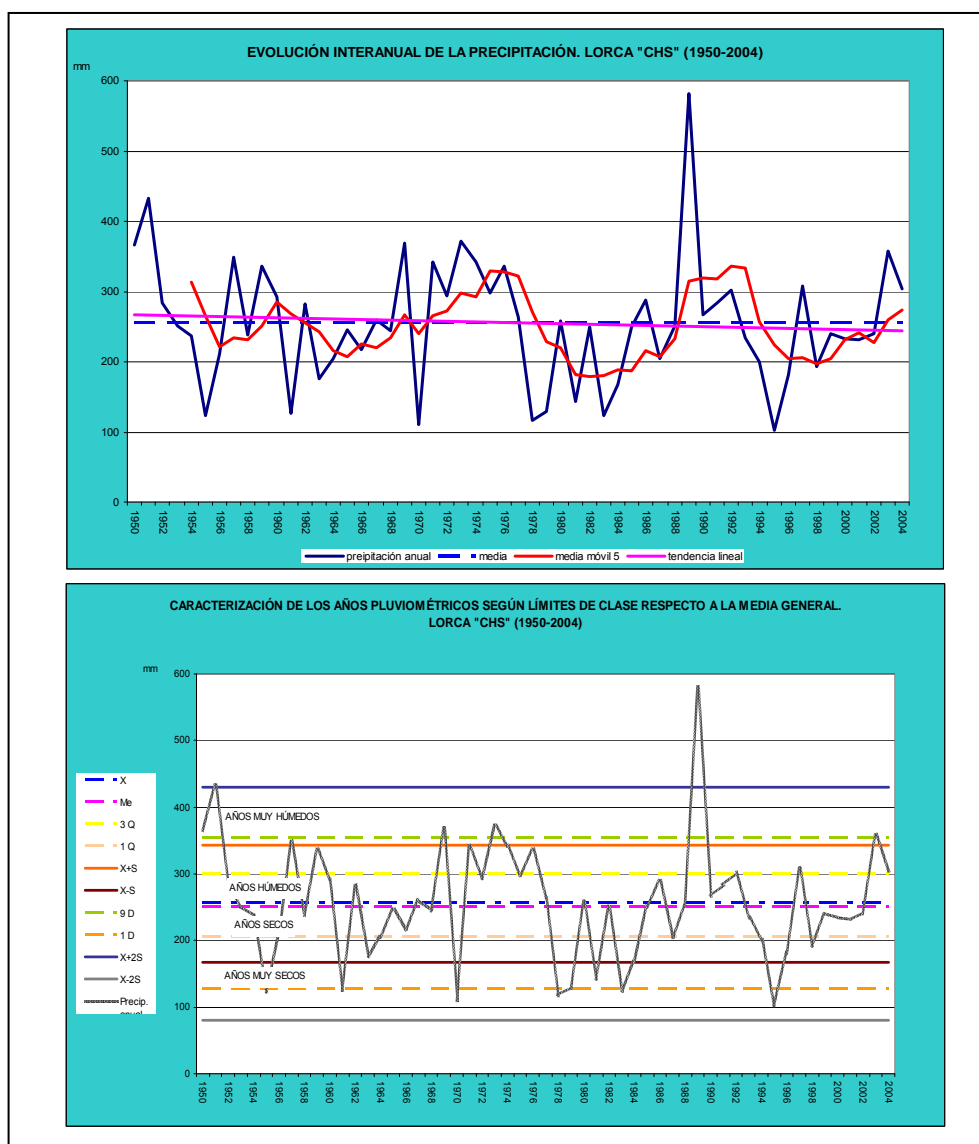


Fig. 23. Evolución interanual de la precipitación, precipitación media, media móvil de 5 años y tendencia. Caracterización de los años pluviométricos (muy húmedos: con pluviometría superior a la media más una desviación típica; húmedos: con pluviometría comprendida entre la media y la media más una desviación típica; secos: aquéllos con pluviometría comprendida entre la media y la media menos una desviación típica; muy secos: con pluviometría inferior a la media menos una desviación típica) en Lorca CHS.

- *Sector semiárido*, configurado por aquellos observatorios con precipitaciones medias anuales situadas entre la media y la media menos la desviación típica (332-271,4 mm). Quedan englobadas en este sector las estaciones de Puerto Lumbreras (271,7 mm), Totana “Presa del Paretón” (291,4 mm), Murcia/Alcantarilla (292,4 mm), Librilla “CHS” (304,4 mm) y Doña Inés (309,7 mm).

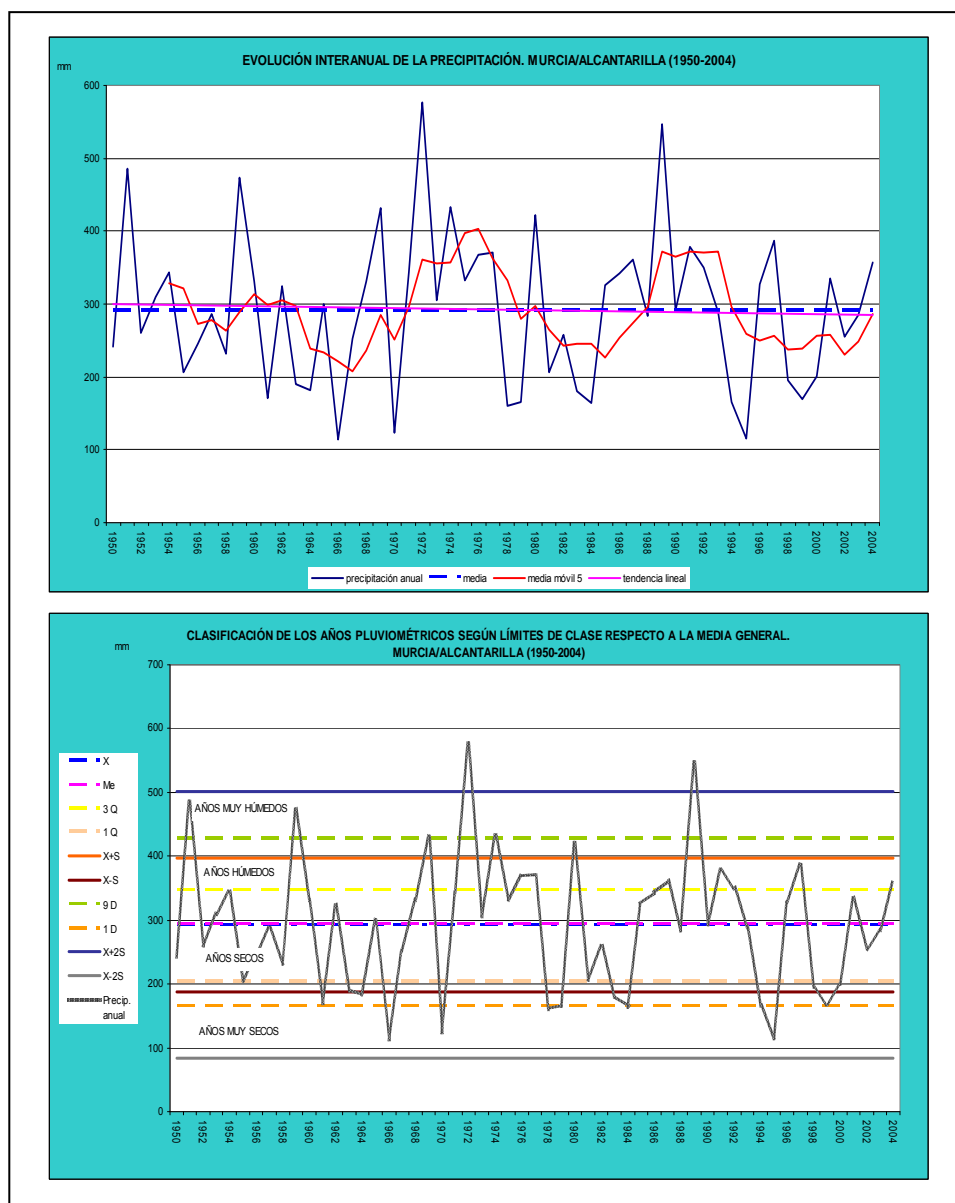


Fig. 24. Evolución interanual de la precipitación, precipitación media, media móvil de 5 años y tendencia. Caracterización de los años pluviométricos (muy húmedos: con pluviometría superior a la media más una desviación típica; húmedos: con pluviometría comprendida entre la media y la media más una desviación típica; secos: aquéllos con pluviometría comprendida entre la media y la media menos una desviación típica; muy secos: con pluviometría inferior a la media menos una desviación típica) en Murcia/Alcantarilla.

- *Sector subhúmedo*, con precipitaciones superiores a los 332 mm e inferiores a 392,6 mm; es decir, incluye los observatorios con valores pluviométricos medios anuales situados entre la media y la media más una desviación típica (Vélez Blanco “Topares” y Lorca “Zarzadilla de Totana”).

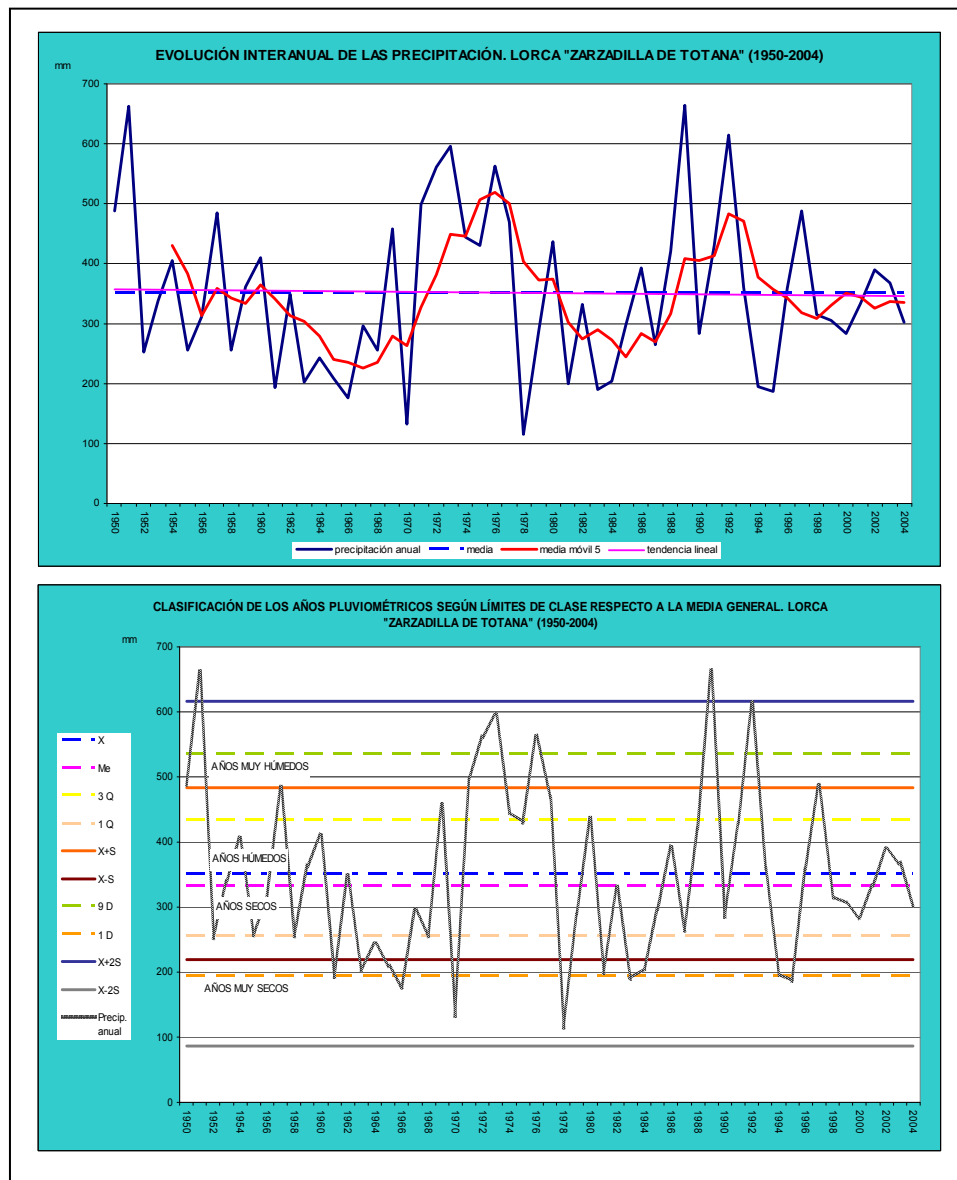


Fig. 25. Evolución interanual de la precipitación, precipitación media, media móvil de 5 años y tendencia. Caracterización de los años pluviométricos (muy húmedos: con pluviometría superior a la media más una desviación típica; húmedos: con pluviometría comprendida entre la media y la media más una desviación típica; secos: aquéllos con pluviometría comprendida entre la media y la media menos una desviación típica; muy secos: con pluviometría inferior a la media menos una desviación típica) en Lorca “Zarzadilla de Totana”.

- *Sector húmedo*, con lluvias superiores a los 392,6 mm, es decir, por encima de la media más una desviación típica ( $\bar{X} + S$ ). En este caso

figuran los observatorios de Vélez Blanco (410,5), Alhama “Huerta España” (430,5) y María (438,7).

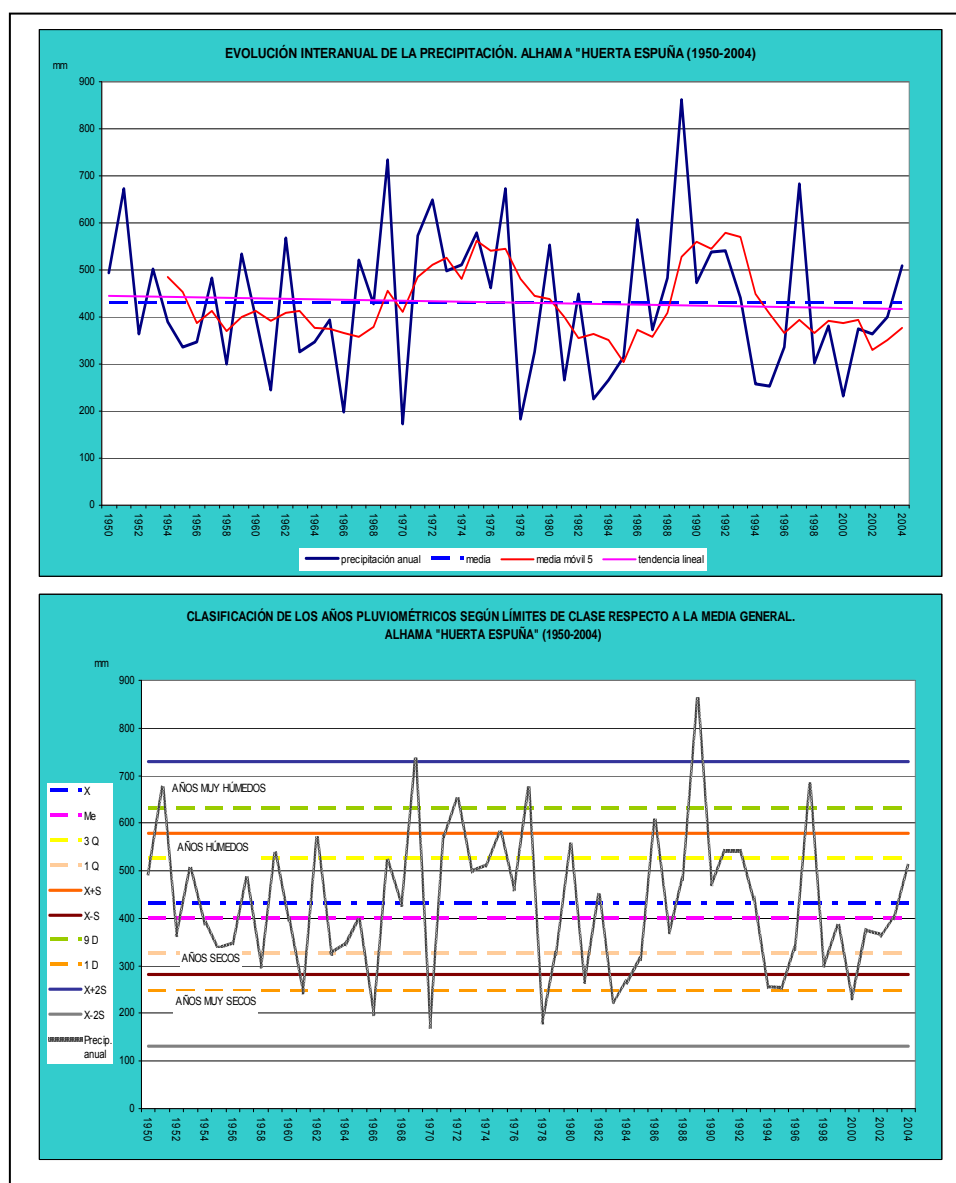


Fig. 26. Evolución interanual de la precipitación, precipitación media, media móvil de 5 años y tendencia. Caracterización de los años pluviométricos (muy húmedos: con pluviometría superior a la media más una desviación típica; húmedos: con pluviometría comprendida entre la media y la media más una desviación típica; secos: aquéllos con pluviometría comprendida entre la media y la media menos una desviación típica; muy secos: con pluviometría inferior a la media menos una desviación típica) en Alhama “Huerta España”.

En la cuenca del Guadalentín se advierten dos unidades pluviométricas bien definidas: por un lado, la depresión del Guadalentín propiamente dicha, el valle, con precipitaciones medias anuales por debajo de la media general de la cuenca; por otro, los sectores más occidentales y de mayor altitud, por lo general más húmedos que el valle.

Cuadro 3. Análisis estadístico de la precipitación media anual en la cuenca del río Guadalentín. Período 1950-2004; 1965-2004 para Topares, 1965-2004 en María y 1967-2004 en Vélez Blanco.

Estaciones	Precipitación media (mm)	Lluvia ordenada (mm)	Extremas	Clases (límites respecto a la $\bar{X}$ )	Frecuencia absoluta de casos	Frecuencia relativa de casos (%)
Murcia/Alcantarilla	292,4	255,2	Mínima	$\bar{X}-2S$ (210,8)	0	0
Librilla "CHS"	304,4	271,7	1º D (273,0)	$\bar{X}-S$ (271,4)	1	8,3
Alhama "Huerta Española"	430,5	284,2	1º Q (289,4)			
Totana "Presa Paretón"	291,1	291,1				
Lorca "Zaradilla Totana"	351,4	292,4			6	50
Lorca "Embalse Puentes"	284,2	304,4	Me (307,0)			
Lorca "CHS"	255,2	309,7		$\bar{X}$ (332,0)		
Puerto Lumbreras "CHS"	271,7	343,8				
Doña Inés	309,7	351,4	3º Q (366,2)		2	16,7
Vélez Blanco "Topares"	343,8	410,5	9º D (428,5)	$\bar{X}+S$ (392,6)		
María	438,7	430,5			3	25
Vélez blanco	410,5	438,7	Máxima	$\bar{X}+2S$ (453,2)	0	0
$\Sigma$	<b>3983,6</b>				<b>12</b>	<b>100</b>
(ID) Índice de Dispersión	183,4					
(CV) Coeficiente de Variabilidad	17,2					
(S <sup>2</sup> ) Varianza	3671,7					
(S) Desviación Típica	60,6					

Fuente: elaboración propia. INM (Centros Territoriales de Murcia y Andalucía Oriental)

Introduciendo parámetros de dispersión en el análisis estadístico de los datos, las máximas desviaciones y varianzas las acusan las estaciones localizadas en sectores más húmedos, desviaciones de tipo medio en sectores semiáridos y las más bajas en sectores áridos. De este modo, las áreas cuyos valores se alejan más de los promedios anuales coinciden con las de mayor altitud y mejor orientación (sierras de Espuña, María y de la Zarza, entre otras), mientras que las que registran una menor variabilidad o dispersión en sus datos coinciden con las más pobres en lluvias (sector de Puerto Lumbreras-Lorca y entorno del embalse de Puentes). Las estaciones que ofrecen unos valores de dispersión medios se corresponden con las localizadas en el tramo medio-final de la Cuenca.

El coeficiente de variabilidad es mayor en los meses que presentan escasas precipitaciones y menor en los meses con valores más altos de pluviometría. También se observa, de forma general para el conjunto del territorio analizado, que las precipitaciones anuales inferiores al valor promedio son más frecuentes que aquéllas que lo superan.

En climas semiáridos mediterráneos la precipitación normalmente se registra durante un reducido número de días al año. Las lluvias se concentran en lapsos de tiempo cortos (días, incluso horas), con un carácter muchas veces torrencial. De esta forma, contabilizando el total de días que componen la serie de análisis en todos los observatorios, y teniendo en cuenta que ésta es algo más corta en Vélez Blanco, Topares y María, se estima en un 86,3% el porcentaje de días sin precipitación (193.765 días sobre un total de 224.264 días contabilizados). Si a estas cifras se suman, además, los 6.473 días en los que la precipitación es inapreciable (<0,1 mm) dicha proporción asciende a un 89,1%.

Los días con precipitación casi inexistente, aquéllos con lluvias comprendidas entre 0.1 y 1 mm, suman un total de 2.975 (1,3 %); entre 1 y 10 mm se hallan 13.692 días (6,1 %); entre 10 y 30 mm existen 4.700 días (2,1%), y por encima de 30 mm figura tan sólo un 1,2 % del total de días. Estos últimos, los más lluviosos, suelen pertenecer a los equinoccios (otoño principalmente), y a menudo tienen lugar tras un período de sequía, como bien expresa el refranero climático español: *'a grandes secas grandes mojadas'*.



Si se comprueba, por otro lado, la recta de ajuste que identifica la línea de tendencia en cada una de las figuras anteriores, se observa un ligero descenso generalizado de las precipitaciones a lo largo del último medio siglo. Este descenso en la pluviometría total anual se percibe en mayor grado sobre aquellos observatorios que presentan menor cantidad de lluvias a lo largo del año (Lorca CHS).

Entre los años muy secos, con precipitaciones inferiores a los valores normales medios, sobresalen: 1955, 1961, 1966, 1970, 1978, 1981, 1983, 1984, 1994 y 1995. Entre los húmedos destacan 1951, 1957, 1959, 1969, 1971, 1972, 1976, 1989 y 1997. No obstante, para enmascarar esta elevada variabilidad e irregularidad interanual de la precipitación y así poder diferenciar periodos secos de aquellos otros más húmedos, se ha elaborado la línea correspondiente a la media móvil de cinco años. Analizando su recorrido es posible distinguir hasta seis etapas distintas:

1) Se parte de un periodo inicial húmedo, es decir, desde 1950 y con anterioridad se observan unas precipitaciones que superan a las normales, sin embargo, las exiguas precipitaciones de 1955 hacen que la media móvil se sitúe en torno a la media interanual hasta 1960.

2) Desde 1961 y hasta 1970 se advierte un periodo de indigentes precipitaciones en general. La recuperación pluviométrica se inicia gracias al excepcional año húmedo de 1969.

3) A partir de 1970, y hasta 1978, se constata de nuevo una fase de precipitaciones notables, en la que los años húmedos fueron superiores a los secos.

4) Los años de sequía que protagonizaron 1978, 1981, 1983 y 1984 se enmarcan también en una etapa de escasez pluviométrica que no se recuperará hasta 1989.

5) Desde 1989, año de insólitas lluvias en prácticamente la totalidad de la cuenca del Guadalentín, hasta 1994, se percibe nuevamente un periodo húmedo.

6) Por último, y desde 1994, a pesar de presentarse algún año de lluvias por encima de las normales (1997), se inicia un periodo de escasas precipitaciones que, incluso, se alarga hasta la actualidad.

En definitiva, y a pesar de la gran aleatoriedad que muestran las precipitaciones en la Cuenca del Guadalentín, parecen advertirse periodos disímiles (húmedos-secos) que oscilan entre los ocho y diez años en general.

- *Distribución mensual y estacional de la precipitación. Regímenes pluviométricos*

Al estudiar los distintos elementos climáticos se observa una variación anual, más o menos acusada, marcada por sus valores medios mensuales. En general, cabe distinguir entre aquellos elementos —insolación, temperatura y humedad— en que el ritmo de las estaciones astronómicas es el factor determinante de la variación anual, y aquellos otros —entre los que destaca la precipitación— en que tal variación anual es mucho más irregular, por estar sujeta a la complejidad y variabilidad de la circulación general atmosférica (Lorente, 1944; Font Tullot, 1988a).

En la cuenca del Guadalentín, al igual que en el conjunto del territorio español, el carácter pluviométrico de un año no puede ser definido exclusivamente por la cantidad anual, sino también por las precipitaciones mensuales e, incluso, las diarias.

Un año puede adquirir el carácter de lluvioso a partir de sólo unos pocos días de precipitación torrencial, a pesar de la indigencia pluviométrica que distingue a la mayor parte de los meses. Si se totalizan, en general, cantidades de precipitación modestas y caen muy concentradas en el tiempo, inevitablemente se producirán largas pausas sin lluvias. De hecho, una componente habitual del clima en este territorio es el marcado déficit pluviométrico que caracteriza a periodos más o menos largos (sequías). Ello contribuye a elevar los riesgos para la agricultura y el abastecimiento de agua a las poblaciones, sobre todo en los meses estivales, cuando, además, el consumo de agua aumenta de forma paralela al crecimiento temporal de la población.

En todos los observatorios analizados son los meses de julio y agosto los que presentan un mínimo de precipitación, acorde con la acusada influencia subtropical que tiene el conjunto del área. Tal circunstancia hace que la estación estival cuente con una pluviometría poco significativa en relación con

la precipitación media anual. Existen, no obstante, determinadas estaciones donde se observan mínimas diferencias entre la pluviometría de los meses de junio y las invernales de enero y febrero, dándose el caso de que, para el observatorio de Doña Inés, la precipitación del mes de enero es inferior a la del mes de junio; y en el de Lorca “Embalse de Puentes” la lluvia de junio es equiparable a la de enero y febrero. En estos dos observatorios los factores geográficos locales determinan tal distribución. Su localización sobre una cubeta interior favorece el origen de mecanismos de tipo convectivo que realzan las lluvias durante junio, mientras que las cumbres que los rodean generan, a su vez, un aislamiento respecto a las influencias marítimas y las lluvias de tipo frontal propias de los meses invernales.

En casi todos los observatorios octubre es el mes con mayor registro de precipitaciones, seguido del mes de abril y noviembre. Octubre es el mes que marca el mayor número de máximos anuales, consecuencia clara del alto porcentaje de precipitaciones intensas que se suceden a lo largo del mismo (cuadro 4).

En las estaciones más noroccidentales, altiplano y montaña, la precipitación del mes de noviembre se equipara a la del mes de mayo. En estas zonas la precipitación de otoño se ve superada por la de primavera, aspecto éste de elevada relevancia a la hora de llevar a cabo una óptima organización de los escasos recursos hídricos que llegan de forma natural y la planificación y ordenación de los cultivos de secano.

El caso más singular lo muestra el observatorio de Vélez Blanco “Topares”, donde la mayor pluviometría se registra en noviembre, seguido de los meses de mayo y febrero, y la precipitación invernal supera a la de primavera y otoño (cuadro 4).

Llama la atención en el análisis mensual de las precipitaciones su desigual contribución a los totales estacionales. La estación primaveral ofrece un reparto más homogéneo de las lluvias, es decir, un régimen más regular. El otoño, por el contrario, a pesar de presentar el máximo de precipitación estacional en la mayoría de los observatorios, muestra una mayor diferencia entre los meses que lo componen, acentuada a menudo por la propia inercia estival de septiembre.

Cuadro 4. Distribución de las precipitaciones medias mensuales en las estaciones seleccionadas y significación porcentual sobre la media anual

Estaciones	Murcia/ Alcantarilla	Librilla "CHS"	Alhama "Huerta Espuña"	Totana "Presa de Paretón"	Locra "Zaradilla de Totana"	Locra "Embalse Puentes"	Locra "CHS"	Puerto Lumbreras "CHS"	Doña Inés	Vélez Blanco "Topares"	María	Vélez Blanco										
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm										
Meses	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%										
enero	23,3	25,3	33,6	7,8	24,7	8,5	29,8	8,5	20,1	7,1	18,5	7,2	20,7	7,6	21,5	6,9	33,9	9,9	40,8	9,3	33,7	8,2
febrero	23,2	7,9	24,5	8,0	34,5	8,0	28,7	8,2	19,9	7,0	18,3	7,2	21,9	8,0	23,4	7,6	35,2	10,2	41,9	9,5	37,8	9,2
marzo	27,0	9,2	28,3	9,3	45,0	10,4	26,7	9,2	24,9	8,8	22,8	8,9	24,7	9,1	27,9	9,0	29,7	8,6	41,1	9,4	38,9	9,5
abril	34,1	11,6	34,7	11,4	52,1	12,1	46,3	13,2	33,8	11,9	32,4	12,7	35,3	13,0	36,7	11,8	33,6	9,8	38,2	8,7	38,4	9,4
mayo	28,4	9,7	28,0	9,2	44,9	10,4	38,4	10,9	29,7	10,4	25,9	10,1	26,3	9,7	36,2	11,7	35,5	10,3	44,4	10,1	41,4	10,1
junio	20,6	7,1	20,2	6,6	27,4	6,4	22,0	6,3	20,2	7,1	17,9	7,0	14,1	5,2	22,1	7,1	21,5	6,3	28,5	6,5	32,0	7,8
julio	3,2	1,1	2,9	1,0	5,1	1,2	3,6	1,0	4,3	1,5	3,6	1,4	4,6	1,7	4,9	1,6	20,5	6,0	5,3	1,2	5,3	1,3
agosto	7,7	2,6	8,7	2,9	13,3	3,1	9,6	2,7	8,3	2,9	5,4	2,1	4,4	1,6	9,6	3,1	12,5	3,6	10,8	2,5	12,5	3,1
septiembre	23,9	8,2	25,4	8,3	35,2	8,2	26,0	7,4	24,9	8,8	21,2	8,3	25,4	9,3	32,1	10,4	17,2	5,0	33,8	7,7	39,3	9,6
octubre	43,4	14,8	47,0	15,4	58,5	13,6	43,2	12,3	44,3	15,6	42,2	16,5	42,4	15,6	40,8	13,2	33,5	9,7	56,9	13,0	52,3	12,7
noviembre	31,0	10,6	33,1	10,9	43,1	10,0	34,7	9,9	29,5	10,4	26,1	10,2	29,6	10,9	27,4	8,8	39,8	11,6	50,1	11,4	43,4	10,6
diciembre	26,7	9,1	26,2	8,6	37,7	8,7	33,2	9,5	24,3	8,5	21,0	8,2	22,4	8,3	26,9	8,7	31,0	9,0	46,8	10,7	35,4	8,6
Total	292,4	100,0	304,4	100,0	430,5	100,0	291,1	100,0	284,2	100,0	255,2	100,0	271,7	100,0	309,7	100,0	343,8	100,0	438,7	100,0	410,5	100,0

*Características pluviométricas mensuales.* El mes de enero se caracteriza por días claros y secos, siendo habituales las denominadas *calmas de enero*. Los potentes anticiclones invernales, con sus cielos despejados y ambiente encalmado, favorecen la insolación durante las horas centrales del día y dan lugar a heladas y escarchas en las altiplanicies del Guadalentín y nieblas en el valle.

Febrero es un mes irregular e inestable, y el tiempo suele presentarse incierto. Es usual la irrupción de alguna ola gélida de aire ártico o siberiano con precipitaciones muy escasas. Marzo es tan variable como febrero, pero más lluvioso. Éste último es un mes típico de transición, con claro predominio de tiempos ciclónicos; disminuye la presión y aumentan temperatura y precipitaciones.

Abril es un mes de tiempo atmosférico muy variable, prosigue el crecimiento de la actividad ciclónica; nubes y chaparrones alternan con cielos despejados y sol. La llegada de masas de aire subtropical da entrada a los primeros temporales, con variaciones repentinas e inesperadas. Generalmente, abril es un mes con numerosos días inestables, si bien las cantidades pluviométricas recogidas son bastante modestas. A finales de este mes los aguaceros son frecuentes, sustituyendo el aire inestable —templado y húmedo— al aire invernal —frío y seco—.

En el mes de mayo los chubascos son normales, siendo este mes, por tanto, lluvioso, sobre todo gracias a esas primeras tormentas generadas por el calentamiento matinal de aquellos sectores expuestos a un intenso sol. También presentan cierta actividad las depresiones centradas en Baleares. A lo largo de junio decrece la actividad de las masas de aire y los cambios atmosféricos son menos frecuentes. Comienza a estabilizarse un tiempo seco y soleado, a pesar de que este mes, junto a septiembre, es uno de los más tormentosos en el interior de la cuenca del Guadalentín. Las precipitaciones, sin embargo, son escasas durante la segunda quincena, con cantidades similares a las de septiembre.

En julio las lluvias son aisladas y escasas, y cuando se producen lo hacen en forma de chubascos tormentosos. Es un mes muy seco; de ahí el refrán: «*por mucho que quiera ser, en julio poco ha de llover*» (Sánchez Egea, 1985). En agosto las lluvias son también muy parcas, aunque algo superiores a las de julio. Tienen lugar tormentas de distribución desordenada y cambiante.

Septiembre es un mes de transición, de notables contrastes en cuanto a carencia o registro de lluvias, es decir, se dan años en los que no cae una sola gota si lo dominante es la relación baja estacionaria peninsular-anticiclón de las Azores, y otros donde el exceso de precipitación y la fuerte intensidad horaria, consecuencia de las irrupciones de aire húmedo procedente del Mediterráneo y su convección, provocan avenidas e inundaciones. Por lo tanto, o las precipitaciones son escasas y análogas a las de junio o, coincidiendo con la llegada del otoño, puede aparecer el primer temporal de lluvias con vientos frescos y húmedos del noroeste.

A comienzos de octubre las grandes borrascas del Atlántico son acogidas por la mayor parte del territorio peninsular con temporal de lluvias. Sin embargo, y a pesar de que estas borrascas llegan agotadas al cuadrante sureste peninsular, en esta región, y en la cuenca del Guadalentín en particular, octubre es un mes temido por sus esporádicos y desmedidos aguaceros. Las mayores precipitaciones son resultado, no obstante, de la penetración de vientos del E y NE, que giran en torno de las depresiones que muestran su centro algo desplazado al O de Baleares. La llegada de aire frío a niveles altos produce una considerable actividad convectiva con nubarrones de gran desarrollo vertical e intensas lluvias, que pueden llegar a provocar abultadas avenidas y desbordamientos.

Noviembre es un mes de pluviosidad intermedia, superior a la de septiembre y sensiblemente inferior a la de octubre. Durante noviembre y diciembre el régimen de altas presiones inicia su predominio. El mes de diciembre presenta cielos más despejados y un tiempo más estable, frío y seco, marcando la transición al periodo típicamente invernal concretado en los meses de enero y febrero.

*El régimen estacional de la precipitación.* Uno de los hechos climáticos más sorprendentes en España es la extraordinaria variedad de regímenes pluviométricos estacionales. En total están representados trece regímenes diferentes, entre los que destacan: i) máximo invernal y mínimo estival (vertientes atlántica, cantábrica, sur mediterránea y canaria); ii) máximo estival y mínimo invernal (Pirineo catalán y otros sectores montañosos, como el sector del Jiloca-Guadalaviar en el Sistema Ibérico); iii) máximo otoñal y mínimo no primaveral (vertiente mediterránea oriental y Baleares); iv) máximo primaveral y mínimo no otoñal (interior peninsular) y v) régimen equilibrado (Valle de Arán) (De Castro *et al.*, 2005).

En la cuenca del Guadalentín no existe una estación lluviosa general, si bien ya se indicó que en las zonas montañosas y altiplano noroccidental es la primavera la estación más lluviosa y en el valle y sector NE es el otoño el equinoccio con precipitaciones más copiosas. El déficit hídrico es muy acusado en la estación estival, siendo el mes de junio el más lluvioso dentro de dicho solsticio en todas las estaciones meteorológicas.

En la cuenca del Guadalentín se distinguen cuatro tipos principales de régimen estacional. Por orden decreciente, de mayor a menor pluviometría, cabe señalar los siguientes:

- *Otoño, Primavera, Invierno y Verano.* Corresponde a la mayor parte de los observatorios de la Cuenca (Murcia/Alcantarilla, Librilla “CHS”, Totana “Presa de Paretón”, Puerto Lumbreras “CHS”, Lorca “CHS”, Lorca “Embalse de Puentes” y Vélez Blanco “Topares”) (cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución porcentual de la precipitación estacional (%) y media anual (mm)

Observatorio	Otoño	Primavera	Invierno	Verano	Media anual
Murcia/Alcantarilla	33,6	30,6	25,0	10,8	292,4
Librilla “CHS”	34,7	29,9	24,9	10,5	304,4
Totana “P. Paretón”	35,6	30,1	25,6	8,7	291,1
Lorca “CHS”	22,6	31,8	10,5	35,1	255,2
Lorca “Embalse Puentes”	22,6	31,2	11,5	34,7	284,2
Puerto Lumbreras “CHS”	23,9	31,8	8,5	35,8	271,7
Vélez Blanco	32,9	28,9	26,0	12,2	410,5

Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el INM (periodo 1950-2004; para Vélez Blanco 1967-2004)

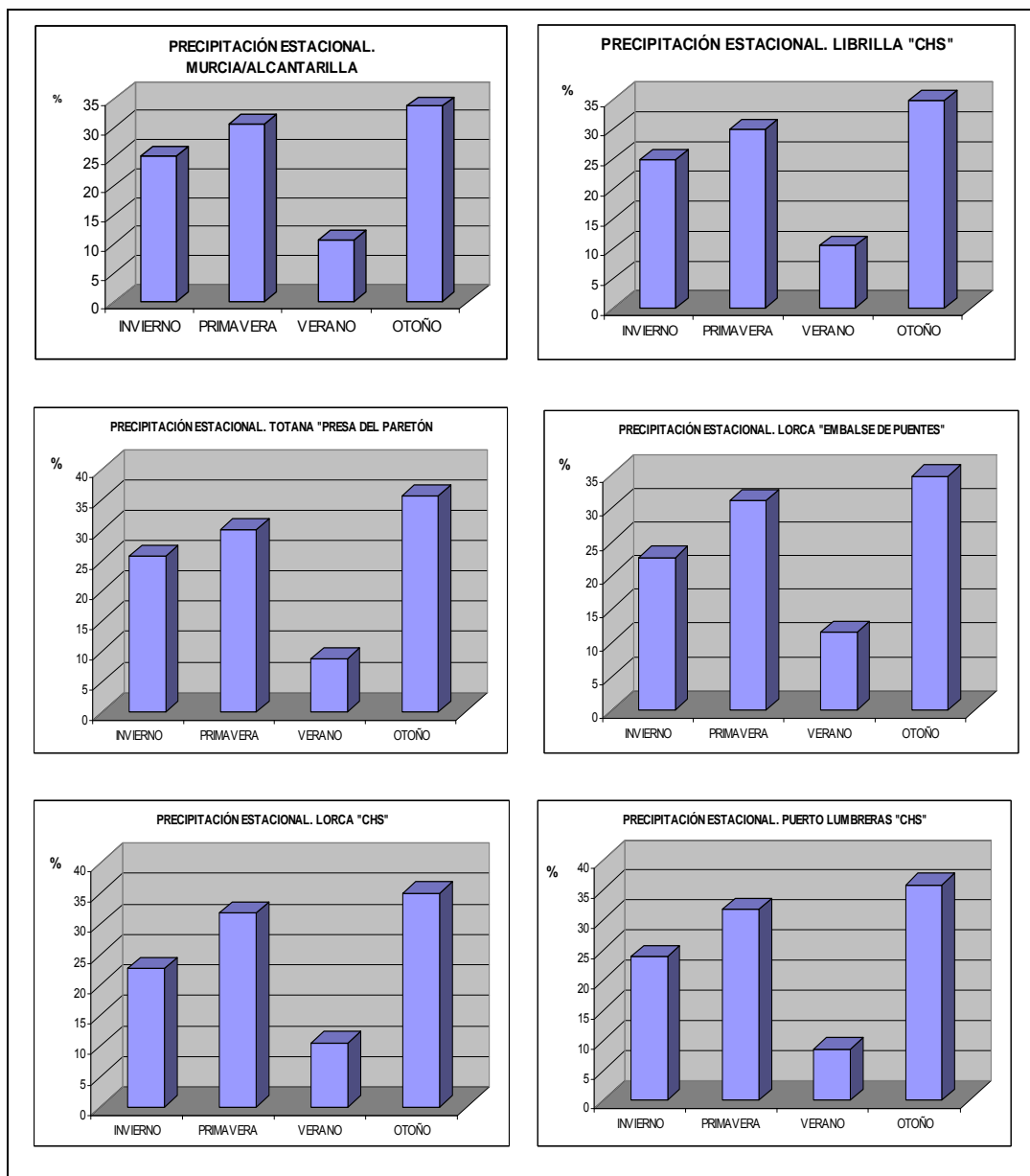


Fig. 27. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Otoño, Primavera, Invierno y Verano”.

- *Primavera, Otoño, Invierno y Verano.* Es el segundo régimen en importancia, y aparece en los sectores elevados de la Cuenca (Alhama “Huerta Espuña”, Lorca “Zaradilla de Totana”) (figura 28 y cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución porcentual de la precipitación estacional (%) y media anual (mm)

Observatorio	Primavera	Otoño	Invierno	Verano	Media anual
Alhama “Huerta Espuña”	33,0	31,8	24,6	10,6	430,5
Lorca “Zaradilla Totana”	34,3	29,6	26,1	10,0	351,4
Doña Inés	32,6	32,4	23,2	11,9	309,7

Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el INM (periodo 1950-2004)



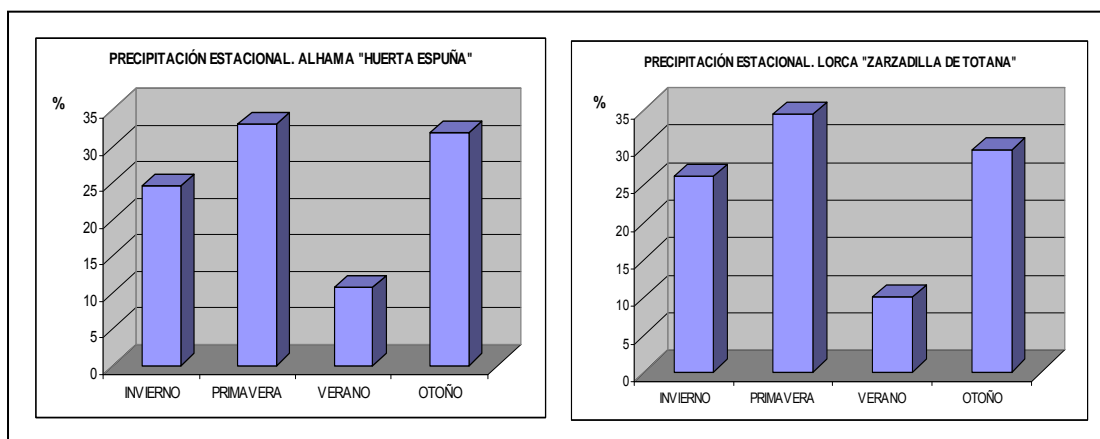


Fig. 28. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Primavera, Otoño, Invierno y Verano”.

- *Otoño, Invierno, Primavera y Verano.* Este régimen es poco usual, ya que sólo afecta a los sectores montañosos suroccidentales (María). Con menor frecuencia se observa aquí un máximo otoñal seguido de otros secundarios (primavera e invierno) (cuadro 7).
- *Invierno, Primavera, Otoño y Verano.* Régimen también raro, con representación en las áreas occidentales y elevadas de la Cuenca (Vélez Blanco “Topares”) (cuadro 7 y figura 29).

Cuadro 7. Distribución porcentual de la precipitación estacional (%) y media anual (mm)

Observatorio	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Media anual
María	32,1	29,5	28,2	10,2	438,7
Observatorio	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	Media anual
Vélez Blanco “Topares”	29,1	28,7	26,3	15,8	343,8

Fuente: elaboración propia a partir de datos proporcionados por el INM (periodo 1964-2004 para María y 1965-2004 para Topares)

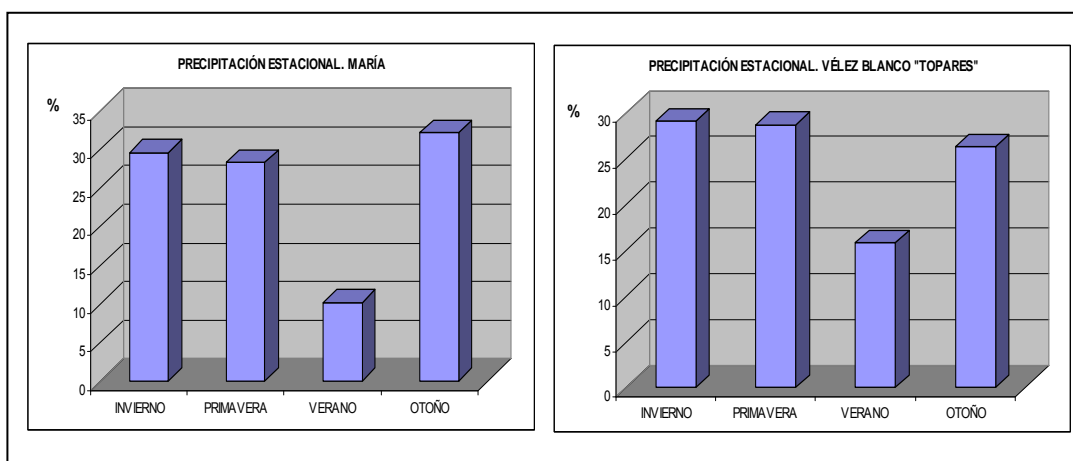


Fig. 29. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Otoño, Invierno, Primavera y Verano”, e “Invierno, Primavera, Otoño y Verano”.

En definitiva, existen dos regímenes estacionales predominantes: i) el régimen definido por la sucesión, de mayor a menor pluviometría, de las estaciones de Otoño, Primavera, Invierno y Verano; ii) el régimen caracterizado por una precipitación más elevada en Primavera que en Otoño. El primer régimen es compartido por las estaciones situadas en las zonas más áridas, con precipitación anual inferior a 300 mm. El caso de Vélez Blanco “Topares” constituye una excepción aparente. En realidad aquí se iguala prácticamente la precipitación de Otoño y Primavera. En cambio, el régimen con máximo pluviométrico primaveral coincide con valores de precipitación media anual mayores, por encima de los 350 mm.

En su Tesis doctoral, “*Morfoestructura, clima y drenaje en la cuenca del Guadalentín*”, Navarro Hervás (1988) distingue diferentes regímenes pluviométricos estacionales atendiendo a la clasificación y calificación de diferentes sectores —Subhúmedo, semiárido y árido— dentro de esta cuenca. Según la autora, el sector subhúmedo —Sierra Espuña— tendría un régimen Primavera, Otoño, Invierno y Verano. El sector semiárido viene determinado por un máximo pluviométrico de otoño en la cuenca alta del Guadalentín, un máximo primaveral en la zona media del valle y de nuevo otoñal en su parte baja. Estos rasgos definidores del régimen estacional aún se mantienen, a excepción de un mínimo cambio observado en la estación de Vélez Blanco “Topares”, situada en las sierras noroccidentales: su máximo pluviométrico pasa a Invierno, seguido de la Primavera, Otoño y Verano. En el sector árido, observatorios de Doña Inés, Lorca “Embalse de Puentes” y Lorca “CHS”, es la Primavera la estación más lluviosa seguida del Otoño; sin embargo, actualmente sólo coincide con esa descripción la estación meteorológica de Doña Inés. En los demás observatorios la precipitación de Otoño supera a la de Primavera, aunque muy modestamente.

### 3.3.3. *Evolución y tendencias de la precipitación en la cuenca del Guadalentín*

Cuestión de gran actualidad, que centra la atención e interés no sólo de quienes la investigan, sino también de los medios de comunicación y del público en general, es el de un hipotético cambio climático por la potenciación

del efecto invernadero a causa de la actividad humana. Cualquier fenómeno atmosférico más o menos infrecuente suele imputarse a dicho cambio; así, y debido a la situación de encrucijada climática que ocupa la Península Ibérica en su conjunto, con ubicación meridional y periférica en la zona de circulación general del oeste, sequías intensas y prolongadas, junto con episodios de lluvias torrenciales, son habituales y consustanciales a las características climáticas de este país, sobre todo del SE español.

Actualmente, nadie puede concluir con datos suficientes que nos hallamos ante una fase de cambio climático y, menos aún, responsabilizar al ser humano de éste, a pesar de la certeza de las repercusiones negativas de su actividad sobre la atmósfera. Sin embargo, también resulta imprudente despreciar el riesgo que conlleva la potenciación artificial del efecto invernadero (Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997). La mayor parte de los modelos coinciden, a escala zonal, en las consecuencias que podrían derivar del continuado calentamiento atmosférico. Un primer efecto sería la reducción del contraste térmico entre los polos y el ecuador, ascendiendo en latitud las altas presiones subtropicales y la trayectoria de las borrascas de latitudes medias. Este hecho provocaría el aumento de la precipitación invernal en aquellas zonas situadas entre los 50 y 70° de latitud. Por el contrario, entre los 10 y 50° de latitud, el balance hídrico aumentaría su déficit como consecuencia de un incremento de la evaporación, sobre todo en los períodos equinocciales (Royer y Mahfouf, 1992).

Según los modelos matemáticos no lineales aplicados por el IPCC se prevé una subida de 4 grados en la TMG (temperatura media global) en algo menos de dos siglos, desde 1900 a 2080. Estos valores simulados se basan en ecuaciones de evolución de los fluidos de la atmósfera y del océano, ecuaciones de termodinámica, radiación entrante y saliente y su interacción con las nubes, así como las relativas a los procesos de reajuste entre océanos, atmósfera, hielos polares y formaciones vegetales, pero como modelos de predicción de un sistema biofísico global extremadamente dinámico y complejo encierran imprecisiones e incertidumbres que han de ser tenidas en cuenta. El resultado de 4 grados de subida de la TMG, de continuar la emisión de gases traza de la manera acelerada, tiene una imprecisión del 25% (podrían ser 3 o 5

grados de subida) (Ruiz de Elvira, 2004). Un incremento semejante en la TMG puede afectar sensiblemente a la magnitud y frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos: Sequías e inundaciones. Tales modificaciones vendrán asociadas a un desplazamiento hacia el norte de la posición media del chorro polar (probablemente entre 5 y 10 grados de latitud, GCCIP, 1997), y con ello a la casi desaparición de las borrascas atlánticas que traen lluvia suave a la Península Ibérica. De vez en cuando un ramal del chorro polar se desprenderá en forma de “gran meandro” provocando descargas de agua extraordinarias en intervalos muy reducidos de tiempo. Por otra parte, el aumento de la evapotranspiración como función del incremento térmico producirá una mayor disminución del agua disponible para uso agrícola y humano.

Uno de los peligros más graves que derivarían de tales condiciones sería la sequedad y empobrecimiento de los suelos durante los períodos críticos de la temporada de cultivo. Veranos más secos disminuirán el rendimiento de los cultivos en un 10 a 30 %, y es posible que las principales zonas cerealistas actuales, como las Grandes Llanuras de los Estados Unidos, experimenten sequías y golpes de calor más frecuentes y persistentes (IPCC, 1997).

Las precipitaciones han aumentado muy probablemente durante el siglo XX entre un 5 y un 10 % en la mayor parte de las latitudes medias y altas de los continentes del hemisferio norte, pero, en contraste, es probable que las precipitaciones hayan disminuido en un promedio del 3 % sobre una gran parte de las áreas terrestres subtropicales. Asimismo se espera que durante el siglo XXI aumente la media anual de precipitaciones, vapor de agua y evaporación en todo el planeta. Es también predecible un incremento de la pluviosidad en las regiones situadas en latitudes altas tanto en verano como en invierno, mientras que en las latitudes medias del hemisferio norte, en la zona tropical de África y en el Antártico se prevé que las lluvias sólo aumenten en invierno (IPCC, 2002), al menos a corto y medio plazo.

Otra prueba fehaciente de dicha situación de cambio radica en el hecho de que los episodios de calentamiento del fenómeno conocido como Oscilación Austral de El Niño (ENOA) han sido más frecuentes, persistentes e intensos

desde mediados de los años 1970, en comparación con los 100 años anteriores. El ENOA afecta de manera sistemática a las variaciones regionales de temperatura y precipitación en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales y las áreas de latitudes medias (IPCC, 2002), de ahí su importancia en relación con muchas de las sequías desencadenadas en dichos ámbitos zonales. De cualquier forma, en numerosos lugares, y entre ellos en el área de estudio, la intensificación y persistencia de las sequías en las últimas décadas parecen corroborar esta tendencia (García Marín y Conesa García, 2006) y, lo que es más alarmante, constituyen ya hoy día un hecho evidente, siendo origen de graves repercusiones socio-económicas, principalmente para la agricultura de secano. La problemática del cambio climático ha renovado el interés por el estudio de las tendencias de diferentes variables atmosféricas, especialmente de la temperatura y precipitación.

Este apartado muestra la evolución de las series pluviométricas estacionales estudiadas en la cuenca del Guadalentín y los posibles efectos ambientales deducibles a partir de las tendencias de dichas series. Con ello se pretende ampliar el conocimiento de la evolución pluviométrica en esta zona y contribuir al desarrollo de estudios sobre las tendencias de cambio de la precipitación en la escala regional, a medio y largo plazo.

En los últimos 25 años han proliferado los estudios de la evolución de la precipitación, tanto a escala global como regional (Díaz *et al.*, 1989; Hulme, 1995, entre otros). Referentes al ámbito español también existen numerosos trabajos que tratan de analizar las variaciones y tendencias pluviométricas, si bien, afirman Saladié *et al.*, 2002, la mayor parte de ellos se basan en el estudio de observatorios aislados (Wheeler y Martín Vide, 1992; Galán Gallego *et al.*, 1999;...).

Según Moreno y Martín Vide (1986) se constata una disminución de la precipitación en buena parte de la región mediterránea occidental. Guijarro Pastor (2001), en un estudio de las series de mayor longitud en las Islas Baleares, apreció tendencias de distinto signo con un supuesto gradiente NE-SE, tendencias negativas en la isla de Menorca y positivas en Ibiza. Ante dicho gradiente cabe interrogarse si los patrones de circulación atmosférica han sufrido recientemente un cambio apreciable en el Mediterráneo occidental (Guijarro Pastor, 2002).

El objetivo final del presente estudio es caracterizar el régimen, tendencias y cambios de la precipitación estacional; y poner de manifiesto, en su caso, los posibles efectos que éstos puedan tener sobre la actividad agrícola de secano en un territorio como la cuenca del Guadalentín, inmerso en los dominios intrabéticos semiáridos del sureste peninsular.

#### - Metodología

Para elaborar este trabajo, como ya se mostró anteriormente, se ha realizado un proceso de relleno de lagunas mediante interpolación, homogeneizando la base de datos de precipitación mensual de dichos observatorios; de acuerdo con la conveniencia de trabajar con datos uniformes de calidad, poniendo a prueba la homogeneidad de los registros como paso previo y preciso en cualquier análisis climático (Saladié *et al.*, 2002). Para la detección y corrección de posibles errores se ha aplicado el *Standard normal Homogeneity Test* (SNHT), definido por Alexanderson (1986) y modificado después por Alexanderson y Moberg (1997).

A pesar de que las inhomogeneidades son reducidas, los resultados deben tomarse con cautela, puesto que la mejora de las series ha podido influir en la correcta evaluación de las mismas. Los procedimientos estadísticos se aplican cada vez más a la climatología; sin embargo, al emplearlos, debe procurarse, previo examen, que las deducciones obtenidas no se alejen demasiado de las posibilidades físicas.

Para establecer o deducir un pronóstico evolutivo de la precipitación para los años siguientes al último de la serie, es decir para después de 2004, debe de sustituirse la línea poligonal por otra prolongable que se adapte o ajuste de la mejor forma posible a ella. Conviene, pues, sustituir los puntos verdaderos representativos de las lluvias reales por otros ficticios que estén en una línea de ley de distribución conocida (recta, parábola, etc.) y cuya distancia residual a los respectivos valores reales sea la mínima posible. En este caso, los métodos empleados para el cálculo de la trayectoria de la precipitación son el método de la tendencia definido por regresión lineal, y las medias móviles

con banda de 5 años. Gracias a estos promedios móviles se crea una nueva serie, creciente o decreciente, que permite deducir una determinada tendencia secular en la serie estudiada.

- *Tendencias y escenarios futuros de la precipitación estacional en España según algunos estudios y modelos climáticos recientes*

La tendencia a la disminución de los recursos pluviométricos en medios subtropicales registrada en el tercer informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) no puede ser fácilmente ratificada en el caso de España, debido a la compleja distribución espacial de la precipitación en gran parte del país y de su reparto estacional. Ello exige utilizar un número considerable de series climáticas, que en pocos casos cuentan con la longitud necesaria.

Esteban Parra *et al.* (1998), en un estudio sobre 40 estaciones meteorológicas de la Península y Baleares (1880/1992), determinan un comportamiento diferenciado entre el norte de España, con tendencias al alza, y el interior y fachada mediterránea, con tendencias generales a la baja. Otros estudios con series de precipitación inferiores al centenar de años no detectan tendencias apreciables en la precipitación anual, si bien parece que las lluvias primaverales presentan una notable disminución (Serrano *et al.*, 1999; García Vera *et al.*, 2002,...). El análisis regional realizado por Chazarra y Almarza (2002) a partir de una serie de precipitación anual de las cuencas del Sureste y Levante (1864/2000) no presentó tendencias significativas. En otros trabajos referidos al último tercio del siglo XX (Abaurrea *et al.*, 2002; Rodrigo *et al.*, 1999) se aprecia una reducción significativa de la precipitación anual en algunas regiones peninsulares (sector oriental y pirenaico de la cuenca del Ebro y sur de España).

Quereda Sala *et al.* (2002) han constatado que las reducciones anuales en el Mediterráneo occidental vienen determinadas por la disminución de la precipitación invernal y, sobre todo, primaveral, relacionadas con el aumento de la presión atmosférica en la cuenca mediterránea occidental desde la década de los años ochenta del siglo pasado. Este incremento de la presión

atmosférica ha sido relacionado con la acentuación de la fase positiva de la Oscilación del Mediterráneo (Dükeloh y Jacobeit, 2003), de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) y con el patrón de teleconexión EA-Jet (Martín *et al.*, 2004). Además, también se ha observado una relación entre la disminución del número de días inestables primaverales y una mayor frecuencia e intensidad del fenómeno ENSO (Laita y Grimalt, 1997). Según Fernández y Rasilla (2001), el patrón subtropical se está haciendo más frecuente en la circulación sinóptica sobre la Península Ibérica, en perjuicio de la circulación del oeste.

Ante todo, lo primero que debe reseñarse respecto a los cambios de régimen pluviométrico estacional es que existen comportamientos muy diferentes en el conjunto del territorio español. Hoy día, al analizar el clima de una región, en este caso el elemento precipitación, se hace imprescindible la alusión a los posibles cambios esperables en un futuro próximo. La tendencia del clima futuro que resulta de la aplicación de modelos climáticos globales está condicionada por diversas fuentes de incertidumbre. Entre ellas destaca la propia evolución de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. Por esta razón, el IPCC ha establecido un conjunto de escenarios de emisiones, en función de diversos supuestos acerca del crecimiento de la población, de la evolución de las actividades socioeconómicas y del progreso tecnológico a lo largo del siglo XXI (OECC. MMA., 2005).

Los cambios proyectados en las precipitaciones presentan una mayor duda que para las temperaturas. Esto se debe principalmente a que la ocurrencia del fenómeno precipitación en un lugar y tiempo determinados está vinculada a procesos físicos que resultan más complicados de simular por los modelos. La fiabilidad de los resultados se reduce con los modelos regionales, es decir, a medida que aumenta la escala geográfica. Los modelos regionales tienen baja resolución espacial, lo que da lugar a que se distorsionen las líneas de costa y se suavice la orografía; y ya se sabe que los climas peninsulares son resultado de la acción de la Circulación General Atmosférica, de los factores geográficos (orografía y exposición), de los contrastes mar-tierra y de otros efectos de carácter local (Capel Molina, 1986; Capel Molina, 2000; Martín Vide y Olcina Cantos, 2001).



Los cambios simulados de precipitación no presentan el mismo signo en las diversas zonas y épocas del año. Según el IPCC-DDC y el modelo HadCM3, los cambios en la cantidad de precipitación invernal muestran signo positivo en casi toda la Península Ibérica. Por el contrario, la estación veraniega y, sobre todo, la primaveral, tenderán a una reducción de la pluviometría. Las simulaciones realizadas, según el escenario menos favorable de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, predicen incrementos de precipitaciones para la estación otoñal en el este y noreste peninsular durante los primeros 60 años de este siglo XXI, y disminuciones para el último tercio del mismo (De Castro *et al.*, 2005).

Según el modelo climático regional PROMES (Pronóstico a Mesoescala), que parte de los campos de salida del modelo global HadCM2, elaborado por el *Hadley Center for Climate Prediction and Research*, las precipitaciones medias estacionales simuladas presentan más variabilidad espacial que el clima en su conjunto (OECC. MMA., 2005); no obstante, reproducen de forma aceptable los gradientes norte-sur en verano y oeste-este en las demás estaciones del año. Los valores simulados de precipitaciones estacionales en la mitad suroriental peninsular son generalmente menores que los climáticos reales.

En una comparación realizada por la Unidad de Investigación del Clima de la Universidad de East Anglia (Reino Unido) entre los valores simulados por el modelo regional PROMES y los valores reales tomados por los pluviómetros, para el período 1960-1990, se concluye que el modelo representa de forma verosímil los diversos regímenes climáticos de la Península Ibérica, siendo aceptable el grado de certidumbre en la regionalización de los cambios climáticos supuestos a escala global por el modelo HadCM3 (OECC. MMA., 2005).

Dicho modelo prevé, en su escenario menos favorable (A2), para el último tercio del siglo XXI las siguientes variaciones:

- Invierno: aumentos superiores a 10 mm en el cuadrante noroeste de la Península, disminuciones superiores a 10 mm en el tercio meridional y regiones mediterráneas peninsulares, y sin cambios apreciables en el resto del territorio.

- Primavera: disminuciones superiores a 20 mm en casi toda la Península Ibérica, sin cambios apreciables en las islas.
- Verano: disminuciones superiores a 40 mm en el norte de Galicia, costa Cantábrica, Pirineos y noreste de la Península, reducciones entre 10 y 40 mm en el resto del territorio, excepto Canarias sin cambios apreciables.
- Otoño: aumentos superiores a 10 mm en el noreste español, disminuciones superiores a 20 mm en la mitad suroccidental, y sin cambios apreciables en el resto del territorio.

- *Tendencias pluviométricas anuales y estacionales en la cuenca del Guadalentín*

Las tendencias pluviométricas recientes en la cuenca del Guadalentín no rebaten los hechos confirmados a niveles regionales superiores. Los datos referentes al pasado siglo revelan un aumento de la precipitación del orden de un 0,5 a un 1% por década para las latitudes medias y altas del hemisferio norte, pero una disminución de un 0,3 % por década en latitudes subtropicales. En la Península Ibérica existe un leve aumento de la precipitación en los observatorios septentrionales y una reducción en los meridionales (OECC. MMA., 2005), entre los cuales se encuentran los situados en la cuenca del Guadalentín.

Los índices de sequía aplicados a la citada cuenca descubren dicho descenso pluviométrico con nitidez, al incluir a partir de 1980 todas las secuencias secas principales del último medio siglo (García Marín y Conesa García, 2006). En conjunto, la cuenca del Guadalentín muestra una evolución porcentual negativa de las precipitaciones anuales. La evolución que presentan los distintos observatorios es dispar, y solamente las estaciones meteorológicas de Lorca “Embalse de Puentes” y María desvelan una evolución positiva notable (cuadro 8).

En general, los cambios en la precipitación presentan mayor variabilidad espacial cuando se expresan en forma de porcentaje. En algunas zonas, las precipitaciones son tan exiguas que un pequeño cambio se convierte en un porcentaje bastante elevado.

El análisis estacional muestra que es la estación invernal la que presenta una mayor evolución positiva de las precipitaciones (en muchos casos la única estación que aumenta sus lluvias), a excepción del observatorio de María, donde es la primavera la estación que exhibe el mayor incremento, y el observatorio de Topares, con un descenso de la pluviometría invernal.

Cuadro 8. Evolución porcentual de la precipitación estacional y anual a partir de las rectas de tendencia (1950-2004)

Observatorio	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
Murcia/Alcantarilla	22,7	-12,5	-9,1	-16,7	-5,0
Lorca "CHS"	29,4	-20,0	-36,4	-8,1	-8,9
Lorca "Embalse Puentes"	86,7	1,7	-30,7	33,9	22,3
Puerto Lumbreras "CHS"	75,0	-29,4	0,0	-14,3	-2,5
Alhama "Huerta Espuña"	37,0	-20,7	0,0	-14,3	-3,8
Vélez Blanco "Topares"*	-34,3	-8,2	-30,8	-21,5	-36,7
María *	38,8	41,2	-42,1	13,3	18,7
Lorca "Zaradilla Totana"	21,4	-23,9	23,8	-2,9	-1,9

(\*) El período de análisis comprende desde 1965 hasta el año 2004. Elaboración propia (INM)

La estación primaveral reduce sus recursos pluviométricos en la mayoría de las estaciones estudiadas, excepto en el observatorio de María como ya se ha visto, y en el de Lorca "Embalse de Puentes", donde existe un leve ascenso.

El verano disminuye también sus aportaciones pluviométricas en la mayor parte de los observatorios, existiendo algunas tendencias a la estabilidad, como las que presentan las estaciones meteorológicas de Alhama y Puerto Lumbreras, y aumentos en Lorca "Zaradilla de Totana". Este observatorio es el más noroccidental de la Cuenca y se encuentra a elevada altitud, siendo objeto de un incremento de los chubascos convectivos estivales. La estación otoñal, que ostenta, junto con la primavera, el porcentaje más elevado de la precipitación anual en gran parte de este territorio, mengua sus precipitaciones a lo largo del último medio siglo en casi todos los observatorios estudiados.

En resumen, la estación invernal incrementa notablemente su pluviometría mientras que las demás estaciones la reducen. Se tiende a

modificar el carácter de mediterraneidad, ya que los regímenes pluviométricos dominados por los equinoccios podrían verse alterados y quedar a merced de las lluvias caídas en el solsticio de invierno.

El análisis del cuadro 8 también muestra una diferenciación espacial: los observatorios más suroccidentales, además del incremento de lluvias invernales, aumentan las equinocciales; las tierras noroccidentales aumentan las precipitaciones en los solsticios (Zaradilla de Totana); y, el resto, los ubicados en la fosa del Guadalentín, únicamente refuerzan sus precipitaciones invernales.

El examen del comportamiento de las series de precipitación estacional a lo largo del tiempo (figuras 30-37) permite conocer la evolución de cada una de ellas y su correspondiente tendencia temporal. Asimismo, pueden efectuarse comparaciones que permitan detectar analogías y diferencias en el devenir de las mismas, estableciendo comportamientos climáticos específicos dentro de este ámbito geográfico. El método más simple y directo de reflejar a la evolución de cada serie temporal es la tendencia lineal, expresada por la pendiente de la recta de regresión. En la interpretación de las tendencias destaca el distinto signo de la pendiente entre series estacionales de los diferentes observatorios. A pesar de que el conjunto de observatorios no alcanzan significación estadística, denotan un comportamiento no uniforme dentro del territorio de estudio.

Es de destacar, sin embargo, la tendencia ascendente generalizada durante la estación de invierno. Esta trayectoria ascendente, si se observa la media móvil, viene determinada fundamentalmente por un aumento de la precipitación desde finales de la década de los años ochenta del siglo anterior hasta mediados los noventa. Las series de precipitación primaveral muestran un descenso generalizado de tendencia en casi todo el territorio analizado, a excepción de los observatorios de María y Puentes. Lo mismo sucede en la estación otoñal, con un descenso pluviométrico similar e incluso superior en algunos observatorios (Vélez Blanco "Topares"). También existen las mismas excepciones que se manifiestan para la estación de primavera, con un ascenso pluviométrico otoñal en Puentes y María.

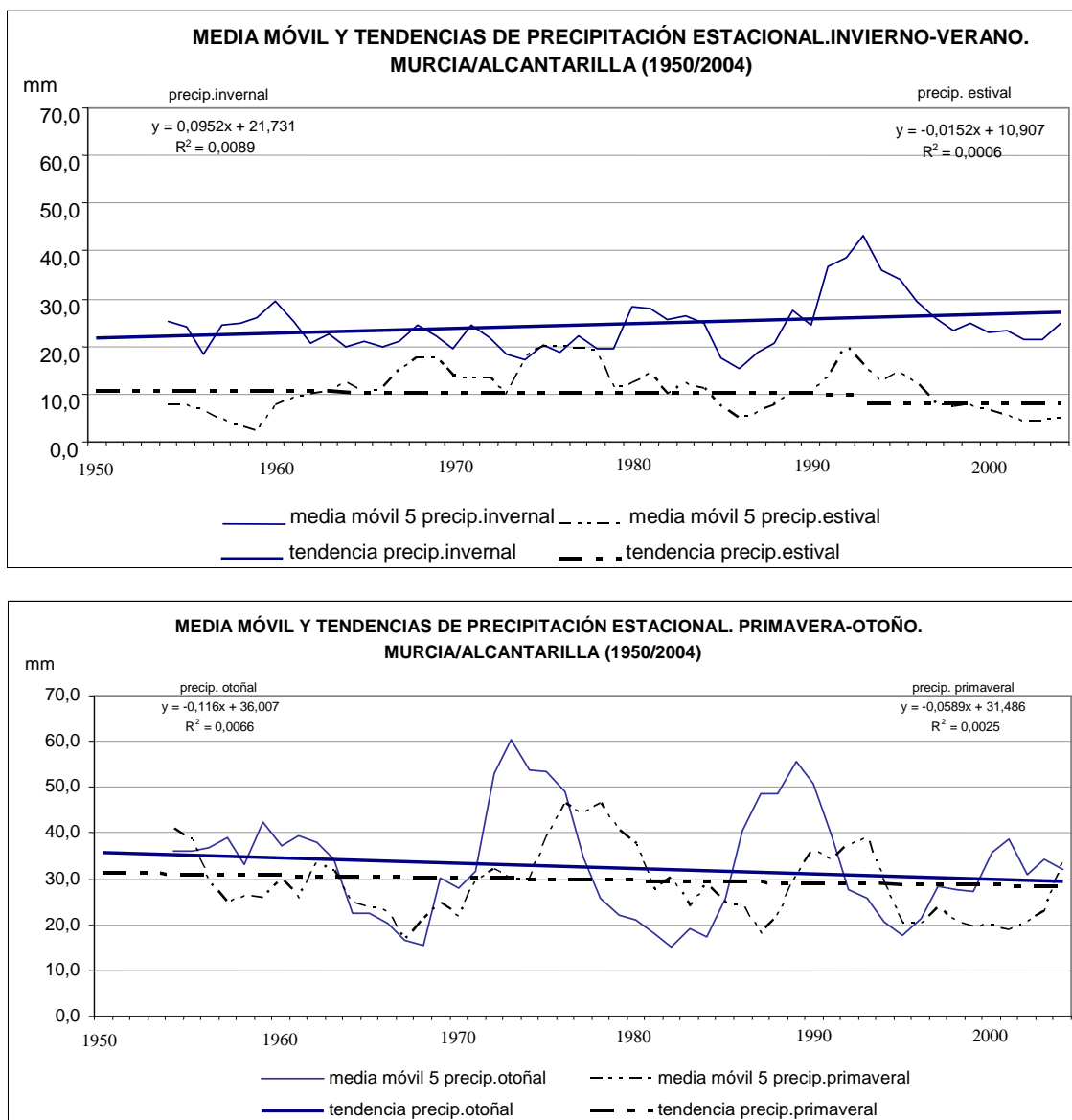


Fig. 30. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Murcia/Alcantarilla

Estos descensos pluviométricos equinociales parecen seguir un comportamiento paralelo. Se observan ciclos de quince años que separan tanto los picos pluviométricos más elevados como los valles o valores mínimos de precipitación. Sin embargo, por lo común, los valores máximos de precipitación primaveral y otoñal tienden a descender o a no ser tan elevados como sus precedentes.

Es obvia la importancia que tiene el profundizar al máximo en la búsqueda de probables ciclos climáticos que ayuden al ser humano a esquivar esos fuertes condicionamientos naturales impuestos por los períodos secos.

Según afirman Quereda Sala *et al.* (2000), la evolución pluviométrica regional en el mediterráneo occidental parece mostrar buena correlación con la actividad solar, de tal forma que, a lo largo de los once ciclos modulados en su estudio entre 1866 y 1994, una gran parte de los máximos y mínimos solares se adelantan en uno o dos años a los máximos y mínimos pluviométricos.

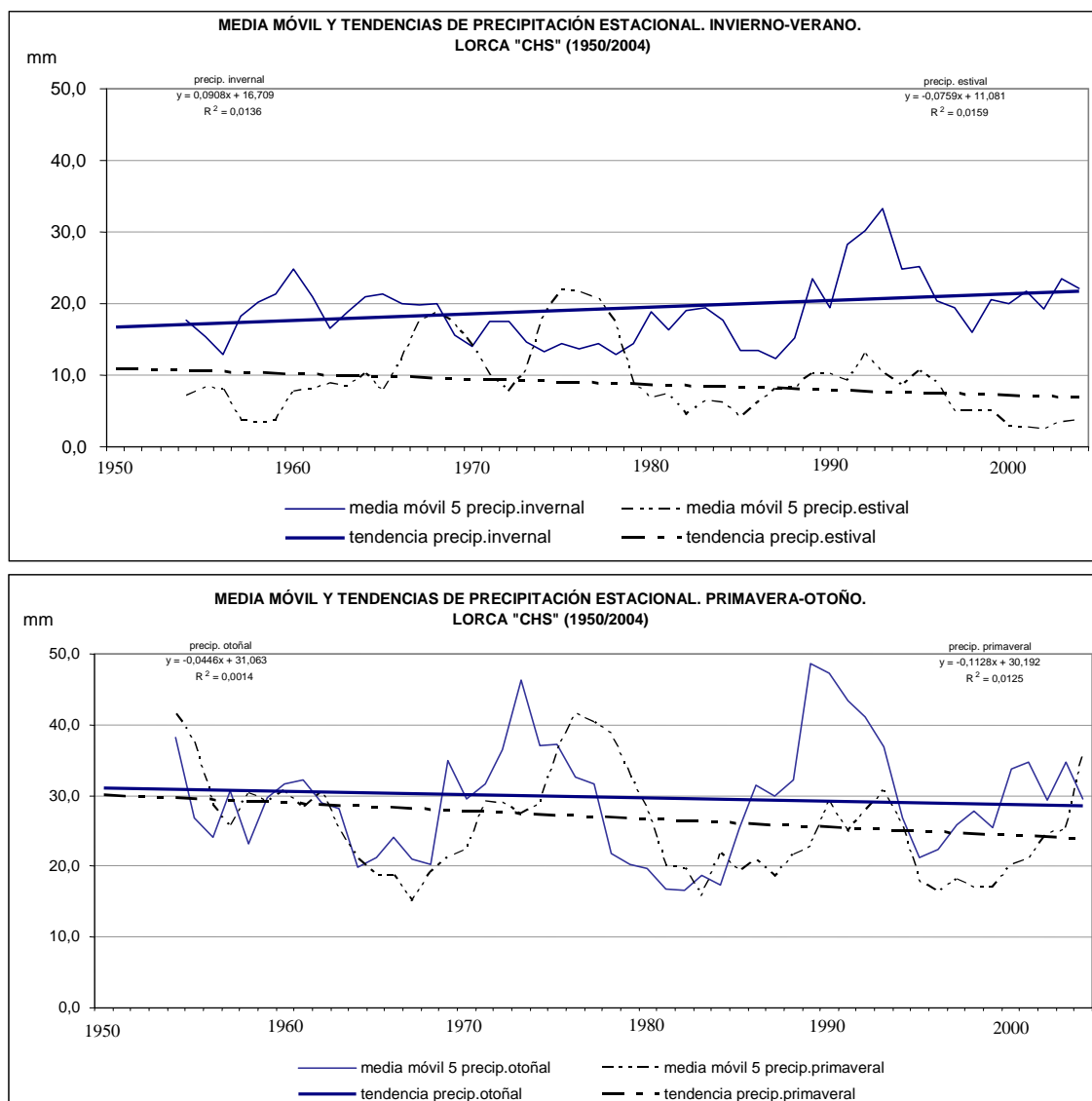


Fig. 31. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "CHS"

Por su parte, la tendencia pluviométrica de la estación estival se mantiene más o menos estable; se aprecian mínimos aumentos o descensos, a excepción del observatorio de Zarzadilla de Totana, donde se percibe un incremento notable del ritmo estacional de las lluvias en los meses de verano.

- Posibles efectos sobre la práctica agrícola en secano

Estos resultados de disminución pluviométrica otoñal y primaveral corroboran los ya obtenidos para otros observatorios del Sur peninsular (Raso Nadal, 1996; García Barrón, 2002). La disminución de lluvias primaverales y otoñales afecta, sobre todo, al sector más noroccidental de la cuenca del Guadentín, donde, además, los cultivos de secano adquieren mayor importancia.

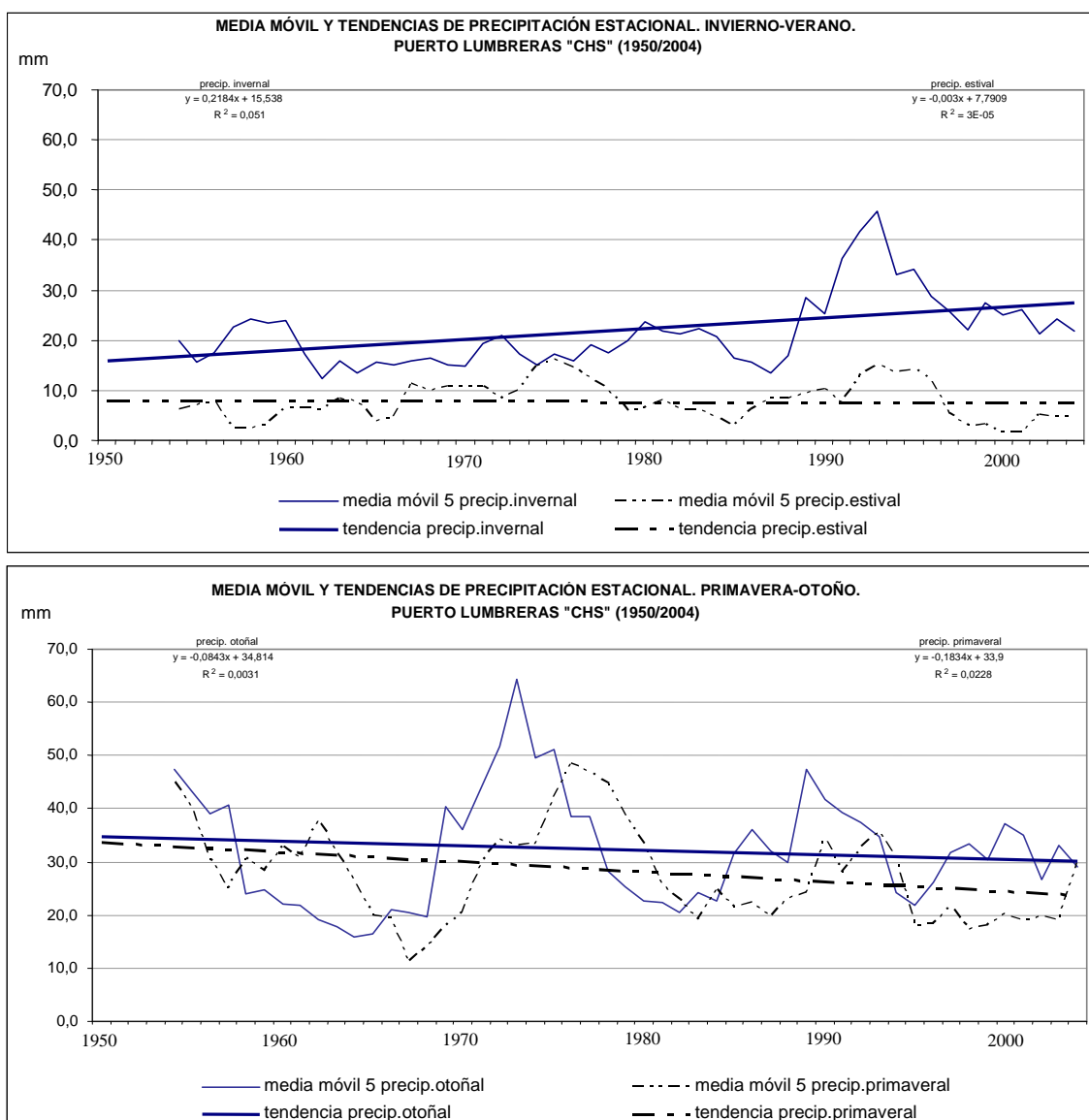


Fig. 32. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio P. Lumberas "CHS"

En algunos casos, el efecto de estos descensos pluviométricos estacionales no es relevante sobre la precipitación total anual por

compensaciones entre estaciones; pero aquellas especies vegetales y cultivos de secano cuya producción está regulada por las lluvias equinocciales, sobre todo las de primavera, de mantenerse la tendencia detectada, pueden verse sensiblemente afectados en el futuro.

En tal sentido, merecen citarse entre los principales cultivos del área los herbáceos de cereales, sobre todo el trigo y la cebada, y el cultivo leñoso del almendro. En la cuenca del Guadalentín (Murcia) el trigo y la cebada de secano suponen actualmente el 25,8% del total de cultivos herbáceos en secano y regadío, mientras que el almendro no regado representa más del 38% del total de cultivos leñosos (EAR, Consejería de Agricultura y Agua, C.A.R.M.). Por su parte, en aquellos sectores almerienses pertenecientes a dicha cuenca, la cebada constituye más del 50% de los sembrados herbáceos y el almendro más del 90% de los leñosos (IEA, Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía).

La madurez del trigo de invierno puede resultar perjudicada debido a un mayor déficit de agua causado por la disminución pluviométrica primaveral. Concretamente, las necesidades hídricas en la maduración de este cultivo son mayores entre las fases de “maduración lechosa” y “maduración pastosa”, período en el que el grano debe incrementar su peso, tanto en agua como en materia seca (Maroto, 1987). El intervalo comprendido entre un mes antes y después de la siembra (10 de octubre-15 de noviembre) también constituye un período crítico en cuanto a humedad se refiere.

La cebada es más resistente que el trigo a la sequía, sin embargo, requiere mucho agua al comienzo de su desarrollo, por lo que la siembra otoñal es más temprana que la del trigo para aprovechar las lluvias otoñales (Maroto, 1987). La cebada, por tanto, también puede verse afectada en gran medida, consecuencia de esas notables reducciones de la precipitación otoñal y, aún más si cabe, por el mal reparto del recurso durante la estación, al aumentar los chubascos de fuerte intensidad horaria.

El período de mayores requerimientos hídricos del cultivo de almendro es el comprendido entre el inicio del engorde de la almendra y la fecha en la que ésta alcanza su longitud máxima (estación primaveral). Las necesidades disminuyen, sin embargo, en los períodos anterior y posterior al indicado. La



floración tiene lugar en los últimos meses de invierno, y para que se lleve a cabo una apropiada polinización hay que tener en cuenta las condiciones meteorológicas que afectan a las abejas y otros insectos (bajas temperaturas, lluvias, etc.). Las lluvias durante la floración (invernales) impiden el desplazamiento de las abejas, que son los agentes portadores de polen más prácticos desde una variedad hasta otra.

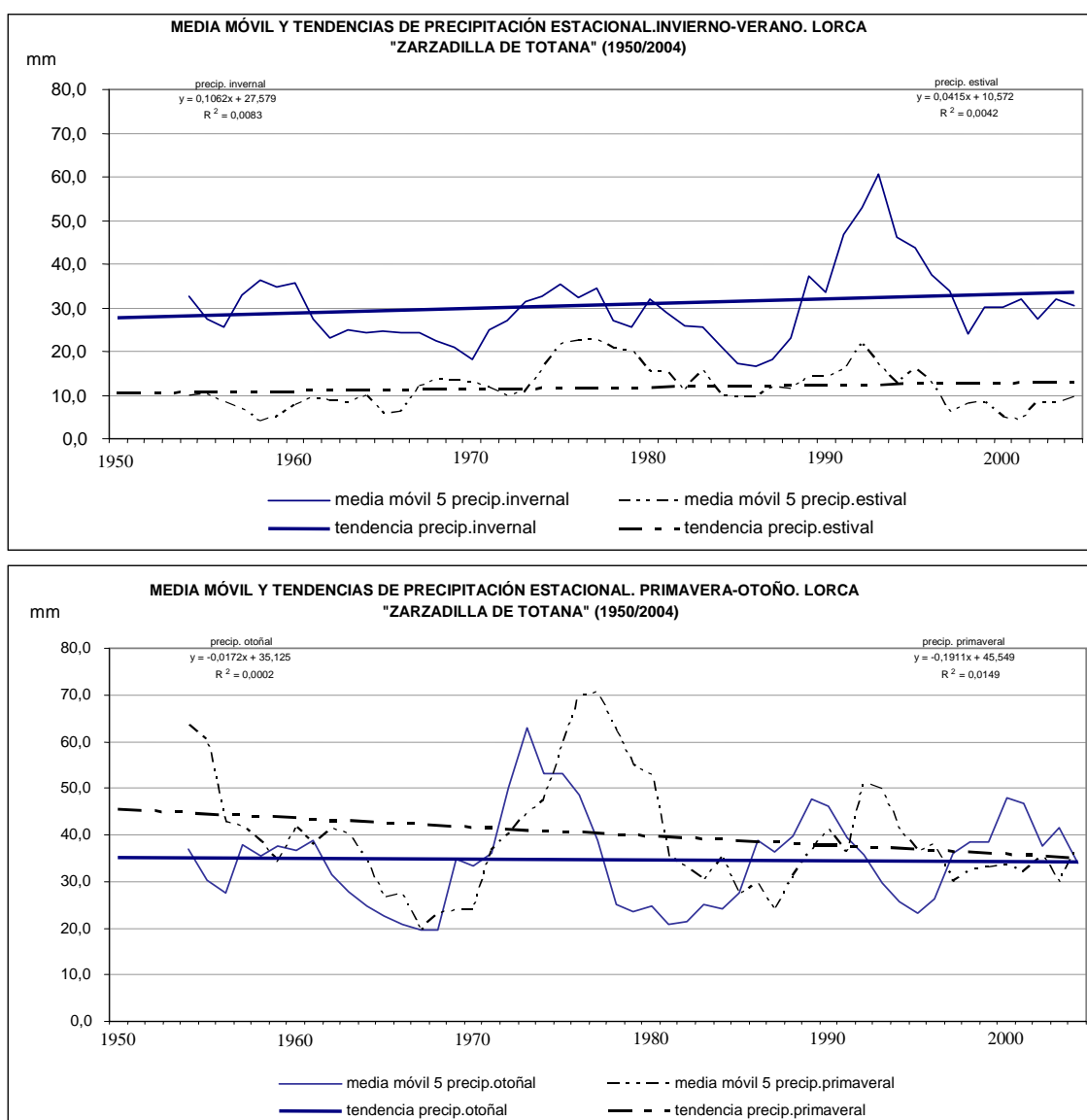


Fig. 33. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "Zaradilla de Totana"

Pero el mayor inconveniente, sin duda, reside en las precipitaciones primaverales, que seguirán siendo imprescindibles para la maduración del

fruto, por lo que las tendencias y las predicciones previstas por los modelos no son muy halagüeñas para los aprovechamientos agrícolas de las tierras de secano.

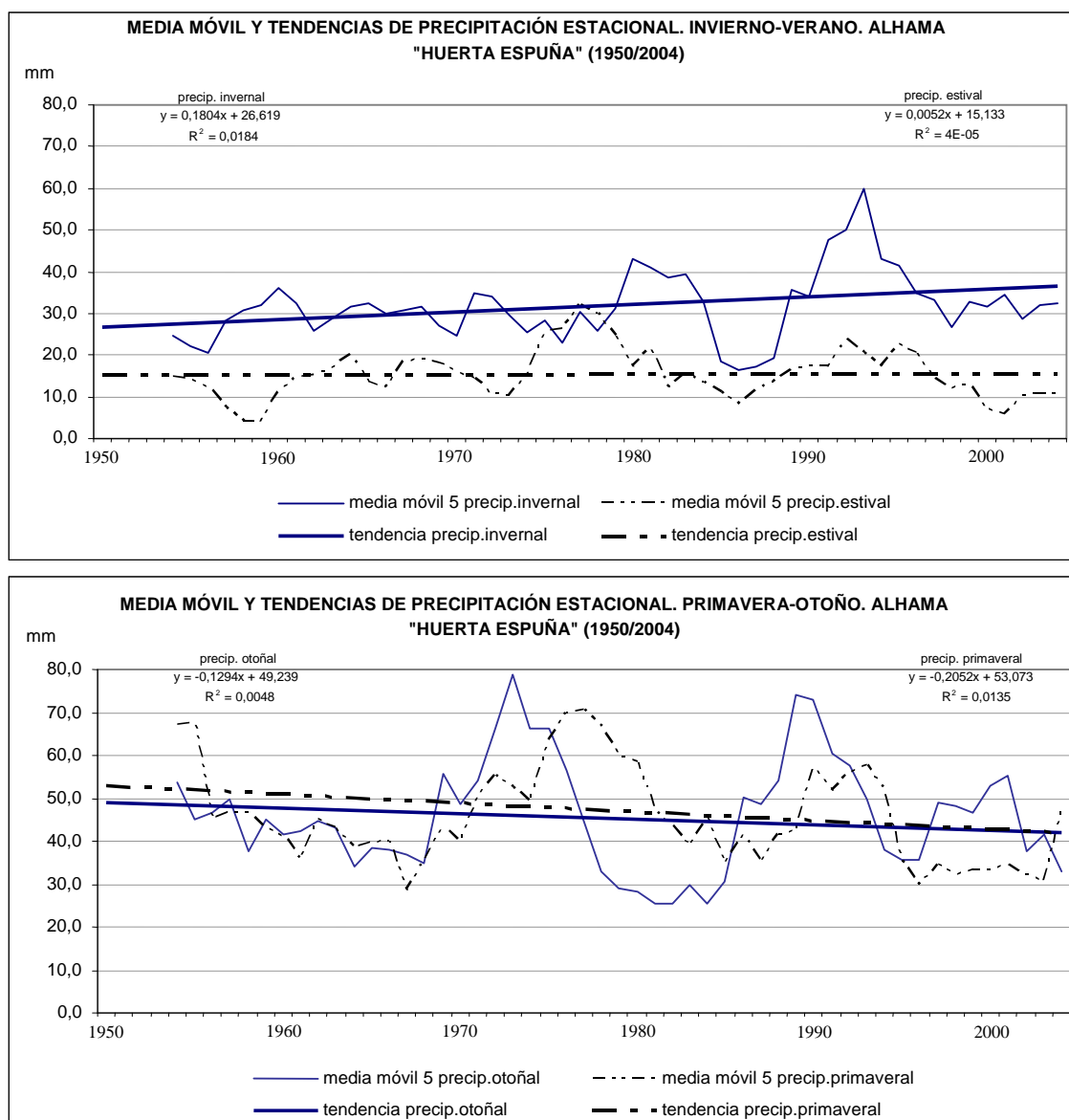


Fig. 34. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Alhama "Huerta España"

### - Conclusiones

La elevada variabilidad espacial y temporal de la precipitación tiene gran peso en el cálculo de las tendencias, lo que implica que no sea aconsejable la utilización de series aisladas para predecir la evolución de las precipitaciones en una región determinada. Las tendencias temporales de la precipitación

estimadas para la cuenca del Guadalentín (Sureste peninsular), desde mediados el siglo XX hasta la actualidad, evidencian un descenso del total de precipitación anual, ligado a la reducción de la pluviometría equinoccial —Primavera y Otoño— en la mayor parte del territorio. Solamente dos observatorios —María y Lorca “Embalse de Puentes”— ven aumentar las lluvias durante los equinoccios. El invierno tiende a presentar unas lluvias más copiosas, excepto en “Topares”, sector más noroccidental de la cuenca, mientras que el análisis de la estación estival ofrece unos resultados menos homogéneos.

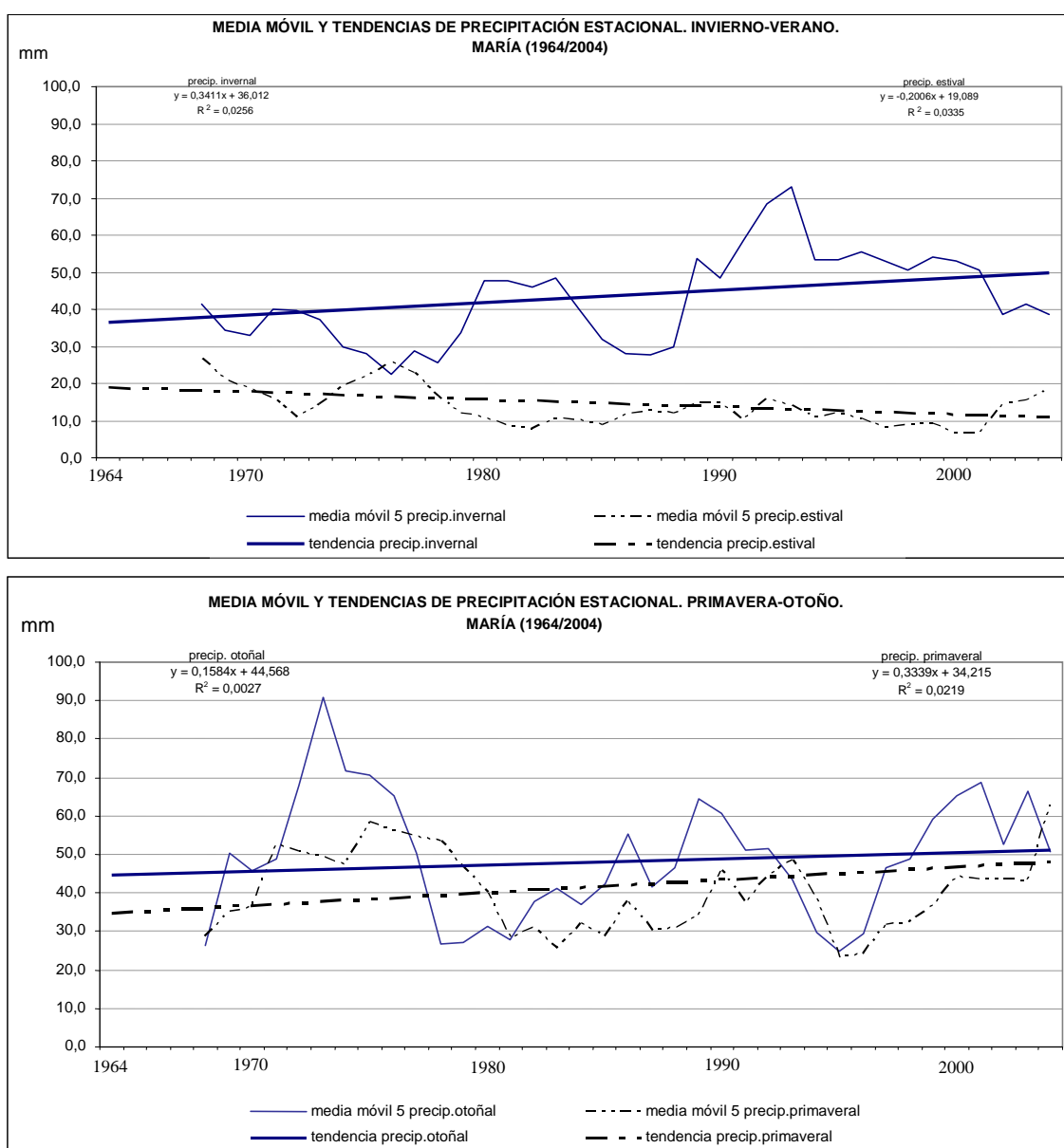


Fig. 35. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio de “María”

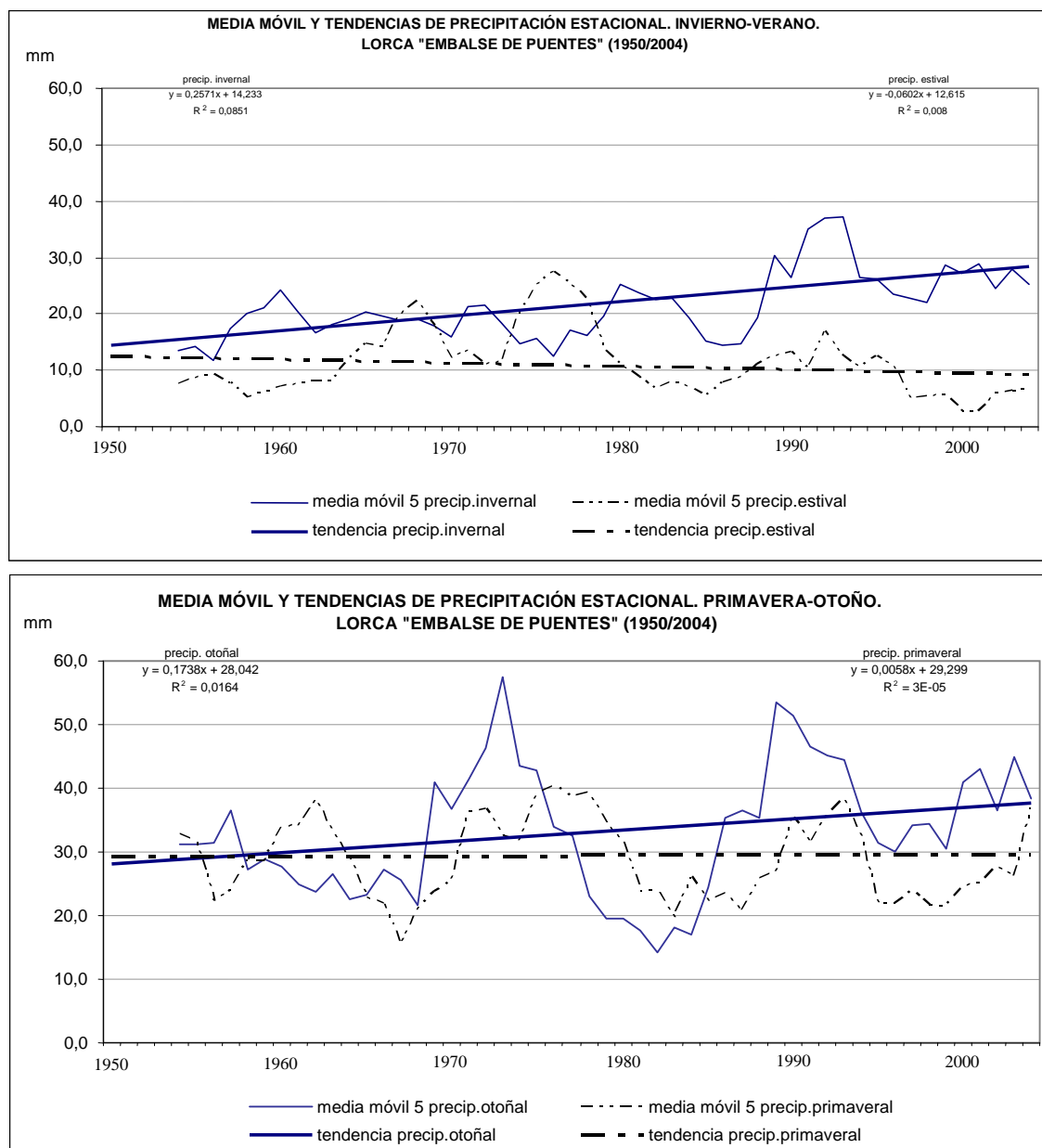


Fig. 36. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "Embalse de Puentes"

Estos descensos equinocciales, sobre todo los de primavera, pueden incidir de forma considerable en el futuro de aquellas especies vegetales y cultivos de secano cuya producción está regulada por dichos recursos pluviométricos. Los cultivos más afectados en tal caso son los de cereal —cebada y trigo— y el almendro, pues la maduración definitiva del fruto está aquí directamente relacionada con las lluvias de primavera.

Por otra parte, parece aconsejable analizar también las tendencias de las temperaturas y de la evapotranspiración en relación con la ocurrencia y duración de los períodos secos. De esta forma, podrá evaluarse más adecuadamente la repercusión de posibles cambios asociados en dichos agrosistemas y facilitar así la investigación sobre los procesos de adaptación a las nuevas situaciones.

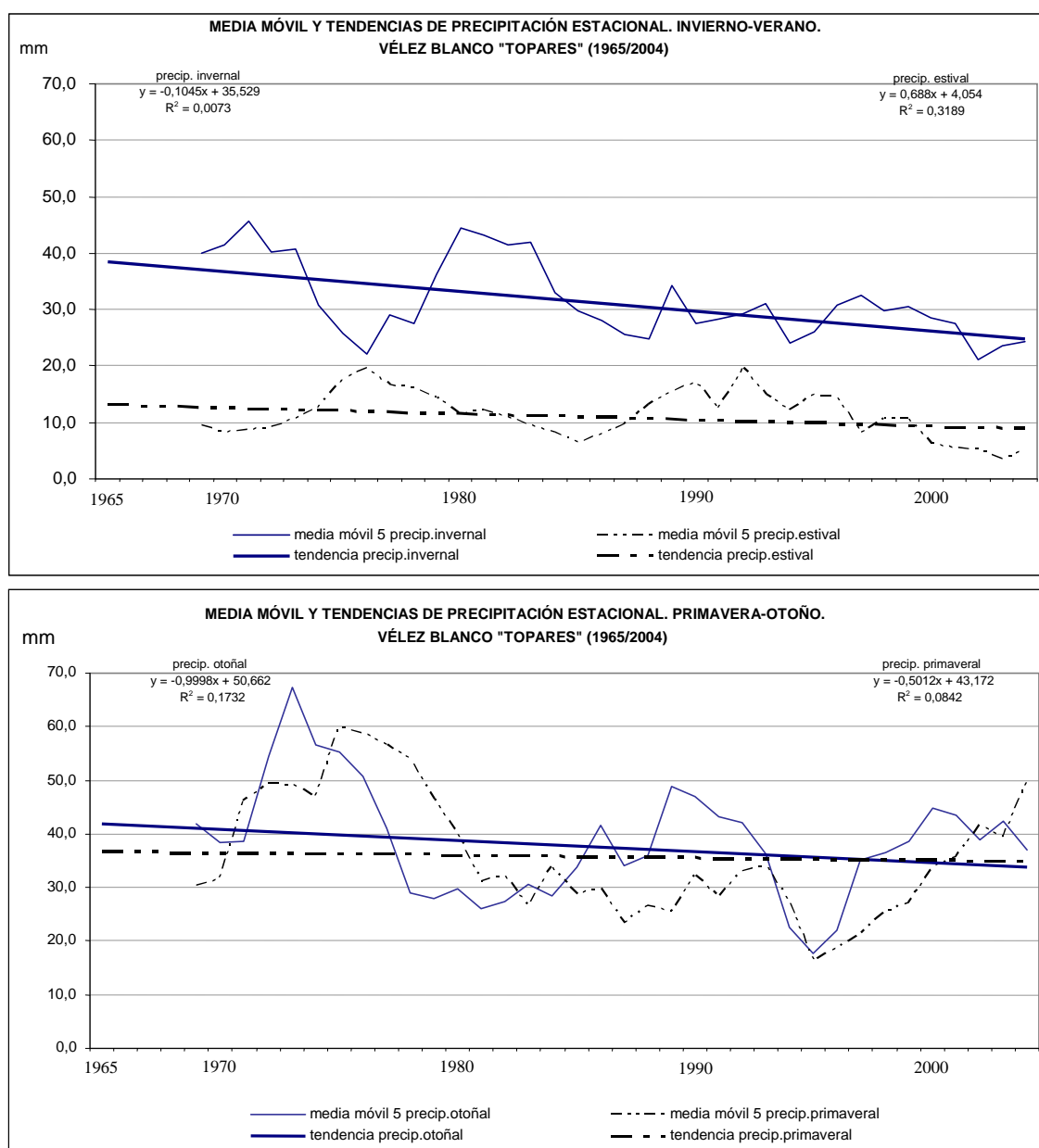


Fig. 37. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Vélez Blanco "Topares".

### 3.3.4. Régimen térmico y evapotranspiración

Entre los elementos climáticos, la temperatura es un factor básico del balance hídrico y la aridez, por cuanto incide directamente sobre las tasas de humedad y evaporación.

El relieve y la situación de la Cuenca son claros condicionantes de las altas temperaturas alcanzadas en buena parte de ella. El valle bajo del Guadalentín muestra valores de temperatura media anual elevados y uniformes (16-18 °C). Ésta disminuye ligera y progresivamente conforme se remonta el valle fluvial aguas arriba y aumenta la altitud y el grado de continentalidad (18,3° C en Librilla C.H.S.; 18,2° C en Totana; 17,8° C en Lorca C.H.S.; 16,8° C en el Embalse de Puentes; 13,7° C en Vélez Blanco y 11,6° C en María).

Existe una marcada correlación entre temperaturas elevadas y ubicación en sectores deprimidos y al contrario en los de mayor continentalidad y en los de montaña. Así, Lorca C.H.S., situada en el sector central de la Cuenca, a 335 m de altitud, es la estación meteorológica más cálida. En cambio, María, emplazada a más de 1.190 m en el extremo occidental del territorio analizado, registra las temperaturas más bajas. La temperatura media invernal es inferior a 5° C (4° C en enero, 5,2° C en febrero y 4,4° C en diciembre). Las heladas en esta sierra son numerosas y las nevadas se presentan todos los años con relativa frecuencia.

La influencia marítima, aunque amortiguada, alcanza a toda la Cuenca, siendo particularmente apreciable en su flanco meridional. Enero es el mes más frío y agosto el más cálido, salvo en los sectores más continentalizados y noroccidentales de la Cuenca, donde lo es julio (caso de María).

La variación de la temperatura media mensual presenta a lo largo del año los siguientes caracteres:

- Un lento y progresivo aumento de las temperaturas desde enero (más rápido a partir de abril) hasta el máximo de agosto. El calentamiento en la primera mitad del año se realiza con más lentitud que el enfriamiento en el segundo semestre. El aumento más rápido de temperatura se da de mayo a junio.

- El otoño es más cálido que la primavera, más por la influencia del régimen térmico de las aguas superficiales del Mediterráneo Occidental que por efecto de la radiación.
- Las temperaturas máximas medias muestran en todo el territorio valores altos, a excepción del sector próximo a la sierra de María y sector noroccidental (Vélez Blanco y Topares). Durante la estación de verano, especialmente seca y calurosa, las máximas medias registradas en las sierras del interior se sitúan entre los 27,5 y 28,5°C (28,5° C en María, 28,3° C en Topares, y 27,6° C en Alhama “Huerta Espuña”), muy por debajo de los 33 a 35° C alcanzados en el Bajo Guadalentín (32,9° C en Alcantarilla, 35,2° C en Librilla C.H.S.) y en el altiplano noroccidental (34,7° C en Doña Inés). Durante el invierno, las temperaturas medias más elevadas tienen lugar en el Bajo Guadalentín y sectores más deprimidos, mientras que, por el contrario, en los sectores más continentales y montañosos del NO y SO se aprecia un descenso acusado.

Las temperaturas máximas absolutas, comprendidas entre 40 y 46° C, se registran entre la última decena de junio y la primera de septiembre en la cuenca baja y media del Guadalentín. La máxima absoluta de la Cuenca, para el periodo analizado, es de 46° C alcanzados en varios observatorios: Doña Inés (13 de julio de 1961) y Librilla C.H.S. (22 de julio de 1968). Destacan también los 45,2° C registrados en Alcantarilla (22 de julio de 1951) y los 42° C en Puentes (18 de julio de 1975). Un hecho particularmente singular lo constituyen los 40° C observados en la estación meteorológica de María, a 1.200 m de altitud, los días 16 y 17 de julio de 1978 (Navarro Hervás, 1991).

Durante el invierno, las máximas absolutas no suelen rebasar la frontera de los 25° C; sólo en Alcantarilla, Librilla C.H.S., Totana “Paretón”, Zarzadilla de Totana y Lorca C.H.S. se supera excepcionalmente dicho umbral.

La amplitud térmica anual muestra valores moderadamente altos en el valle medio y bajo del Guadalentín, y acusados en los altiplanos del sector noroccidental y cuenca alta, caracterizadas por una mayor altitud y continentalidad.

Debido a las elevadas temperaturas y fuerte insolación registradas en la mayor parte de la Cuenca, la evapotranspiración constituye aquí un factor determinante del alto déficit hídrico global. Sólo en los sectores montañosos periféricos y del interior la evapotranspiración potencial disminuye lo suficiente como para obtener un déficit hídrico moderado.

La evapotranspiración potencial (ETP) puede estimarse como una función dependiente de las temperaturas, siendo el método de Thornthwaite el más utilizado, por los escasos datos requeridos y la naturaleza de las estaciones generalmente disponibles. Sin embargo, aplicado a climas áridos y semiáridos, este método infravalora en más de un 30% los valores de evapotranspiración potencial (Sánchez Toribio, 1990). Además, parte del supuesto de un valor máximo de 100 cm para la reserva de agua en el suelo, con un tapiz vegetal continuo y no tiene en cuenta la advección del aire cálido que puede aportar energía considerable para ser utilizada como calor latente.

Según Thornthwaite (1954), la evapotranspiración potencial refleja en parte la necesidad de agua en un área, en tanto que la evaporación real representa la cantidad de agua de la que en realidad se ha dispuesto. Por ello, frecuentemente, se considera que la diferencia entre ambas es la falta de agua o déficit hídrico. Hay que matizar, no obstante, que en esta latitud no se alcanza nunca la máxima reserva de agua en el suelo, por lo que finalmente revierte a la atmósfera toda la precipitación caída, igualándose el total anual de precipitación y la evapotranspiración real anual.

Montero de Burgos y González Rebollar (1983) proponen estimar las necesidades hídricas mínimas de las plantas como una parte de la ETP que debería ser satisfecha para asegurar su crecimiento vegetativo. Esta proporción, equivalente al 0,2 ETP, se conoce con el nombre de evapotranspiración residual ( $e$ ), y refleja los niveles de adaptación de las plantas a situaciones de estrés hídrico (sequía).

Los valores más elevados de ETP (915-955 mm) corresponden a los sectores más áridos del territorio (curso medio-bajo del Guadalentín: estaciones de Totana, Alcantarilla, Librilla C.H.S., Lorca C.H.S., etc.). Los valores más bajos (600-800 mm) se registran en el sector noroccidental, altiplanos interiores y sierras de María, Gigante, Pericay y Espuña.



En definitiva, los sectores con menor disponibilidad hídrica y, por tanto, con mayores necesidades de agua (valores “e” más elevados) coinciden con los identificados como áridos en el mapa pluviométrico de la Cuenca, es decir, la Depresión Prelitoral del Guadalentín, desde Puerto Lumbreras a Puentes, y los tramos medio y bajo del valle. El déficit hídrico anual puede llegar a alcanzar la casi totalidad del año en Totana “Presa del Paretón” y Lorca C.H.S. (cuadro 9), o un mínimo de tres meses en Alhama “Huerta Espuña” y María (cuadro 10).

Cuadro 9. Ficha Hídrica (Thornthwaite) y cálculo de la evapotranspiración residual. Observatorio de Lorca CHS. Fórmula climática: árido mesotérmico III.

Meses	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Total
pp media	17,4	16,4	23,0	40,3	24,2	21,9	5,1	7,4	17,8	43,6	24,4	23,5	265
nº días													
pp≥1mm	95	86	98	123	100	68	15	21	68	108	106	94	979
Tª media	11,1	12,1	13,7	15,3	18,8	22,6	26,0	26,1	23,3	18,5	14,1	11,5	17,8
Ind calor	3,3	3,8	4,6	5,4	7,4	9,8	12,1	12,2	10,2	7,2	4,8	3,5	84,3
Ind luz	25,5	25,2	30,9	33,0	36,9	37,2	37,5	35,1	31,2	28,8	25,2	24,9	-
ETP s.c.	0,9	1,0	1,3	1,6	2,4	3,4	4,4	4,4	3,6	2,4	1,4	0,9	27,7
ETP	22,9	25,2	40,1	52,8	88,5	126,4	165,0	154,4	112,3	69,1	35,2	22,4	914,3
e	<b>4,5</b>	<b>5,0</b>	<b>8,0</b>	<b>10,5</b>	<b>17,7</b>	<b>25,2</b>	<b>33,0</b>	<b>30,8</b>	<b>22,4</b>	<b>13,8</b>	<b>7,0</b>	<b>4,4</b>	<b>182,8</b>
Reserva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1
Variación	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,2
ETR	18,5	16,4	23,0	40,3	24,2	21,9	5,1	7,4	17,8	43,6	24,4	22,4	265,0
Déficit Hídrico	<b>4,4</b>	<b>8,8</b>	<b>17,1</b>	<b>12,5</b>	<b>64,3</b>	<b>104,5</b>	<b>159,9</b>	<b>149,3</b>	<b>94,5</b>	<b>25,5</b>	<b>10,8</b>	<b>0,0</b>	<b>651,6</b>
Exceso Agua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1
Desagüe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Navarro Hervás, F. (1991) y elaboración propia

Cuadro 10. Ficha Hídrica (Thornthwaite) y cálculo de la evapotranspiración residual. Observatorio de María. Fórmula climática: semiárido mesotérmico II.

Meses	E	F	M	A	My	J	Jl	Ag	S	O	N	D	Total
pp media	38,3	34,5	38,4	47,3	36,6	34,6	4,5	11,3	26,7	66,8	45,2	45,8	430,0
nº días													
pp≥1mm	78,0	90,0	91,0	93,0	76,0	59,0	8,0	26,0	50,0	93,0	69,0	79,0	798,0
Tª media	4,0	5,2	6,9	9,4	13,4	17,2	21,3	21,1	17,1	11,9	7,3	4,4	11,6
Ind calor	0,71	1,0	1,6	2,6	4,4	6,4	8,9	8,8	6,4	3,7	1,7	0,8	47,0
Ind luz	25,5	25,2	30,9	33,0	36,9	37,2	37,5	35,1	31,2	28,8	25,2	24,9	-
ETP s.c.	0,5	0,6	0,9	1,3	2,0	2,6	3,4	3,4	2,6	1,7	0,9	0,4	20,3
ETP	12,7	15,1	27,8	42,9	73,8	96,7	127,5	119,3	81,1	48,9	22,6	9,9	678,3
e	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>5,6</b>	<b>8,6</b>	<b>14,8</b>	<b>19,3</b>	<b>25,5</b>	<b>23,9</b>	<b>16,2</b>	<b>9,8</b>	<b>4,5</b>	<b>2,0</b>	<b>135,7</b>
Reserva	102,0	121,4	132,0	136,4	99,2	37,1	0,0	0,0	0,0	17,9	40,5	76,4	762,9
Variación	25,6	19,4	10,6	4,4	-37,2	-62,1	37,1	0,0	0,0	17,9	22,6	35,9	74,2
ETR	12,7	15,1	27,8	42,9	73,8	96,7	41,6	11,3	26,7	48,9	22,6	9,9	430,0
Déficit Hídrico	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>85,9</b>	<b>108,0</b>	<b>54,4</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>248,3</b>
Exceso Agua	25,6	19,4	10,6	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	22,6	35,9	136,4
Desagüe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Navarro Hervás, F. (1991) y elaboración propia

Según las medidas directas del evaporímetro de cubeta correspondiente a la estación de El Aguilucho (Carrascoy), la cuenca baja del Guadalentín se sitúa a la cabeza de los sectores con mayor demanda de agua de toda la Cuenca del Segura, con cifras en torno a los 1.750 mm para un periodo comprendido entre 1982-1984, de 1.771 mm para el año 1985, de 1.924 mm para 1986 y 1.738 mm para 1987 (Sánchez Toribio, 1990). Pese a la sobrevaloración de los datos en esta estación (las causas de estos valores tan altos de evaporación se deben a la ubicación del evaporímetro en una ladera sobre terrenos de cultivos con riego localizado, viento paralelo a la alineación montañosa que se canaliza en el pasillo del Guadalentín y a las brisas diurnas de vientos anabáticos ascendentes del valle a la montaña), los valores alcanzados respecto a evaporación en este tramo del río son muy acusados y con cierta prudencia se pueden ampliar a la totalidad de la Depresión.

Si se comparan los resultados de este método directo con los obtenidos mediante los cálculos de Thornthwaite en la estación meteorológica más próxima —Alcantarilla (965,4 mm)— puede observarse no sólo la diferencia en los valores reales, en torno a los 900-1.000 mm de evaporación potencial, sino el alto déficit hídrico registrado en el tramo final del Guadalentín, con valores del orden de los 1.450 mm y 1.524 mm anuales según el régimen de precipitación registrado en esos años (Navarro Hervás, 1991).

Los meses que registran mayor evaporación corresponden a mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Los valores mínimos se dan en otoño, en consonancia con la época de máxima precipitación y nubosidad, acompañada de una disminución notable de la temperatura. El resto de los meses registra valores intermedios, iniciándose un aumento de la evaporación sensible a partir de marzo.

No es de extrañar que con las escasas precipitaciones y altas temperaturas que acusa el territorio, el caudal de los principales cursos de agua se vea fuertemente mermado; y lo mismo ocurre con los volúmenes retenidos por los embalses, que, desde mayo a septiembre, sufren importantes pérdidas por evaporación. Esta situación se agrava durante los numerosos periodos de sequía que registra el área. De ahí que el tema merezca especial

atención al analizar la intensidad de las sequías. De hecho, la caracterización de las etapas secas pasa necesariamente por cuantificar su demanda evaporativa y establecer su grado de importancia en distintos sectores de la cuenca. La metodología empleada en este caso incluye propuestas de reciente aplicación en el cálculo de la evapotranspiración (Hargreaves-Samani, Penman-FAO, Radiación-FAO, Blaney-Criddle-FAO, Penman-Monteith-FAO gramíneas, ASCE - EWRI gramíneas, ASCE - EWRI alfalfa) y la realización de ajustes teóricos entre los resultados obtenidos (Sánchez Toribio *et al.*, 2008).

### 3.4. Hidrología superficial de la cuenca del Guadalentín

#### 3.4.1. Características de la red de drenaje

El río Guadalentín, calificado como el río más *salvaje de Europa* (Pardé, 1956), se forma aguas abajo de Valdeinfierno, por la confluencia de los ríos Luchena y Corneros o Vélez, en el estrecho de Puentes. Sigue un curso de dirección NO-SE hasta Lorca, recibiendo numerosas ramblas: Enmedio, de la Rosa, Hortillo, Estrecho, Arcos, etc. A partir de Lorca entra en la fosa tectónica a la que da nombre o depresión prelitoral murciana y adquiere el rumbo bético de SO-NE por adaptación a la falla del Guadalentín. Las poderosas ramblas de Viznaga, Lébor, Molinos, de las Salinas, Algeciras, Librilla y Belén confluyen con él en la depresión (Navarro Hervás, 1986).

Aguas abajo, y a partir del lugar conocido como *Paso de los Carros*, se reconoce también con el nombre de río Sangonera, el cual tras un recorrido de algunos kilómetros termina en un cauce artificial de derivación construido para defensa de la ciudad de Murcia contra sus temibles avenidas, es el canal del Reguerón, el cual, tras un trayecto de poco más de 15 km, se une al Segura aguas abajo del núcleo urbano de Murcia. La longitud total hasta su unión con el Segura en la cota 36,6 m es de 121 km; la superficie de cuenca es de 3.301 km<sup>2</sup> y la pendiente media de 0,3 % (López Bermúdez, 1986).

La morfología fluvial se resuelve en multitud de redes de drenaje, agrupadas en dos grandes categorías: i) redes simples poco densas con un

colector principal de orden bajo, y ii) redes densas constituidas por cauces efímeros organizadas en torno a un eje preferente (de orden alto y estructura dendrítica).



Fig. 38. Confluencia de la rambla de Viznaga con el Guadalentín, aguas abajo del núcleo de Lorca

En síntesis, y atendiendo a criterios hidrogeomorfológicos, la cuenca del Guadalentín se divide en dos amplias zonas:

1. La cabecera, integrada por tres grandes unidades de drenaje —ríos Corneros, Caramel y Luchena— que confluyen en la arteria principal. Desde el embalse de Valdeinfierno se desarrollan tres sistemas de ramblas y barrancos, en dirección aguas abajo, tributarias del Guadalentín (López Bermúdez *et al.*, 1988).
2. El tramo medio-bajo, desde Puentes hasta la confluencia con el Segura, al que vierten las subcuencas elongadas de las ramblas del Estrecho, Torrealvilla, Lébor, Librilla y Algeciras, y todo un conjunto de sistemas de ramblas bien desarrollados como las de Nogalte-Béjar-Viznaga, Tercia y Totana. Por la margen derecha se suma una serie de ramblizos y barrancos de la sierra de Carrascoy.

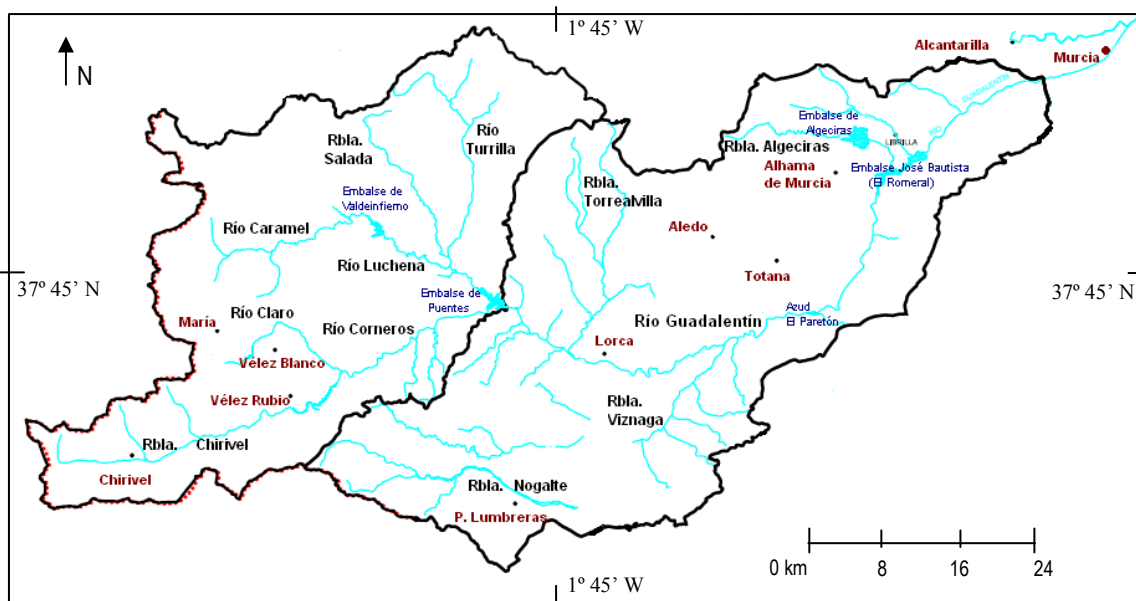


Fig. 39. Red hidrográfica de la cuenca del río-rambla Guadalentín

Este dispositivo de drenaje acentúa las diferencias de comportamiento hidrológico entre ambas zonas. La primera ofrece escaso riesgo hidrológico, dada la estructura laxa de sus redes de drenaje y el control de laminación que ejercen los embalses de Valdeinfierno y Puentes. La segunda zona, más torrencial, sufre frecuentes fenómenos de avenidas e inundaciones, a menudo asociadas a solapamientos rápidos y progresivos de las ondas de crecida (Romero Díaz y Maurandi Guirado, 2000). Éstas generan abultados caudales cuando actúan simultáneamente varios sistemas de ramblas, haciendo insuficiente la capacidad de desagüe de las obras de derivación creadas para su laminación (canales del Paretón y del Reguerón).

La mayor altitud y pluviometría de las sierras de María, Gigante, Pericay y Cambrón, que compartimentan las cuencas del Corneros, Caramel y Turrilla, tienen gran importancia hidrológica, ya que los caudales de sus principales cursos, aun sufriendo fuertes variaciones estacionales, tienen un régimen continuo todo el año. Estos caudales se hallan muy mermados en la actualidad por la sobreexplotación de los sistemas acuíferos circundantes.

El resto de los cursos, sometidos a condiciones semiáridas, tienen regímenes hidrológicos más irregulares y caudales modulares bastante modestos.



Fig. 40. Cabecera del río-rambla Guadalentín. De izquierda a derecha: sierra del Gigante, morra del Cocón y sierra del Almirez

Numerosas subcuencas o áreas vertientes, de estructura jerarquizada y afluencia directa al Guadalentín, formadas por amplias redes de drenaje, con geometría dendrítica o subparalela, configuran el sistema hidrográfico (Conesa García, 1985). El modelado de estas unidades refleja el control estructural, las características físicas de los materiales en que se inscriben y la dinámica de unos cursos de funcionamiento aleatorio y alta competencia fluvial.



Fig. 41. Confluencia del río Claro con el Vélez o Corneros, en el estrecho valle existente entre las sierras del Gigante y La Torrecilla

El análisis morfométrico y factorial permite destacar como variables que mejor definen el comportamiento de la cuenca fluvial los siguientes: densidad de drenaje, índice de frecuencia, coeficiente de torrencialidad, relieve y forma de la cuenca. Las unidades de drenaje más dinámicas están constituidas por sistemas de ramblas directos, caracterizados por tiempos cortos de concentración. La red hidrográfica del Guadalentín, representada por un elevado número de barrancos y ramblas, se esculpió bajo condiciones morfoclimáticas cuaternarias más húmedas que las actuales; se trata, por tanto, de una red heredada (Calmel-Avila, 2002), retocada por procesos de erosión hídrica semiáridos, actuales y recientes, especialmente intensos en sucesos de lluvias torrenciales (Gil Olcina, 1968). Fuera de estos impulsos hidroclimáticos temporales, son poco activos y apenas tienen incidencia en el modelado del territorio (Harvey, 1990).

#### *3.4.2. Condiciones naturales del régimen hidrológico*

El funcionamiento de las redes de drenaje se caracteriza por un régimen fluvial torrencial, ocasional y espasmódico, en estrecha relación con las condiciones climáticas actuales, la topografía y la estructura geológica de sus cuencas vertientes. Dicho régimen muestra ciertos matices diferenciadores según las zonas descritas. En el tramo alto, más húmedo y formado básicamente por estructuras calizas, plegadas e intensamente falladas, con amplios pasillos y cuencas interiores, las aguas perennes de los ríos-rambla Caramel, Corneros y Luchena alternan con las efímeras de barrancos y ramblas afluentes que transcurren por sectores semiáridos y litologías semi-impermeables.

En el tramo medio-final, árido y semiárido, con litologías predominantes metamórficas, intensamente plegadas y falladas, con amplios piedemontes a ambos lados de la Depresión Prelitoral, una escorrentía intermitente anual o interanual configura barrancos, ramblas y cauces de valle secos recientes y fósiles. Por el fondo del valle discurre el curso principal, el Guadalentín, río-rambla sin caudal la mayor parte del año, salvo en época de avenidas.

Presenta un cauce amplio y seco desde Lorca hasta su confluencia con el Segura (Navarro Hervás, 1991).



Fig. 42. Río-rambla Luchena, aguas abajo del embalse de Valdeinfierno

Entre los factores que controlan el régimen fluvial del Guadalentín cabe reseñar: los pluviométricos (tipo, intensidad, duración y distribución espacial de las lluvias); los derivados del relieve (pendientes, orientación, redes de drenaje); bioclimáticos y edafológicos (tipo e importancia de cubierta vegetal, suelos); y los antrópicos (obras hidráulicas, usos del suelo,...).

El Guadalentín, excepcional aparato torrencial, de orden 8 (Strahler, 1964), con una densidad de drenaje de 4,62, un coeficiente de torrencialidad de 39,68 y un índice de frecuencia de 10,59, es un curso capaz de suministrar caudales, en época de avenidas, de hasta 3.000 m<sup>3</sup>/s y permanecer varios años completamente seco aguas abajo de Lorca, con unas aportaciones hídricas globales escasas para un territorio intensamente humanizado (Romero Díaz *et al.*, 1992). Por ello, hubo que recurrir, primero, a la construcción de dos embalses durante los últimos años del siglo XVIII (Valdeinfierno y Puentes), luego, desde mediado el siglo XX, a la explotación desmesurada de las aguas subterráneas, cuyos acuíferos se encuentran próximos al agotamiento (IGME, 1985), y más tarde, a partir de 1980, a las aguas trasvasadas desde el Alto Tajo.



Como contrapartida a los grandes estiajes que ofrecen las escorrentías durante el verano y a menudo durante años, son comunes los fenómenos de avenidas con inundaciones, cuando se originan precipitaciones intensas y generalizadas en sus cuencas. En tales circunstancias, se comportan como verdaderos aparatos torrenciales conocidos por sus efectos catastróficos (Gil Olcina, 1968).



Fig. 43. Río-rambla Turrilla (tierras altas de Lorca), aguas arriba de su confluencia con el Luchena

En octubre de 1973, por ejemplo, el Guadalentín llegó a alcanzar en Vélez (570 km<sup>2</sup>) un caudal máximo instantáneo de 3.090 m<sup>3</sup>/s, lo que significó un caudal específico de 5.478,72 l/s/km<sup>2</sup> (Navarro Hervás, 1991). En el Luchena, aguas abajo del embalse de Valdeinfierno (1.431 km<sup>2</sup>) este caudal se redujo a 444 m<sup>3</sup>/s, debido a la regulación y laminación de dicho embalse. En el embalse de Puentes (1.440 km<sup>2</sup>) el Guadalentín registró un máximo de 2.100 m<sup>3</sup>/s y una aportación total de 85,6 Hm<sup>3</sup>. Aguas abajo de Lorca, el Canal del Paretón (Totana) desvió un caudal máximo de 653 m<sup>3</sup>/s, y más al noreste, el Reguerón (2.505 km<sup>2</sup>) derivó 832 m<sup>3</sup>/s (41 Hm<sup>3</sup>). Como dato particular, en Puerto Lumbreras, la rambla de Nogalte (137 km<sup>2</sup>) llegó a alcanzar un caudal máximo de 1.974 m<sup>3</sup>/s en apenas cinco horas, de los cuales 813 fueron sólidos (Conesa García *et al.*, 2001).

- *Aportaciones medias exiguas e irregularidad interanual*

Como todos los cursos del sureste peninsular, el Guadalentín, a lo largo de su recorrido, presenta aportaciones medias muy pobres, pero, en este caso, asociadas a las condiciones semiáridas de buena parte de su cuenca, las altas tasas de filtración en cabecera, la capacidad reguladora de los embalses y las sangrías de los regadíos.

Hasta Puentes tiene un caudal medio anual de  $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$ , que aumenta aguas abajo ( $0,79 \text{ m}^3/\text{s}$ ) con las aportaciones de los ríos-rambla Caramel y Luchena (en sus estaciones de Valdeinfierno y Molino Osorio anotan un caudal de  $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $0,46 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente). En Totana, los caudales del río se hallan fuertemente mermados por los sangrados que originan los regadíos de Lorca, quedando reducidos a un módulo de  $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ . La fuerte evaporación del tramo final de la fosa prelitoral y la permeabilidad de los materiales por donde discurre hacen que registre a la entrada del canal del Reguerón un caudal medio insignificante ( $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$ ). El caudal específico que registra a lo largo de su recorrido oscila entre los  $0,59 \text{ l/s/km}^2$  en Vélez ( $564 \text{ km}^2$  de cuenca receptora) hasta los  $0,003 \text{ l/s/km}^2$  en el Reguerón ( $3.225 \text{ km}^2$ ). Este hecho da idea de la escasa importancia de las aportaciones en condiciones normales. Los volúmenes totales descienden considerablemente desde los  $24,92 \text{ hm}^3$  de Puentes hasta los  $0,32 \text{ hm}^3$  en el Paso de los Carros (Totana) (Navarro Hervás, 1991).

La extraordinaria variabilidad de caudales de unos a otros años es el rasgo más característico del régimen fluvial. El menor coeficiente de irregularidad interanual (2,4) se registra en el río-rambla Luchena, debido a la influencia reguladora que ejercen las formaciones calizas de su cuenca. El máximo corresponde a Totana (97,0), donde el cauce lleva un caudal insignificante la mayor parte del año. En plena fosa se suceden los años sin caudal, al igual que ocurre con la rambla de Algeciras, que dan irregularidades infinitas. Considerando las variaciones de caudal restituidas al régimen natural, los coeficientes de irregularidad interanual serían también menos acentuados en cabecera, caracterizada por cursos de régimen continuo.

A comienzos de 1972 se observa una tendencia creciente de las aportaciones anuales, con un pico acusado en 1973, producido por la avenida

de octubre de ese año. Desde entonces, en todas las estaciones, se observa una variabilidad notable de caudales provocada por la sucesión de años secos (1979, 1981, 1984, 1993) y años excepcionalmente lluviosos (por ejemplo 1980). Este régimen irregular interanual acentúa la incertidumbre de los aportes dentro de un régimen anual definido por una marcada variabilidad estacional.

*- Régimen hidrológico estacional*

En el tramo alto del Guadalentín (Vélez), la curva de caudales medios mensuales refleja un pico máximo en mayo, leves estiajes en verano, un pico secundario en febrero y apenas otro destacado en octubre. Ello se debe a un régimen estacional de precipitaciones dominado por un máximo de primavera, en oposición a los regímenes con máximo otoñal del resto de la Cuenca. También contribuye a ello la función reguladora de los afloramientos calizos y dolomíticos, cuya permeabilidad y fracturación favorecen los procesos de infiltración alimentando gran número de manantiales (caso de Sierra de María).

Este régimen cambia aguas abajo de Puentes. A partir de aquí, la curva de caudales regulados ofrece un pico acentuado en otoño, normalmente en octubre o noviembre, y otros dos secundarios en febrero y abril, mínimos acusados en verano y menores durante el invierno (cuadro 11). Las crestas de octubre y abril se deben al régimen pluviométrico estacional de esta área (otoño-primavera-invierno-verano), y la de febrero a los desembalses para el riego de cereales tempranos de primavera.

Cuadro 11. Caudales medios absolutos. Estación de aforo: Totana (203 m altitud)

Meses	Caudal medio		Módulo relativo	Caudal específico l/s/km <sup>2</sup>
	Hm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s		
Octubre	1,26	0,48	1,71	0,19
Noviembre	0,53	0,20	0,71	0,08
Diciembre	2,50	0,95	3,39	0,39
Enero	0,16	0,06	0,21	0,02
Febrero	1,52	0,58	2,07	0,24
Marzo	0,34	0,13	0,46	0,05
Abril	1,24	0,47	1,68	0,19
Mayo	0,34	0,13	0,46	0,05
Junio	0,39	0,15	0,54	0,06
Julio	0,13	0,05	0,18	0,02
Agosto	0,16	0,06	0,21	0,02
Septiembre	0,34	0,13	0,46	0,05
Año	8,91	0,28	1	0,11

Fuente: Navarro Hervás, 1988.

El gran déficit hídrico, con una lluvia útil estimada en  $166 \text{ hm}^3/\text{año}$ , y los escasos caudales que circulan ocasionalmente por el Guadalentín (Navarro Hervás, 1991), son el resultado de unas condiciones semiáridas predominantes: escasas lluvias, fuerte evaporación, débil cubierta vegetal, etc. Por otra parte, determinadas actuaciones humanas llevadas a cabo a lo largo de la etapa reciente han aumentado sensiblemente la fragilidad ambiental de la Cuenca (deforestaciones, técnicas agrícolas inadecuadas, roturación de tierras marginales, ampliación de nuevos regadíos, sobreexplotación de aguas subterráneas, etc.); lo que implica una merma considerable de las ya precarias escorrentías superficiales y recursos acuíferos.

#### 3.4.3. Control y modificación del régimen fluvial

Las estaciones de aforos que existen en la Cuenca son insuficientes para un análisis fino del régimen y comportamiento hidrológico del Guadalentín. Existen numerosas lagunas en las series de registro, pues algunas estaciones han dejado de funcionar tras una avenida importante. La escasez de estaciones de aforo hace que se carezca de series de datos relativos o caudales máximos con suficiente extensión y calidad.



Fig. 44. Embalse de Puentes, localizado en la confluencia de los ríos-rambla Corneiros y Luchena

Dos presas importantes (Valdeinfierno y Puentes), situadas en el sector de cabecera, regulan el régimen de los ríos-rambla Corneros, Luchena y Turrilla, laminando excedentes en época de avenida y abasteciendo de agua para riego al Bajo Guadalentín y sector de Puerto Lumbreras. La historia de las primeras obras hidráulicas, ligada al riesgo natural de avenidas, despertó numerosas críticas, ya que en un principio, bajo el reformismo borbónico, funcionaron más como obras de almacenamiento de agua para riego de nuevas tierras cerealistas que como obras de prevención. Posteriormente, tras reiteradas avenidas, se impuso la necesidad de control y defensa contra inundaciones. En la actualidad, y desde hace unas décadas, se conjugan ambas funciones (riego y protección), modificando profundamente el régimen del río.

Al alterar las condiciones hidro-morfológicas de los cursos aguas abajo, los embalses originan una serie de impactos y riesgos: favorecen la erosión remontante y un cambio importante en el proceso de sedimentación. Sin embargo, pese a los impactos ambientales que introducen, estas obras hidráulicas son imprescindibles en medios semiáridos para controlar caudales y minimizar el peligro de inundación.



Fig. 45. Embalse de Valdeinfierno. Obsérvese el alto grado de colmatación sedimentaria (2007)

La presa de Puentes se ubica en la confluencia de los ríos Corneros y Luchena, a unos 14 km aguas arriba de Lorca, a 100 m del emplazamiento de obras antiguas utilizadas desde 1647 para retención y aprovechamiento de las aguas de avenida (finalmente destruidas por la acción de la corriente). Desde su inauguración definitiva, en 1884, su capacidad ha disminuido mucho, pasando de los 31,5 hm<sup>3</sup> en su fase inicial a 26 hm<sup>3</sup> en la actualidad. Ello da muestra del elevado grado de colmatación que presenta dicho embalse a pesar de haber sido recrecido en varias ocasiones (CHS, 2005).

El de Valdeinfierno, a la entrada del estrecho valle por donde el río Luchena atraviesa la sierra de la Culebrina, se extiende aguas arriba hasta 2,5 km a lo largo del río Caramel. Desde su construcción en 1885 ha sufrido sucesivos recrecimientos para aumentar la capacidad útil de su vaso. Y aunque el ritmo de aterramiento disminuyó sustancialmente a partir de las repoblaciones forestales llevadas a cabo desde principios del siglo XX, la pérdida de capacidad útil del embalse es muy notoria. Con una capacidad inicial de 25 hm<sup>3</sup>, presenta en la actualidad una superficie anegada de 221 ha y una capacidad útil de 13 hm<sup>3</sup> (CHS, 2005).

A partir de Lorca y desde antiguo, mediante la construcción de una gran boquera, las aguas del Guadalentín, en casos de avenidas excepcionales, eran desviadas por la rambla de Tiata hacia el SW (curso que arranca en el ápice del abanico aluvial del río-rambla en dicha área). Las aguas turbias, así encauzadas, eran aprovechadas por los regadíos tradicionales de Lorca. En la actualidad este sistema de sangradores-rambla de Tiata constituye una canal de derivación a partir de unas compuertas y encauzamiento artificial de este curso.

Aguas abajo, frente a Totana, y aprovechando la escasa altitud del límite de la cuenca (sector de las Lomas), existe un canal de derivación, El Paretón, construido sobre un antiguo canal de riego. Tiene una capacidad de 300 m<sup>3</sup>/s y vierte por la rambla de Las Morenas al Mediterráneo los caudales excedentes del Guadalentín en épocas de crecida.

En su último tramo, el Guadalentín se halla encauzado artificialmente por el denominado canal del Reguerón, con una longitud de 14,9 km. Esta obra ha sufrido una serie de modificaciones desde su primera construcción en 1887, tanto en el trazado como en su desembocadura y capacidad. Su capacidad inicial (60 m<sup>3</sup>/s) resultó insuficiente, siendo objeto de continuos

desbordamientos. En 1944 se amplió a 100 m<sup>3</sup>/s, y en la actualidad, puede evacuar hasta 300 m<sup>3</sup>/s. Este canal desemboca en el río Segura, aguas abajo de la ciudad de Murcia, a la altura del Rincón de Villanueva.

Este nuevo encauzamiento incrementa la capacidad de desagüe del cauce, al aumentar la sección y disminuir las pérdidas de carga. De esta forma se protegen las zonas inundables tradicionales (huerta y ciudad de Murcia), pero, en cambio, se produce un aumento en la velocidad de propagación de la corriente y un mayor peligro en los tramos situados aguas abajo del Reguerón, donde la onda de crecida llega más rápidamente. Podría decirse que éstas son las principales infraestructuras de control del régimen fluvial del Guadalentín, aunque existen otras muchas, también importantes y dignas de mención. Todas ellas serán referenciadas más adelante en el capítulo 10 (apartado 10.2), donde se examina la evolución de la planificación hidráulica en la cuenca del Guadalentín.

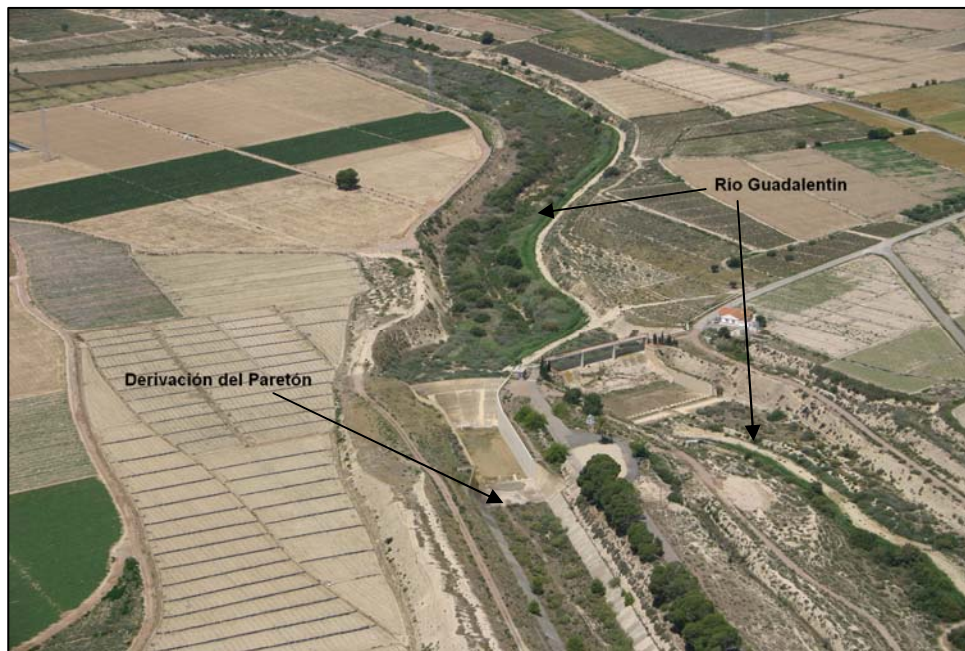


Fig. 46. Canal del Paretón, construido para derivar las aguas de avenida del Guadalentín y evitar así su confluencia con la onda de crecida del Segura, causa de las numerosas inundaciones sobre la ciudad de Murcia

### 3.5. Las aguas subterráneas

En la cuenca del Segura es posible diferenciar varios dominios hidrogeológicos, que a su vez están divididos en distintas unidades constituidas por uno o más acuíferos (Sánchez Pallares, 1995). Dentro del dominio

hidrogeológico Bético, según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (PHCS, 1997), se han definido un total de 6 unidades hidrogeológicas en las que se incluyen 35 acuíferos.

Tres de estas unidades están representadas en la Cuenca del Guadalentín (Subbética, Bética y Vegas del Segura-Guadalentín). En la unidad hidrogeológica del Subbético las rocas permeables principales se asientan, fundamentalmente, sobre dolomías y calizas del Lías inferior-medio, con un espesor de 200 a 600 m, y se encuentran afectadas por una tectónica de mantos de corrimiento, en la que han jugado un papel de suela las arcillas con yeso del Trías. Puesto que la zona Subbética tiene un carácter alóctono desenraizado, los acuíferos presentan escasas reservas. Sin embargo, al localizarse algunos de ellos en los sectores de mayor pluviometría de la Cuenca (sierras de Espuña, Burete, Almiraz, etc.) los recursos son notables (Rodríguez Estrella, 2001).

Estos acuíferos no presentan sobreexplotación, a excepción de Don Gonzalo-La Umbría (tierras altas de Lorca) (Andreu *et al.*, 2004), ya que las demandas hídricas hasta ahora son escasas al no existir una agricultura de regadío desarrollada y contar con núcleos de población pequeños.

La unidad Bética está ocupada por materiales impermeables metamórficos (esquistos del Permo-Trías). En la cuenca del Guadalentín destaca el acuífero de Carrascoy, constituido principalmente por dolomías y mármoles del Triásico. Debido a su estructura en mantos de corrimiento, las reservas son escasas. Además, este acuífero ha sufrido una intensa sobreexplotación, generando un grave problema que amenaza a corto plazo la actividad agrícola del área (Senent Alonso, 2003).

Especial mención merece la unidad hidrogeológica del Valle del Guadalentín, por su mayor extensión y por la importante actividad económica desarrollada a expensas de sus aguas. Esta gran unidad pertenece al dominio hidrogeológico Segura-Guadalentín. En el Valle del Guadalentín es posible diferenciar dos amplios acuíferos: el acuífero del Alto Guadalentín, comprendido entre la sierra de Enmedio y la carretera Lorca-Águilas, constituido por unas formaciones detríticas de gravas y arenas que albergan entre 500 y 1.000 hm<sup>3</sup> de reservas útiles; y el acuífero del Bajo Guadalentín, de peores características hidráulicas debido a la intercalación de capas margosas dentro del complejo detrítico permeable. En conjunto, ambos sectores están



sobreexplotados como resultado del intenso régimen de bombeos a que están sometidos desde finales de los años 60 del siglo XX. En esta unidad se extraen más de 100 hm<sup>3</sup>/año cuando los recursos renovables apenas rebasan los 20 hm<sup>3</sup>/año. Dicho desequilibrio provoca un descenso continuado del nivel freático de 3 a 5 m/año (PHCS, 1997).

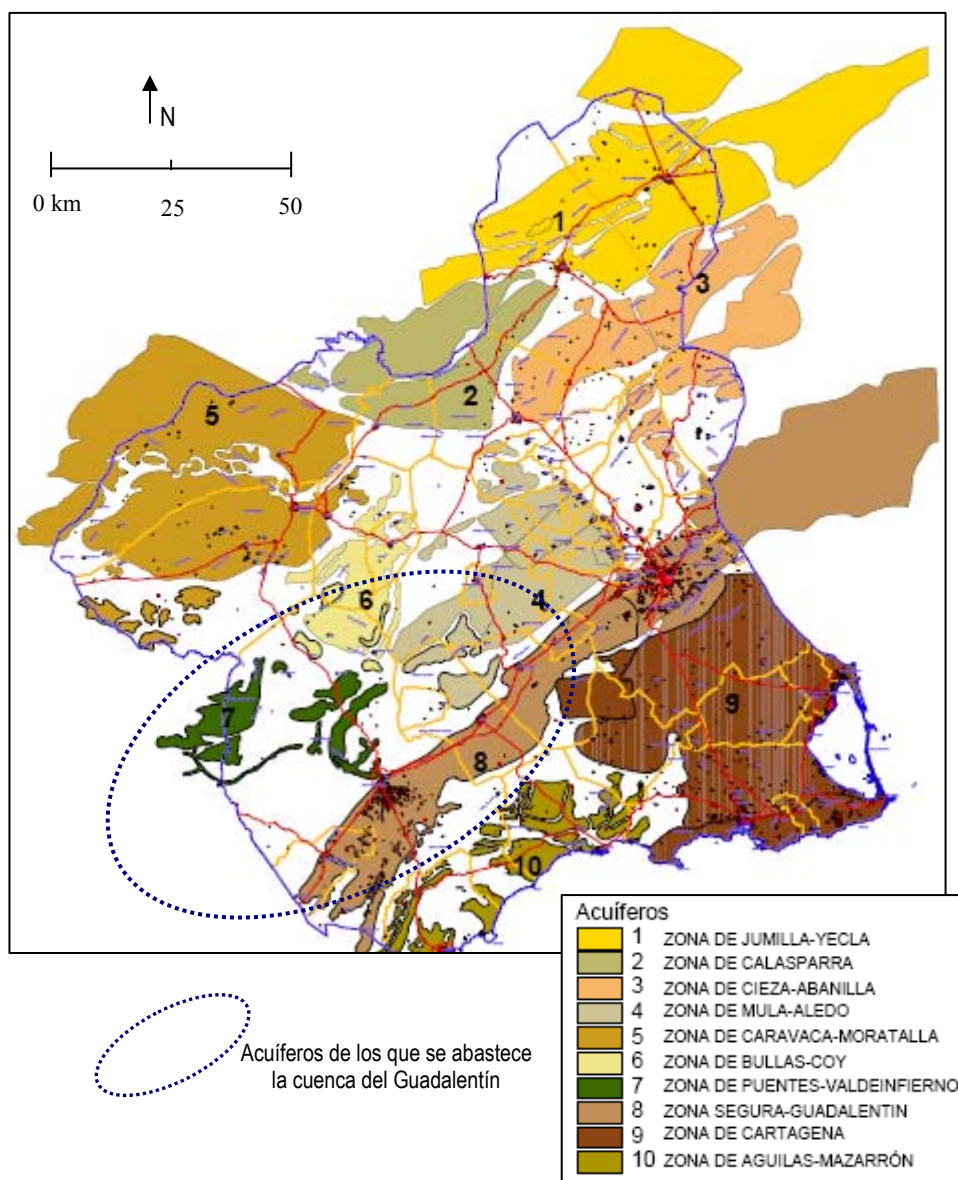


Fig. 47. Acuíferos de la Región de Murcia (Dirección General del Medio Natural, CARM., 2007). El contorno punteado engloba los sistemas acuíferos que afectan a la cuenca del Guadalentín.

Sobre esta última unidad hidrogeológica es preciso señalar que, desde 1984, comienza a aparecer CO<sup>2</sup> en el agua extraída como consecuencia de que, al bajar los niveles piezométricos del acuífero cuaternario principal, la

presión ascendente de unas aguas inferiores altamente mineralizadas, vinculadas al sustrato permo-triásico Bético, comienza a ser mayor que la presión hidrostática (cada vez menor por la sobreexplotación) del acuífero superior. Así, en este valle, la concentración de bicarbonatos entre 1986 y 1987 pasó de 400 a 2.400 mg/l (Rodríguez Estrella *et al.*, 1987, 1989).

La fuerte explotación de aguas subterráneas en una cuenca como ésta, de escasos recursos hídricos anuales y áreas de alimentación acuífera poco extensas, hace necesario una adecuada planificación y gestión de las mismas. En tal sentido, Senent Alonso y Aragón Rueda (1995) proponen tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- *Consideración del papel de las reservas de aguas subterráneas.* La evolución de las reservas subterráneas necesita no sólo un buen conocimiento hidrogeológico de los acuíferos sino también su comportamiento dinámico, es decir, su modo de reaccionar ante una explotación. Para la gestión de acuíferos donde se explotan reservas es necesario construir un modelo de simulación del sistema acuífero, siempre y cuando se disponga de una larga historia de explotación y niveles.
- *Participación de los usuarios.* Los usuarios de un mismo acuífero deben ser solidarios porque sus acciones individuales se interfieren recíprocamente. En el futuro, en los sistemas acuíferos sobreexplotados en zonas semiáridas como ésta, se plantea la elección entre mantener la producción intensiva y menos duradera o una producción menor pero prolongada en el tiempo (Tobarra Ochoa, 2001). Se trata en definitiva de argumentos económicos, en los que deben participar los usuarios en la toma de decisiones. Parece imprescindible la constitución de comunidades de usuarios de las diferentes unidades hidrogeológicas (Gómez Espín *et al.*, 2007).
- *Control administrativo de las aguas subterráneas.* El inventario de bombeos (registro y catálogo) debe mantenerse permanentemente actualizado y evitar duplicidades. Para el control administrativo de los numerosos puntos de agua existentes en la cuenca del Guadalentín parece conveniente la realización de revisiones de los inventarios

- existentes, actualización permanente de los inventarios de aguas subterráneas y constitución de un banco central de datos.
- *Intensificación de la explotación de aguas subterráneas en casos de sequía.* En este territorio existe un evidente desequilibrio entre recursos y demandas. Esta escasez de recursos que viene paliándose con sobreexplotación de acuíferos e infradotación de cultivos se ve agravada frecuentemente por periodos de sequía que provocan graves daños sobre los regadíos, que son en último término los que soportan la escasez de agua. La solución total o parcial de estos periodos de sequía se consigue mediante una intensificación de la explotación de aguas subterráneas mediante los denominados *pozos de sequía*. Durante la sequía que padeció la Cuenca del Segura entre los años 1982–1985, la Comisión de Recursos Hidráulicos aprobó la realización de *pozos de sequía*, con excelentes resultados en el mantenimiento de los regadíos.
  - *Utilización combinada de aguas superficiales y subterráneas.* La posibilidad de utilizar conjuntamente los acuíferos (embalses subterráneos) con los embalses superficiales permite la solución de muchos problemas de infradotación de recursos hídricos, consiguiendo así reducir los niveles de sal de las aguas sobreexplotadas y un uso integral del agua que favorecerá el mantenimiento de las reservas hipogreas (López-Geta y De La Orden, 2003).
  - *Recarga artificial de acuíferos sobreexplotados.* La recarga artificial de acuíferos es una herramienta de gran importancia para la recuperación de los sistemas acuíferos sobreexplotados cuando se disponga de recursos para ello. Uno de los objetivos prioritarios del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura debería ser la recarga de los acuíferos sobreexplotados, entendida como solución al problema medioambiental que representa.
  - *Redes de observación y control de las aguas subterráneas.* Disponer de redes de observación y control de las aguas subterráneas es imprescindible para la adecuada gestión de los acuíferos. Parece claro que dada la explotación intensiva de las aguas subterráneas del Valle del Guadalentín es urgente la ampliación y mejora de la red de control y vigilancia de sus acuíferos.

- *Gestión y protección de la calidad de las aguas subterráneas.* Hasta ahora el objetivo prioritario del Organismo de Cuenca era el incremento de recursos hídricos subterráneos dada la grave escasez de agua que padece. Sin embargo, la creciente y progresiva degradación de las aguas del subsuelo ha aumentado la preocupación por su calidad (Cerón, 1995). En la cuenca del Guadalentín se están produciendo en las últimas décadas problemas graves de contaminación (Cerón y Pulido Bosch, 1993; Cerón *et al.*, 1994), provocados por la sobreexplotación extrema, que genera un incremento del contenido de CO<sub>2</sub>, disolución de terrenos salinos presentes en los límites impermeables laterales, disolución de los terrenos salinos presentes en la propia formación permeable o encajantes a techo y muro del acuífero, uso abusivo de fertilizantes nitrogenados y otros agentes agrícolas, infiltración de aguas residuales, y deficiente construcción de sondeos.

Según Rodríguez Estrella (2004), en los acuíferos con problemas graves de sobreexplotación (Subunidad hidrogeológica del Valle del Guadalentín) sería recomendable redistribuir espacialmente las extracciones, con la finalidad de evitar los grandes conoides de depresión que originan las baterías de sondeos (incrementan la altura de elevación y con ello el coste económico) y que atraen, además, las sustancias contaminantes. Por otra parte, se ha comprobado recientemente que mediante la construcción de diques en barrancos y ramblas que discurren por zonas permeables de un acuífero, se almacena agua en los momentos de crecidas que, en parte, recargan el mismo (Belmonte Serrato *et al.*, 2003).

### **3.6. Suelos y vegetación natural**

El suelo, como cualquier recurso natural, merece especial atención, particularmente cuando el interés reside en el estudio de su potencialidad agrícola y su uso para dicha actividad, con la consiguiente demanda de agua que ésta genera. Las particularidades edáficas de carácter químico, físico y biológico, que definen los diferentes tipos de suelos existentes, son básicas a la hora de planificar con éxito cualquier uso agronómico del suelo, considerándolo como sustrato para las plantas, proveedor de nutrientes y agua.

La cuenca del Guadalentín ofrece una gran diversidad de suelos. Según la clasificación propuesta por F.A.O.–I.S.R.I.C.–S.I.C.S. (1999), se pueden diferenciar los siguientes tipos: Fluvisoles, Leptosoles, Regosoles, Calcisoles, Gipsisoles, Solonchaks, Kastanozems, Phaeozems, Luvisoles y Antrosoles. Los cuatro primeros son suelos poco evolucionados, generalmente con un sólo horizonte tipo ócrico. Calcisoles, Gipsisoles y Solonchaks tienen un horizonte cálcico, gípsico y sálico respectivamente, además del horizonte superficial de tipo ócrico. Kastanozems y Phaeozems tienen un horizonte superficial de tipo móllico, mientras que el grupo de los Luvisoles incluye a los paleosuelos caracterizados por la presencia de un horizonte “B” árgico. Finalmente, los Antrosoles son suelos muy alterados por el hombre (Faz Cano, 2003).

Los Fluvisoles, junto con los Leptosoles, Regosoles y Calcisoles son los predominantes en el territorio objeto de análisis. Los Fluvisoles, desarrollados a partir de depósitos aluviales recientes y con un contenido de materia orgánica relativamente elevado, son suelos muy aptos para el cultivo. Es sobre éstos donde se asienta la actividad agrícola tradicional, ocupando el valle del Guadalentín, cauces y lechos de ramblas, barrancos y cañadas.

Los Leptosoles, de perfil “A–R” y espesor exiguo, predominan en zonas montañosas con elevada pendiente, sometidas a intensos procesos de erosión. El uso agrícola en estos suelos está limitado (cultivo de almendro y cereal en seco) y se encuentra en proceso de abandono. Su explotación principal es la forestal; no obstante, esa falta de horizonte “A” limita enormemente las repoblaciones.

Los Regosoles, al igual que los anteriores, presentan un perfil poco evolucionado. Se desarrollan fundamentalmente cuando el sustrato original es margoso, algo muy frecuente en la cuenca. Igualmente se desarrollan sobre filitas y arcillas de origen metamórfico (sierra de Almenara). Debido a sus pobres elementos nutritivos y deficientes propiedades físicas —escasa permeabilidad— no son aptos para la actividad agrícola, sobre todo cuando existen pendientes significativas. Cuando éstos se ponen en cultivo y son desprovistos de la vegetación natural, con aterrazamientos insuficientes o poco adecuados, los procesos de erosión actúan enérgicamente.

Los Calcisoles, con horizonte calcáreo o gípsico, formados en presencia de un material original calizo y una aridez climática marcada, son suelos profundos con buena aptitud agrícola en general. Éstos ocupan sobre todo

superficies de glaciais y piedemontes, cubiertos a menudo por comunidades de espartizal. En ocasiones, un horizonte petrocálcico, coherente y pétreo (costra caliza), se desarrolla en profundidad, impide la penetración de las raíces y dificulta la puesta en cultivo.

Los suelos con horizontes gípsicos o petrogípsicos (Gipsisoles) no están indicados para la ocupación agrícola debido a la gran cantidad de sulfatos que presentan. Normalmente están cubiertos por comunidades vegetales adaptadas a vivir en estas condiciones. Por su parte, los Solonchaks se forman en las zonas más halomorfas (saladares de Alhama, Altobordo,...). Calor y sequía son las condiciones óptimas para que las sales solubles presentes en las aguas se mantengan y acumulen en los horizontes edáficos originando estos suelos con perfil “A–Cz”.



Fig. 48. Solonchak gypsico, localmente representado en áreas endorréicas (Saladares del Valle del Guadalentín). También aparece sobre margas neógenas y arcillas yesíferas, y, a veces, tienen origen antrópico (DGMN, CARM, 2007).

Los suelos con horizonte móllico —Kastanozems y Phaeozems— se originan en zonas donde existe un gran aporte de materia orgánica (restos vegetales) gracias a la presencia de una comunidad vegetal con gran cobertura que a su vez protege al suelo de los procesos erosivos. Son suelos poco comunes en este territorio, relacionados con posiciones topográficas de umbría en áreas montañosas, donde la buena cobertura vegetal proporciona una adecuada e intensa humificación. Por último, los Luvisoles (paleosuelos), formados en condiciones climáticas más cálidas y húmedas que las actuales, están escasamente representados en la cuenca (falda Sur de sierra Espuña y Noroeste de la sierra de Carrascoy), con superficies geomorfológicas estables donde han podido ser preservados de la erosión. Su puesta en cultivo no es

aconsejable, recomendando su conservación por ser vestigio de unos procesos de edafogénesis producidos en unas condiciones ambientales diferentes de las presentes.

Finalmente, los denominados Antrosoles muestran una estructura profundamente modificada por la actividad humana. Tienen un perfil característico, ya que éste puede estar homogeneizado por el arado profundo y presentar una compactación excesiva, etc. Están bastante extendidos a lo largo y ancho de la Cuenca, especialmente en áreas llanas o de pendiente suave, sobre Calcisoles y Fluvisoles (Faz Cano, 1998).

La vegetación natural de la Cuenca del Guadalentín se caracteriza por el predominio de formaciones arbóreas y de matorral típicamente mediterráneas:

- *Formaciones arbóreas*: con especies frugales, como los pinos (*Pinus halepensis*), sabinares y quercíneas xerófilas. Los montes arbolados están formados fundamentalmente por coníferas. Los bosques de frondosas se componen, en su mayoría, por quercíneas, aunque también aparecen en mezclas con otras frondosas y con resinosas. Las zonas de media montaña y piedemonte también incluyen quercíneas, aunque estas áreas presentan una gran alteración.
- *Matorrales*: aparece el matorral noble, con especies como *Pistacia*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Chamaerops*, *Arbutus*, etc., y el característico de etapas regresivas como el romeral, espartizal, tomillar, etc. Hay que mencionar la presencia de un gradiente atemperamiento-continentalidad, desde el valle hasta las sierras interiores, dirección este/sudeste-norte/noroeste, con un aumento de la superficie arbolada, que implica diversidad de los sistemas forestales.

En la parte occidental de Lorca y Puerto Lumbreras, existen amplias zonas de matorral y espartizal entre cultivos de secano y pastizales, con algunos pinares en las Sierras del Gigante y del Almirez. En la zona centro-este de la cuenca (Sierra Espuña y Sierra de Carrascoy) aparecen enclaves de encinar mediterráneo húmedo y amplias zonas con pinares, palmito, lentisco, esparto, tomillo y romero. En Sierra Espuña también se pueden ver rodales con quejigo, sabina mora, arce y madroño, con *Caralluma europaea* en las partes

bajas y orquídeas en las partes altas. Hay que mencionar la presencia de quejigos y carrascales al oeste y suroeste de la cuenca, en zonas de difícil acceso (Sierra de Pedro Ponce-Cambrón, etc.), junto a pinares con lentisco y coscoja. En las ramblas, la vegetación característica está integrada por matorrales o bosquetes ligados a la humedad edáfica, aunque no se alcanza el porte arbóreo. Aparecen frecuentemente baladreres, tarayales y espinares dominados por el arto. También brotan, localmente, formaciones de gramíneas gigantes como los carrizales de cisco (Dirección General del Medio Natural, CARM., 2007).

Los ambientes salinos, tanto por la toxicidad de las sales como por la sequía estacional prolongada a que están sometidos, ofrecen un ambiente muy restrictivo para las plantas y organismos que en ellos viven. La sequía fisiológica, debida a la alta presión osmótica del agua del suelo, y las deficiencias en ciertos nutrientes esenciales son factores que han determinado una gran especificación. Las comunidades vegetales están muy especializadas, ya que sufren un proceso de adaptación en el que tienen que lograr vencer los problemas de salinidad, encharcamiento, sequía, etc. Esto lo consiguen las llamadas plantas halófilas. En los humedales salinos del Guadalentín se observan extensas formaciones de plantas xerohalófilas, fundamentalmente: *Suaeda vera* acompañada de *Suaeda pruinosa*, *Artemisia herba-alba* y *Atriplex glauca*. En algunos sectores existen matorrales de mayores dimensiones dominados por *Atriplex halimus*, *Arthrocnemum* sp., *Limonium* sp., *Frankenia* sp. y algunos pies de *Tamarix*. También otras especies adaptadas a zonas que se inundan de forma esporádica tales como *Sarcocornia fruticosa* y *Arthrocnemum strobilaceum* (Caballero, 1999).

Por último, resaltar que se están produciendo una serie de acciones antrópicas negativas sobre estos medios: roturaciones para el aprovechamiento agrícola, a pesar de su baja y aleatoria productividad, asociada a la sobreexplotación y agotamiento de acuíferos; instalación de granjas porcinas que vierten sus residuos líquidos a los terrenos de saladar; vertido de escombros y basuras; localización de industrias; etc. A finales de la década de los noventa del siglo XX se transformaron en regadío más de 300 ha de la umbría de Carrascoy. La superficie transformada incluyendo cultivos de



secano y regadíos extensivos de almendro era terreno forestal que albergaba vegetación de matorral mediterráneo como el palmito (*Chamaerops humilis*), Espino negro (*Rhamnus lycioides*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), Efedra (*Ephedra fragilis*), azufaifo (*Ziziphus lotus*), enebro (*Juniperus oxicedrus*), acebuche (*Olea sylvestris*), etc.

La Ley 4/92 de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia declaró los Saladares del Guadalentín como espacio natural protegido. También es Área de Sensibilidad Ecológica, declarada por la Ley 1/95 de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.

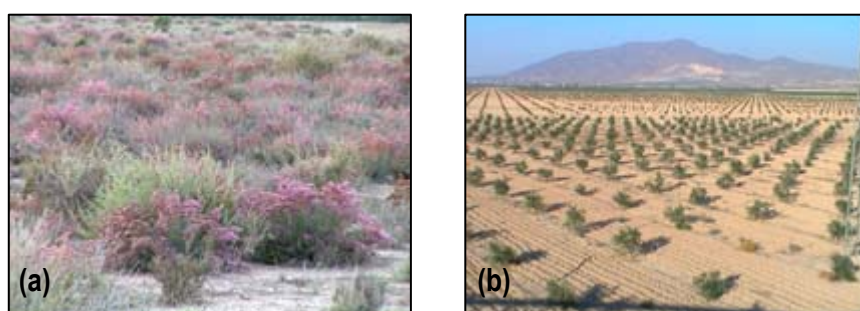


Fig. 49 y 50. (a) Vegetación halófila en el límite de una de las roturaciones. (b) Plantaciones de olivos regados con goteo, acogidos generalmente a líneas de ayuda comunitarias, que constituyen una de las agresiones más características a este medio. Buena parte de esta plantación se ha realizado a costa del Espacio Natural Protegido *Saladares del Guadalentín*.

Los Saladares del Guadalentín, en los términos municipales de Alhama de Murcia y Totana, entre las Sierras de Carrascoy y Espuña, constituyen un espacio formado por una llanura surcada por los cauces del río-rambla Guadalentín y de la rambla de las Salinas, a los que vierten las ramblas que drenan los relieves circundantes (Espuña y Carrascoy) sin llegar a desembocar directamente en ellos. En este territorio central del Valle se encuentran fenómenos generalizados de acumulación de sales en el subsuelo, relacionados con diversos elementos morfogénéticos. Entre ellos destaca la existencia, a muy poca profundidad, de una lámina de agua que participa activamente en los movimientos ascendentes de la humedad por capilaridad. Este fenómeno, en combinación con una elevadísima evaporación superficial, es decisivo en la definición de las propiedades de los suelos y la vegetación natural. Es por ello que este ambiente ha sido clasificado como un criptohumedal interior, asociado a una llanura de inundación (Caballero *et al.*,

1996). Los Saladares albergan la mayor población europea de almarjo (*Halocnemum strobilaceum*) y efectivos importantes del raro iberoafricanismo (*Tamarix boveana*), así como la palmera datilera (*Phoenix dactilifera*) y el cambróm (*Lycium intricatum*). Entre las siemprevivas (*Limonium* sp.) se encuentran varias endémicas del Sur y Sureste de la Península Ibérica, del máximo interés conservacionista.

La estructura de la vegetación natural y la ausencia de una lámina de agua superficial producen un hábitat óptimo para las aves de tipo estepario, apareciendo una comunidad ornitológica relevante a escala nacional y europea (sisón, alcaraván, ortega, terrera marismeña, aguilucho cenizo, curruca tomillera y carraca). En los cuerpos de agua naturales (río-rambla Guadalentín) y artificiales (balsas de riego), aparecen poblaciones interesantes de aves acuáticas, incluyendo algunas especies raras o amenazadas tales como la cerceta pardilla y la cigüeñuela. La fauna y la flora han evolucionado a lo largo del tiempo, en equilibrio con los usos agropecuarios extensivos y cinegéticos tradicionales, contribuyendo a generar diversidad ambiental sin menoscabo de los valores naturales originales y los procesos ecológicos esenciales (López González, 1993; Dirección General del Medio Natural, CARM., 2007).

En contraposición con la situación anterior se está produciendo el abandono de los usos tradicionales y la aparición de nuevos usos y actividades, que introducen importantes factores de perturbación de los ecosistemas y los procesos ecológicos esenciales. La intensificación de los usos agrícolas es el principal factor de perturbación por la transformación generalizada del territorio a partir de la llegada del trasvase Tajo-Segura y la sobreexplotación del acuífero del Valle del Guadalentín. Pero, al mismo tiempo, el incremento de la actividad ganadera, en especial la ganadería industrial (cebaderos de cerdos, granjas de pollos, etc.), generadora de contaminación por purines y construcción de infraestructuras, junto con la sobrecarga de la ganadería extensiva (ovino y caprino), provoca la desaparición de la vegetación principalmente por pisoteo. La situación se agrava por la contaminación del río Guadalentín ocasionada por el vertido de la industria del curtido y aguas residuales de las localidades situadas aguas arriba. La situación actual, por

tanto, es de un espacio altamente fragmentado en el que se conservan retazos naturales de saladar rodeados de terrenos agrícolas extensivos.

Por último, en un estudio llevado a cabo por Gilabert *et al.* (1999) sobre *la dinámica de la vegetación como indicador de la desertificación en la cuenca del Guadalentín*, a partir de imágenes Landsat-5 TM, criterios de clasificación multitemporal y datos de precipitación para el período 1990-98, se consideran altamente sensibles a la escasez de precipitación el matorral disperso (romero, etc.) y las hierbas estacionales, mientras que el género *Stipa* y los bosques de pinos presentan una fuerte resistencia a la sequía, estos últimos debido a su profundo sistema radicular.

#### 4. SITUACIONES ATMOSFÉRICAS TÍPICAS GENERADORAS DE EPISODIOS PLUVIOMÉTRICOS SECOS

El análisis y predicción del tiempo son tareas necesarias para conocer la contingencia de situaciones extremas y, por tanto, tratar de evitar los efectos, a veces drásticos, derivados de ellas. El clima de un territorio viene dado por una situación regular de secuencias diarias del tiempo atmosférico que condicionan la obtención de unos valores medios de los elementos meteorológicos y que, en ocasiones, se ven alteradas por la ocurrencia de episodios extraordinarios (Martín Vide y Olcina Cantos, 1996).

La Península Ibérica, debido a su posición geográfica, se encuentra en posición meridional de la zona de circulación general del oeste y, por tanto, recibe influencias de situaciones dinámicas atlánticas y subtropicales. Este territorio se sitúa en un ámbito regional escenario de los procesos de reajuste energético entre latitudes polares y tropicales. Durante estos procesos, los desplazamientos de las masas de aire desde sus regiones origen marcan una actuación básica. El territorio peninsular español es, pues, una de las áreas planetarias donde existe una gran variedad de situaciones atmosféricas y tipos de tiempo asociados.

Las masas de aire y tipos de tiempo están estrechamente relacionados (Castillo Requena, 1985). Cada masa de aire tiene unas características propias que las define —espesor, estructura térmica, humedad, grado de inestabilidad, etc.— y a las que está asociado un tipo de tiempo. Las masas de aire que afectan a la cuenca del Guadalentín se muestran en mayor o menor grado desnaturalizadas, es decir, han sido modificadas a lo largo de su recorrido, a través de superficies marinas o continentales. En concreto, el clima de este territorio depende de las masas de aire que provienen del Atlántico y de las que tienen su origen y desarrollo en el Norte de África y Mediterráneo Occidental.

Las principales masas de aire que afectan al área de estudio y originan sus tipos de tiempo característicos según diversos estudios (Capel Molina, 1991; Castillo Requena, 1985; Gallego Jiménez, 1997; Capel Molina, 2000; Martín Vide y Olcina Cantos, 2001; Conesa García y Alonso Sarría, 2006;...) son las siguientes:

- *Masa de aire polar marítima (Pm)*, procedente del Atlántico Norte, a partir del aire ártico marítimo. Los caracteres oceánicos proporcionan un grado de humedad elevada y un nivel térmico más alto que el de la masa polar continental. Este flujo de aire siempre provoca en esta zona gran inestabilidad atmosférica y temperaturas inferiores a las normales.
- *Aire de origen ártico (Ac) o polar continental (Pc)*, procedente del Norte del continente euroasiático. Se comporta como masa muy fría, seca y estable, causando durante el invierno verdaderas olas de frío. En ocasiones, desciende en latitud a través del Mar Caspio y Cuenca del Volga, irrumpiendo en el Mediterráneo Oriental para incidir finalmente sobre el Sureste peninsular con flujo de Levante o ENE. En este caso, el aire se mediterraneiza adquiriendo temperaturas menos bajas y un carácter más inestable.
- *Masa de aire tropical continental (Tc)*, se origina en el Norte de África en el cinturón de altas presiones subtropicales. Es siempre cálida y seca, pero suele llegar al Guadalentín más o menos desnaturalizada, ya que al final de su trayectoria irrumpe con dirección SE, ESE ó E. Unas veces entra por el sureste, conducida por un anticiclón o cresta que prolonga las altas presiones subtropicales, comportándose como un auténtico flujo sahariano; otras, lo hace por el este, a través del Estrecho de Sicilia, impulsada por bajas térmicas africanas (Castillo Requena, 1985). Al primero se le denomina también “flujo mediterráneo del sureste con origen sahariano” (Gallego Jiménez, 1997). Extremadamente seco irrumpe después de recorrer el extenso desierto del Sahara y atravesar el Atlas norteafricano con un importante efecto foehn, apenas compensado por su corto trayecto sobre el Mar de Alborán. En el segundo tipo —flujo mediterráneo de Levante— influye no sólo la masa de aire tropical continental sino también la marítima polar de retorno.
- *Aire tropical marítimo y polar marítimo de retorno*. Masas de aire de procedencia atlántica que alcanzan las costas murcianas y almerienses con una trayectoria SE después de haber penetrado en el Mediterráneo

a través del Estrecho de Gibraltar y Mar de Alborán. La masa de aire tropical marítimo (Tm) se origina en la zona ocupada por el Anticiclón de las Azores. Inicialmente cálida y húmeda experimenta un ligero enfriamiento por la base al desplazarse hacia latitudes septentrionales (Albentosa Sánchez, 1989), lo que, unido a procesos de subsidencia anticiclónica muy frecuentes a lo largo del año, provoca en la cuenca del Guadalentín un elevado grado de estabilidad, especialmente durante los meses de verano. En cambio, el aire polar marítimo llega muy desnaturalizado, cálido y húmedo en su base y frío en altura, favoreciendo los procesos de inestabilidad convectiva (Capel Molina, 1991). En ocasiones, se continentaliza en su recorrido por el Norte de África y contribuye a una mayor sequedad estival.

Debe resaltarse por tanto el trascendental papel que ejerce el Mediterráneo en el clima del Sureste Peninsular, en tanto que en él se producen importantes modificaciones de otras masas cuando éstas quedan estancadas sobre su superficie y apartadas de la circulación del Oeste debido a la presencia de las altas presiones subtropicales. Las situaciones de pantano barométrico, frecuentes en los meses de verano, reafirman esta dinámica dando lugar a días de calmas con fuerte insolación y abundantes calimas. También merece destacar el enriquecimiento energético e hídrico que experimentan las masas de aire en contacto con las tibias aguas mediterráneas, sobre todo del aire tropical continental (Gil Olcina, 1992), que suministran a aquéllas temperaturas muy superiores a las habituales durante todo el verano. En esta estación el Mediterráneo actúa como un gran reservorio de vapor de agua y calorías, y, por tanto, como fuente principal de los intensos aguaceros otoñales que caracterizan a la vertiente mediterránea española.

Por otra parte, existe desde hace tiempo ciertas discrepancias sobre la presencia o no de una masa de aire propiamente mediterránea, es decir, con características genéticas propias correspondientes a dicho dominio climático. Jansá Guardiola (1959), Castillo Requena (1985) y Font Tullot (1983), entre otros, pueden considerarse defensores de su existencia. Para éstos, el aire mediterráneo, generalmente de origen polar, adquiere las características

específicas de dicho dominio si se mantiene ocupando la cuenca marina el tiempo suficiente bajo condiciones anticiclónicas. La teoría contraria es mantenida por Pedelaborde (1970), López Gómez (1978) y García De Pedraza (1983), entre otros. Para éstos últimos autores el Mediterráneo no es un área fuente de masas de aire, sino simplemente una zona de convergencia de masas externas, donde éstas se modifican en mayor o menor grado, haciéndose más húmedas, refrescándose en verano y calentándose en invierno, tanto si son de origen polar como tropical. No obstante, el carácter eminentemente práctico del presente estudio aconseja conocer más la eficiencia pluviométrica de dichas masas de aire que su discutible naturaleza.

Según Gallego Jiménez (1997), el aire tropical continental procedente del desierto sahariense modifica sus características al atravesar el Mediterráneo. Éste llega al mar por diferentes caminos, modificando en mayor o menor medida sus particularidades termohigrométricas de acuerdo con la época del año y su posterior trayectoria sobre la superficie marina. Una de sus vías de penetración es por el Norte de Argelia y Marruecos, remontando la cordillera del Atlas y transitando por el Mar de Alborán. Debido a este mínimo recorrido marítimo, este aire conserva su temperatura elevada y una gran sequedad. El otro extremo se presenta cuando procede del Mar Jónico, Golfo de Gabes o Golfo de Sidra, frente a las costas de Libia. En este caso, la influencia marítima es muy acusada y la masa se refresca y humedece hasta el punto de que adquiere características similares a las de masas de aire tropical marítimo. Esta masa de aire, tan largo recorrido, y así definida, suele denominarse "Mediterránea". De hecho, el aire tropical continental de máximo recorrido marítimo procedente del Mediterráneo oriental a través del canal de Sicilia, afirma dicho autor, sufre una "desnaturalización" mucho mayor que el mínimo recorrido (mar de Alborán), siendo en general más húmedo e inestable, y más propenso por consiguiente a dar lluvias importantes si encuentra en altura unas mínimas condiciones de inestabilidad y además incide con cierta perpendicularidad a la orografía de la Cuenca.

Jansá Guardiola (1966) expresa con acierto la complejidad que presenta el estudio atmosférico de la fachada este peninsular: «*la meteorología del Mediterráneo occidental es indiferente, en gran medida, de la meteorología del*

*resto del solar ibérico. A los dominios mediterráneos no llegan todas las masas de aire por el oeste, ni se alcanzan por el oeste todos aquellos vientos húmedos que parecen estar a punto de comparecer. Este territorio es un sector complicadamente original, demasiado autónomo, particular y confuso. Se ha de seguir estudiando si queremos predecir algún día con mayor precisión las reacciones de su carácter caprichoso».*

El desplazamiento de una masa de aire está en función del denominado *índice de circulación zonal*, que viene determinado por la existencia o ausencia de procesos de transferencia calorífica entre bajas y altas latitudes. Un índice zonal alto indica corrientes en chorro que transitan de oeste a este con gran rapidez determinando una circulación atmosférica rectilínea o *zonal*; sin embargo, un índice bajo revela corrientes en chorro suavizadas, es decir, un flujo del oeste que dibuja meandros o sinuosidades intentando restablecer un equilibrio energético entre dichas latitudes (Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997).

En los mapas del tiempo, una situación de alto índice de circulación zonal se refleja en altura con la existencia de isohipsas dispuestas de oeste a este en la escena sinóptica, circulando la corriente en chorro sin trazado meandriforme, siendo conocida esta situación como *circulación del Oeste o zonal*. En cambio, se denomina *circulación azonal o meridiana* cuando se dan índices bajos y existe una circulación atmosférica sinuosa. Vaguadas con eje en sentido norte-sur, donde entran en juego masas de aire ártico o polar marítimo, y vaguadas de evolución retrógrada en sentido noreste-suroeste, compuestas por masas de aire polar continental, junto con crestas o dorsales de aire tropical marítimo, configuran los mapas de altura cuando se presenta una circulación meridiana.

Ocasionalmente se desarrollan embolsamientos de aire frío que estrangulan las vaguadas, se obstruye o cierra alguna isohipsa y se genera una situación denominada *depresión fría o baja desprendida en altura*. Esta situación se conoce popularmente con el nombre de *gota fría*, término de uso muy extendido pero poco adecuado para expresar el fenómeno.

La variación cíclica anual que experimenta la circulación general de la atmósfera provoca que la Península quede dividida en dos zonas climáticas marcadamente desiguales: una septentrional ocupada por las regiones gallega,



cantábrica y pirenaica, donde a causa de su mayor latitud queda durante la mayor parte del año, normalmente, fuera del influjo directo de las altas presiones subtropicales, y otra mucho mayor que incorpora el resto del territorio ibérico y que, sobre todo en verano, queda de lleno bajo dicha influencia (Font Tullot, 2000).

En la génesis y desarrollo de episodios de indigencia pluviométrica intervienen mecanismos a escala regional como, por ejemplo, situaciones de bloqueo de las advecciones atlánticas. La posición latitudinal de la cuenca del Guadalentín permite, durante períodos de tiempo prolongados, el establecimiento de altas presiones subtropicales que actúan como mecanismos de cerco, evitando el paso de las masas húmedas procedentes del Oeste, especialmente si en altura aparecen reforzados por la existencia de altas que impiden la formación de movimientos convectivos (Albentosa Sánchez, 1989; García De Pedraza y Reija Garrido, 1994).

Las altas presiones subtropicales delimitan las grandes zonas de circulación atmosférica general. Esta delimitación es variable en función del mecanismo cósmico de las estaciones, de manera que durante el invierno del hemisferio norte se amplía la zona de circulación general del Oeste, consecuencia de que los máximos subtropicales pierden latitud. Justamente lo inverso sucede durante el verano, cuando las células de alta presión subtropical aumentan de latitud, en detrimento de la expansión de dicha zona de circulación del Oeste portadora de borrascas frontales. Se trata de centros de acción de origen fundamentalmente dinámico, permanentes. Estos anticiclones subtropicales están vinculados a la subsidencia subtropical, provocando convergencia en altitud y subsidencia y divergencia en superficie. Parece existir aceptación sobre la presencia de dos situaciones extremas en el establecimiento de las altas presiones subtropicales influenciadas por la circulación del *jet* —corriente en chorro—; de tal modo que con un *jet* a gran velocidad —elevado índice de circulación zonal— se observa la presencia a la derecha del mismo de una gran construcción anticiclónica, y, por el contrario, con un índice de circulación zonal bajo, vaguadas subpolares se alternan con crestas subtropicales (Neumann, 1960; Lorente, 1966; Jansá Guardiola, 1969; Austin, 1975; Hidore y Oliver, 1993;...).

Existe, además, una relación entre evidente la posición latitudinal de las altas presiones subtropicales y el gradiente meridiano medio de temperatura entre baja y alta latitud. Un débil gradiente causa su elevación en latitud, mientras que un fuerte gradiente motiva el desplazamiento hacia el eje central de las altas subtropicales. Es por ello que, durante la estación de verano, con gradientes disminuidos, las anticiclones subtropicales se disponen sobre superficies oceánicas con su eje mayor de norte a sur, mientras que sobre los continentes el exceso de calor genera bajas presiones de origen térmico (Barry y Perry, 1973; Barry y Chorley, 1992; entre otros). La elevación latitudinal de la Alta de Azores sobre el Atlántico Norte, motivada por este proceso, es factor termodinámico precursor de la escasez pluviométrica estival en la mayor parte del territorio español.

Hacia el sector central de las altas presiones la circulación horizontal es muy débil, impera la calma, mientras que la circulación vertical —subsistencia— se impone, templea el aire descendente y lo aleja del punto de saturación, provocando cielos despejados y sequía (Linés Escardó, 1970; Galán Gallego, 1991; Fernández García, 1985).

El territorio del Sureste Peninsular presenta largos períodos de ambiente seco y caluroso, favorecido por la influencia del aire procedente del Sahara a niveles entre los 1.000 y 3.000 m, es decir, gran parte del año las masas de aire que invaden la cuenca del Guadalentín tienen un origen africano y sólo se saturan de humedad en bajos niveles, al cruzar la estrecha franja del Mediterráneo (García De Pedraza y García Vega, 1982).

Los períodos secos en este sector Suroriental son fruto, pues, de su aislamiento con relación a la circulación general atmosférica. Este hecho es determinante de los mecanismos productores de lluvia, ya que para que se produzcan precipitaciones importantes es necesario que se modifique de algún modo la circulación del Oeste y se establezca una circulación meridiana. En definitiva, el abrigo aerológico —altas presiones en altitud— dominan a lo largo del año sobre las condiciones ciclónicas de niveles altos —depresiones frías—, de ahí la extrema aridez general que caracteriza a esta región a pesar de su localización próxima al mar (Capel Molina, 1981).

La corriente en chorro va asociada generalmente al frente polar. El área de estudio se halla lejos de la posición habitual del mismo, lo que significa que está lejos de la causa principal de las precipitaciones en la zona templada. Para que ocurran situaciones de inestabilidad con lluvias asociadas es necesario que el chorro se aleje de su posición normal y se acerque a esta zona, para lo cual tiene que ondularse e incluso romperse formando depresiones aisladas en altura.

#### **4.1. Situaciones atmosféricas características del espacio sinóptico peninsular**

Las situaciones atmosféricas que afectan al Sureste peninsular son muy diversas. Tal variabilidad hace harto difícil una tipificación de situaciones atmosféricas adecuada. Son varias las clasificaciones de situaciones atmosféricas propuestas para el conjunto del territorio español, y, a pesar de ello, todavía no hay una clasificación ampliamente aceptada por la comunidad científica (Martín Vide, 2002). Para la Península Ibérica se han propuesto distintos métodos de clasificación. Las más comúnmente utilizadas son las clasificaciones denominadas subjetivas, debido a la falta de recursos para hacer objetiva una clasificación. En este grupo destacan los trabajos de Albertosa Sánchez (1973), Clavero (1979), Linés Escardó (1981), Font Tullot (1983), Martín Vide (1984, 1987, 1991), Sánchez Rodríguez (1993), Clavero *et al.*, (1996), Capel Molina (2000), Martín Vide y Olcina Cantos (2001)...

En el presente estudio se adopta la clasificación de Martín Vide y Olcina Cantos (2001) para caracterizar las situaciones atmosféricas que afectan a la cuenca del Guadalentín. Dichos autores aplican para España una clasificación de las situaciones atmosféricas y tipos de tiempo cimentada en la congregación de situaciones donde lo fundamental son los movimientos de flujo en las capas altas de la troposfera y las situaciones sinópticas determinadas por la configuración isobárica en superficie. Sólo se trabaja con un nivel troposférico —300 hPa— para ordenar las distintas situaciones definidas a partir de las

masas de aire que afectan al territorio español. La metodología empleada en este caso permite distinguir ocho situaciones sinópticas principales:

- Configuraciones sinópticas caracterizadas por la circulación de vientos en altura:
  - Advección de aire polar/ártico continental.
  - Advección de aire ártico marítimo.
  - Advección de aire polar marítimo.
  - Advección de aire tropical marítimo.
  - Advección de aire tropical continental.
  
- Circulaciones atmosféricas caracterizadas por la configuración sinóptica en superficie:
  - Desarrollos ciclogénéticos.
  - Área de bajas presiones estivales sobre la Península y pantano barométrico.
  - Anticiclón invernal centrado en la Península Ibérica.

**Advección de aire polar/ártico continental.** En los mantos altos de la troposfera se presenta una vaguada del noreste de evolución retrógrada que llega hasta tierras ibéricas desde regiones rusas. La posición latitudinal del eje de la vaguada explica el área peninsular más perturbada por este escenario atmosférico. Este tipo de situación sinóptica viene caracterizada por una circulación en altura del NE. En superficie surgen altas presiones de bloqueo sobre Europa extendidas de suroeste a noreste, bajas presiones sobre el Mediterráneo que pueden alcanzar el Golfo de Cádiz y vientos de Levante sobre la fachada mediterránea peninsular. En cuanto a los tipos de tiempo asociados, la estación invernal viene caracterizada por la presencia de *olas de frío*, que reciben el nombre de *tren siberiano*, y nevadas importantes en la fachada mediterránea peninsular cuando las masas de aire se recargan de humedad sobre el Mediterráneo Occidental. Durante las demás estaciones este tipo de situaciones no son frecuentes, siendo más común el desarrollo de

tormentas en verano y lluvias intensas en otoño y primavera, especialmente si se hallan asociadas a un foco ciclogénico sobre el mar de Argel.

**Advección de aire ártico marítimo.** En altitud surgen vaguadas y depresiones frías de rumbo norte de escasa longitud de onda y gran amplitud denominadas *coladas de aire ártico*. La fachada este peninsular presenta inestabilidad cuando el eje de la vaguada se localiza sobre el meridiano 0°. En superficie aparece un poderoso anticiclón de bloqueo gobernando de norte a sur el Atlántico norte y Europa occidental. En la estación estival genera fenómenos tormentosos, aunque su formación es habitual en meses de invierno —temporales de nieve—, primavera y otoño —jornadas de inestabilidad atmosférica con alguna tormenta de granizo—.

**Advección de aire polar marítimo.** Son las denominadas advecciones del noroeste y oeste, que generan vaguadas y depresiones frías en altura. Si la depresión se localiza junto al Golfo de Cádiz y coexiste una borrasca en superficie, los flujos húmedos procederán del suroeste. En cambio, una depresión fría sobre el mar de Alborán o de Argel acarrea vientos del sureste, perturbando en mayor grado la situación atmosférica de las tierras surestinas de las regiones de Murcia, Comunidad Valenciana y Andalucía. Superficialmente son frecuentes las borrascas de procedencia atlántica, aunque los frentes llegan agotados a la región climática del Sureste peninsular, con escasos o nulos efectos pluviométricos.

**Advección de aire tropical marítimo.** La situación en altitud viene caracterizada por la aparición de dorsales de aire tropical marítimo dirigidas desde el Atlántico hacia el espacio sinóptico europeo, denominadas también advecciones del suroeste. En superficie el escenario sinóptico se caracteriza por la presencia de altas presiones que ocupan todo el territorio ibérico —anticiclón centrado—. Durante los meses invernales esta situación genera intensa irradiación y la presencia de nieblas en todo tipo de valles, fenómenos de helada y fuerte insolación en las horas centrales del día como consecuencia de la subsidencia anticiclónica. La estación estival se caracteriza por la existencia de cielos despejados, jornadas de calor y ausencia de

precipitaciones, aunque suelen generarse tormentas convectivas en áreas de interior y de montaña. Durante las estaciones equinocciales menudean los días soleados de buen tiempo y, por tanto, escasean las precipitaciones.

**Advección de aire tropical continental.** En altitud dominan el espacio sinóptico peninsular las denominadas crestas de aire sahariano con orientación sur-norte desde regiones africanas —advecciones del sur—. Si la cresta coincide con una vaguada de aire polar marítimo al oeste (situación mixta de vaguada/cresta) se originan las lluvias de barro en el sur y este de la Península Ibérica, siendo muy común la inestabilidad atmosférica en la mitad occidental española. En superficie, durante el invierno, un anticiclón centrado se adueña del territorio peninsular, mientras que en verano son habituales los talwegs extendidos desde el norte de África y las configuraciones de pantano barométrico. Durante la estación invernal las temperaturas se elevan de forma extrema para la época del año y frecuentan las nieblas al amanecer. En los meses caniculares del año son usuales las llamadas *olas de calor*, con temperaturas cercanas a los 40° C en la mitad sur ibérica, cielos despejados, sol intenso y reducción acusada de la humedad relativa. Durante primavera y otoño este tipo de advección produce la sensación de vivir jornadas estivales.

**Desarrollos ciclogénéticos.** En sectores como el Golfo de Génova, Golfo de León y Baleares y mares de Alborán y Argel, Mediterráneo occidental en definitiva, existe una característica actividad ciclogénética. La presencia de una importante orla montañosa alrededor de la cuenca marina, junto con el carácter cálido de sus aguas, generan, al alterar la organización térmica de la troposfera inferior y gracias a la existencia de aire frío en altura, pequeñas borrascas sin estructura frontal en origen. Pertenecen a este grupo los focos ciclogénéticos del mar de Alborán o las denominadas *bajas de Argel*, causantes de precipitaciones, particularmente intensas en el área de estudio.

**Área de bajas presiones estivales sobre la Península y pantano barométrico.** Este tipo de bajas presiones son de origen térmico, habituales durante los meses de verano y favorecidas por la llegada de advecciones de masas de aire tropical y situaciones de subsidencia anticiclónica sobre tierras

ibéricas. El Mediterráneo, al mantener una temperatura menos cálida durante estos meses que sobre el solar ibérico, no permite la generación de bajas térmicas y surgen los denominados *pantanos barométricos*. El tiempo atmosférico viene determinado por una fuerte insolación, elevadas temperaturas e inexistencia de precipitaciones, aunque pueden desarrollarse fenómenos tormentosos sobre los sistemas montañosos orientales.

**Anticiclón invernal centrado en la Península Ibérica.** Esta situación isobárica es consecuencia de la disposición de una dorsal de aire tropical sobre la Península Ibérica durante los meses de enero y febrero. El tiempo, en este escenario, se caracteriza por la existencia de temperaturas no muy bajas durante el día —buen tiempo— y noches o madrugadas muy frías. En cuanto a las precipitaciones, durante la presencia de este tipo sinóptico, es su ausencia la característica predominante, situación ésta de gran preocupación e incertidumbre para los habitantes de determinadas regiones al ser las lluvias invernales fundamentales para garantizar la actividad agrícola primaveral.

Ya contamos con una ligera idea de los factores de orden termodinámico que afectan a la Península Ibérica en su conjunto. La posición de la cuenca del Guadalentín en el flanco meridional de las latitudes medias determina cierta marginalidad respecto al flujo circumpolar del oeste, que recorre en altura estas latitudes y que es el principal responsable del tiempo en la zona (Quereda Sala, 2005). Como consecuencia, dicha cuenca apenas se halla sometida al flujo del oeste con trayectoria zonal, siendo más proclive a recibir precipitaciones con dirección meridiana y circulaciones celulares cerradas. Éstas últimas tienen tendencia a estacionarse en las proximidades del estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz, constituyendo también éste un sector predilecto para la ubicación de vaguadas profundas.

En el ámbito de estudio cabe diferenciar los tipos de circulación de verano respecto del resto de estaciones. Durante los meses estivales el desplazamiento hacia el hemisferio norte de la circulación general atmosférica favorece el establecimiento de altas presiones subtropicales, en concreto del Anticiclón de las Azores. En esta época, por tanto, la circulación circumpolar

del oeste o corriente en chorro se instala sobre el paralelo 45° N, apartando a la mayor parte del Sur peninsular de su eje de evolución. Este hecho implica una hegemonía casi indiscutible de la estabilidad atmosférica (Gil Olcina y Olcina Cantos, 1999).

Durante la estación invernal los anillos de la circulación atmosférica se desplazan hacia el sur y la corriente en chorro logra alcanzar el paralelo 35° N con estructura zonal, e incluso latitudes más bajas con inclinaciones meridianas (Font Tullot, 1956). Es en estas circunstancias cuando atmósferas estables e inestables se alternan y se asiste a la incursión de masas de aire no exclusivamente tropicales sino también polares y árticas, aunque éstas últimas se muestran muy desnaturalizadas al alcanzar el SE peninsular.

#### **4.2. Tipos de tiempo reinantes durante la estación de verano**

El hecho común es el desplazamiento de la corriente en chorro hacia latitudes muy altas, que deja a la cuenca del Guadalentín sometida al cinturón de altas presiones subtropicales. Entre las situaciones más frecuentes en esta estación, incluidas en la clasificación de Martín Vide y Olcina Cantos (2001) figuran: *i)* la cresta anticiclónica en altura acompañada de pantano barométrico en superficie y *ii)* la depresión térmica superficial asociada a una vaguada poco profunda en altura.

a) *Cresta anticiclónica en altura y pantano barométrico en superficie.*

Las altas presiones subtropicales envuelven a la Península Ibérica en forma de cresta anticiclónica cálida que asegura la estabilidad en todo su territorio. Condicionado por esta situación, en superficie se dilata un vasto anticiclón que arroja buena parte del continente europeo y del océano Atlántico. Sobre la Península Ibérica traza un pantano barométrico con presiones cercanas a la normal e isobaras distanciadas, que revelan un reducido gradiente barométrico y gran serenidad del aire (Gil Olcina, 1967). Permanece un influjo dominante de la masa tropical continental, muy recalentada, y una resistente estabilidad atmosférica que imposibilita las permutas verticales del



aire, causando la aparición de temperaturas sublimes en casi toda la península, sobre todo en su sector sureste, donde un régimen de levante sosegado puede originar que se sobrepasen los 40° C (García De Pedraza y Reija, 1994).

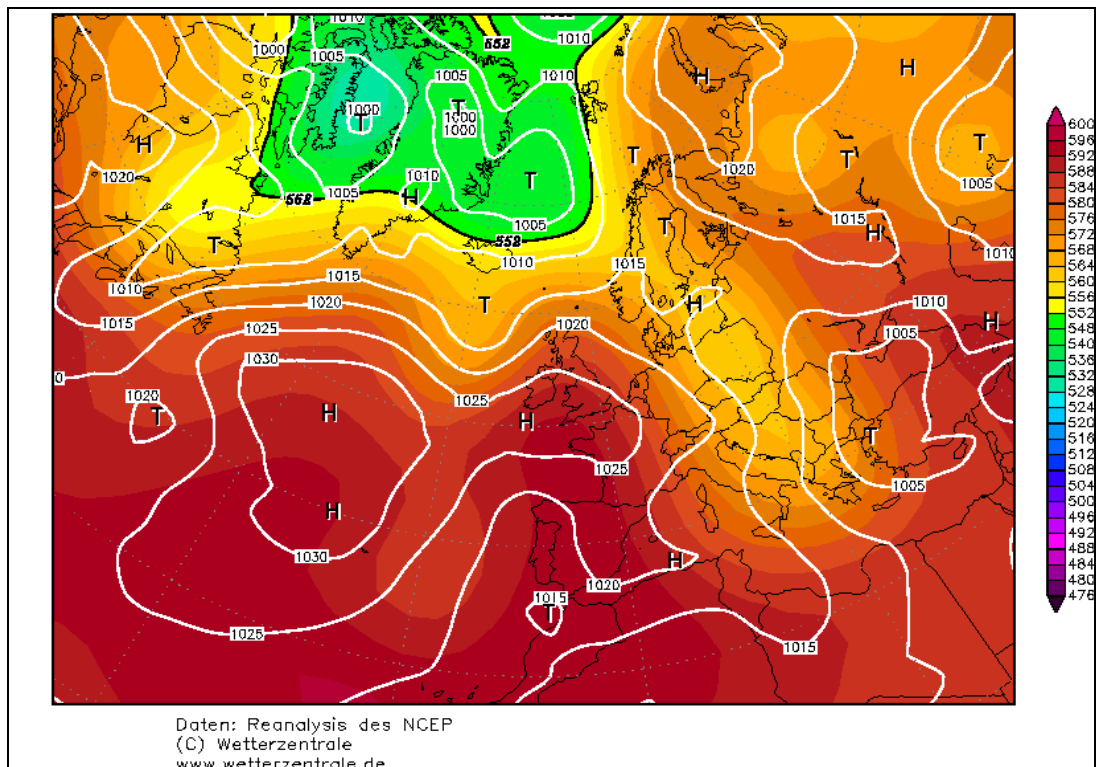


Fig. 51. Situación de cresta anticiclónica en altura (500 hPa) y pantano barométrico en superficie (28/07/1981, 00Z)

- b) *Depresión térmica superficial asociada a una ligera vaguada en el seno del alta subtropical de las capas altas de la atmósfera.* A pesar de que la corriente en chorro continúa transitando por latitudes elevadas, una simple vaguada con su consecuente invasión de aire más frío se desliza hacia latitudes rayanas al paralelo 30° N. En superficie una depresión de origen térmico, que amplía la depresión sahariana, se sitúa sobre el sur peninsular incorporando una masa de aire tropical continental con suave flujo de levante. Cuando la vaguada de altura se aloja adecuadamente sobre el SE peninsular favoreciendo la superposición de aire frío sobre el aire tórrido superficial, pueden llegar a producirse brotes convectivos y

tormentas, que motivan un significativo declive de las temperaturas y ofrecen los reducidos días de precipitación que pueden llegar a engendrarse en el verano de esta región. El establecimiento de la depresión térmica superficial sobre la cuenca del Guadalentín, como prolongación de la del Sahara, constituye la situación más frecuente del verano; sin embargo, dada su posición meridional, el embolsamiento de aire frío en altura se da sólo muy esporádicamente, de ahí el carácter tan prolongado y continuo de la sequía estival, muy superior a la registrada en las restantes regiones españolas.

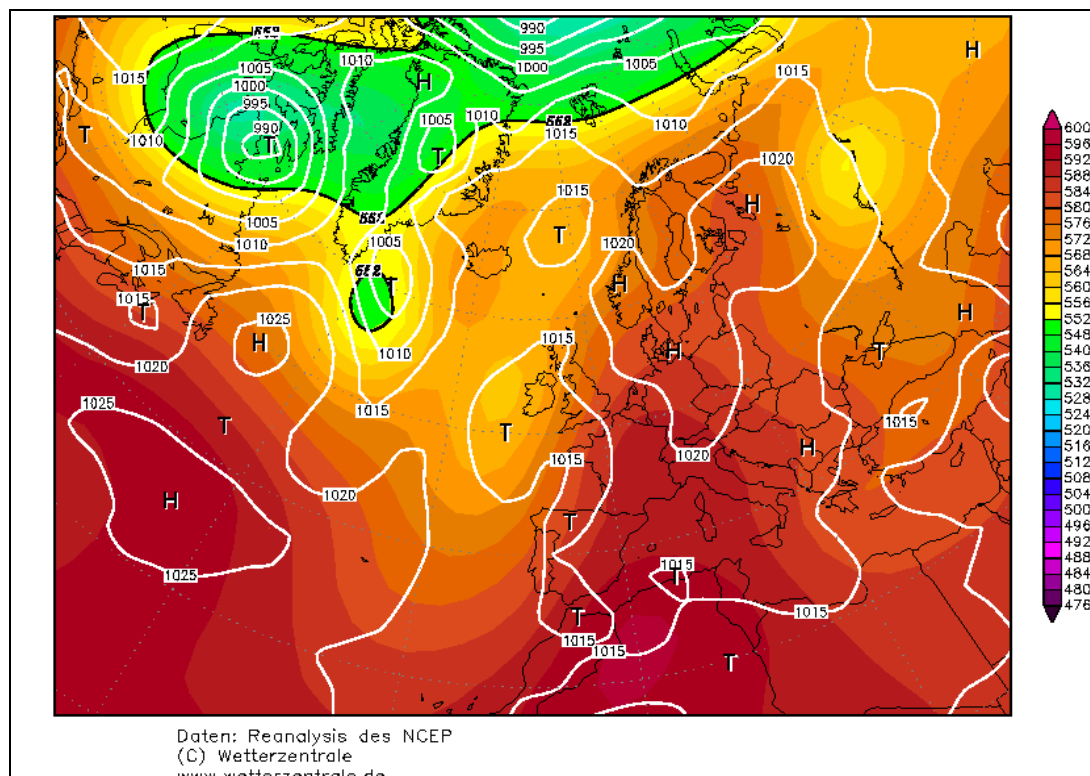


Fig. 52. Situación mixta vaguada polar/cresta mediterránea (500 hPa) (04/07/1994, 00Z)

#### 4.3. Tipos de tiempo predominantes en invierno y estaciones equinocciales

Durante las estaciones no estivales las situaciones sinópticas son más variadas, lo que explica la mayor versatilidad del tiempo en estas épocas del año. Estas variaciones están ligadas esencialmente al comportamiento del flujo

circumpolar del oeste, que puede envolver al espacio ibérico bajo tres formas básicas: circulación zonal, meridiana y celular (Capel Molina, 2000, Quereda Sala, 2005;...).

- a) *Los tipos de tiempo ligados a la circulación zonal de la corriente en chorro.* La circulación se suele instalar al norte de la península, barriendo su banda más meridional entre los paralelos 40 y 45° N, lo que determina que buena parte de España y, desde luego, el sur y sureste peninsular, queden bajo el dominio de altas presiones en altura que se acompañan también en superficie por un anticiclón desarrollado en la orientación de los paralelos.

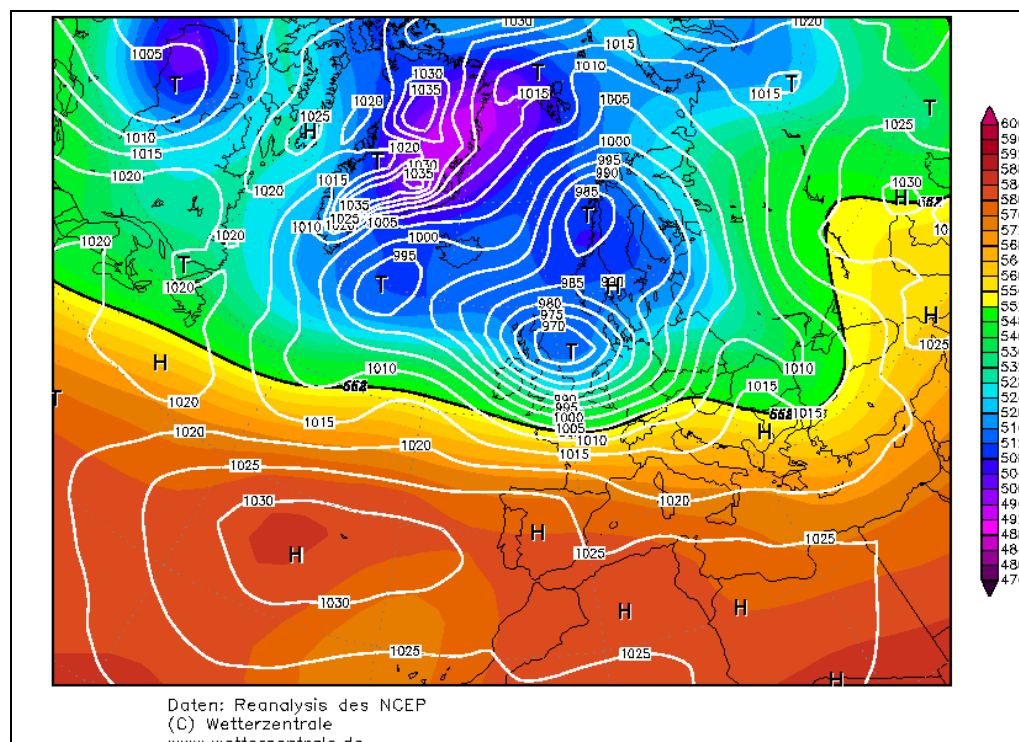


Fig. 53. Situación sinóptica (500 hPa) asociada a una circulación con carácter zonal en superficie (09/12/1993, 00Z)

Las masas de aire polar marítimo suavizado en menor medida alcanzan la cuenca del Guadalentín, donde favorecen un tiempo estable y soleado, con ausencia de precipitaciones y escasa o nula nubosidad. A veces, el flujo circumpolar del oeste se centra en los paralelos 35-40° N, recorriendo entonces las perturbaciones del frente polar el conjunto de la península de oeste a este, si bien las

masas nubosas llegan agotadas a las tierras orientales y las precipitaciones, si acaecen, son muy escasas.

- b) *Los tipos de tiempo ligados a la circulación meridiana de la corriente en chorro.* Los índices altos de circulación se alternan con otros en los que el chorro presenta índices bajos y adquiere posiciones meridianas, diseñando crestas y vaguadas más o menos acentuadas. La situación de estas crestas y vaguadas sobre un territorio es determinante del tiempo que se registra en él; las vaguadas arrastran advecciones de frío e inestabilidad, la cual es extraordinariamente destacada en su margen oriental; por su parte, las crestas anticiclónicas trasladan aire cálido hacia latitudes altas y las someten a un régimen de estabilidad atmosférica, más marcada también en su flanco oriental (Gil Olcina, 1988). Frecuentemente el eje central de las vaguadas se sitúa en torno al Golfo de Cádiz y, prácticamente, toda España, particularmente el suroeste, se ve sometida a una fuerte inestabilidad (Giao, 1996, Miró Granada, 1983).

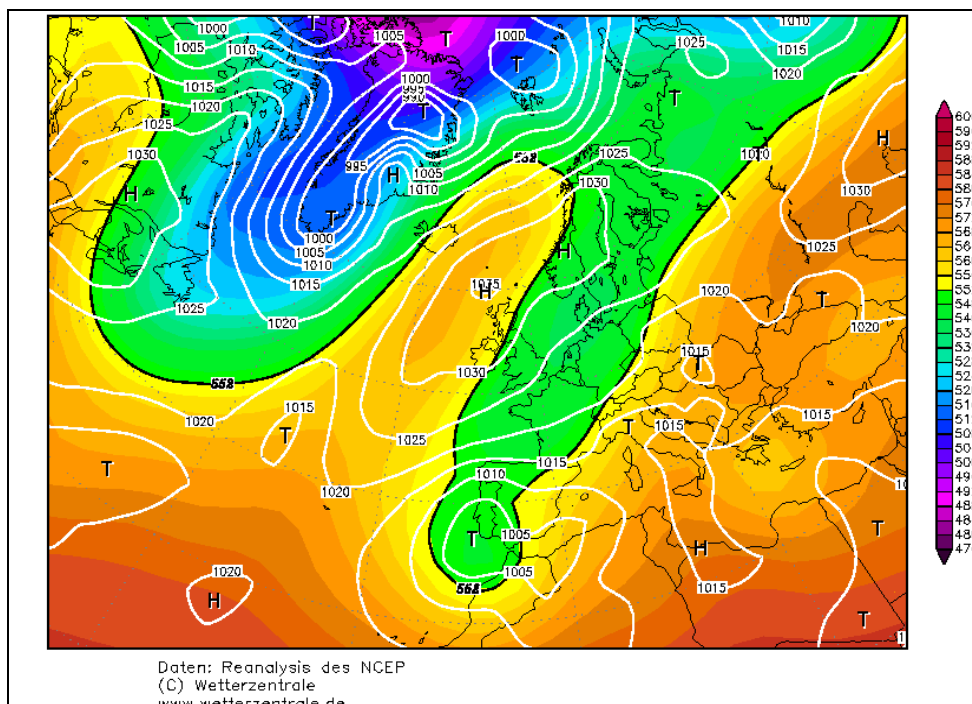


Fig. 54. Vaguada de aire polar marítimo con eje centrado sobre la Península Ibérica (500 hPa) (06/04/1986, 00Z)

- c) *Los tipos de tiempo ligados a circulaciones celulares de la corriente en chorro. Son tipos de tiempo propios de índices muy bajos; las sinuosidades trazadas por la corriente en chorro son muy pronunciadas, tanto es así que hasta se producen estrangulamientos y se forman circulaciones celulares o cerradas, que forman en altura grandes anticiclones cálidos desplazados hacia latitudes muy altas y depresiones de aire frío que se sitúan en las latitudes bajas. El carácter acusado de los meandros obliga a la corriente en chorro a abandonar estas bolsas de aire cálido y frío, reorganizándose en las latitudes más septentrionales (Sánchez Egea, 1968).*

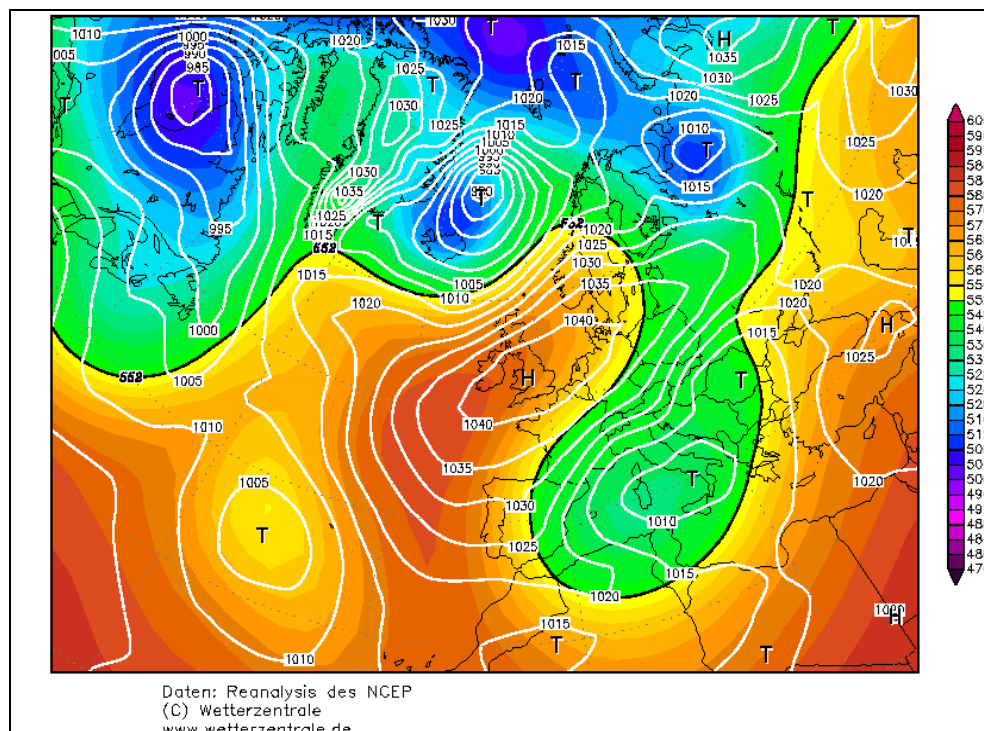


Fig. 55. Vaguada (depresión fría) de aire polar con cierto carácter retrógrado (500 hPa) (01/12/1980, 00Z)

En estos casos suelen originarse embolsamientos de aire frío en altura, emplazados a bajas latitudes (Golfo de Cádiz y Mediterráneo Occidental), que rápidamente generan una enérgica inestabilidad atmosférica. Bajo tales circunstancias tienden a constituirse sobre la cuenca del Guadalentín “conjuntos convectivos de mesoescala”, que no son sino desarrollos tormentosos multicelulares de gran extensión

(radio superior a 100 km) (Capel Molina, 2000; Jansá Clar, 1980, 1985, 1990; Martín *et al.* 1994; Riosalido *et al.*, 1988;...).

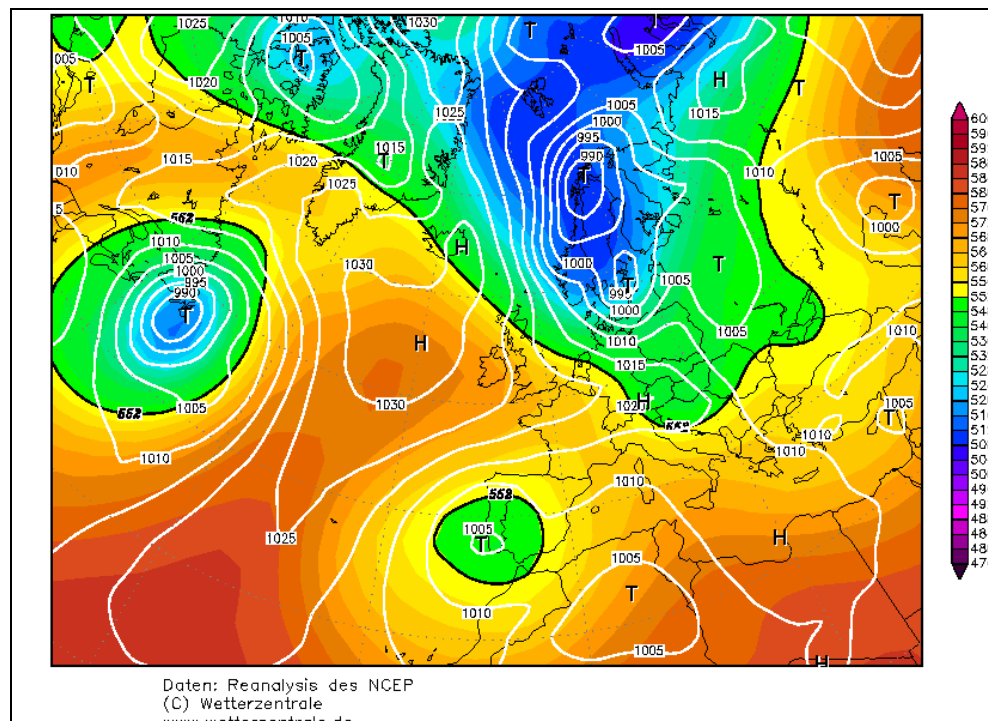


Fig. 56. Baja desprendida de la corriente en chorro centrada al Suroeste de la Península Ibérica (500 hPa) (25/04/1985, 00Z)

Tras una difluencia de la corriente en chorro puede desprenderse una depresión fría hacia el sur de la Península Ibérica, quedando centrada sobre el Mediterráneo Occidental. El embolsamiento de aire frío en altura, sobre las aguas del Mediterráneo, relativamente cálidas, genera un gradiente térmico muy inestable que, ligado al alto contenido de vapor de agua de la atmósfera, desata intensas precipitaciones en toda la fachada oriental y sureste peninsular, especialmente en las laderas montañosas situadas a barlovento.

Este tipo de situación atmosférica alcanza especial significado en las interestaciones, en las cuales se desencadena el reajuste entre las circulaciones invernal y estival de la corriente en chorro y de todos los centros de acción que la acompañan (Jansá Guardiola, 1963). A pesar de lo comentado hasta ahora, no es extraña, bajo tales

condiciones, la existencia de primaveras u otoños que prolongan la estación precedente (otoños secos que prolongan las situaciones típicas del verano no son insólitos en este territorio).

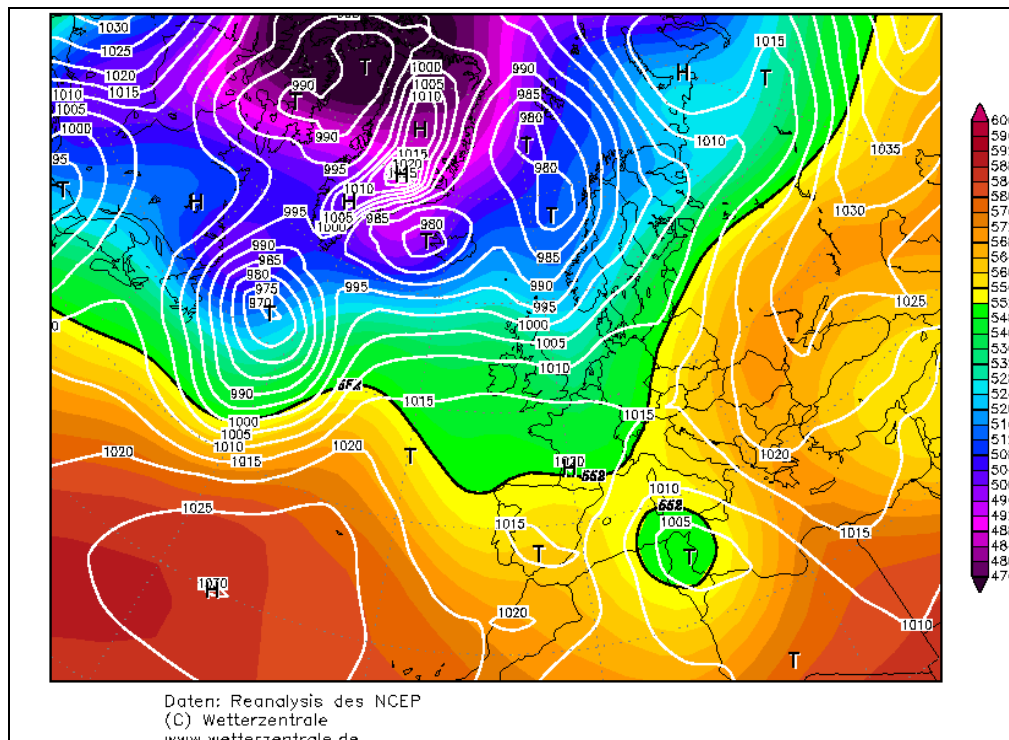


Fig. 57. Embolsamiento de aire frío (Baja desprendida) sobre las aguas del Mar de Argel (500 hPa) (07/03/1986, 00Z)

Ciertamente, producen estabilidad atmosférica y “buen tiempo” en la cuenca del Guadalentín las situaciones anticiclónicas y de pantano barométrico, que afectan a la mitad meridional de la Península Ibérica. Según la época del año guardan relación con el anticiclón de las Azores o el anticiclón continental europeo, entre los que ocasionalmente pueden servir de situación puente. En verano el anticiclón de las Azores alcanza de lleno el Sureste peninsular, dando lugar a un tiempo seco y soleado muy estable. De septiembre a marzo, pero sobre todo en los meses invernales, tiene especial incidencia el anticiclón centro-europeo o la dorsal extendida desde Escandinavia, que comportan también cielos despejados y una elevada insolación diurna. La fuerte irradiación nocturna provoca nieblas y temperaturas bajas con riesgo de heladas en las depresiones interiores de la cuenca. En

particular, las inversiones térmicas y heladas nocturnas producidas en el fondo del Valle del Guadalentín causan importantes pérdidas económicas, sobre todo en las tierras agrícolas, que ocupan las áreas más deprimidas, al cubierto de la influencia atemperante del mar.

La situación de pantano barométrico, propia de los meses estivales, se caracteriza por la ausencia de gradiente bórico en superficie y la presencia de una dorsal en altura. Predominan los cielos despejados, a veces acompañados de calimas que reducen considerablemente la visibilidad (Conesa García y Alonso Sarría, 2006).

#### **4.4. Configuraciones atmosféricas correspondientes a las secuencias pluviométricas secas de los años ochenta y noventa del siglo XX**

Las etapas de indigencia pluviométrica ocurridas en el ámbito peninsular se asocian muy frecuentemente con la instalación de configuraciones atmosféricas de procedencia subtropical (Cuadrat Prats y Pita López, 1997; Quereda Sala y Montón Chiva, 1994; Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997; Marzol Jaén, 2001; Pérez Cueva, 2001; entre otros muchos). Sin embargo, se conoce muy poco sobre la periodicidad de aparición de las distribuciones de presión que motivan la escasez de precipitaciones (Olcina Cantos, 1994).

En la cuenca del Guadalentín, como en todo el SE peninsular, la penuria de lluvias puede deberse, igualmente, a configuraciones atmosféricas supuestamente inestables, tales como situaciones sinópticas de carácter zonal o vaguadas de aire polar o ártico de reducida profundidad detenidas en la submeseta norte peninsular. Con el fin de establecer el grado de relación entre carencia pluviométrica y reiteración de situaciones atmosféricas de origen subtropical, se ha investigado la dinámica atmosférica reinante en las secuencias secas de las últimas décadas.

A partir del análisis de escenarios sinópticos se muestran las situaciones atmosféricas más típicas del área. Su estudio diacrónico permite establecer patrones caracterizados por la sucesión de situaciones similares a lo largo del período anual. El encadenamiento de estos patrones atmosféricos puede contribuir a definir los rasgos climáticos de dicho espacio.



El examen del comportamiento atmosférico se ha realizado para dos de las secuencias pluviométricas más secas de los últimos cincuenta años, de acuerdo con el *Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP)*, que da idea de su persistencia (capítulo 5, cuadro 14). El primero de ellos, considerado el período de mayor indigencia pluviométrica en longitud e intensidad, es el registrado en el observatorio de Lorca “Embalse de Puentes”, desde junio de 1980 hasta septiembre de 1986. El segundo período seco analizado corresponde a la estación meteorológica de Vélez Blanco “Topares”, y se extiende desde mayo de 1993 a febrero de 1997. Ambos períodos son los más prolongados en el tiempo con índice pluviométrico consecutivo negativo, abarcando 2.313 y 1.402 días de sequía continuada respectivamente.

Las causas de las sequías pluviométricas radican en la propia naturaleza de la circulación general atmosférica, cuya variabilidad congénita se hace sentir más en zonas como la cuenca del Guadalentín, afectadas por mecanismos atmosféricos muy dispares.

En los largos períodos secos, la característica más sobresaliente es el predominio de la circulación meridiana sobre la zona, de modo que las condiciones anticiclónicas asociadas a dicho desplazamiento sobre el territorio que drena el río Guadalentín pueden persistir durante varias semanas e incluso meses. La variabilidad de la posición de los meandros, propios de la circulación meridiana, puede provocar, ocasionalmente, inestabilidad durante estos largos períodos de carencia pluviométrica. Ello se debe a la presencia de masas polares —depresiones frías— en altos niveles sobre un Mediterráneo más caliginoso, génesis de perturbaciones atmosféricas muy características en dicho territorio. Sin embargo, es más común y dominante el desplazamiento de aire subtropical hacia latitudes altas, favoreciendo la estabilidad y el desarrollo de extensos anticiclones estacionarios, con la consecuente persistencia del tiempo seco. Ante tales situaciones de índice zonal bajo, suele darse el hecho, aparentemente paradójico, de que en medio de etapas secas prolongadas irrumpen temporales de lluvia muy intensa, capaces de producir verdaderos desastres (p.e. las inundaciones de Lorca durante la jornada del 03/11/2006).

Para determinar estadísticamente la frecuencia de configuraciones atmosféricas que afectaron la cuenca del Guadalentín durante dichos períodos,

se ha utilizado como base la tipología propuesta por Olcina Cantos (1994) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Leyenda de situaciones sinópticas empleada para la caracterización de períodos secos en la cuenca del Guadalentín (Fuente: Olcina Cantos, 1994).

<b>Situaciones sinópticas asociadas a la presencia de masas de aire subtropical en altitud</b>	
D	Situaciones sinópticas asociadas a la presencia de masas de aire subtropicales (marítima y continental) sobre las tierras peninsulares. Dorsales. Situaciones mixtas vaguada polar/cresta mediterránea. Anticiclones de bloqueo procedentes de configuraciones de bifurcación.
D/V	Situación circulatoria mixta con presencia de Dorsal atlántica y Vaguada con eje sobre el Mediterráneo Occidental. Presencia de anticiclones de bloqueo en superficie con influencia en la Península Ibérica.
<b>Circulaciones de carácter zonal</b>	
Z	Circulación zonal. Circulación zonal del SW (influencia de la masa de aire subtropical marítima).
<b>Circulaciones de carácter retrogrado</b>	
R	Circulaciones de carácter retrogrado.
<b>Situaciones sinópticas asociadas a la presencia de aire polar marítimo en altitud</b>	
VPW	Vaguada (depresión fría) de aire polar marítimo con eje al oeste de la Península Ibérica.
VPC	Vaguada (depresión fría) de aire polar marítimo con eje centrado sobre la Península Ibérica.
VPE	Vaguada (depresión fría) de aire polar marítimo con eje situado sobre el Mediterráneo Occidental.
VPN	Vaguada de aire polar marítimo de escasa amplitud frenada al norte de la Península Ibérica.
BSW	Baja desprendida situada al Suroeste de la Península Ibérica.
BSE	Baja desprendida situada al Este o Suroeste de la Península Ibérica.
<b>Situaciones sinópticas asociadas a la presencia de aire ártico marítimo en altitud</b>	
VAC	Vaguada (depresión fría) de aire ártico marítimo con eje centrado sobre la Península Ibérica.
VAM	Vaguada (depresión fría) de aire ártico marítimo con eje situado sobre el Mediterráneo Occidental.
VAN	Vaguada de aire ártico marítimo de poca amplitud frenada al norte de las latitudes peninsulares.
T	Días de transición entre situaciones (circulación poco definida).

Al margen de umbrales establecidos a partir del manejo de índices pluviométricos como el *IESP*, una interesante aproximación para calibrar el inicio y el cese de una secuencia seca puede realizarse desde la perspectiva sinóptica, es decir, analizando el comportamiento de la dinámica atmosférica en época de sequía.

Desde junio de 1980 comienza un período seco que no tendrá solución de continuidad hasta septiembre de 1986. Hasta este momento, y desde los meses tardoestivales de 1979 el ritmo pluviométrico era normal.

Ya se sabe que los veranos suelen caracterizarse por la escasez pluviométrica, de manera que, el comienzo de dicha secuencia seca podría situarse realmente en otoño de 1980, estación que se caracterizó por lluvias muy escasas. Esta situación se prolonga durante las primeras semanas invernales, marcadas por la influencia de situaciones sinópticas asociadas a la presencia de masas de aire subtropicales —dorsales— y situaciones mixtas vaguada polar/cresta mediterránea, junto con anticiclones de bloqueo. Durante toda esta etapa el *IESP* sigue siendo negativo a pesar de presentar el mes de febrero mayor variedad de configuraciones atmosféricas y dejarse ver algunas precipitaciones. Sin embargo, continúan persistiendo las situaciones poco inestables.

Marzo es un mes considerablemente seco, consecuencia del predominio de jornadas con circulación zonal y dorsales subtropicales. La primavera arranca con un mes de abril bastante inestable, aunque las precipitaciones son exiguas. A lo largo de este mes y comienzos de mayo dominan las masas de aire polar ártico. La segunda mitad de la primavera se caracteriza por una gran estabilidad, dando inicio a una penuria pluviométrica que perdurará hasta los meses invernales de 1982. En efecto, prescindiendo del análisis de los meses estivales, donde la columna atmosférica suele estar ocupada por configuraciones subtropicales, los meses de septiembre a noviembre se hallan supeditados al establecimiento de dorsales subtropicales, situaciones mixtas dorsal/vaguada y circulaciones zonales cuyo eje se sitúa por encima de los 50° latitud norte, quedando la mayor parte del territorio peninsular bajo el dominio del anticiclón de las Azores (Gil Olcina y Olcina Cantos, 1997). Éste adquiere una amplitud fuera de lo común, hasta el punto de alcanzar una latitud muy por encima de su posición media.

Este período seco, de afección generalizada en casi toda la Península, salvando la franja cantábrica, se prolonga como *Sequía Ibérica*<sup>4</sup> hasta finales

---

<sup>4</sup> Denominación adoptada por Olcina Cantos (2001). Se diferencian, según este autor, tres tipos de sequía pluviométrica en la Península Ibérica. Sequías "Cantábricas", de carácter ocasional y frecuencia baja; aunque en esta región habituada al agua una mínima ausencia de precipitaciones genera conflictos socioeconómicos. Sequías "Ibéricas", de carácter coyuntural, con persistencia de entre dos y cuatro años, que afectan casi a la totalidad de la Península Ibérica y tierras isleñas españolas, si bien con insignificante ocurrencia en la franja cantábrica. Sequías "Surestinas", de carácter estructural, que dilatan en el tiempo las consecuencias de las secuencias de sequía ibéricas en el SE peninsular como resultado de su disposición a sotavento de los flujos del atlántico, donde las borrascas frontales apenas suponen registro significativo de lluvias.

de 1984. Sin embargo, la carencia de lluvias se extiende hasta los meses tardoestivales de 1986 en la zona de estudio como *Sequía Surestina*. Junto a las causas atmosféricas generales de estas secuencias secas —dorsales o crestas de aire tropical—, se registran numerosas situaciones con circulación zonal que aunque suponen la llegada de alguna superficie frontal, no suelen acompañarse de lluvias significativas.

Las rachas secas en el Sureste Ibérico suelen concluir con situaciones de lluvias abundantes y, a menudo, torrenciales. Estas precipitaciones quedan vinculadas a la génesis de desarrollos ciclogénéticos —Mar de Argel— en relación con la presencia de embolsamientos de aire frío en altitud situados sobre el Golfo de Cádiz, Mar de Alborán o de Argel (Olcina Cantos, 2001). Así concluye este período seco de los años ochenta en la cuenca del Guadalentín. Los grandes aguaceros producidos en la Península provienen, principalmente, de invasiones frías en altitud del sector septentrional. Si bien pueden adoptar también una trayectoria del SW, conformando entonces una masa de aire polar marítimo de retorno. Durante la transición verano-otoño, el borde oriental peninsular se ve afectado por fuertes precipitaciones y tormentas que adquieren una especial virulencia (Capel Molina, 2000).

La precipitación caída en Lorca “Embalse de Puentes” durante el mes de octubre de 1986 se acerca al cincuenta por ciento del valor anual, superándose los 130 mm en apenas 4 días:

- los días 3 y 4 de este mes acumularon 62,6 mm, de los que 44,2 mm se registraron durante las 24 horas del cuarto día debido a la presencia en altura de una depresión fría de aire polar marítimo centrada en el suroeste de la Península Ibérica. La exageración y profundización de dicha vaguada terminó por romper el chorro, desprendiéndose una serie de núcleos fríos. El día 7 se anotó una cantidad de 15 mm, fruto de la instalación de una vaguada de evolución retrógada situada sobre la Península, con presencia de una baja desprendida al suroeste de ésta. Finalmente, las lluvias del 11 de octubre supusieron más de 50 mm, y tuvieron su origen en el establecimiento de una vaguada de aire polar muy profunda

desplazada hacia el Mediterráneo. Un embolsamiento de aire frío quedó aislado en el seno de las masas aéreas cálidas de los dominios subtropicales, causando fuertes gradientes térmicos en los flancos de la columna de aire frío, que acentuaron la inestabilidad y generaron profundas espirales nubosas precursoras de precipitaciones intensas.

La caracterización mediante el *IESP* de la secuencia seca en el observatorio de Vélez Blanco “Topares” (mayo 1993-febrero 1997) y su relación con la dinámica atmosférica demuestra, para este caso, el predominio de las circulaciones de ámbito subtropical.

En el mes de mayo de 1993, con el que se inicia dicho período seco, las lluvias constituyen el 30% del volumen medio estimado para ese mes en Vélez Blanco “Topares” (30 mm)<sup>5</sup>, a pesar de ser frecuentes las expansiones de aire ártico y polar marítimo. El mes concluyó con circulaciones de tipo zonal, de la misma forma que comenzó el mes de junio, durante el que la precipitación registrada alcanzó su cuantía normal.

Durante los meses de julio y agosto predominaron las situaciones sinópticas asociadas a la presencia de masas de aire subtropicales (marítima y continental) sobre la Península. Dicha etapa se inició, no obstante, tras una circulación con carácter retrógrado que desencadenó precipitaciones abundantes.

Los meses de septiembre, octubre y noviembre anotaron precipitaciones muy escasas. Durante este lapso de tiempo sólo se contabilizaron 4,5 mm, concentrados en los días tres y cuatro de noviembre debido a la inestabilidad provocada por la instalación de una vaguada de aire polar marítimo con eje al oeste de la Península Ibérica, que acabó “estrangulada” y convertida en una baja aislada sobre el Suroeste Peninsular.

Diciembre, por el contrario, fue un mes pluviométricamente “normal”. Se recogieron 20 mm (97,5 % de su valor central), de los que 13 mm cayeron a

---

<sup>5</sup> A pesar de ser la media aritmética un indicativo básico en este tipo de estudios, la inclusión de valores excepcionalmente altos eleva aquélla de forma considerable, dando por sí sola una idea equivocada de la cuantía pluviométrica del área. En tal caso es preferible utilizar como parámetro estadístico la mediana ( $M_e$ ), que refleja el valor central de la serie para cada mes durante el período de análisis (1964-2004).

final de año fruto del establecimiento de una vaguada de aire polar marítimo con eje situado sobre el Mediterráneo Occidental.

El año 1994 comenzó con gran precariedad pluviométrica (9 mm en enero que representaba el 62 % de su precipitación mediana mensual). La sequía continuó en febrero con apenas 2 mm (7 % de la mediana calculada para el mes) y en marzo con 9 mm (44% respecto a su valor central).

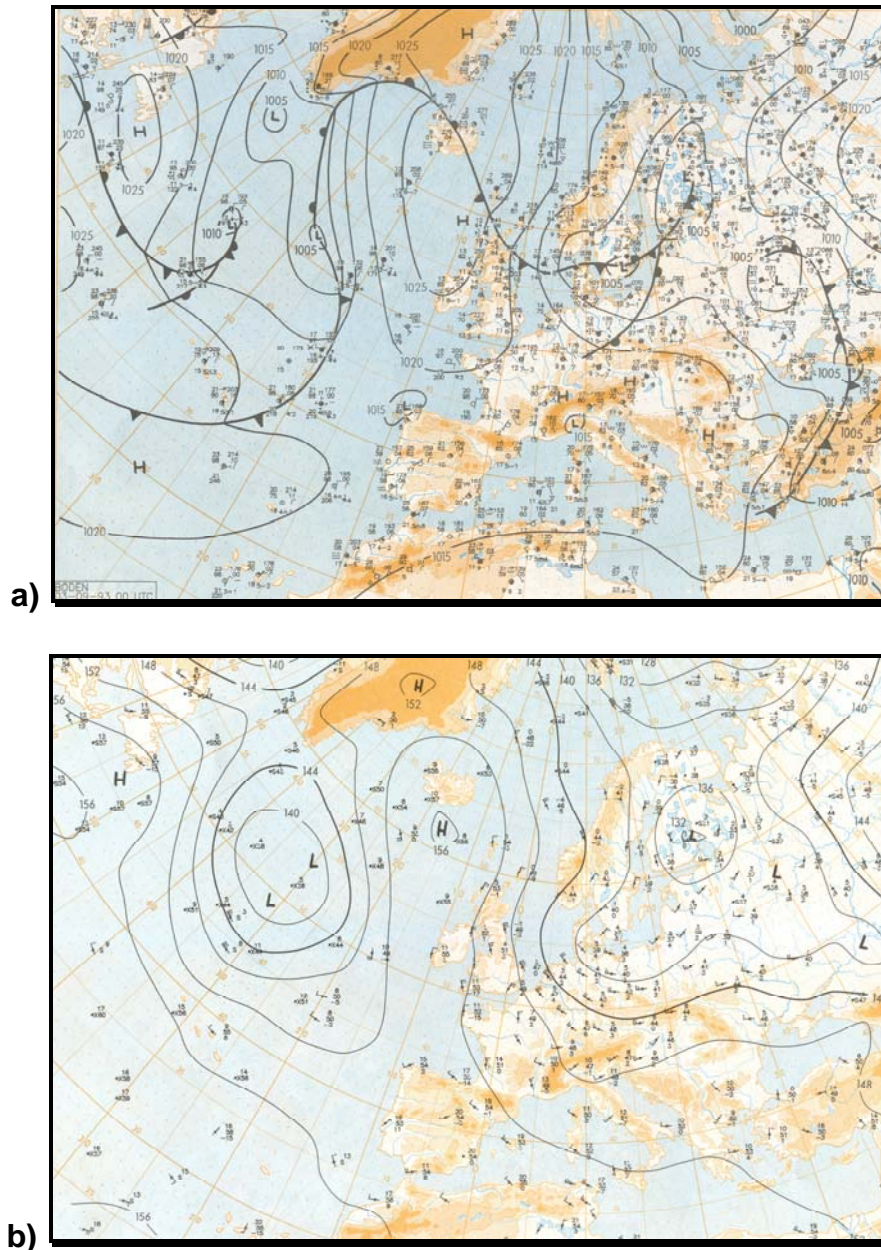


Fig. 58. Situación de estabilidad atmosférica asociada a la presencia de masas de aire subtropical (marítima y continental) sobre el solar ibérico: a) mapa de superficie a las 0 horas (T.M.G.) y b) en altura, a 500 mb, a las 12 horas (T.M.G.) del día 03/09/1993. Boletín Meteorológico Europeo. Durante este año las condiciones atmosféricas normales estivales se prolongaron en exceso, favoreciendo un otoño más seco de lo normal.

Durante este período predominó una circulación de tipo zonal, sobre todo en los meses de enero y marzo. Le siguieron en importancia configuraciones asociadas a dorsales, situaciones mixtas vaguada polar / cresta mediterránea, circulaciones mixtas con presencia de dorsal atlántica y vaguada con eje sobre el Mediterráneo, y anticiclones de bloqueo en superficie con influencia en la Península.

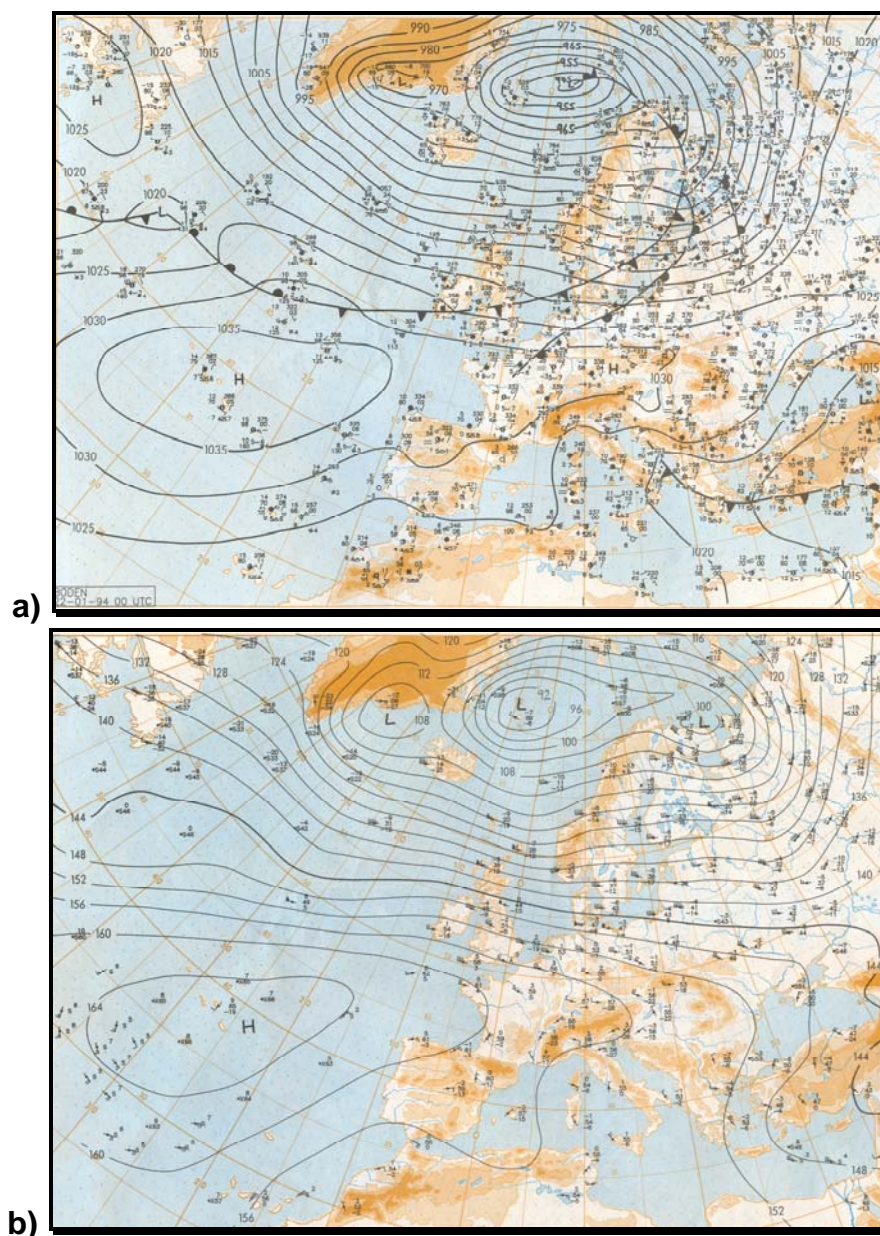


Fig. 59. Las altas presiones subtropicales envuelven a la Península Ibérica asegurando la estabilidad en toda la región. Condicionado por esta situación, en superficie se dilata un vasto anticiclón que arropa buena parte del continente europeo, del océano Atlántico, y que sobre la península Ibérica traza un pantano barométrico con presiones cercanas a la normal e isobaras distanciadas que revelan el reducido gradiente barométrico y la serenidad que reinan en todo el territorio: a) mapa de superficie a las 0 horas (T.M.G.) y b) en altura, a 500 mb, a las 12 horas (T.M.G.) del día 22/01/1994. Boletín Meteorológico Europeo.

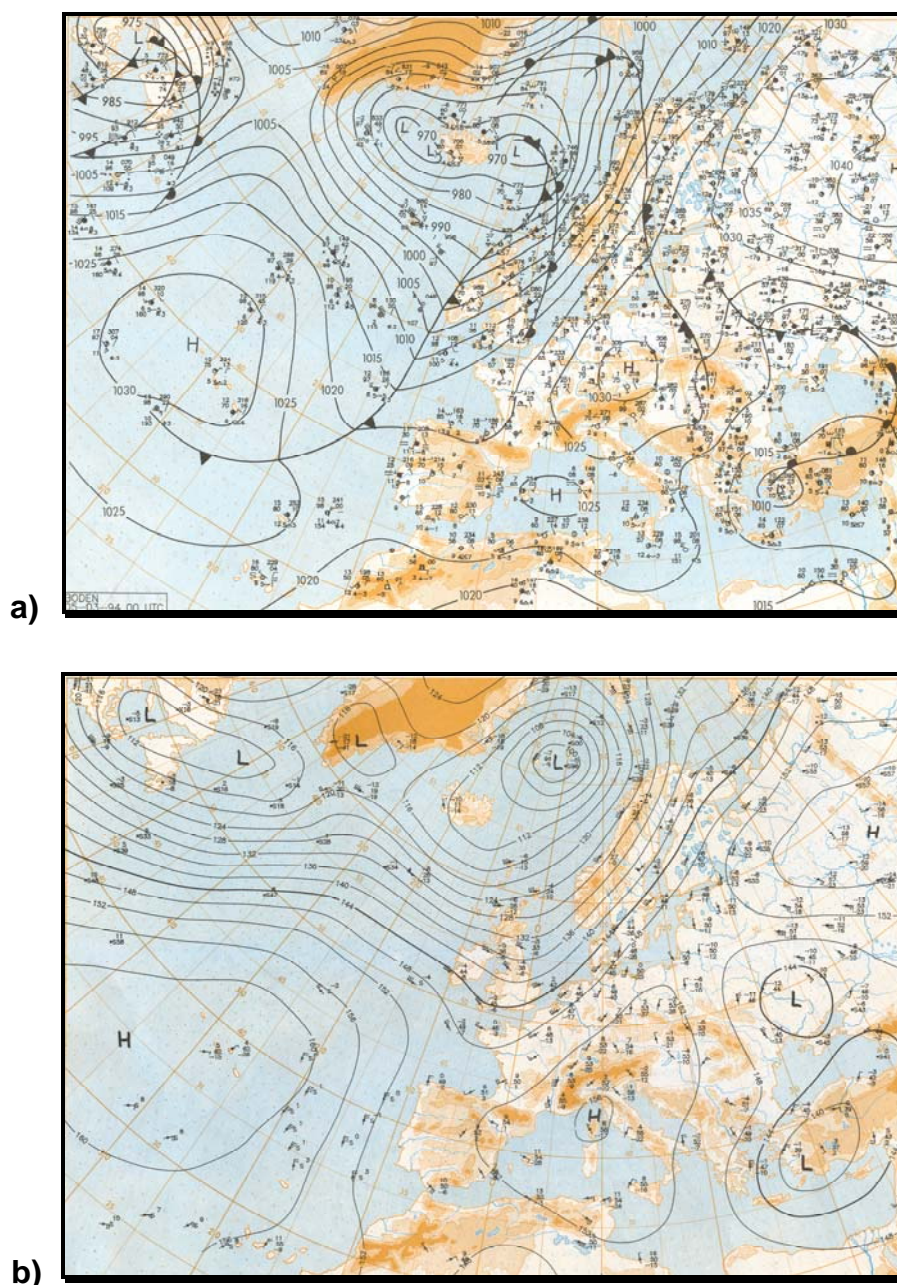


Fig. 60. La elevación latitudinal de la Alta de Azores sobre el Atlántico Norte fue el factor termodinámico precursor de las escasez pluviométrica durante el invierno de 1994 en la mayor parte del territorio español: a) situación en superficie a las 0 horas (T.M.G.) y b) análisis de la topografía de la superficie de 500 hPa a las 12 horas del día 05/03/1994. Boletín Meteorológico Europeo.

Como contrapunto a la escasez pluviométrica de los meses anteriores, el mes de abril registró un volumen total superior a su valor central en la serie de análisis (37,2 mm frente a una mediana de 24,3 mm). Sin embargo, la mayor parte de la precipitación (80 %) se concentró en tan sólo un día (15 de abril), a lo largo del cual una depresión fría de aire polar marítimo muy profunda ocupó la Península Ibérica.



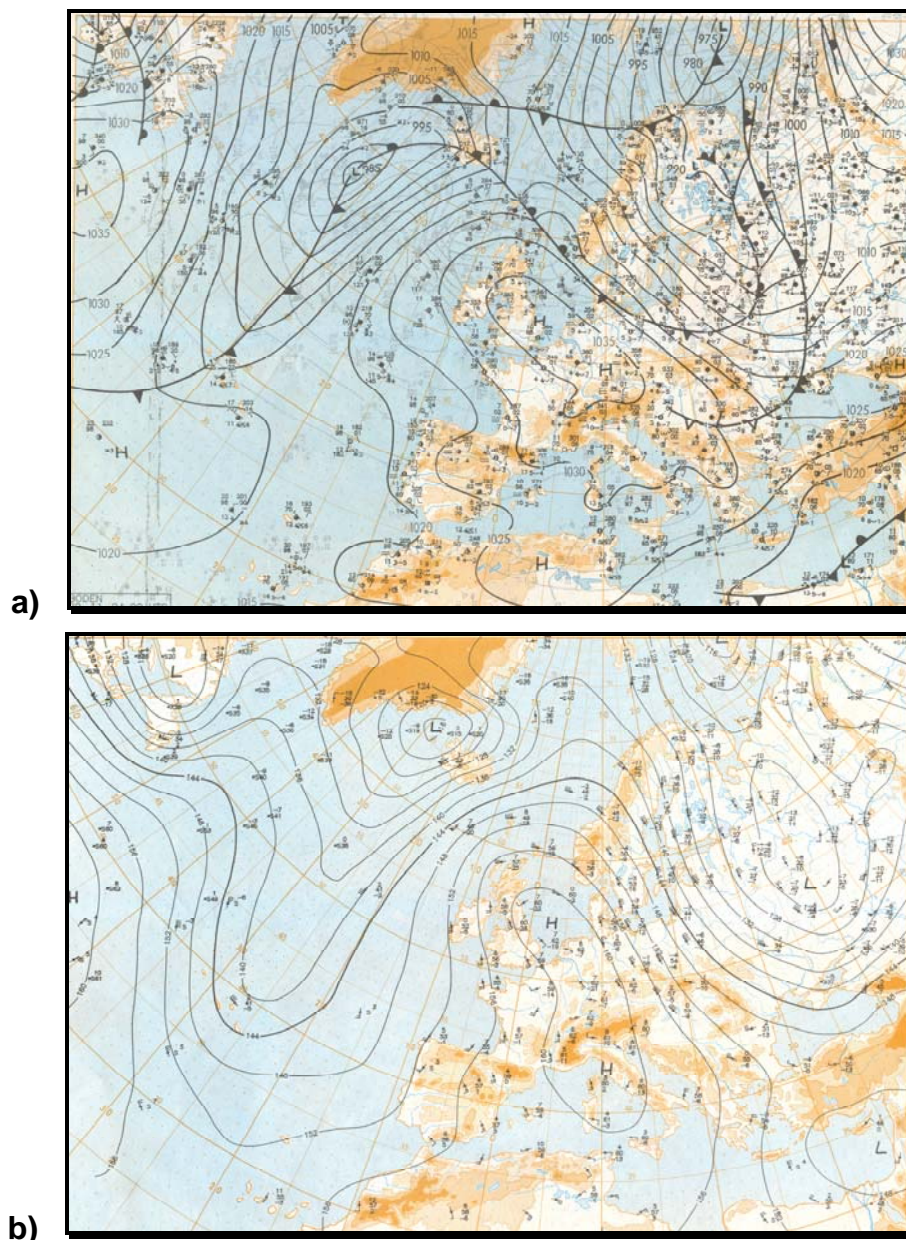


Fig. 61. La estabilidad atmosférica durante los meses de otoño de 1994 provocaron un déficit pluviométrico inusual en esta época del año. Mientras que en superficie las altas presiones dominan el espacio sinóptico europeo (a), en altura —500 hPa— (b) existe una situación mixta vaguada polar/cresta mediterránea. 29/11/1994. Boletín Meteorológico Europeo.

Según el *Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica* la secuencia seca se prolongó hasta febrero de 1997 (6,3 mm e *IESP* positivo). Sin embargo, el período seco entró en su fase final tras el verano de 1996. En efecto, durante septiembre de 1996 se contabilizaron 52,9 mm en Vélez Blanco “Topares”, en su mayor parte debido a las lluvias caídas los días 9 a 10 como consecuencia de una situación sinóptica asociada a una circulación de carácter retrógrado que acabó por generar una baja aislada sobre el Golfo de Cádiz. El

mes de octubre anotó apenas 15 mm repartidos sólo en dos días (13 y 14) durante los que se instaló una vaguada de aire polar marítimo sobre la franja occidental peninsular. En noviembre, el total pluviométrico acumulado aumentó hasta los 24,7 mm, resultado de la instauración de una vaguada polar muy aguda con cierto carácter retrógrado (durante los días 12 y 13), que afectó a toda la Península y evolucionó hacia el Mediterráneo, generando células ciclogénicas en los Golfos de Cádiz y Génova. Definitivamente la fase seca finalizó con las lluvias acaecidas en los meses de diciembre y enero.

El 4 de diciembre se estableció una vaguada de aire polar penetrante en torno al Oeste Peninsular dejando en Vélez Blanco "Topares" 14,4 mm; el día 8 cayeron 19,4 mm por causa de una baja, desprendida de la corriente en chorro, que cubría toda la mitad sur peninsular, trasladándose hacia el Mar de Argel, que deja unos 19,4 mm; el 20 de diciembre una intensa masa de aire frío ártico marítimo envolvía todo el territorio peninsular, evolucionando hacia el Mediterráneo y proporcionando más de 10 mm. Este mes lluvioso finaliza con una profunda y ancha vaguada instalada sobre el solar ibérico que terminó desencadenando precipitaciones superiores a los 9 mm.

Finalmente, el mes de enero de 1997 fue especialmente lluvioso (78,5 mm). Una vaguada polar de carácter retrógrado situada en esta zona durante los días 1 y 2 de este mes originó una precipitación de 24,7 mm. En menor grado produjeron lluvias las masas de aire ártico marítimo que invadieron la Península el día 9 (6,9 mm). Pero de nuevo, durante los días 22 y 23 una gran vaguada, estrangulada sobre el Suroeste Peninsular y desplegada hacia el Mediterráneo, provocó lluvias de cuantía superior a 10 mm y 20 mm respectivamente.

Un singular interés reviste la descripción de situaciones atmosféricas propensas o no al desarrollo de precipitaciones dentro del ámbito de estudio. El comportamiento sinóptico durante una sequía pluviométrica viene definido por la presencia más frecuente de lo normal de situaciones poco proclives al despliegue de precipitaciones. Habitualmente se trata de dorsales y crestas de aire tropical que se sitúan en el espacio sinóptico ibérico favoreciendo las condiciones de estabilidad atmosférica a lo largo del año.

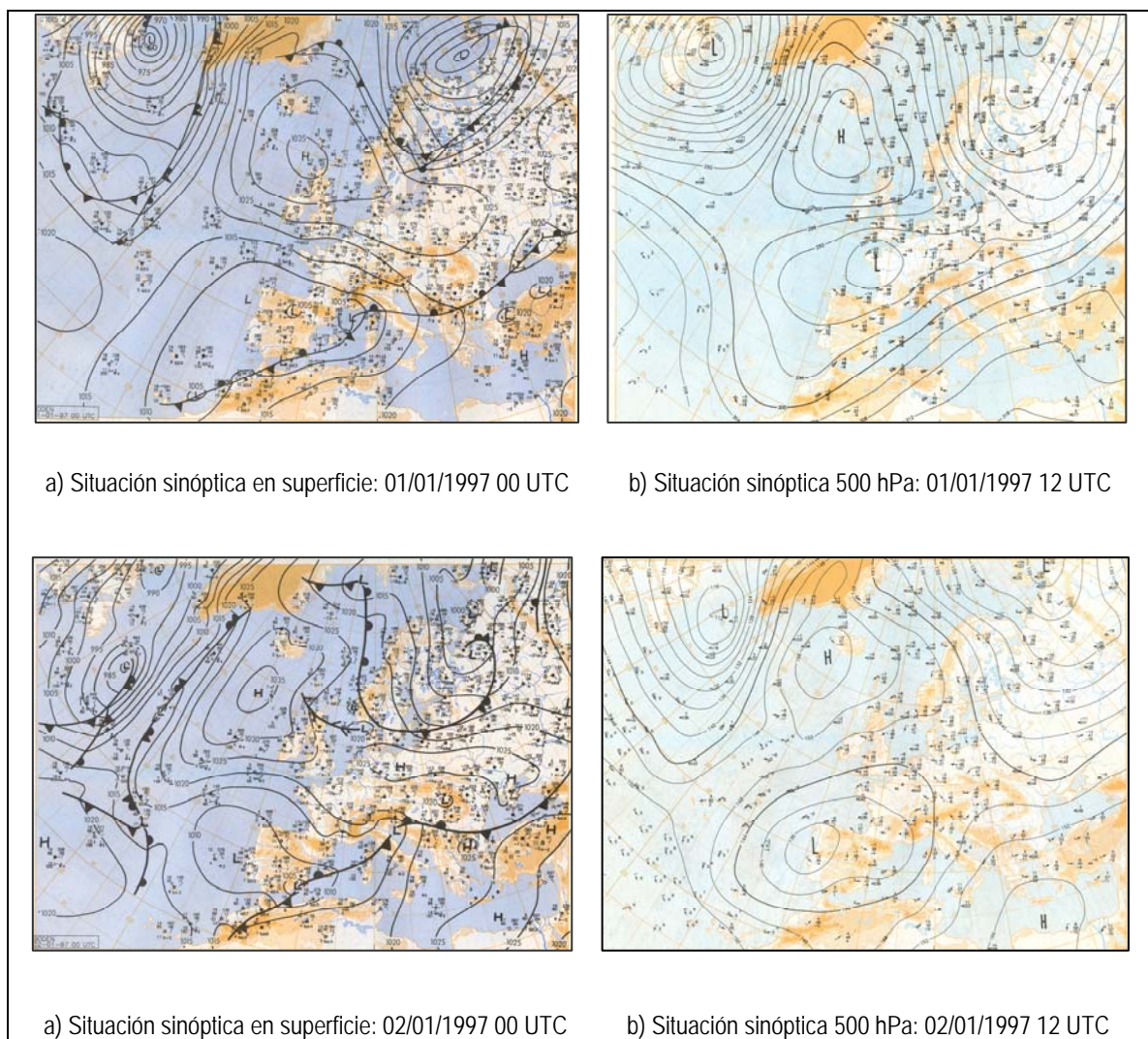


Fig. 62. Análisis en superficie y análisis de las topografías de 500 hPa durante los dos primeros días del año 1997, Boletín Meteorológico Europeo. La pluviometría contabilizada a lo largo de este mes ayudó en gran medida a clausurar el periodo de déficit pluviométrico.

En opinión de Olcina Cantos (2001) «*la presencia de crestas o dorsales anticiclónicas durante 140 días basta para definir un “año seco”*»; y éste alcanza el grado de “*muy seco*” cuando se rebasan 160 jornadas bajo condiciones de abrigo aerológico impuesto por la subsidencia anticiclónica». De acuerdo con este criterio, un “año seco” viene caracterizado por la presencia de situaciones poco proclives al desarrollo de inestabilidad atmosférica durante al menos un 38 % de los días; y un “año muy seco” se acerca a un porcentaje de repetición de estas configuraciones, a lo largo del ciclo anual, próximo o superior al 45 %.

Según estos criterios y la caracterización sinóptica diaria realizada para las dos secuencias secas anteriormente descritas, se ha elaborado un cuadro

resumen en el que se muestra la frecuencia absoluta y relativa de las distintas situaciones atmosféricas que se sucedieron a lo largo de las mismas (cuadro 13).

Cuadro 13. Distribución frecuencial de las configuraciones atmosféricas observadas durante las secuencias pluviométricas secas de 1980-1986 (Embalse de Puentes, A) y 1993-1997 (Vélez Blanco "Topares, B)

Situación Sinóptica	A		B	
	Nº	%	Nº	%
T	40	1,73	21	1,50
Z	350	15,13	125	8,92
R	139	6,03	67	4,78
VPW	105	4,54	90	6,42
VPC	184	7,95	123	8,77
VPE	71	3,07	23	1,64
VPN	24	1,04	35	2,50
BSW	25	1,10	34	2,43
BSE	32	1,37	16	1,14
VAC	141	6,10	56	3,99
VAN	32	1,37	17	1,21
VAM	131	5,66	63	4,49
D	974	<b>42,11</b>	669	<b>47,72</b>
D/V	65	2,81	63	4,49
Total	2.313	100,00	1.402	100,00

Fuente: Elaboración propia a partir de las imágenes del archivo histórico de Wetterzentrale ([www.wetterzentrale.de](http://www.wetterzentrale.de)).

Dicho análisis arroja un número muy elevado de situaciones atmosféricas dominadas por dorsales de aire subtropical (D) ó situaciones mixtas vaguada polar/cresta mediterránea, que suponen el 42,1 % del total de días en el período seco 1980-1986 (estación Embalse de Puentes) y el 47,7 % durante la sequía de 1993-1997 (estación de Topares). También son frecuentes las situaciones circulatorias con carácter zonal, que, aunque suponen la llegada de alguna superficie frontal a la cuenca, no suelen acompañarse de precipitaciones significativas.

## 5. SECUENCIAS PLUVIOMÉTRICAS SECAS DE LARGA DURACIÓN EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN

La sequía, considerada como riesgo natural, es producto de las interrelaciones entre dos componentes básicos: la componente climática —período de indigencia pluviométrica— y la componente humana y socioeconómica del accidente generado —impactos y ajustes—. Las características más relevantes que configuran la componente climática del fenómeno son, además de la frecuencia de aparición, su duración e intensidad, como medida de su severidad, y la extensión espacial que afecta (Pita López, 1995).

Las secuencias de sequía pluviométrica determinadas en la cuenca del Guadalentín mediante el *IESP* (*Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica*) no presentan intensidades idénticas. No obstante, los episodios secos suelen coincidir en sus distintos observatorios, siendo prácticamente imposible la transferencia intracuenca de recursos pluviales durante dichos períodos críticos, y resultando por tanto necesario recurrir a otras alternativas para satisfacer las necesidades hídricas mínimas.

En el SE peninsular y, en este caso concreto, en la cuenca del Guadalentín, la preocupación por satisfacer las necesidades de agua es máxima, dada la gran importancia del sector agrícola, base de su economía. Desde 1985 comienza un proceso agrícola motivado por la insaciable demanda procedente de los mercados de la Unión Europea. Destaca por sus exigencias hídricas el sector de la hortofruticultura de ciclo manipulado y extratemprana, que afecta al conjunto de la cuenca, generando nuevos paisajes de cultivo intensivo en medio de secanos y montes. Además, estas exigencias se han visto acrecentadas en los últimos años por el dinámico crecimiento demográfico y urbanístico actual (Gil Olcina, 2004).

Desde la segunda mitad del siglo XX, la pluviometría de esta zona ha estado caracterizada por una apreciable irregularidad, siendo la grave secuencia de sequías e inundaciones padecidas objeto de especial sensibilización por parte de la opinión pública. Tales fenómenos climáticos,

excepcionales y adversos, han causado numerosos daños materiales en amplios sectores de la cuenca.

Las situaciones atmosféricas de sequía en el Mediterráneo Occidental quedan vinculadas a los mecanismos puestos en juego por una circulación general de índice alto-medio, donde la existencia de un flujo atlántico del oeste bastante amplio zonalmente contribuye a contener las masas de aire frío en latitudes elevadas y las masas cálidas en latitudes bajas, siendo predominantes las épocas de estabilidad. Los períodos de sequía, por tanto, van asociados a la persistencia de estos ciclos (Quereda Sala *et al.*, 2001).

Según Quereda Sala *et al.* (2001), desde la década de los años ochenta del siglo anterior, la presión atmosférica ha venido mostrando una continua elevación como consecuencia de los mecanismos de transferencia energética entre latitudes vinculados a dichas situaciones de estabilidad, dilatándose la célula de Hadley e instalándose una cúpula anticiclónica que cubre gran parte de la Cuenca Occidental Mediterránea y la Península Ibérica. Esta situación podría explicar el predominio e incremento de los tipos de tiempo secos durante este último período en la cuenca del Guadalentín, en el que las precipitaciones se han reducido notablemente.

El *Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica* se revela como un método muy adecuado para el examen de las sequías en dicho ámbito de estudio, ya que permite establecer con precisión el inicio y final de la secuencia seca, así como su duración e intensidad registrada en cada momento de la misma.

El porcentaje de meses implicados en secuencias secas de duración superior al año otorga a todos los observatorios analizados un elevado grado de peligrosidad ante el riesgo de sequía, dato a tener muy en cuenta a la hora de administrar y armonizar los diferentes usos del agua.

La existencia de sequías prolongadas coincidentes en todos los sectores de la cuenca impide, durante ellas, toda compensación hídrica interterritorial, debiendo recurrir a otras alternativas para disponer de agua suficiente, ya sea aumentando la oferta (trasvases intercuenas, desalación, depuración y reutilización) o mejorando la gestión de la demanda mediante un uso racional y eficiente (modernización de regadíos).

Por último, resulta necesario la puesta en común de los datos pluviométricos y de demanda evaporativa con los emanados de la aplicación y gestión del agua, porque los primeros proporcionan la dimensión natural de la sequía, y, hoy día, la dimensión humana, ligada a la gestión y al uso del agua, resulta cada vez más determinante.

### **5.1. Aspectos metodológicos**

El término sequía ha sido objeto de numerosas definiciones (Havens, 1954; Toupet, 1989;...). En un intento de sintetizar algunas de ellas puede decirse que un período seco supone una desviación negativa extensa y significativa de la precipitación con relación al régimen en torno al cual se ha establecido una sociedad. Sin embargo, hay que señalar que resulta diferente el estudio del inicio y cese de una sequía a partir de los datos pluviométricos, abordado en este capítulo, y el análisis de la percepción social de pertenencia a una sequía. En cualquier caso, los valores de reducción de lluvias respecto a la precipitación media anual resultan significativos para entender cómo se ha manifestado tradicionalmente la sequía en un territorio.

Ese marcado déficit anormal produce una ruptura del equilibrio natural, una desorganización de la gestión del recurso agua en el territorio donde se implanta, una reducción considerable de la producción, y conflictos sociales que pueden ser irreversibles. Las secuencias secas, presentes en todos los dominios climáticos, afectan más duramente a las regiones semiáridas marcadas por una fuerte variación interanual de las precipitaciones. Asimismo, se presta particular atención a las sequías de duración superior al año, por entender que son éstas las que realmente generan perjuicios socioeconómicos importantes en un ámbito como la Península Ibérica, familiarizado con la presencia de este tipo de sucesos y con dispositivos de adaptación eficaces como para ser prácticamente invulnerable a las sequías de menor duración.

Las secuencias de sequía pluviométrica necesitan ser trasladadas a un formato numérico para poder determinar sus características. Desde un punto de vista cuantitativo, útil para una posterior valoración socioeconómica, existen varios parámetros con los que caracterizarlas: magnitud, duración, frecuencia,

velocidad de implantación, extensión y dispersión espacial. Para cuantificar estos parámetros es necesario aplicar diversos cálculos con los que establecer detalladamente en qué medida ha habido déficit pluviométrico y cuáles son los límites temporales del episodio seco (Marcos Valiente, 2001).

La opción de tomar como período de referencia inicial el año puede resultar poco precisa para caracterizar el fenómeno sequía. A lo largo del año pueden presentarse situaciones pluviométricas muy diferentes, de manera que un año puede iniciar su andadura como seco y terminar como húmedo o viceversa. Así, en muy pocas ocasiones, las secuencias secas están constituidas por años completos (Pita López, 1989). Por tanto, para determinar con mayor precisión las secuencias secas registradas en el área de estudio, se ha considerado oportuno descender a la escala mensual y delimitar las secuencias a partir de los déficits de precipitación acaecidos en cada uno de los meses del período de observación.

Existen numerosos índices al respecto (porcentaje de la precipitación media, cuantiles, PDSI de Palmer, etc.). En este caso se ha optado por aplicar el *Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP)*, propuesto por Pita López (2000). Derivado de la precipitación, pero eficaz para identificar las diferentes secuencias secas, muestra con precisión el arranque y el fin de cada sequía así como su duración y la intensidad registrada en cada momento. El índice es el resultado de la estandarización de las anomalías pluviométricas mensuales acumuladas, pero interrumpiendo la acumulación con ocasión de la aparición de cada anomalía pluviométrica negativa, es decir, en el inicio de cada secuencia seca. Se elude así el efecto de minimización de las sequías, consecuencia de la acumulación de los excedentes precedentes. El IESP se ha mostrado efectivo en el análisis de las sequías largas que caracterizan a los dominios mediterráneos (Pita López, 2001).

Este índice se basa en el cálculo de las anomalías pluviométricas mensuales acumuladas según los siguientes pasos:

1. Cálculo de la anomalía pluviométrica de cada uno de los meses de la serie ( $AP_i$ ), a partir de la expresión:

$$AP_i = P_i - P_{MED}$$



donde  $AP_i$  = anomalía pluviométrica mensual;  $P_i$  = precipitación mensual y  $P_{MED}$  = mediana del mes correspondiente.

2. Obtención de las anomalías pluviométricas acumuladas, desde el primer mes en que hay una anomalía pluviométrica negativa ( $AP_i < 0$ ) hasta que —como resultado de las acumulaciones— se encuentra una anomalía pluviométrica acumulada positiva ( $APA_i > 0$ ). En ese momento concluye la secuencia seca ( $APA > 0$  marca el final del déficit pluviométrico). La siguiente secuencia seca se inicia cuando reaparece un mes con anomalía pluviométrica negativa, estimada por el mismo método anterior:

$$APA_i = \sum AP_i$$

desde  $i = AP$  negativa hasta  $i = APA$  positiva

donde  $APA_i$  = anomalía pluviométrica acumulada del mes

3. Estandarización de las anomalías acumuladas, mediante su conversión en puntuaciones Z. Aspecto que revela la intensidad de la sequía y que, asimismo, será utilizado para la identificación de las secuencias secas:

$$ZAPA_i = \frac{(APA_i - \overline{APA})}{\sigma_{APA}}$$

donde  $ZAPA_i$  = anomalía pluviométrica estandarizada del mes;  $\overline{APA}$  = media de las anomalías pluviométricas acumuladas de todos los meses de la serie y  $\sigma_{APA}$  = desviación típica de las anomalías pluviométricas acumuladas de todos los meses de la serie.

Este método puede aplicarse sobre series temporales largas y de forma simultánea en distintos observatorios, lo que permite analizar el riesgo de sequía en diferentes sectores de la cuenca. Dicho riesgo puede evaluarse en función de los dos parámetros más relevantes del fenómeno: duración e intensidad.

## 5.2. Distribución espacio-temporal e intensidad de las sequías en la cuenca del Guadalentín

Aunque la sequía constituye un fenómeno de amplia extensión geográfica, los contrastes interterritoriales pueden servir de ayuda en su gestión, siempre que existan mecanismos compensatorios entre unos sectores y otros. No obstante, una escasa covariación espacial en caso de sequía no garantiza por sí sola la posibilidad de establecer esos mecanismos de enmienda. Para que éstos puedan llegar a plasmarse es preciso que en las áreas virtualmente abastecedoras de agua se mantenga una situación de excedente pluviométrico o, en su defecto, de escaso déficit que les permita ceder de forma temporal parte de sus aguas.

La aplicación del IESP al conjunto de observatorios estudiados en la cuenca (cuadro 14), revela la existencia de varias secuencias secas (tramos con valores  $Z$  negativos) aproximadamente coincidentes en el tiempo. Atendiendo a las características más significativas de las mismas, y muy especialmente a su extensión espacial, destacan las etapas secas de los años ochenta y noventa, seguidas en la mayor parte de los observatorios por la fase seca de finales de los setenta y, en otros (Puerto Lumbreras, Zarzadilla de Totana y Doña Inés) por la sequía producida a mediados de los sesenta del siglo anterior al actual.

### 5.2.1. Sequía de mediados los años sesenta del siglo XX

Esta secuencia seca, centrada por lo general entre los años 1963 y 1967, afecta a la mayoría de las estaciones, aunque con ciertas diferencias en su duración e intensidad. La mayor gravedad de la sequía, por su larga duración y elevado estrés hídrico se registra en el altiplano del municipio de Lorca (Doña Inés y Zarzadilla) y en Puerto Lumbreras. De hecho constituye la secuencia seca más larga de las acaecidas en dichas áreas durante el período de estudio.

Esta etapa tiene una duración próxima a los cuatro años, e incluso más en la altiplanicie lorquina, mientras que en la parte central y noreste de la

Depresión Prelitoral y sectores montañosos no supera los dos años y presenta una intensidad baja. El déficit pluviométrico acumulado<sup>6</sup> en el momento de mayor intensidad de la sequía rebasa el 45 % (Puerto Lumbreras CHS).

### 5.2.2. Sequía de los años ochenta (1981-1986)

La década de los ochenta comienza con otra gran fase seca, uno de los períodos secos más prolongados de todo el siglo XX en todo el territorio peninsular, tal como ponen de manifiesto los diferentes estudios realizados, tanto con carácter integral como a escala regional<sup>7</sup>. A modo de ejemplo cabe citar el estudio llevado a cabo por Galán Gallego (2004) sobre las sequías climáticas en la meseta meridional, donde recoge secuencias secas que da a dicho período una duración superior a siete años, caso de Ciudad Real (diciembre de 1979 – enero de 1987).

En la cuenca del Guadalentín se registran períodos de carencia pluviométrica de similares características, como ocurre en el observatorio de Lorca “Embalse de Puentes” (junio de 1980 – septiembre de 1986) o María (octubre de 1980 – junio de 1986). En las dos terceras partes de los observatorios estudiados en este territorio surestino es esta etapa seca la más dilatada, y gran parte de los observatorios muestran valores Z muy próximos o inferiores a -2, e incluso por debajo de -3 debido a la acumulación de un extraordinario número de meses consecutivos deficitarios en lluvias (cuadro 14). El déficit pluviométrico acumulado en el momento más duro de la secuencia seca arroja valores superiores al 50 % e, incluso, del 60 % (Embalse de Puentes).

La severidad mostrada por esta prolongada sequía queda patente en los fuertes impactos sobre los ecosistemas hídricos del Segura y las perturbaciones socioeconómicas generadas, sobre todo, en la producción agraria (Zapata Nicolás *et al.*, 1990).

---

<sup>6</sup> Déficit: anomalía pluviométrica mensual acumulada, expresada en porcentaje respecto al promedio anual de precipitación (Galán Gallego, 2004).

<sup>7</sup> Una selección recomendable de los mismos puede encontrarse en la obra dirigida por Gil Olcina y Morales Gil (2001) sobre las *Causas y consecuencias de las sequías en España*.

### 5.2.3. Sequía de los años noventa (1993-1997)

El primer lustro de la última década del siglo XX viene marcado por un período seco muy intenso en la mayor parte de la Península Ibérica, si bien esta etapa llega con retardo y se prolonga en el tiempo en el Sureste Peninsular y, por tanto, en la cuenca del Guadalentín.

En varios observatorios se superan los cincuenta meses de duración, caso de Lorca CHS y María, mientras que las demás estaciones muestran una duración de entre unos treinta y cincuenta meses. Por su parte, la intensidad durante este período es bastante acusada en la mayor parte de la cuenca, a pesar de tener menor duración que la etapa seca precedente. Pueden citarse como ejemplo los episodios secos sufridos en Murcia/Alcantarilla, con 41 meses de secuencia máxima (junio de 1993–octubre de 1996) e intensidad bastante fuerte (-2,04), y el observatorio de Topares, que registra una racha seca de 46 meses (mayo de 1993 - febrero de 1997) y una intensidad máxima de -2,71 durante el mes de julio de 1995 (cuadro 14).

A pesar de presentar este episodio seco una menor persistencia que el anterior, la magnitud, debido a su acentuación, fue, en numerosas zonas, superior. Tras el verano de 1995, uno de los más secos de todo el siglo XX, el Gobierno puso en marcha, por vía de urgencia, el denominado «*Plan Metasequía*», que incluía múltiples actuaciones de emergencia merced al desabastecimiento de agua en numerosas poblaciones españolas. Perforación de pozos, abastecimientos con aguas depuradas y construcción de desaladoras eran las operaciones preferentes (Morales Gil *et al.*, 1999).

Para completar el análisis de las secuencias secas de duración superior al año, y a fin de conseguir una mayor aproximación al conocimiento del comportamiento espacial de la sequía en este territorio, se ha estimado el porcentaje de meses implicados en estos eventos y la longitud media de las secuencias secas, rasgos también esenciales para la caracterización de este fenómeno climático extremo con origen natural (Galán Gallego, 2004) (cuadro 14).

El porcentaje de meses implicados en secuencias secas de duración superior a un año se sitúa en todos los observatorios por encima del 25 % del

total analizado, lo que supone un elevado riesgo de sequía para todo el conjunto de la cuenca del Guadalentín y un aspecto de especial relevancia a la hora de gestionar sus recursos hídricos. Una vez hecha esta precisión, se pueden establecer diferencias espaciales, de modo que son las estaciones meteorológicas localizadas en el valle, junto con la de Puentes las que muestran un mayor número de meses involucrados en secuencias secas.

Cuadro 14. Número de secuencias secas, localización espacio-temporal e intensidad máxima

	Murcia/ alcantarilla	Lorca "CHS"	Lorca "Embalse Puentes"	P. Lumbreras "CHS"	Alhama "Huerta España"	Vélez Blanco "Topares"	María
Número secuencias secas <sup>1</sup>	12	12	16	11	8	7	8
Duración total (nº meses)	247	304	336	208	196	132	269
% sobre total meses analizados	37,4	40,1	50,9	31,5	26,7	27,5	54,6
Duración media secuencia (nº meses)	20,5	25,3	21,0	18,9	24,5	18,8	33,6
Secuencia máxima (nº meses)	41	62	76	43	41	46	69
Período Secuencia máxima	jun_93- oct_96	sep_80- oct_85	jun_80- sep_86	nov_63- may_67	dic_82- abr_86	may_93- feb_97	oct_80- jun_86
Intensidad máxima	-2,04	-2,33	-3,35	-2,12	-1,80	-2,71	-3,07
Fecha (mes) intensidad máxima	Nov-1995	Ago-1996	Oct-1983	May-1966	Nov-1970	Jul-1995	Nov-1995
Déficit (%) <sup>2</sup>	38,3	40,9	61,5	46,5	34,1	56,8	71,6

(1) Se contabilizan aquellos períodos con anomalía pluviométrica acumulada negativa igual o superior al año.

(2) Anomalía pluviométrica acumulada del mes con intensidad máxima / precipitación media anual • 100.

El caso de María llama particularmente la atención, puesto que a pesar de ser una zona de alta montaña presenta también largos episodios secos. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que su período de estudio es más reducido (1964 – 2004), siendo la parte final de la serie analizada la que muestra los ciclos secos más longevos.

En cuanto a la longitud media de secuencias secas, prácticamente todos los observatorios sobrepasan los 20 meses de duración media, excepto Puerto Lumbreras y Topares (Valle Alto del Guadalentín), que quedan próximos a esa cifra.

En este territorio, los mecanismos de compensación entre ámbitos diferentes son mínimos, las secuencias secas suelen coincidir, casi siempre, en longitud; y aunque no en intensidad, ésta frecuentemente sobrepasa la profundidad -1, déficit pluviométrico bastante considerable como para permitir el alivio de situaciones más extremas en las áreas vecinas (figuras 63 a 69).

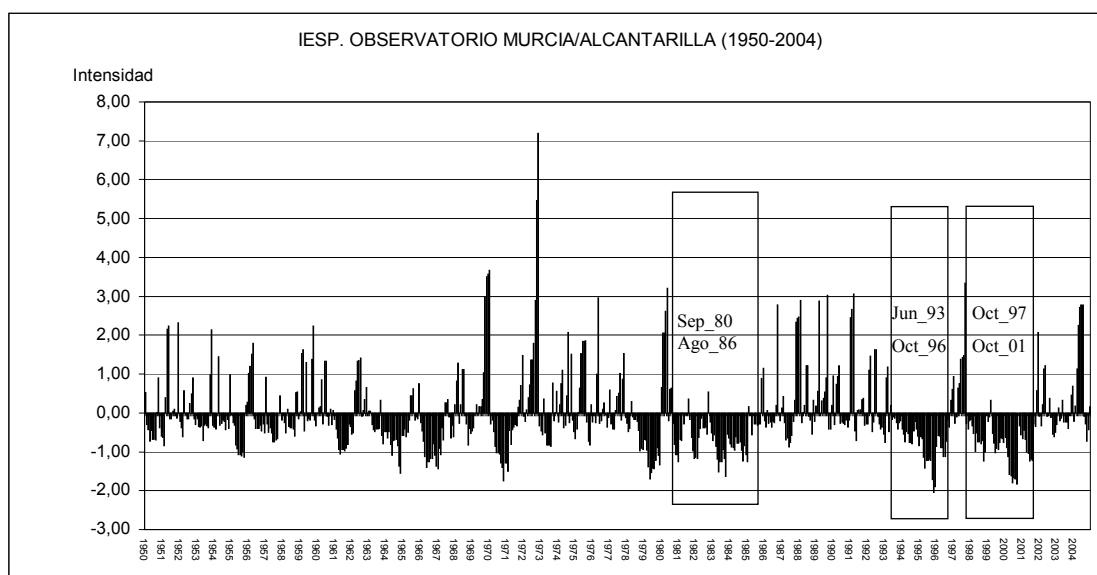


Fig. 63. Representación gráfica del IESP. Estación de Murcia/Alcantarilla

En el conjunto de la cuenca, y dentro de los períodos de análisis, la secuencia de sequía más larga se registra en Lorca “Embalse de Puentes”, con 93 meses de anomalías pluviométricas acumuladas negativas, interrumpidas por un hiato positivo en el mes de octubre de 1986. En consecuencia, este episodio seco se divide en dos períodos, uno final de 17 meses y el principal y más largo registrado en toda la cuenca, de 75 meses consecutivos negativos entre los meses de junio de 1980 y septiembre de 1986, donde, además, se aprecia la máxima intensidad de las secuencias secas máximas establecidas para cada observatorio (cuadro 14). En las demás estaciones, a excepción de Puerto Lumbreras y, sobre todo, Vélez Blanco “Topares” con hiatos de varios meses positivos, esta secuencia también aparece de forma destacada tanto en longitud como en intensidad.

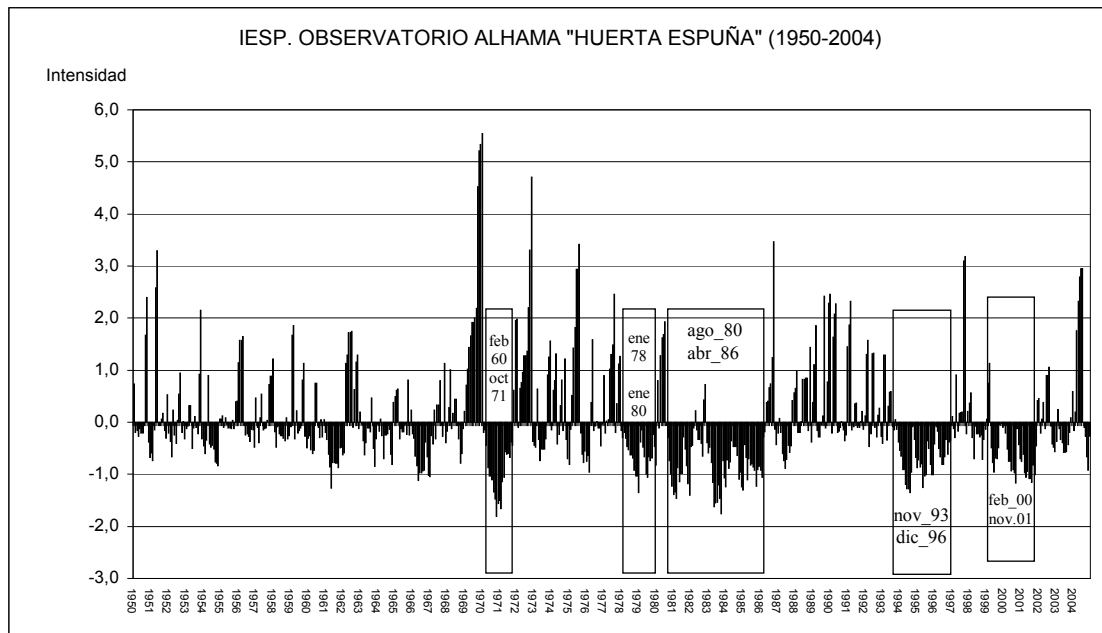


Fig. 64. Representación gráfica del IESP. Alhama "Huerta Espuña"

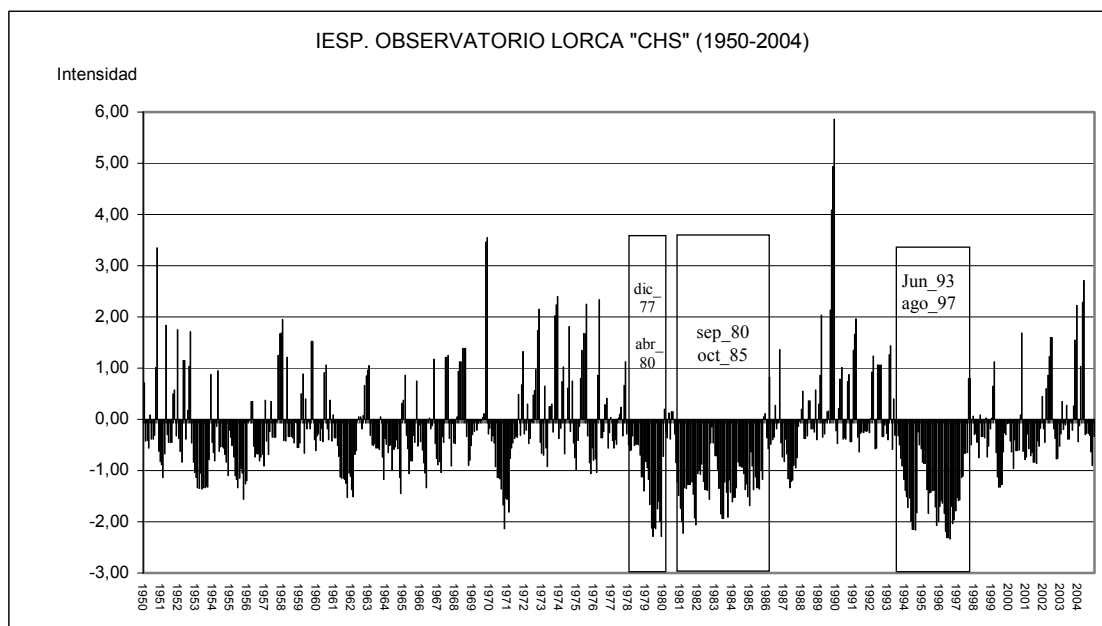


Fig. 65. Representación gráfica del IESP. Observatorio de Lorca "CHS"

En cuanto a longitud e intensidad, otro de los períodos más dilatados de intenso déficit pluviométrico, que asolaron al conjunto de la cuenca lo constituye el episodio seco de la década de los noventa. El ciclo coincide en todas las estaciones, y, en algunos casos (María, Vélez Blanco "Topares", Lorca "CHS", Murcia/Alcantarilla) la intensidad es superior a la anterior racha seca. Ambas secuencias secas se incluyen en las contundentes sequías

ibéricas de 1980-85 y 1990-96, si bien, como en el resto del Sureste Peninsular, prolongaron sus efectos, particularmente en las tierras situadas a sotavento de las borrascas frontales procedentes del Atlántico (Olcina Cantos, 2001).

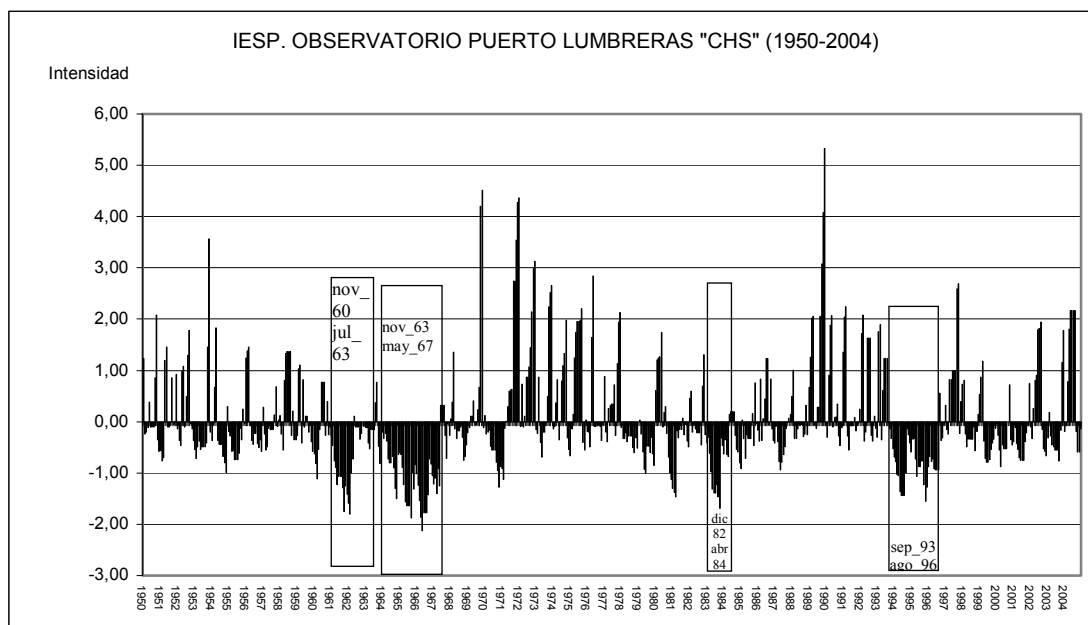


Fig. 66. IESP. Puerto Lumbreras "CHS". A diferencia de los demás, este observatorio presenta su período seco más largo en los años 60 del siglo XX

En estos períodos de indigencia pluviométrica se intercalan años con importantes reducciones de precipitación con respecto a la normal de la etapa considerada. En observatorios como el de Murcia/Alcantarilla, las lluvias durante 1995 registraron una disminución del 60,6 % (115,2 mm respecto a 292,4 mm de media); y durante el mismo año, en Lorca "CHS" se redujeron un 59,7 % (102,7 mm respecto a 255,2), en P. Lumbreras un 58,3 % (113,5 mm respecto a 271,7), en Puentes un 53,7 % (131,5 mm de 284,2), en Vélez Blanco "Topares" un 66,1 % (116,5 mm de 343,8), y en María un 57,8 % (185,0 mm de 438,7 mm de media). Para la estación de Alhama "Huerta Espuña", la mayor reducción se anota en 1983 (47,8 %), con una cuantía total de 224,5 mm y una media de 430,5 mm. Estas menguas de precipitación llegaron ya en un momento de extraordinario déficit pluviométrico acumulado en años previos, generando una situación socioeconómica y ambiental insostenible, además de numerosos conflictos políticos.



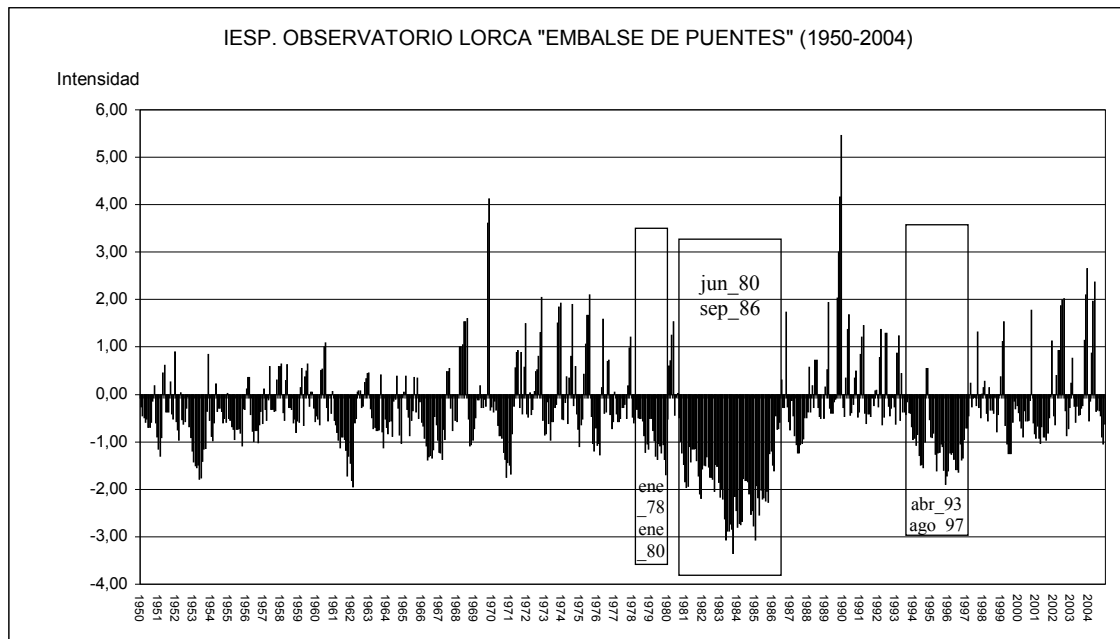


Fig. 67. IESP. Lorca "Embalse de Puentes". Destaca en este observatorio el período seco de los años 80, donde no se registran hiatos pluviométricos positivos

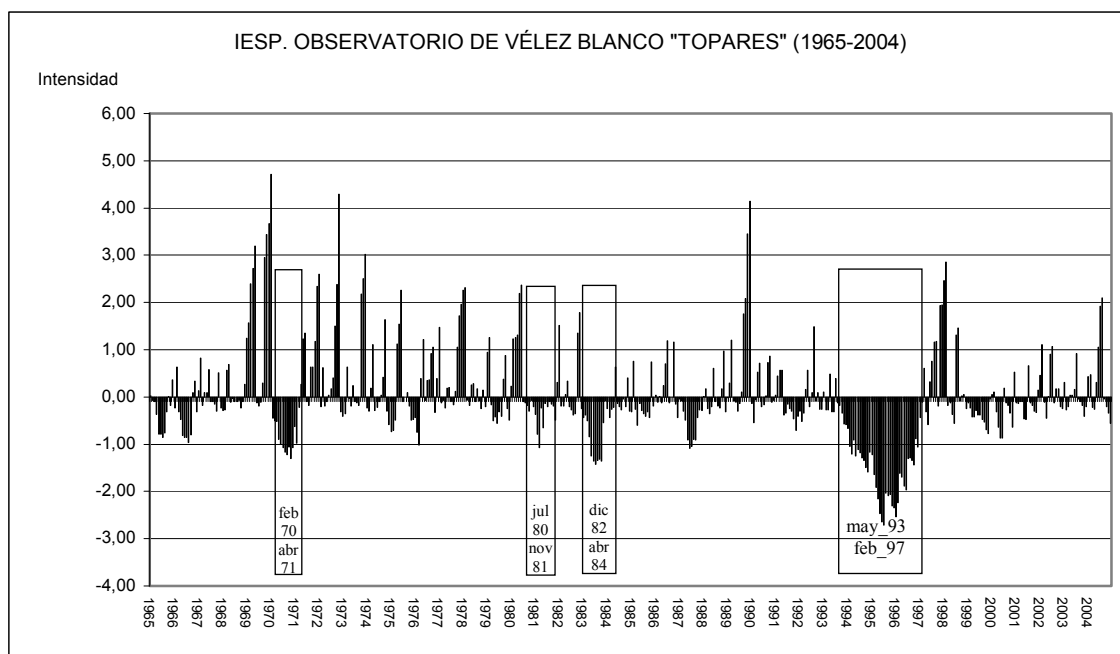


Fig. 68. IESP. Vélez Blanco "Topares". Resalta notablemente el período seco de los años 90, tanto en duración como en intensidad

La configuración de períodos secos en la cuenca del Guadalentín revela comportamientos diferentes en cuanto a duración e intensidad en los distintos observatorios. Es de destacar la estación de María, donde las secuencias secas son más largas y persistentes, si bien las intensidades son similares. Así,

una racha seca en María se traduce en varias de menor duración en el resto de observatorios.

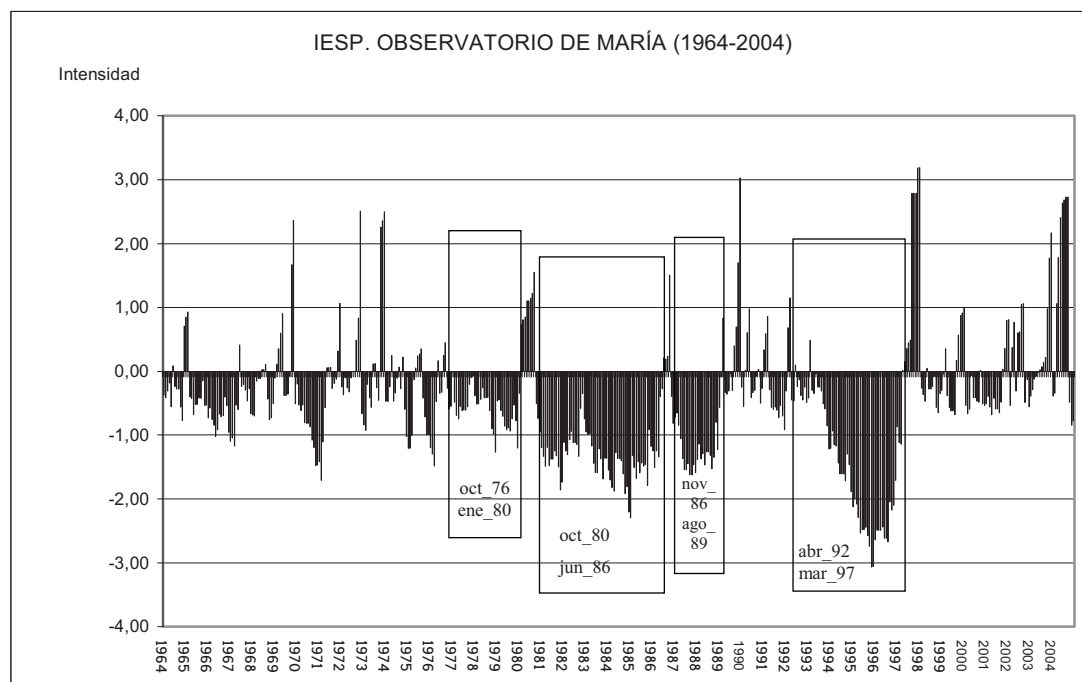


Fig. 69. IESP. Observatorio de María. Las secuencias secas presentan una duración (nº meses) superior a las que se registran en las demás estaciones meteorológicas.

### 5.3. La relación intensidad-duración de las secuencias secas

La intensidad de una sequía se puede definir como el déficit acumulado de precipitación durante el episodio seco. Por su parte, la duración es el tiempo (meses) durante el cual la precipitación registrada es inferior a la media del período analizado.

Los diagramas de intensidad-duración ponen de manifiesto tres pautas desiguales (figuras 70 a 72). En primer lugar, es reseñable el patrón observado en María, con cuatro secuencias secas de duración superior a los 30 meses, entre las que destacan, por su intensidad, las sequías de los años ochenta y noventa del pasado siglo XX.

En segundo término se observa cierta coincidencia entre los observatorios situados en el Valle del Guadalentín (Murcia/Alcantarilla, Lorca "CHS", Puerto Lumbreras "CHS" y Alhama "Huerta Espuña"), caracterizados todos ellos por la ocurrencia de dos períodos secos particularmente largos (>30 meses de duración) y otros de longitud variable pero similar intensidad. Estas

dos secuencias coinciden también con las dos últimas grandes sequías acaecidas en la Península Ibérica. Una excepción la constituye el caso de Puerto Lumbreras, donde, junto con el episodio seco de los años noventa, figura otro también importante en la década de los sesenta (entre noviembre de 1963 y mayo del 67).

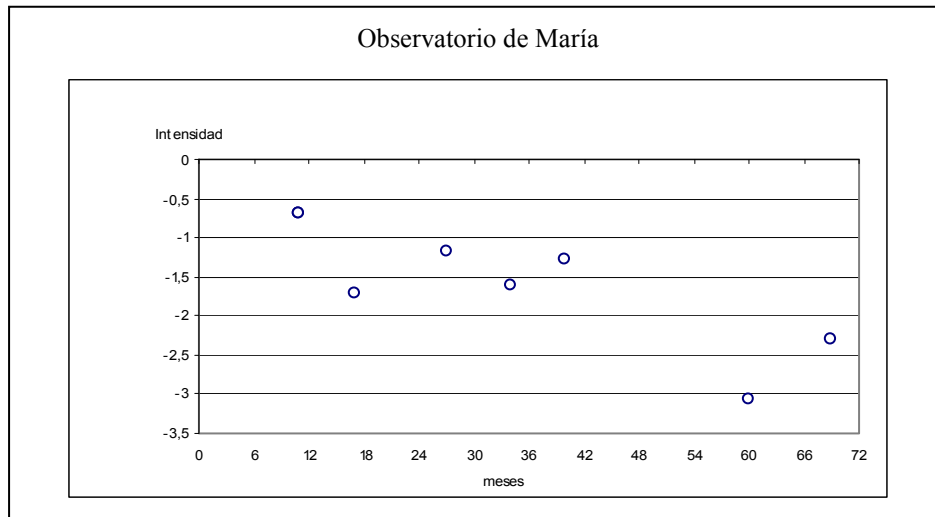


Fig. 70. Diagrama duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica en María (Patrón 1).

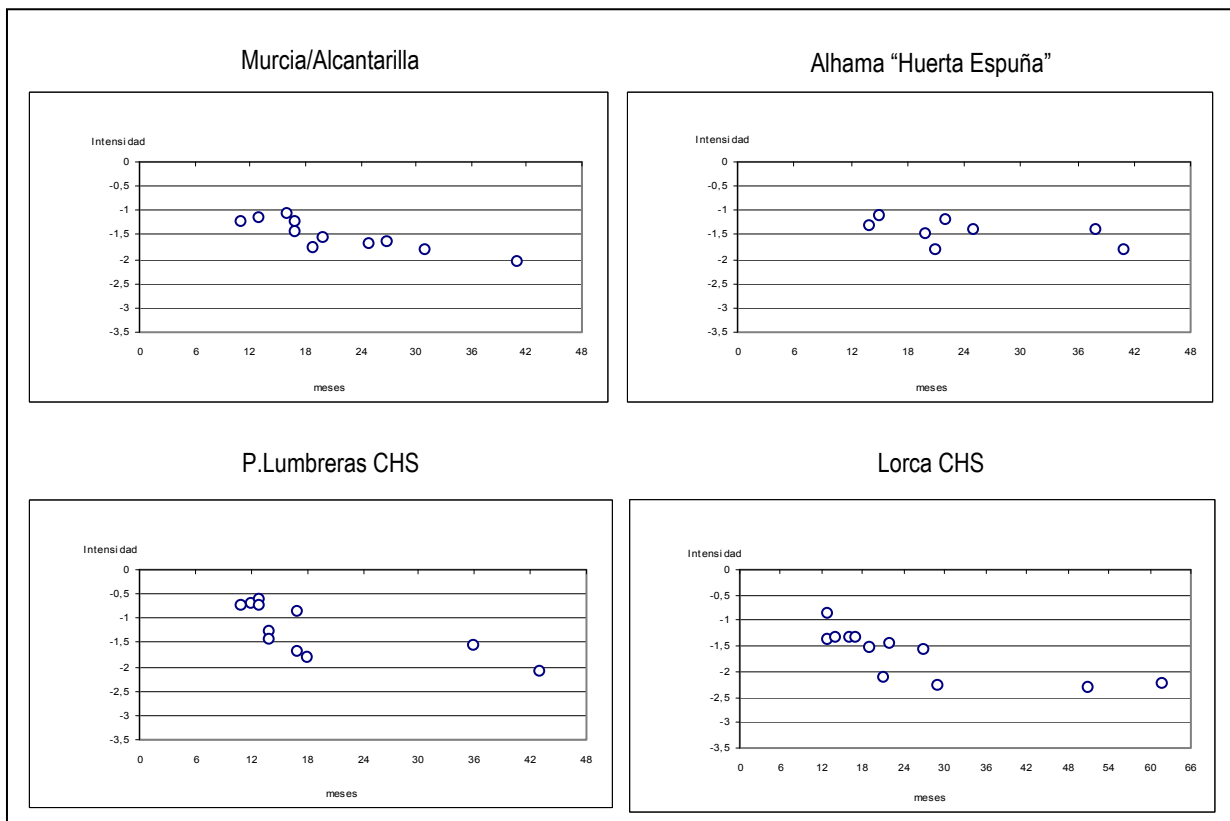


Fig. 71. Diagrama duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica (Patrón 2).

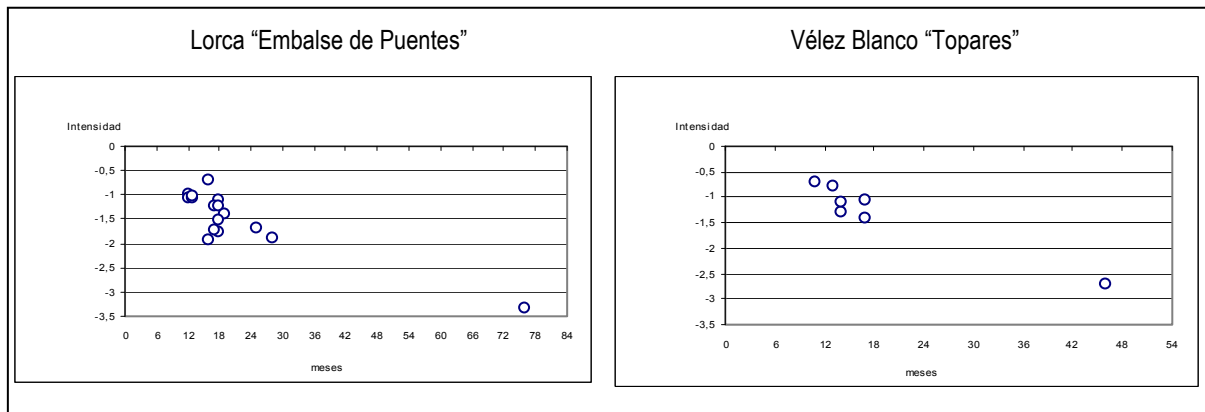


Fig. 72. Diagramas duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica (patrón 3).

Finalmente, se reconoce un tercer patrón configurado por las estaciones de Lorca "Embalse de Puentes" y Vélez Blanco "Topares". En este caso, sólo una secuencia seca supera los 30 meses, concentrándose las demás en intervalos de tiempo inferiores. En el citado embalse despunta la sequía de los años ochenta en la que se alcanza el máximo de intensidad (-3,35) del período de análisis. En la pedanía de Topares destaca, en cambio, la racha seca de los noventa, entre mayo de 1993 y febrero de 1997, con un valor Z negativo acusado (-2,70), pero menos extremo que en la citada sequía de Puentes.

## 6. PERIODOS SECOS Y DEMANDA EVAPORATIVA EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN

Una vez determinadas las secuencias de sequía pluviométrica que han afectado a la cuenca del Guadalentín desde mediado el siglo XX, establecidas a través del *IESP (Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica)*, es preciso caracterizar tales períodos secos cuantificando la demanda evaporativa y establecer su grado de importancia en distintos sectores de la cuenca. La metodología empleada incluye propuestas de reciente aplicación en el cálculo de la evapotranspiración (Hargreaves-Samani, Penman-FAO, Radiación-FAO, Blaney-Criddle-FAO, ASCE-EWRI gramíneas, ASCE-EWRI alfalfa, Penman-Monteith-FAO gramíneas,) y la realización de ajustes teóricos entre los resultados obtenidos. Los modelos para gramíneas ajustan mejor y pueden constituir un buen indicador de las exigencias hídricas de esta área, caracterizada por el predominio de herbáceas (cereales), excelentes condiciones térmicas para cultivos de alto rendimiento, pero en definitiva sometida a un fuerte estrés hídrico especialmente crítico en las etapas secas.

El presente capítulo tiene como objetivo principal comparar algunos de los modelos de estimación de la ET del cultivo de referencia, en particular los modelos estándar normalizados avalados por FAO, ASAE, ICID o ASCE, incluyendo un modelo de gran simplicidad (Hargreaves-Samani, 1995) basado únicamente en las temperaturas. Todos ellos presentan especial interés para el estudio de la demanda hídrica en el Valle del Guadalentín, zona agrícola importante de la Región de Murcia, en la que los períodos de sequía tienen como problema añadido un acusado estrés hídrico. Este hecho justifica la elección de etapas de indigencia pluviométrica para aplicar y contrastar los citados métodos.

Entre los principales cultivos del área destacan los cereales y el almendro. En el territorio murciano drenado por el Guadalentín y sus afluentes, el trigo y la cebada de secano suponen actualmente el 25,8% del total de cultivos herbáceos, mientras que el almendro no regado representa más del 38% del total de cultivos leñosos (EAR, Consejería de Agricultura y Agua,

C.A.R.M., 2006). Por su parte, en los sectores almerienses pertenecientes a dicha cuenca, la cebada constituye más del 50% de los sembrados herbáceos y el almendro más del 90 % de los leñosos (IEA, Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía, 2006). Esta agricultura se ve continuamente afectada por los bajos rendimientos ocasionados por el acusado déficit hídrico anual (en torno a 600 mm) que provocan las escasas precipitaciones (350 mm) y la elevada tasa de evapotranspiración (> 900 mm) (Sánchez Toribio *et al.*, 1996). A la escasez de recursos hídricos se suman otros factores físicos (geológicos, hidromorfológicos y edáficos) y socioeconómicos, que convierten a este territorio en un medio especialmente sensible a los procesos de degradación y desertificación (López Bermúdez *et al.*, 1995, 1999; Hernández Laguna *et al.*, 2000).

### 6.1. Antecedentes

La evapotranspiración (ET), proceso por el cual el agua se transfiere desde la superficie terrestre hacia la atmósfera (Burman *et al.* 1983), incluye la evaporación de agua líquida o sólida y las pérdidas de agua producidas por la transpiración de las plantas. En ausencia de medidas directas, se adoptan dos estrategias alternativas: i) la medida de la evaporación de una cubeta o tanque, como índice de la evaporación de la superficie de interés, y ii) su estimación mediante formulas de base física o empírica. Los principales avances en la medida de la evapotranspiración se producen con el desarrollo de los conceptos de evapotranspiración potencial (ETP) (Penman, 1948; Thornthwaite, 1948) y tasa máxima de evaporación, esta última para una superficie completamente sombreada bajo cultivo verde, sin limitación en el suministro hídrico y en ausencia de enfermedades. La ecuación de Thornthwaite adoptada en el cálculo del balance hídrico a partir de medidas realizadas en latitudes medias, con precipitaciones abundantes en verano, suele dar resultados muy por defecto en climas mediterráneos semiáridos de fuerte sequía estival (Sánchez Toribio, 1990).

El método de Penman (1948) permite evaluar la evapotranspiración a partir del balance de energía y del transporte de vapor de una superficie de

agua libre. Es un método semiempírico, de base física, fundamentado en variables que controlan directamente los procesos de evaporación (radiación solar, temperatura, humedad del aire y velocidad del viento). Montheit (1965) y Ritjema (1965) hacen extensible este método a los cultivos.

El concepto de evapotranspiración ha resultado siempre algo ambiguo en función del tipo de cubierta vegetal considerada. En los años setenta se desarrolla el concepto de “evapotranspiración de referencia” y se acuña el término “evapotranspiración potencial” (ETP). La evapotranspiración de referencia representa la ET de una superficie cubierta por vegetación específica y sirve como un índice evaporativo mediante el cual puede predecirse la ET para determinadas condiciones de vegetación y superficie, a través de la aplicación de unos coeficientes de cultivo. La ecuación de Penman modificada por Doorenbos y Pruitt (1977) da como resultado el método Penman-FAO para el cálculo de la evapotranspiración de referencia a gramíneas ( $E_{t_0}$ ) (Manual FAO-24). A pesar de su amplio uso en el cálculo de las necesidades hídricas para cultivos con sistemas de riego convencionales, esta metodología ha sido recientemente objeto de revisión (Jensen *et al.*, 1990). El método Penman-FAO tiende a sobreestimar  $E_{t_0}$ , mientras que las otras ecuaciones recomendadas en FAO-24, Radiación-FAO, Blaney-Criddle-FAO y la cubeta de Clase A-FAO muestran una correlación variable con la evapotranspiración de gramíneas en lisímetros. Asimismo, se constatan problemas e inconsistencias derivados del empleo de gramíneas bajo diferentes condiciones climáticas (Smith *et al.*, 1996).

Para ajustar las estimaciones de los métodos FAO existen numerosos procedimientos de cálculo de  $E_{t_0}$  con parámetros adaptados o modificados según condiciones específicas locales. La necesidad de comprobar la validez de estos modelos en EE.UU. llevó a la American Society of Civil Engineers (ASCE) a comparar con las medidas lisimétricas los resultados de 20 métodos de amplia difusión en el país, tomando como cultivo de referencia la alfalfa (Jensen *et al.*, 1990). Un estudio similar solicitado por la Comunidad Europea a un Consorcio de Institutos de Investigación europeos evaluó el funcionamiento de los varios métodos de cálculo de evapotranspiración con datos de diversos ensayos lisimétricos en Europa. Ambos estudios confirmaron la sobrestimación

de la  $ET_0$  por parte del método de Penman-FAO (Estudio nº 24 de la Serie FAO Riego y Drenaje) y pusieron de manifiesto el excelente comportamiento del modelo adaptado por Penman-Monteith para la FAO, tanto en climas húmedos como áridos (Allen *et al.*, 2006). Tales consideraciones ya aparecen hechas en un informe realizado por la FAO en 1990, en colaboración con la *Internacional Comisión on Irrigation and Drainage* (ICID) y la *World Meteorological Organization* (WMO). En él se recomienda la adopción del método Penman-Monteith ( $Et_0$  PM FAO) como un nuevo estándar para la evapotranspiración de referencia, incluyendo además procedimientos de cálculo revisados y normalizados en el Manual FAO Irrigation and Drainage Paper nº 56 (Smith *et al.*, 1996). La cubierta de referencia es un cultivo hipotético de gramíneas, al que se le asigna una altura de 0,12 m, una resistencia de la superficie fija de  $70 \text{ sm}^{-1}$  y un albedo de 0,23. La resistencia fijada de  $70 \text{ sm}^{-1}$  implica una superficie de suelo moderadamente seca, resultante de una frecuencia semanal de riego (Allen *et al.*, 1998; Allen *et al.*, 2006).

$$ET_0 = \frac{0,408(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

Finalmente, en 1999 el '*Evapotranspiration in Irrigation and Hydrology Committee*' del *Environmental and Water Resources Institute* (EWRI-ASCE) desarrolla una metodología estandarizada para calcular la evapotranspiración de referencia a partir de dos superficies de cultivo ( $Et_{ref}$ ): i) parcelas de herbáceas de bajo porte, similares a las gramíneas segadas ( $Et_{os}$ ), y ii) terrenos de alfalfa a plena cobertura ( $Et_{rs}$ ). El resultado es una ecuación estándar normalizada que mejora sensiblemente la transferibilidad de los coeficientes de cultivo (ASCE-EWRI, 2005).

$$Et_{ref} = \frac{0,408(R_n - G) + \gamma \frac{C_n}{T + 273} u^2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_d U_2)}$$



- $E_{t_{ref}}$  = ET del cultivo de referencia para superficies con cubierta baja ( $E_{t_{os}}$ ) o alta ( $E_{t_{rs}}$ ) en mm  $d^{-1}$ .  $R_n$  = radiación neta calculada ( $MJ\ m^{-2}d^{-1}$ )
- $G$  = flujo de calor en el suelo ( $MJ\ m^{-2}d^{-1}$ )
- $T$  = temperatura media del periodo a una altura de entre 1,5 y 2,5 m, ( $^{\circ}C$ )
- $U_2$  = velocidad media del viento ( $m\ s^{-1}$ )
- $e_s$  = presión de vapor a saturación ( $kPa_a$ ), calculada a una altura de 1,5 a 25 m, como promedio de las presiones de vapor a las temperaturas máxima y mínima
- $e_a$  = presión de vapor actual a 1,5-2,5 m de altura ( $kPa_a$ )
- $\Delta$  = pendiente de la curva presión de vapor a saturación-temperatura ( $kPa^{\circ}C^{-1}$ )
- $\gamma$  = constante psicrométrica ( $kPa^{\circ}C^{-1}$ )
- $C_n$  = constante del numerador, 900 para gramíneas, 1600 para alfalfa
- $C_d$  = constante del denominador, 0,34 para gramíneas y 0,38 para alfalfa
- Se supone un albedo de 0,23 y alturas del dosel aéreo de 0,12 y 0,50 m para gramíneas y alfalfa respectivamente.

En definitiva, la formulación para gramíneas ( $E_{t_{os}}$  PM ASCE-EWRI) se corresponde con la diseñada para el cálculo de  $E_{t_0}$  PM FAO (referencia gramíneas).

## 6.2. Metodología

Un proceso de escasez pluviométrica extrema y/o duradera se convierte en riesgo natural cuando existen afecciones de tipo socio-económico, siendo en tal sentido necesario caracterizarlo mediante parámetros cuantificables (magnitud, duración, frecuencia, velocidad de implantación, extensión y dispersión espacial) de influencia directa en los usos agrícolas. Se impone sobre todo determinar el grado de déficit pluviométrico, delimitar los episodios secos (Marcos, 2001), analizar la distribución temporal y espacial de estos periodos y, lo más importante para evaluar las necesidades hídricas durante situaciones críticas, calcular la demanda evaporativa en las etapas de mayor estrés.

La estimación de la evapotranspiración potencial o de referencia, durante periodos carentes de lluvias, se ha realizado sobre 5 estaciones representativas del territorio objeto de estudio: Lorca "CHS", Lorca "Embalse de Puentes", Puerto Lumbreras, Alhama "Huerta España" y Murcia/Alcantarilla. Los ajustes lineales entre los valores teóricos obtenidos por los diferentes métodos de ET han sido realizados en Lorca "CHS" y Murcia Alcantarilla.

Los datos utilizados proceden del archivo histórico de estaciones del INM (Centro Meteorológico Territorial en Murcia) y de la Confederación Hidrográfica del Segura (series con inicio en 1952), siendo completados a partir de 1986, y hasta el 2001, con los datos de la red de estaciones del PAR (Convenio CARM-CEBAS/CSIC). Se dispone de datos de precipitación en mm, temperatura máxima y mínima en °C, humedad relativa, máxima y mínima en % y recorrido del viento en km/día. En general, hasta el año 1986, la radiación solar ha sido calculada en función de la  $R_a$  según latitud, mientras que a partir de dicho año se han utilizado los registros directos (en  $W/m^2$ ) que proporcionan las estaciones del PAR. Las demandas evaporativas han sido calculadas mediante los métodos ya descritos de  $E_{to}$  para gramíneas ( $E_t$  de cultivos bajos) y de  $E_{tr}$  para alfalfa como cultivo de referencia, este último de gran interés por su correspondencia con las necesidades hídricas de los cultivos arbóreos. Se han calculado, asimismo, las demandas evaporativas por cuatro métodos de evapotranspiración de referencia gramíneas, calibrados y elaborados para la FAO (Penman-FAO, Radiación-FAO, Blaney-Criddle-FAO) y los modelos Penman-Monteith para vegetación baja y alta, estandarizados por FAO y ASCE. Asimismo, se adopta el modelo de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1995), menos conocido pero de indudable interés, ya que sólo requiere medidas de temperatura, de las que existe un amplio registro histórico.

$$E_{th} = 0,408 (0,0023 R_a (T_m + 17,8) \sqrt{T_x - T_n})$$

- $E_{th}$  = evapotranspiración de referencia (mm/día)
- $R_a$  = radiación global ( $MJ m^{-2}d^{-1}$ )
- $T_m$ ,  $T_x$  y  $T_n$  = temperaturas media, máxima y mínima respectivamente (°C)

### 6.3. Comportamiento de los distintos métodos de estimación de la evapotranspiración aplicados

Los modelos  $E_{to}$ ,  $E_{to}$  Penman-Monteith (modelos ASCE y FAO para gramíneas) y  $E_{th}$  de Hargreaves-Samani muestran valores de evapotranspiración media diaria muy similares, mientras que los resultados del modelo  $E_{tr}$  (ASCE para alfalfa) se aproximan más a los obtenidos con el método  $E_{toR}$  (Radiación FAO). Es de destacar pues un hecho relevante, a la

vez que útil, derivado de la comparación de tales métodos. En concreto, la similitud de los valores teóricos proporcionados por los modelos de Hargreaves y de Penman-Monteith confieren al primero una gran fiabilidad, a pesar de estar basado en funciones térmicas exclusivamente (cuadro 15).

Cuadro 15. Evaporación media diaria de los periodos secos, calculada por distintos métodos (mm/día)

Puerto Lumbreras								Murcia - Alcantarilla							
Años	Eth	Eto	Etr	Eto PM	EtoP	EtoR	Eto BC	Años	Eth	Eto	Etr	Eto PM	EtoP	EtoR	Eto BC
52-53	4,0	3,1	4,1	3,9	3,7	4,4	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-
61-62	3,8	2,9	4,0	3,5	3,3	3,9	3,7	61-62	3,6	3,1	4,0	3,4	3,3	3,8	4,0
63-67	3,8	2,9	3,9	3,5	3,4	3,9	3,9	63-67	3,6	3,1	4,0	3,4	3,3	3,8	4,0
70-71	3,3	2,7	3,6	3,3	3,2	3,9	3,7	70-71	4,0	3,6	4,5	3,9	3,9	4,5	4,7
78-79	3,2	2,7	3,5	3,3	3,2	3,8	3,8	77-79	3,6	3,2	4,1	3,5	3,4	4,0	4,3
80-81	2,7	2,8	3,6	3,2	2,9	3,1	3,1	81-84	3,8	3,3	4,2	3,6	3,5	4,0	4,3
82-84	3,1	2,6	3,5	3,3	3,1	3,7	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-
93-96	3,0	2,9	3,7	3,4	3,2	3,7	3,9	93-96	3,9	3,5	4,5	3,8	3,8	4,3	4,2
99-01	3,2	2,9	3,6	3,4	3,3	3,9	3,9	97-01	3,8	3,3	4,2	3,7	3,6	4,2	4,7
$\bar{X}$	3,4	2,8	3,7	3,4	3,3	3,8	3,8	$\bar{X}$	3,8	3,3	4,2	3,6	3,5	4,1	4,3

Eth: Hargreaves-Samani  
 Eto: ASCE – EWRI gramíneas  
 Etr: ASCE – EWRI alfalfa  
 EtoPM: Penman-Monteith-FAO, gramíneas  
 EtoP: Penman-FAO  
 EtoR: Radiación-FAO  
 EtoBC: Blaney-Criddle-FAO

Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones, Blaney-Criddle-FAO, Radiación-FAO y Etrs (ASCE alfalfa) ofrecen valores más elevados de ET, especialmente en los meses de verano. Sánchez-Toribio (1990) comprobó una sobrestimación por parte de los modelos de Radiación-FAO y Blaney-Criddle-FAO en relación con las medidas lisimétricas realizadas en el Bajo Guadalentín.

La evolución mensual de Eto PM y de las precipitaciones de los distintos periodos secos (figura 73) manifiesta líneas de tendencia que se mantienen constantes en ambos parámetros. La década 78-88 constituye el periodo seco más largo, sin embargo, el bienio 94-95, el más seco de todo el registro histórico, presenta valores de evaporación por encima de la media.

Al relacionar los valores teóricos de los modelos utilizados, llama particularmente la atención el excelente ajuste de Eth, basado sólo en la

temperatura, con los métodos de base física Eto, Penman-Monteith y Etr, con  $R^2$  de 0,99, 0,989 y 0,985 respectivamente, y pendientes de la recta de regresión muy próximas a la unidad (Alcantarilla). Los cálculos realizados en Lorca también resultan muy buenos, con  $R^2$  superiores a 0,95, aunque con pendientes más alejadas de la unidad (figura 74).

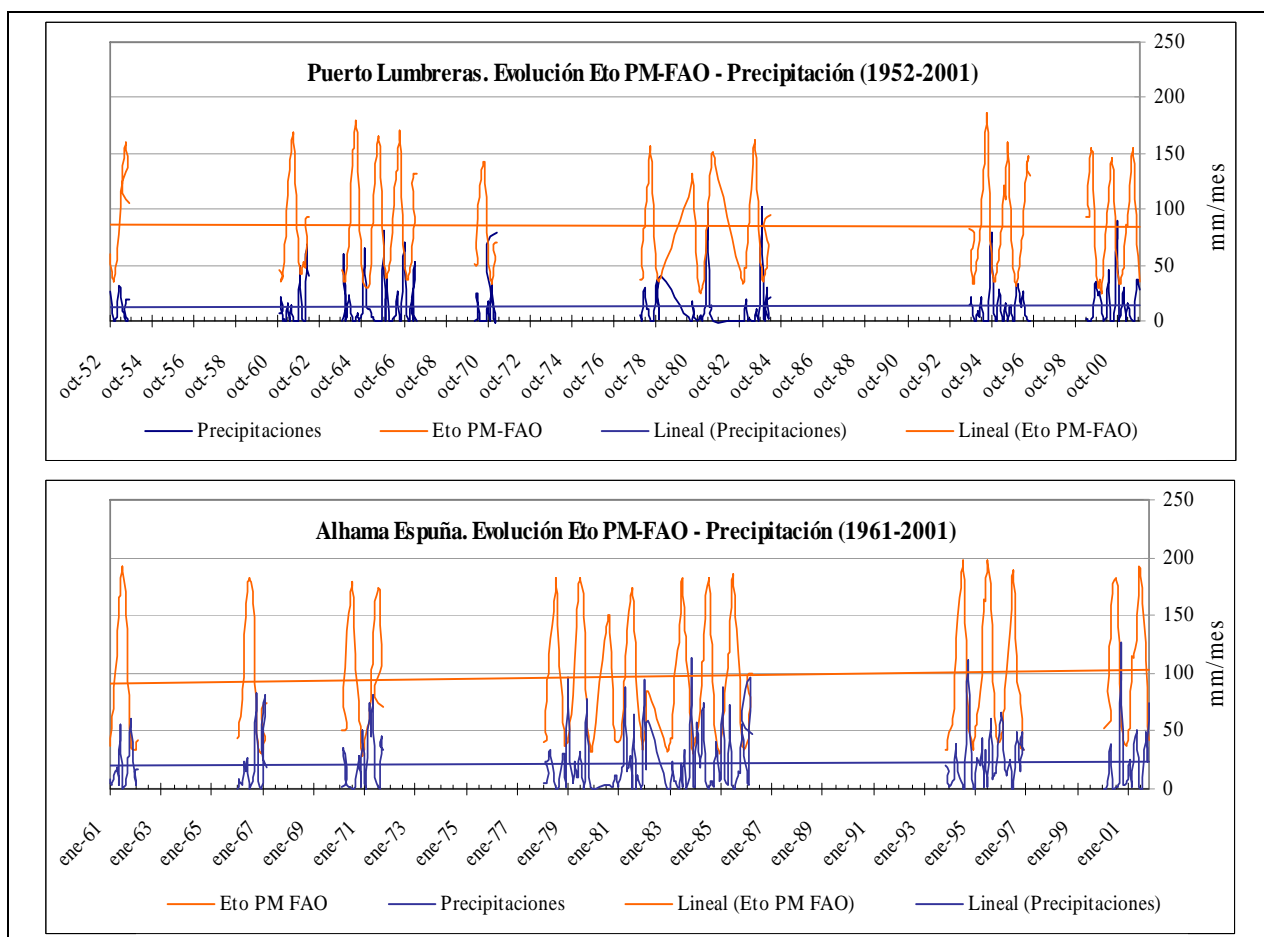


Fig. 73. Evolución Eto PM-FAO y precipitaciones durante diferentes periodos de sequía. Observatorios de Puerto Lumbreras (1952-2001) y Alhama "Huerta España" (1961-2001). Representación de líneas de tendencia.

Como era previsible en relación con los coeficientes aplicados para ASCE y FAO, de referencia gramíneas, los métodos Eto y Eto PM presentan los mejores ajustes con  $R^2$  de 0,997 (Alcantarilla) y de 0,991 (Lorca) (figura 75). Hay que tener en cuenta que se trata de una zona con vientos flojos, del orden de 1 m/s durante casi todo el año, por lo que la evapotranspiración está fuertemente determinada por la componente energética de la ecuación de combinación.

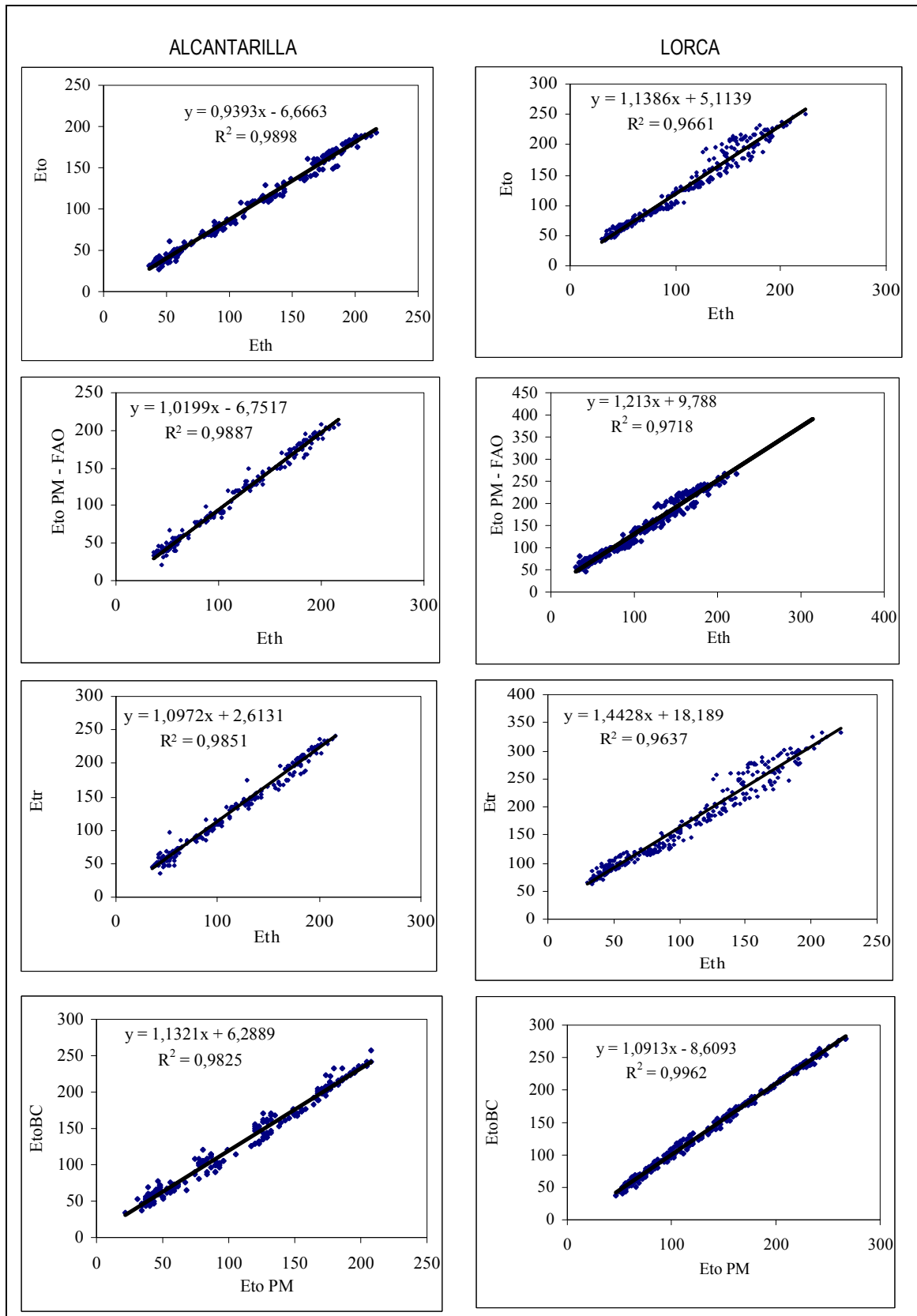


Fig. 74. Relación entre Eth y Eto; Eth y Eto-PM; Eth y Etr.; y Eto y Eto BC (mm/mes).

La demanda evaporativa presenta valores muy elevados en periodos secos, con una línea de tendencia marcadamente ascendente, determinada por la energía solar y la presión de vapor, dependiente de la temperatura y de los porcentajes de humedad (figura 76).

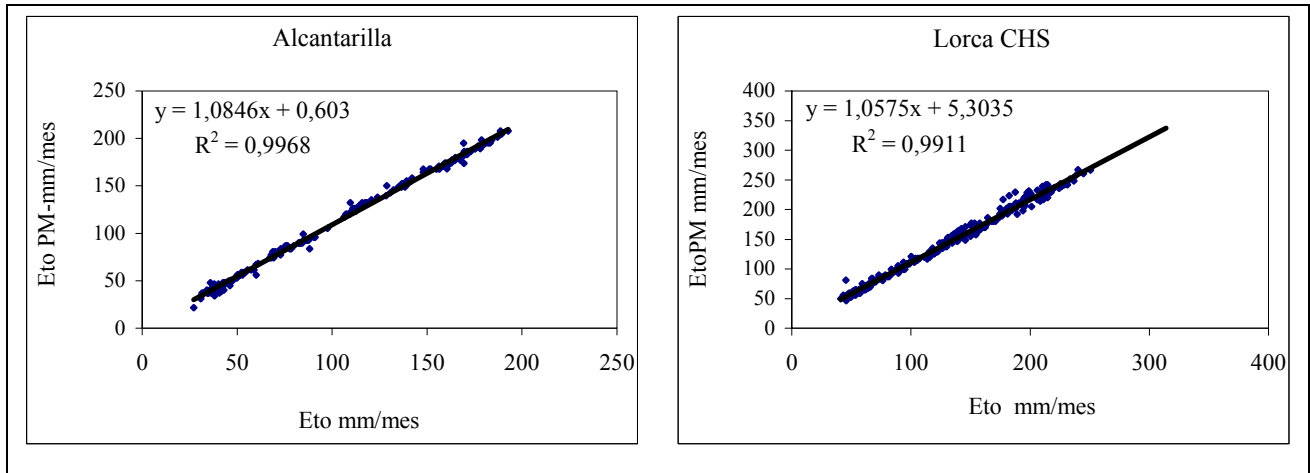


Fig. 75. Relación entre Eto - ASCE y Et PM - FAO (referencia gramíneas).

En resumen, los mejores resultados se obtienen con los modelos para gramíneas (Eto-ASCE y Eto Penman-Monteith-FAO) no considerando por el momento necesario la adopción de dos estándar, uno para vegetación baja (12 cm) y otro para vegetación alta (50 cm), al menos en la Región de Murcia y en España, donde existe una fuerte implantación de los modelos de referencia gramíneas: EtoPenman-FAO y Eto Penman-Monteith.

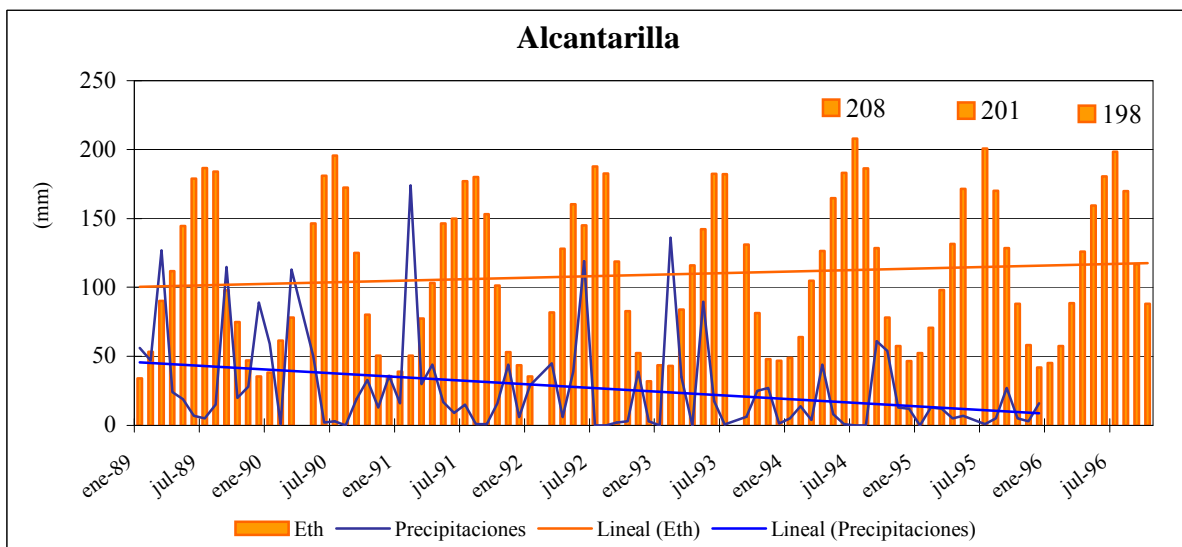


Fig. 76. Comparación Eth y precipitaciones considerando un periodo seco (1994-95) tras otro lluvioso (1989-1993)

Resulta también de gran interés la aplicación del modelo Eth (Hargreaves-Samani) por su simplicidad, ya que sólo con valores de temperaturas consigue resultados mucho más precisos que el tradicional método de Thornthwaite, que infravalora la Eto hasta un 40 % según medidas lisimétricas en el Valle del Guadalentín (Sánchez Toribio *et al.* 1989).

La sequía pluviométrica y, por lo tanto, hídrica se ve agravada por la concurrencia de una mayor demanda evaporativa durante estas fases secas. El aumento de la evaporación en la extensa superficie de agua que suman dentro de esta cuenca los numerosos embalses de regulación, pequeñas presas y diques de retención (con almacenamiento eventual de agua) y balsas de riego implicaría una merma considerablemente mayor de los recursos almacenados, de la que se vería muy perjudicado el riego por goteo de los ya abundantes cultivos forzados.

Junto a la escorrentía, la evaporación constituye una de las mayores pérdidas en el balance de agua en regiones áridas y semiáridas. Diferentes técnicas agronómicas, entre ellas el recubrimiento del suelo con materiales naturales (cubiertas vegetales, pajas, etc.) o industriales (plásticos), contribuyen sensiblemente a la retención de una mayor cantidad de agua, que queda a disposición de las raíces de las plantas.

Según López Bellido (1998), entre las técnicas agronómicas que mejoran la eficiencia del uso del agua en la agricultura, sobre todo de secano, destacan: la elección apropiada del calendario de cultivos, que puede ser diseñado más eficazmente explotando de forma adecuada el potencial climático; elegir una densidad de planta óptima para mejorar el aprovechamiento del agua por la planta (en general, las altas densidades aprovechan mejor el agua que las bajas); y el mantenimiento de los residuos del cultivo sobre la superficie del suelo, que incrementa el almacenamiento de agua.

#### **6.4. Algunas consideraciones finales**

Los resultados obtenidos con modelos de estimación ET basados en referencias gramíneas y alfalfa (FAO, ASAE y ASCE) presentan una gran

adecuación con los obtenidos por lisímetros en el Valle del Guadalentín. Todos ellos muestran un buen ajuste teórico, sobre todo cuando el ajuste se hace relacionando modelos que manejan referencias de cultivo semejantes. No obstante, llama la atención el excelente ajuste que ofrece el modelo Eth (Hargreaves-Samani), de función exclusivamente térmica, con los métodos de base física Eto, Penman-Monteith y Etr. Ésta es una conclusión de especial interés para el estudio de demanda evaporativa en zonas que sólo disponen de información termo-pluviométrica. De hecho, su simplicidad y fiabilidad puede llevar, al menos en el Valle del Guadalentín, a una aplicación generalizada y proporcionar en este caso una caracterización detallada de las necesidades hídricas por sectores de vega. Utilizando este modelo para un período lluvioso (1989-93) seguido de otro seco (1994-95) en la estación de Alcantarilla (Valle Bajo del Guadalentín) se comprueba que la tasa anual de evapotranspiración aumenta progresivamente en relación inversa a la precipitación, aunque no a igual ritmo. La demanda evapotranspirativa se incrementa en menor proporción que disminuye la precipitación, pero sin duda ambas tendencias representan un extraordinario aumento del déficit hídrico que culmina en el año de mayor intensidad de la sequía.

El problema se agrava cuando se analiza la evolución de la evapotranspiración en relación con la precipitación. Considerando los valores obtenidos por el método Eto PM-FAO para los meses de enero durante el período enero 1961 – enero 2001 se observa que las precipitaciones varían poco, anotándose incluso un ligero incremento en los últimos años; en cambio, la demanda evaporativa sí experimenta una clara tendencia al alza en las etapas secas. En definitiva, parece que se esté asistiendo en el Valle del Guadalentín a una intensificación del déficit hídrico durante los episodios de sequía, no sólo en época estival sino también a lo largo del resto de estaciones.



## 7. POSIBLES PATRONES DE TELECONEXIÓN POTENCIADORES DE EPISODIOS DE SEQUÍA EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN

Los avances conceptuales en Climatología, a partir del último tercio del siglo XX, sitúan a esta ciencia en una posición que puede calificarse de preeminente entre las ciencias naturales, por su centralidad en el conjunto de ellas, y con conexiones estrechas con las ciencias sociales. Tal situación se ha conseguido con la asunción definitiva del concepto de *sistema climático* como sistema complejo compuesto por varios subsistemas: atmósfera, hidrosfera, litosfera, biosfera y criosfera, íntimamente conectados. De hecho, el sistema climático así definido puede asimilarse al sistema natural. Si hasta los años 60 del siglo anterior se consideraba que el clima tenía que ver casi exclusivamente con el comportamiento estructural de la atmósfera, actualmente se asume que las restantes componentes del medio tienen una participación decisiva en las características definidoras de los climas y en el propio devenir coyuntural de la atmósfera o tiempo meteorológico.

En este sentido, hace “sólo” 40 años que Bjerknes (1966) relacionó inteligentemente El Niño, como fenómeno oceanográfico, con la Oscilación del Sur o célula atmosférica de Walter. Con clara vinculación a este hecho, surge otro de los términos clave, el de *teleconexión*, o patrón de variabilidad de baja frecuencia, que concreta las estrechas relaciones existentes entre los subsistemas del sistema climático y entre regiones distantes. La búsqueda de patrones de teleconexión y de correlaciones entre sus índices y los valores de los diferentes elementos climáticos constituye en nuestros días una de las líneas de investigación de vanguardia en la Climatología mundial (Martín Vide, 2007).

De hecho, la aparición y gravedad de periodos húmedos y secos en la vertiente mediterránea española, y concretamente en el SE Peninsular, parecen estar relacionadas con tres patrones principales de variabilidad de baja frecuencia:

- Episodios de El Niño (ENSO)
- Fenómeno de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO)
- Otras posibles influencias. La Oscilación del Mediterráneo (WeMO)

Evidentemente, todavía hay muchas incertidumbres referentes a la evolución del clima y en particular al futuro de las precipitaciones; por ello se plantea la necesidad de validar los modelos de simulación aplicables en la predicción pluviométrica a diferentes escalas temporales. Estas predicciones pueden basarse en consideraciones estadísticas, teniendo en cuenta las relaciones entre el clima a escala regional y los flujos de gran escala, o la temperatura superficial del mar.

En este capítulo se correlaciona el IESP (*Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica*), empleado para determinar el inicio, fin e intensidad de los episodios secos en la cuenca del Guadalentín, con los índices que definen los patrones de variabilidad de baja frecuencia supuestamente relacionados con la pluviometría de esta área. Estos índices —SOI, NAOi y WeMOi—, al igual que el IESP, han sido estandarizados, lo que hace posible extraer resultados comparativos. A los valores obtenidos se les ha aplicado un suavizado de bandas para su representación gráfica (media móvil mensual 7), con el fin de visualizar su evolución temporal de manera laxa y reconocer posibles cambios de tendencia.

## **7.1. El Niño/La Oscilación del Sur (ENSO) ¿Influencia en la manifestación de episodios secos en la cuenca del Guadalentín?**

### *7.1.1. Consideraciones generales*

Constantemente oímos hablar de El Niño y La Niña, y de sus efectos sobre el clima mundial. Como se sabe, este fenómeno afecta sobre todo al Hemisferio Sur y aún está por ver su grado exacto de influencia sobre las condiciones climáticas del Norte. Aunque este fenómeno, llamado Oscilación del Sur, se conoce desde hace muy poco tiempo, en realidad es un ciclo que lleva produciéndose en la Tierra durante muchos siglos. Según la fase de la Oscilación del Sur, las condiciones climáticas, y en particular la distribución media de temperatura y precipitación, variarán no sólo en el Pacífico Tropical sino también en regiones lejanas del mundo, incluyendo las latitudes del norte. Estas variaciones también pueden inducir episodios extraordinarios de sequías e inundaciones. Durante los episodios de El Niño, las temperaturas en el

Pacífico Este aumentan, así como la evaporación y la precipitación, mientras se registran unos valores más bajos de lo normal en el lado occidental del Océano. La Niña crea la situación contraria. Para saber si está ocurriendo El Niño, La Niña o una fase neutral, así como su magnitud, se utilizan distintos índices, entre ellos el SST, que mide las diferencias de temperatura superficial del Océano Pacífico Tropical, y el SOI (*Índice de Oscilación del Sur*), que indica las diferencias de presión atmosférica entre las costas del este y del oeste de los continentes australes. Tales índices son muy comúnmente utilizados para formular predicciones climáticas en general, incluyendo la valoración de episodios extremos probables.

El ser humano está expuesto a las variaciones climáticas, siendo en muchos casos especialmente vulnerable a ellas, pero al mismo tiempo provoca, mediante su actividad, alteraciones locales en la atmósfera y océanos que pueden afectar al clima global. El Niño representa uno de los ejemplos más claros de la estrecha interacción océano-atmósfera que, si bien se configura en las latitudes ecuatoriales del océano Pacífico, altera las condiciones medioambientales normales del dominio intertropical y sus impactos asociados terminan afectando a todo el planeta. El fenómeno de El Niño constituye, por este hecho, un foco de atención permanente en la comunidad científica, así como en toda la sociedad, donde los medios de comunicación lo han divulgado extensamente. Por otra parte, la rápida sucesión de episodios cálidos de ENSO (*El Niño/Oscilación del Sur*) desde 1970 hasta la actualidad y las numerosas anomalías climáticas asociadas a él han suscitado nuevos niveles de interés entre los usuarios potenciales de este tipo de información (compañías de seguros, ministerios, comerciantes, corredores de Bolsa, compañías eléctricas, etc.) (Capel Molina, 1999). La OMM define El Niño de una forma general como el calentamiento anómalo del agua oceánica frente a las costas occidentales sudamericanas, acompañado habitualmente de fuertes lluvias en las regiones costeras del Perú y Chile. Capel Molina (1999) lo define de un modo más preciso como el *calentamiento anómalo de la superficie del mar (+2 °C) sobre los valores normales durante un periodo por lo menos de cuatro meses, a lo largo de la línea ecuatorial en los sectores central y oriental del Pacífico tropical. Este calentamiento anómalo de la superficie del mar está asociado a*

una vasta fluctuación de la presión atmosférica (*Oscilación del Sur*) entre ambos flancos (*este-oeste*) del océano.

La ocurrencia de El Niño no es periódica sino cíclica, y su frecuencia de aparición varía, según los autores, con intervalos de entre 3 y 8 años (Chávez, 1987), 3 y 16 años (Lagos, 1997), 2 y 12 años (Rossel *et al.*, 1997), 2 y 7 años (Nash, 1998), 4 y 7 años (Glantz, 1997),... En los últimos cincuenta años, América del Sur se ha visto afectada por diez episodios del Niño. La relación de los periodos de ocurrencia de este fenómeno y del Antiniño (La Niña), calculada por el Centro de Análisis Climático de la NOAA (*Nacional Oceanic Atmospheric Administration*), refleja asimismo la estrecha relación existente entre su inicio y los valores negativos del IOS (*Índice de Oscilación del Sur*).

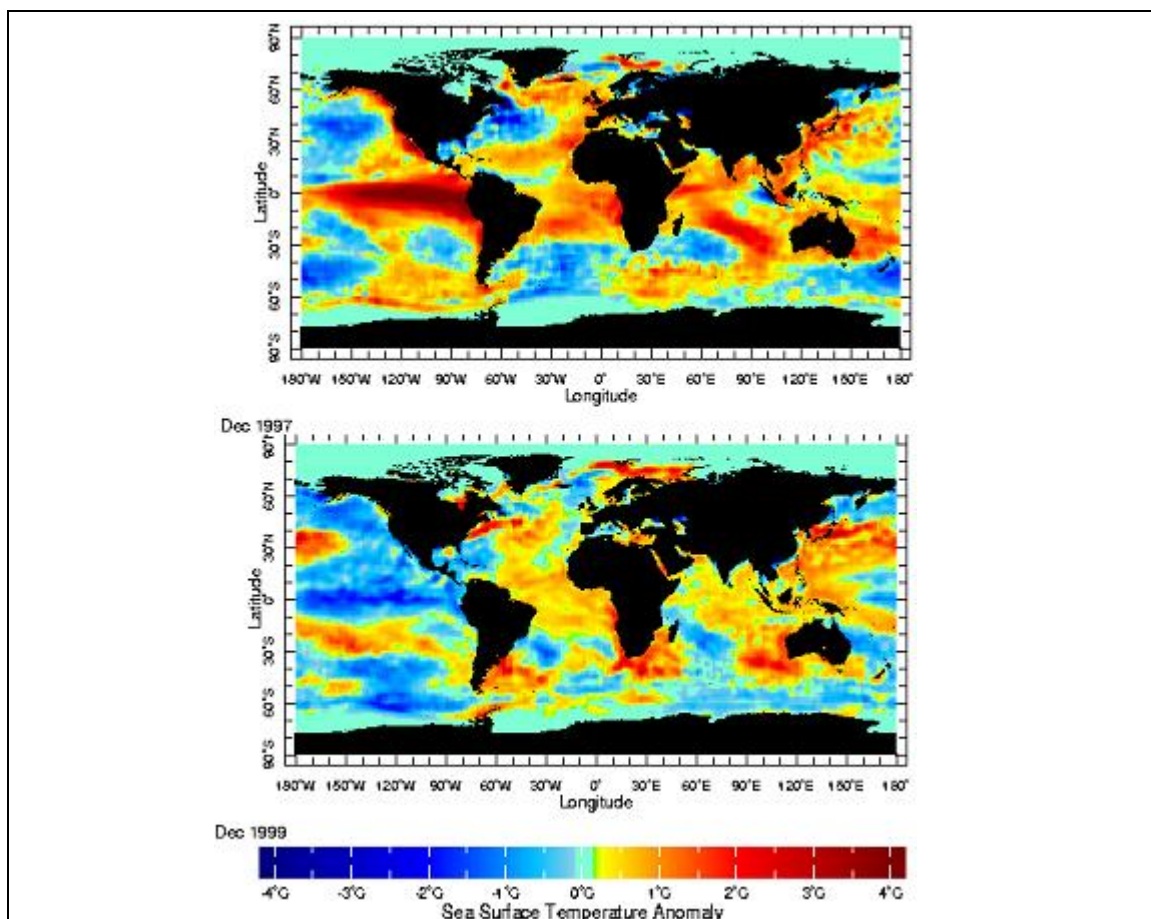


Fig. 77. Anomalías en la temperatura de la superficie marina durante episodios de El Niño y La Niña. NOAA NCEP EMC CMB GLOBAL. Anomalía de la temperatura mensual de la superficie del mar dic. 1997 y dic. 1999 (grados Celsius). Los dos mapas representan las diferencias de temperatura de la superficie del océano en el episodio de El Niño (figura superior) y de La Niña (figura inferior). Fuente: Environmental Science Published for Everybody Round the Earth Educational Network on Climate. Disponible en <http://www.atmosphere.mpg.de>

Los eventos que alcanzan magnitudes extraordinarias, como el de 1982/83, suponen una gran catástrofe para numerosos territorios (Rodríguez *et al.*, 1993); hasta el episodio de 1997/98, el anteriormente citado estaba considerado como el episodio más intenso del siglo.

El impacto del Niño a escala mundial se ha señalado como una conexión entre el calentamiento anómalo de las aguas superficiales en el Pacífico ecuatorial y el clima alrededor del mundo (Glantz, 1997). La mayor parte de las variabilidades interanuales observadas en el mundo intertropical y una parte significativa de la variabilidad del clima extratropical de ambos hemisferios están relacionadas y enlazadas con el fenómeno ENSO (Trenberth, 1997).

Cuadro 16. Años de ocurrencia de El Niño y La Niña desde 1950

Periodo	Duración	Intensidad (IOS)	Clasificación
El Niño			
Jul 1951 – Abr 1952	10	-0,96	Moderado
Ago 1957 – Mar 1958	8	-0,95	Fuerte
Abr 1965 – Mar 1966	12	-1,16	Fuerte
Ene 1969 – Oct 1969	10	-0,84	Débil
May 1972 – Feb 1973	10	-1,35	Fuerte
Jul 1976 – Abr 1978	22	-0,96	Moderado
May 1982 – Abr 1983	12	-2,53	Muy fuerte
Nov 1986 – Oct 1987	12	-1,54	Moderado
Mar 1991 – Ago 1992	17	-1,36	Fuerte
La Niña (Antiniño)			
May 1955 – Ago 1956	16	1,07	
Mar 1964 – Oct 1964	8	0,80	
Sep 1970 – Oct 1971	14	1,25	
Nov 1973 – Oct 1974	12	1,54	
Mar 1975 – Mar 1976	13	1,54	
Jul 1988 – Jul 1989	13	1,28	

Fuente: Centro de Análisis Climático de la NOAA (Capel Molina, 1999)

Aunque existe una gran incertidumbre sobre las causas y origen del Niño, una vez que el fenómeno oceánico-atmosférico se manifiesta, sus impactos se producen en diversos y muy distintos escenarios del planeta. Hasta comienzos de la década de los ochenta del siglo anterior se creía que su

impacto era regional, pero la ocurrencia del episodio 1982/83 puso de manifiesto la existencia de conexiones a escala mundial. Sin embargo, su posible impacto en latitudes templadas y frías posee un alto grado de escepticismo (Capel Molina, 1999). El efecto inducido por el Niño parece ser más eficaz en el continente norteamericano que en Asia y Europa. En España, concretamente, las investigaciones al respecto no son numerosas. Quereda Sala y Montón (1994) relacionaron las lluvias intensas en Valencia con este fenómeno, mientras que Laita Ruiz de Asúa (1998) determina que los años de extremo cálido (El Niño) fueron más lluviosos que la media y los años siguientes a extremo frío (La Niña) fueron años especialmente secos. Rodó *et al.* (1997) establecen una correlación climática entre El Niño y La Niña y los periodos de sequía y de fuertes precipitaciones producidos en la Península Ibérica. La metodología consiste, *grosso modo*, en comparar los registros pluviométricos de distintas estaciones meteorológicas españolas con el carácter que, en el mismo periodo, adquirieron aquellos fenómenos. Sus correlaciones detectan una relación entre episodios de sequía en España y El Niño, mientras que las lluvias se relacionan con La Niña.

Rocha (1999) realizó un estudio de correlación entre el ENSO y la precipitación en la Península Ibérica. Obtuvo resultados como los apuntados por Rodó *et al.* (1997), es decir, asociaciones equinociales, sobre todo en meses de primavera. Además, indicó que la correlación máxima ocurre con un desfase de 3 a 6 meses. La influencia del ENSO en la precipitación de otoño fue también detectada por Mariotti *et al.* (2005), en el suroeste de Europa y norte de África. Estos autores indican que la disminución de precipitación puede deberse a que el ENSO favorece la propagación de ondas de Rossby hacia el noreste europeo, en respuesta al calentamiento del océano Índico.

#### *7.1.2. La relación fenómeno ENSO - episodios secos en la cuenca del Guadalentín*

A pesar de la incertidumbre que encierra la relación entre el fenómeno ENSO y la precipitación en la Península Ibérica —correspondencia todavía en fase de estudio científico—, parece existir, aun con cierto retraso y no en todos los casos, cierta relación entre episodios de sequía en el SE Peninsular

(cuenca del Guadalentín) y fases del SOI (*Índice de Oscilación Sur*) negativo, es decir, ciclos del Niño (figuras 78, 79 y 80).

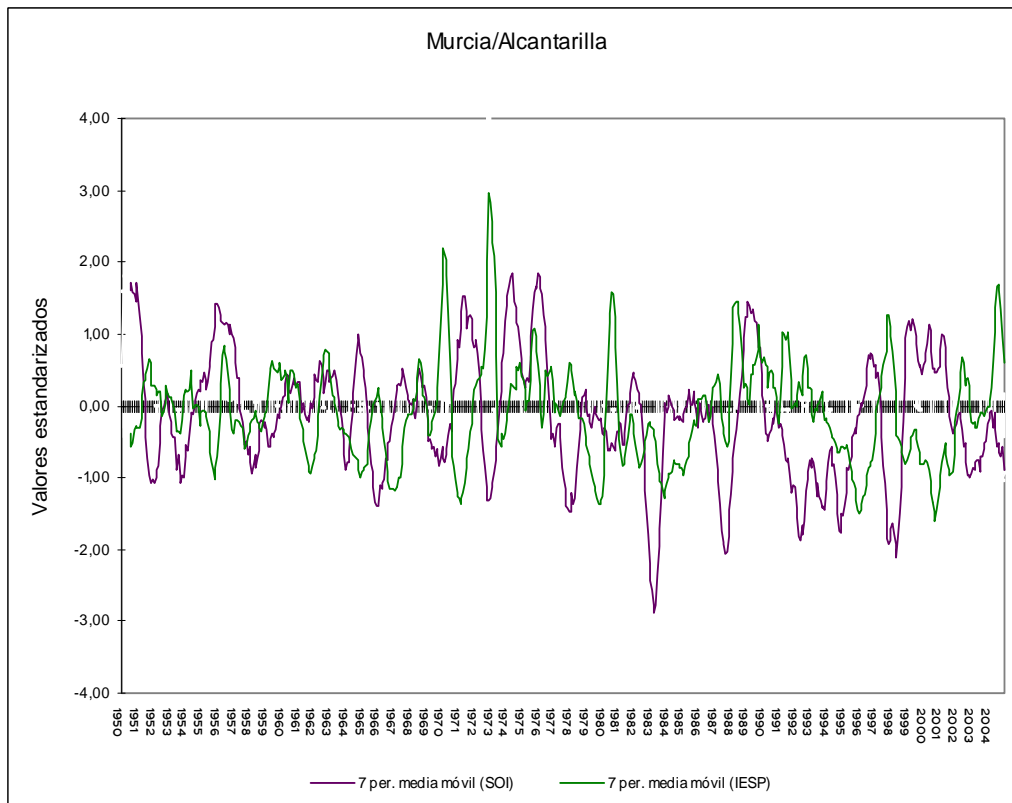


Fig. 78. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla y SOI (índice de Oscilación Sur) (periodo 1950-2004)

La comparación de los valores mensuales que adoptan los índices SOI e IESP en la cuenca del Guadalentín ofrece resultados muy llamativos. Desde mediados del siglo anterior, y a escala mensual, un evento del Niño conlleva un episodio seco en este territorio. Estas sucesiones de meses con índice pluviométrico negativo son más prolongadas cuanto más dilatadas son las fases del Niño. Sin embargo, las intensidades de ambos indicadores no siempre se corresponden entre sí.

Por otro lado, al igual que apuntan otros autores (Rodó *et al.*, 1997 y Rocha, 1999), existe cierto desfase temporal entre la aparición de un índice SOI negativo y valores IESP por debajo de 0. Este desfase temporal es variable, si bien no excede de los 14 meses y tampoco desciende de los 4 meses.

Las caídas más fuertes del Índice de Oscilación Sur anteceden a bajadas moderadas del IESP, mientras que los altibajos menos significativos de

ambos índices suelen situarse dentro del mismo rango (1 a -1) manteniendo intensidades parecidas.

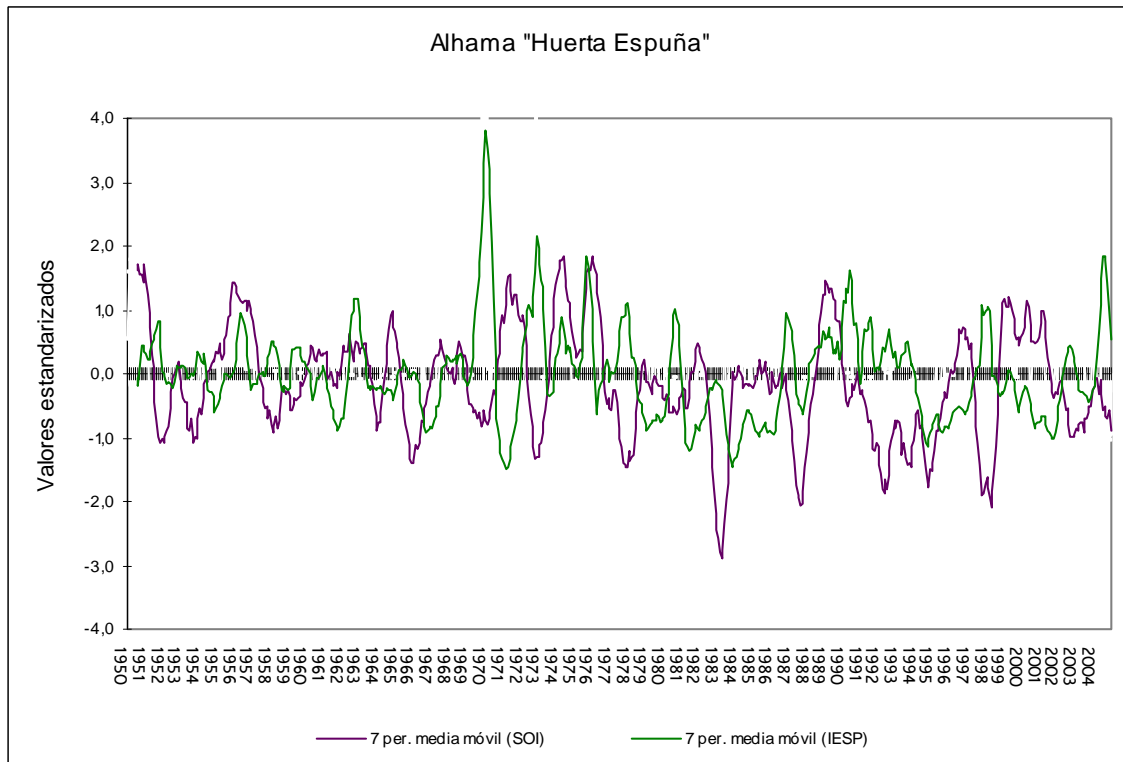


Fig. 79. Evolución del IESP para el observatorio Alhama "Huerta España" y SOI (índice de Oscilación Sur) (periodo 1950-2004)

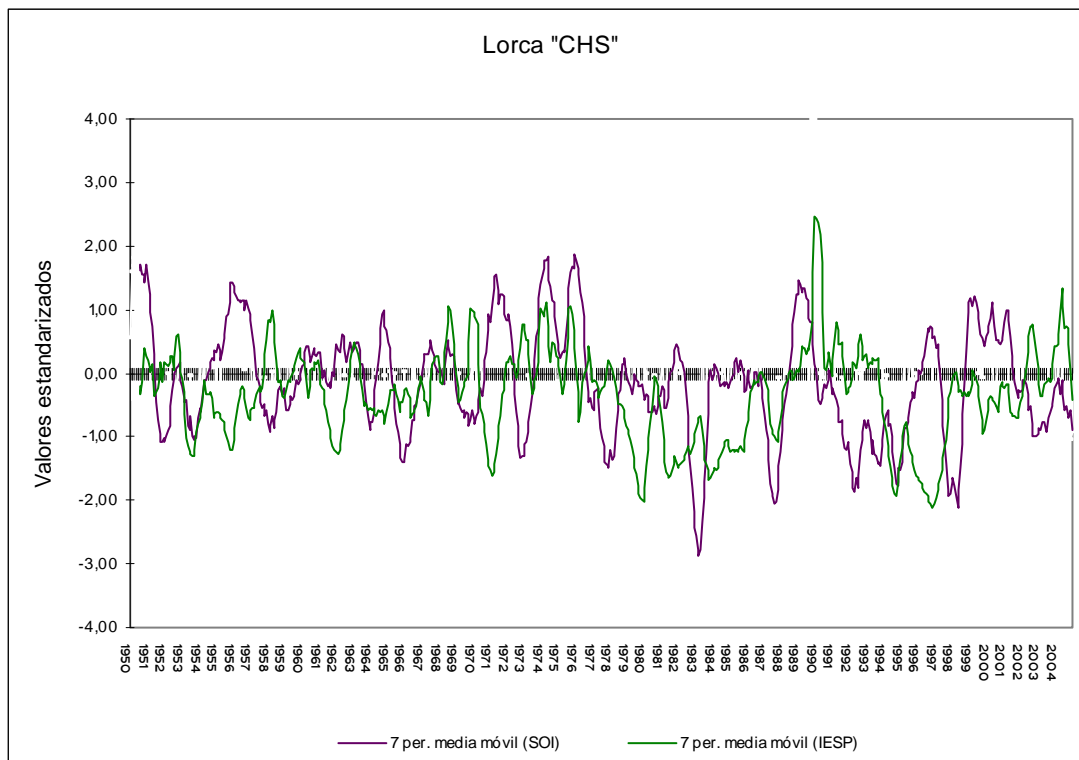


Fig. 80. Evolución del IESP para el observatorio Lorca CHS y SOI (índice de Oscilación Sur) (periodo 1950-2004)



No obstante, para los dos episodios secos más prolongados e intensos dentro del periodo de análisis (1950-2004), es decir, sequías de 1982-1984 y 1994-1995, este retardo fue superior a año y medio. Así, por ejemplo, la larga etapa seca que irrumpió en la Depresión del Guadalentín durante 1994 lo hizo 20 meses después de que se iniciara una importante fase negativa del ENSO. Con menor frecuencia, se aprecia la superposición de los valores de ambos índices en sus fases negativas.

## **7.2. El índice NAO (Oscilación del Atlántico Norte) ¿Posibles vínculos con el desarrollo de las fases pluviométricas secas en el SE Peninsular?**

### *7.2.1. Consideraciones generales*

Asociada a fluctuaciones de los vientos superficiales del oeste (*westerlies*) que penetran en Europa desde el Atlántico, la NAO (*North Atlantic Oscillation*, Oscilación del Atlántico Norte) caracteriza una oscilación meridional de la masa atmosférica con centros de acción situados cerca de la Baja de Islandia y el Anticiclón de las Azores. Es el único modo de oscilación presente en todos los meses del año, aunque su amplitud y radio de acción son mayores durante el invierno (diciembre, enero y febrero), justificando más de un tercio de la varianza total de la presión superficial a nivel del mar (*SLP*) en el Atlántico Norte (Marshall y Kushnir, 1997). La NAO ejerce su influencia sobre una extensa zona que abarca, por lo menos, las latitudes limitadas por Groenlandia y el Ecuador, y las longitudes comprendidas entre Norteamérica y Siberia.

Los valores positivos del NAOi (índice NAO) indican una anomalía de presión negativa sobre la Baja de Islandia y una positiva en la zona del Anticiclón Subtropical, mientras que los índices negativos reflejan un patrón de anomalías opuesto. Ambas fases de la NAO están asociadas a cambios en la intensidad y localización de la corriente en chorro (*jet stream*), a la trayectoria de los ciclones (*storm track*) y a variaciones en el transporte zonal y meridional de calor y humedad (Hurrell, 1995).

El índice NAO varía de año en año, aunque también suele permanecer en la misma fase durante intervalos de varios años. Una célula de alta presión se establece sobre el Océano Atlántico del Norte creando largos periodos de

condiciones muy estables y bastante secas para la cuenca del Mediterráneo. Como los vientos sólo traspasan la frontera entre las células de altas y bajas presiones, las primeras actúan como barrera para los vientos, impidiéndoles la entrada en la cuenca del Mediterráneo. En la situación contraria, habría una diferencia mucho más pequeña de presión entre las Azores e Islandia y las condiciones no serían tan estables, ya que los vientos no encontrarían un obstáculo tan grande que les impidiera la entrada en el Mediterráneo, trayendo consigo lluvias y humedad.

El estudio de la NAO en los últimos años se ha visto renovado, particularmente por dos tendencias contemporáneas observadas en los inviernos de las últimas tres décadas (Osborn *et al.*, 1999): una tendencia hacia la fase positiva de la NAO y una tendencia hacia el calentamiento en superficie del Hemisferio Norte (Hurrell, 1996). En la evolución anual del NAOi destaca el predominio de los valores positivos frente a los negativos, debido al predominio habitual de las altas presiones en el sur del Atlántico Norte (Anticiclón de las Azores) y de las bajas presiones en la zona norte del mismo (Baja de Islandia). Hay que destacar que el NAOi ha aumentado en los últimos 20 años desde los bajos valores registrados en los años 40 y 50 del siglo XX, alcanzando uno de sus máximos históricos en el invierno de 1988/89. Dentro del aumento de los últimos 20 años, destaca el invierno 1995/96, cuando se registró el mínimo histórico del índice, comportamiento no observado antes tan intensamente, debido al brusco cambio de un invierno a otro: invierno de 1994/95, con un valor elevado positivo del NAOi, e invierno siguiente (1995/96), con un valor negativo muy bajo. Desde el invierno 2001/02 la NAO se encuentra de nuevo en su fase positiva.

Superpuestas a la tendencia positiva de las dos últimas décadas, también se manifiestan oscilaciones a escala decenal e interdecenal. En términos generales, el comportamiento de la NAO durante el siglo XX puede resumirse en el siguiente esquema de Marshall y Kushnir (1997):

1. Periodo 1901-1930: NAO positiva con índices muy elevados, excepto entre 1916 y 1919. Intensificación de los vientos del oeste sobre Europa y anomalías positivas en la temperatura superficial.

2. Periodo 1940-1970: tendencia decreciente del NAOi. Anomalía negativa de la temperatura superficial en Europa (Van Loon y Rogers, 1978).
3. Desde 1980: fase muy positiva de la NAO con máximos en 1983, 1989 y 1995, contribuyendo al aumento de las temperaturas superficiales en el hemisferio Norte registrado en los últimos 25 años (Wallace *et al.*, 1995; Hurrell, 1996).

Es bien conocido que la NAO tiene una influencia destacada en las anomalías meteorológicas y en la variabilidad climática de la Europa occidental al norte del paralelo 45° (Van Loon y Rogers, 1978; Parker y Folland, 1988; WMO, 1995;...). El índice NAO, al relacionar los valores de presión en un punto de las islas Azores, u otro lugar próximo del Atlántico subtropical, y uno de Islandia, o punto cercano del Atlántico subpolar, evalúa con claridad la intensidad y tonalidad de los flujos atlánticos sobre la Europa templada, entre las zonas subpolar y subtropical. La Península Ibérica queda, sin embargo, en gran medida, bajo la dinámica de los anticiclones subtropicales, al menos durante la mitad cálida del año. Durante la mitad fresca, los flujos de poniente afectan a todo el espacio ibérico, aunque a menudo alcanzan la vertiente mediterránea oriental muy modificados. A todo ello se une una orografía compleja, compartimentada y con una elevada altitud media —600 m—, que actúa de obstáculo para la circulación de los flujos atlánticos hacia el este (Martín Vide y Fernández Belmonte, 2001).

La NAO, como uno de los modos de circulación predominante, parece afectar más a la precipitación invernal. Recientemente, algunos estudios indican que la NAO tiene tendencia predominante hacia la polaridad positiva (Wallace y Hobbs, 2006) o anomalías positivas de presión en zonas subtropicales y negativas en las subpolares. Ello conlleva a un desplazamiento hacia el norte de los vientos zonales del oeste y, como consecuencia, cambios en el régimen de la precipitación (Rodríguez-Puebla y Brunet, 2007).

Muñoz-Díaz y Rodrigo (2003 y 2004) analizaron los efectos de la NAO en tres categorías de precipitación que asociaron a sequías, periodos normales y de lluvias abundantes. Los resultados indican cómo la fase negativa de la

NAO está relacionada con episodios lluviosos en mayor grado que la fase positiva lo hace con las secuencias pluviométricas secas.

En el presente apartado se muestra la correlación existente entre el índice NAO y la precipitación en la cuenca del Guadalentín. El procedimiento de las correlaciones NAO–precipitación, para intervalos temporales estacionales o mensuales, ha sido ampliamente ensayado (Katz, 1988). Aquí se propone asociar los periodos secos ocurridos en esta Cuenca con valores elevados del índice NAO, situando los resultados en el contexto de las teleconexiones más comunes del Mediterráneo Suroccidental.

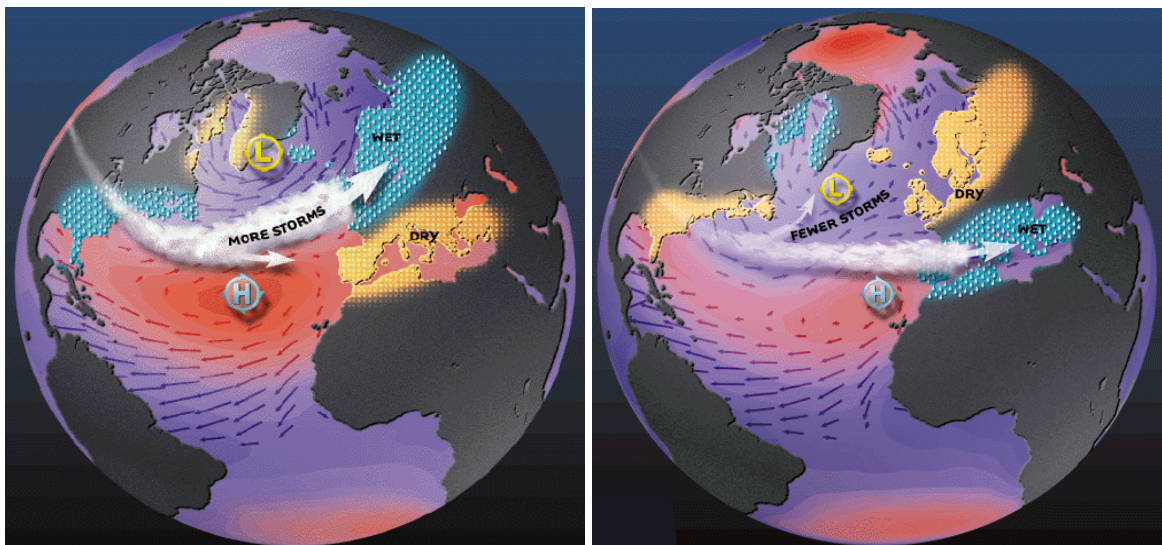


Fig. 81. Índice NAO positivo (izquierda) e índice NAO negativo (derecha). Representación gráfica de las situaciones creadas por su variabilidad. Durante la fase positiva de la NAO se advierte un predominio de las condiciones atmosféricas estables y secas en el Mediterráneo Occidental. Fuente: <http://www.ideo.columbia.edu/NAO>, by Martin Visbeck.

### 7.2.2. La relación NAO – episodios secos en la cuenca del Guadalentín

De acuerdo con Muñoz-Díaz y Rodrigo (2003, 2004), entre otros autores, parece existir gran correspondencia entre índices positivos de NAOi y episodios secos en la cuenca del Guadalentín. En efecto, tras una sucesión de varios meses de NAOi positivo (entre 2 y 10 meses; 6 meses de media), surge un periodo de indigencia pluviométrica en este territorio. De la misma forma desaparece el episodio seco cuando se sucede un número similar de meses con NAOi negativa.

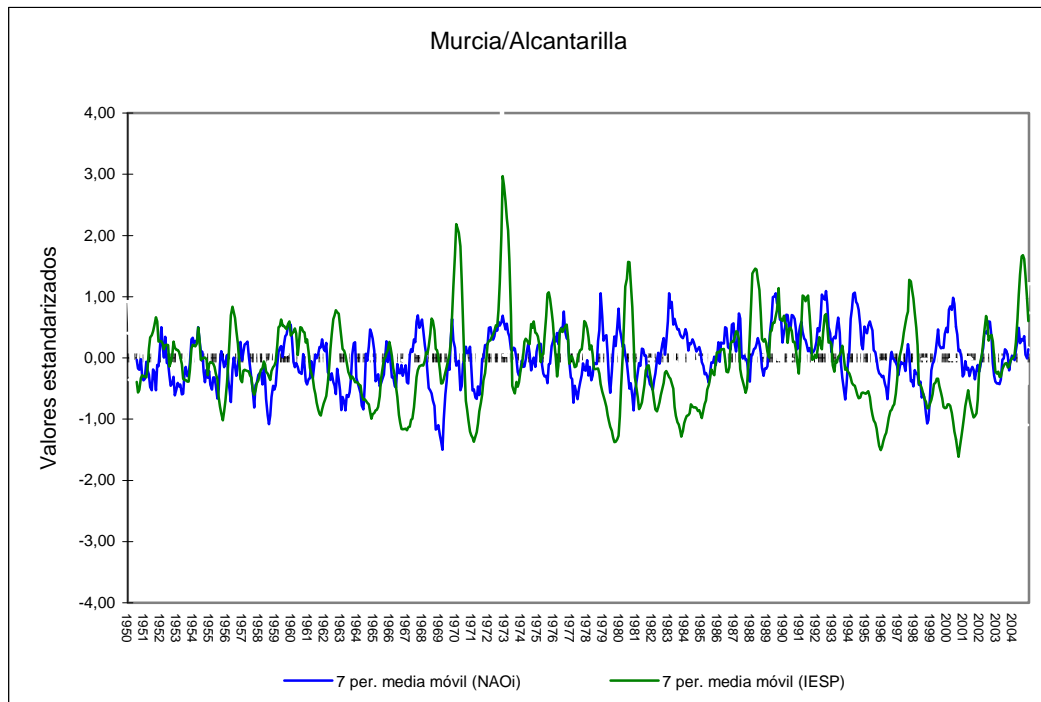


Fig. 82. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte) (Periodo 1950-2004)

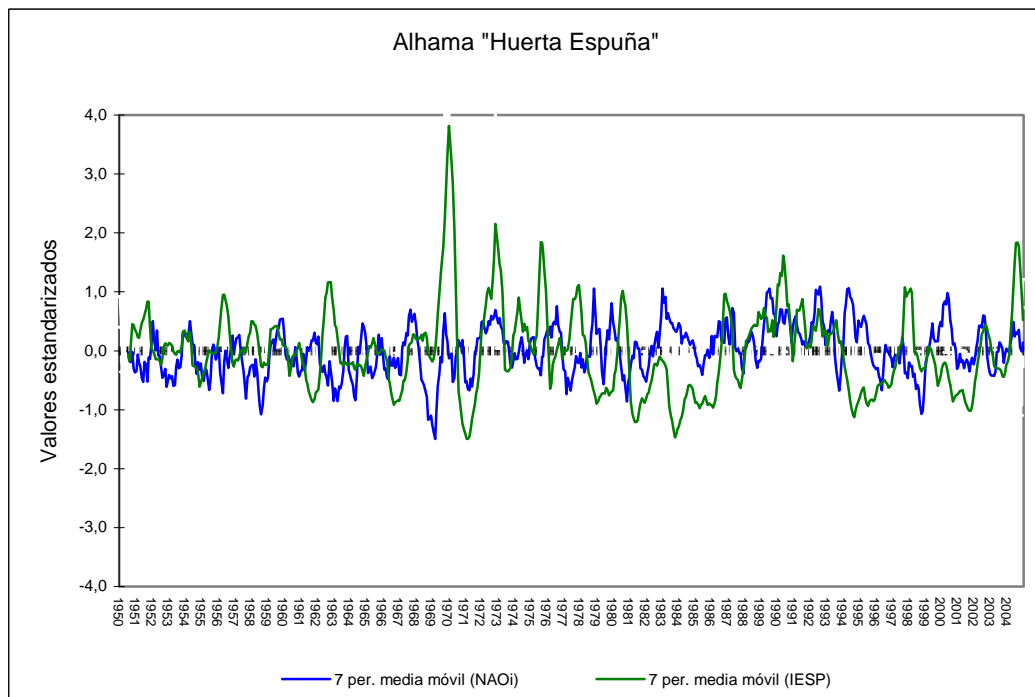


Fig. 83. Evolución del IESP para el observatorio Alhama "Huerta España" y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte) (Periodo 1950-2004)

Conforme se alargan en el tiempo esas condiciones de NAOi positivas, las condiciones de estabilidad atmosféricas también se demoran temporalmente en este territorio del SE Peninsular. La circulación general del oeste se eleva en latitud, lo que significa que los vientos húmedos procedentes

desde el Atlántico se hacen infrecuentes. Al coincidir, en la mayoría de los casos, una fase NAO positiva con el solsticio de invierno y meses de primavera, los episodios secos, normales en meses estivales, se prolongan temporalmente a lo largo del año, sobre todo cuando durante el equinoccio de otoño las lluvias no llegan.

Parece que existen también ciertas inconexiones, de manera que durante la fase positiva de la NAO de los años 1989-1991 no sólo deja de producirse un episodio seco, sino que acontece uno de los eventos más húmedos del periodo de análisis. Ante este hecho cabría estudiar algún otro tipo de patrón de variabilidad de baja frecuencia que pudiera explicar mejor tales situaciones discordantes.

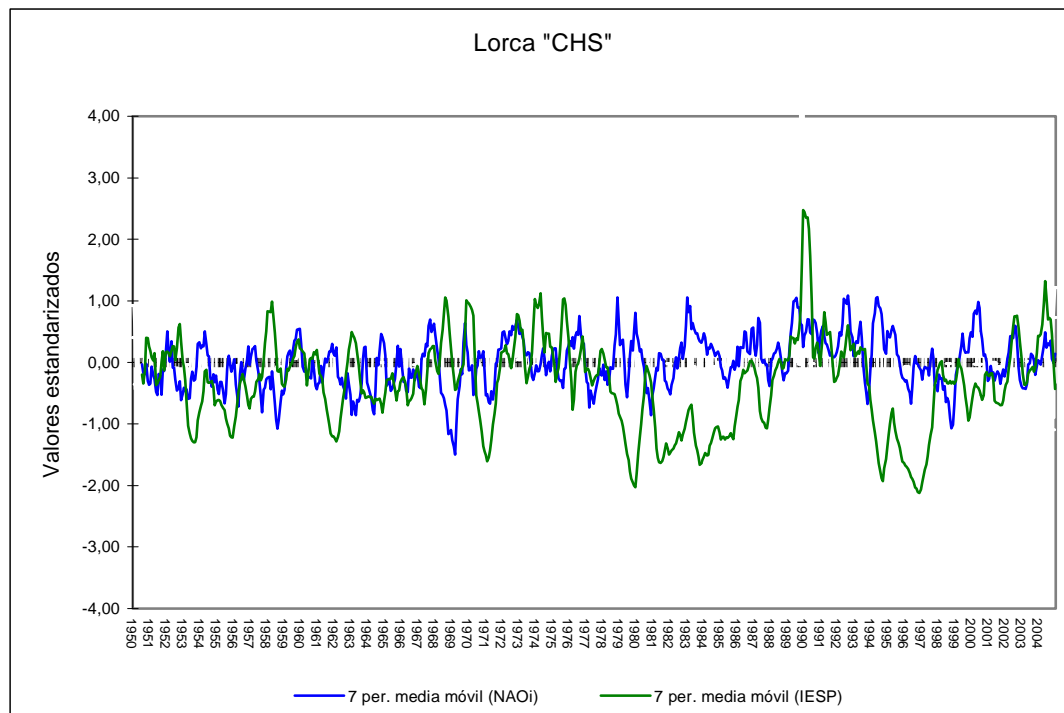


Fig. 84. Evolución del IESP para el observatorio Lorca CHS y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte)

### 7.3. El índice WeMO (Oscilación del Mediterráneo Occidental) y su relación con la distribución de la precipitación en la cuenca del Guadalentín

#### 7.3.1. Consideraciones generales

La Oscilación de Atlántico Norte (NAO) durante otoño e invierno no parece explicar suficientemente la variabilidad pluviométrica estacional en el

este de la Península Ibérica (Martín Vide, 2002). Con objeto de hallar una explicación más adecuada se ha adoptado un modelo de variabilidad de baja frecuencia específico para el Mediterráneo: la *Oscilación del Mediterráneo Occidental* (WeMO). Dicho modelo ha sido definido mediante el dipolo compuesto, en su fase positiva, por el anticiclón de Azores y la depresión sobre Liguria, y su índice (WeMOi) como consecuencia de la diferencia de los valores estandarizados de presión superficial atmosférica en Cádiz-San Fernando (España) y Padua (Italia) (Martín Vide y López Bustins, 2006). Tal dipolo refleja los comportamientos atmosféricos de dos de las regiones atmosféricas más importantes entre las que se encuadra la cuenca mediterránea occidental.

La fase positiva se configura a partir de un anticiclón hacia el oeste de la Península Ibérica, sea como potente alta de Azores o una dorsal de ella, junto con una depresión en el norte de la Península Itálica, sea en Liguria o en el Adriático. Tal situación sinóptica advectaría flujos de componente norte hacia el interior de la cuenca del Mediterráneo occidental (figura 85). La fase negativa se corresponde, por el contrario, con una baja en el golfo de Cádiz o en el área delimitada por Azores-Madeira, Canarias y el suroeste ibérico, junto con altas presiones en Centroeuropa y norte de Italia. Dicha configuración comportaría flujos de componente este en buena parte de la cuenca mediterránea. Es decir, cada serie de presión atmosférica (sea la de un mes determinado) de ambas ciudades se transforma en valores  $z$ , según su propia media y desviación tipo, restando a continuación los valores estandarizados (Cádiz-San Fernando menos Padua).

Este patrón de variabilidad de baja frecuencia muestra correlación negativa con la precipitación invernal, sobre todo durante los meses de enero, en la fachada oriental de la Península Ibérica (Martín Vide, 2004).

La Oscilación del Mediterráneo, patrón de variabilidad de baja frecuencia que conecta las cuencas occidental y oriental del citado mar, entre  $10^{\circ}$  oeste y  $35^{\circ}$  este, ha sido objeto de estudio de diversos autores (Conte *et al.*, 1989; Maheras *et al.*, 1997 y 1999). Algunos de los resultados más notables ratifican la existencia de correlaciones negativas entre la precipitación de las cuencas occidental y oriental del Mediterráneo, ya indicadas en trabajos relativamente antiguos (Maheras, 1981; Douguédroit, 1993).

En España, el Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona ha ahondado en esta línea de investigación, dedicando especial atención a los cambios de situaciones sinópticas, mediante el empleo de técnicas multivariadas y cluster, técnicas espectrales, etc., y la adopción del WeMOi como patrón de variabilidad de baja frecuencia mediterráneo.

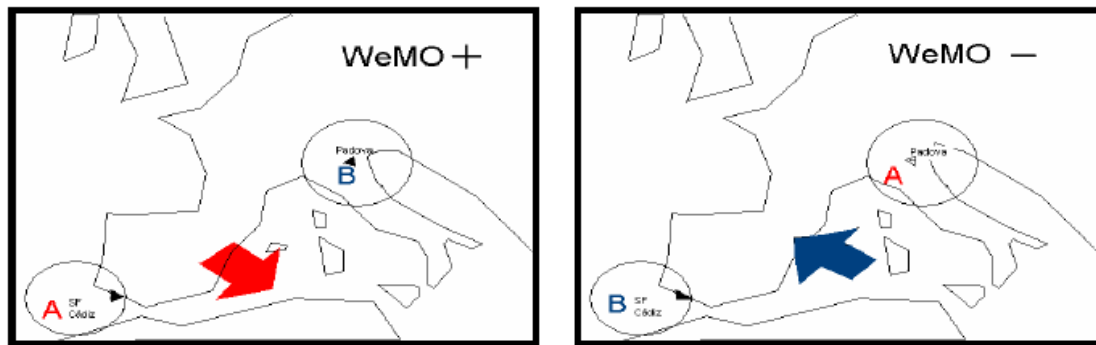


Fig. 85. Dipolos considerados en la WeMO en sus fases positiva (+) y negativa (-). Fuente: López Bustins, 2004.

López Bustins y Azorín Molina (2004), tras aplicar un índice de la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO), de resolución temporal diaria, a las precipitaciones  $\geq 10$  mm en seis observatorios meteorológicos de la provincia de Alicante durante la década 1991-2000, ponen de relieve la existencia de una correlación ciertamente significativa entre ellos. En efecto, la clasificación de la precipitación según la causa atmosférica que la ha originado —atlántica, convectiva y mediterránea— se ajusta muy bien a los valores de índice calculados, por cuanto, aunque no exenta de excepciones, se cumple la regla general de que los índices positivos se asocian a situaciones atlánticas y los negativos a situaciones mediterráneas.

La irregularidad pluviométrica inherente al propio clima mediterráneo ha forzado a la comunidad científica de climatólogos al estudio de las variables o factores que permitan explicarla satisfactoriamente. En este sentido, las peculiaridades climáticas de las tierras ribereñas del Mediterráneo Occidental, fuera de la influencia atlántica, han sido aspectos determinantes en la formulación de patrones específicos de variabilidad de baja frecuencia. Dichos patrones son sin duda más adecuados que la Oscilación del Atlántico Norte (NAO; *North Atlantic Oscillation*) a la hora de explicar la complejidad y diversidad pluviométrica mediterránea.



### 7.3.2. La conexión WeMOi-escasez pluviométrica en la cuenca del Guadalentín

El índice WeMO presenta una correlación negativa respecto al IESP obtenido en los observatorios de la cuenca del Guadalentín, de manera que las fases positivas de dicho índice se corresponden, también con cierto desfase (entre 1 y 6 meses después), con periodos de carencia pluviométrica, y viceversa, las fases negativas de WeMOi aparecen asociadas a episodios húmedos.

Como bien anotan López Bustins y Azorín Molina (2004), durante las fases positivas de WeMOi predominan situaciones de flujo atlántico, lo que determina, en gran medida, una escasez pluviométrica en el SE español, debido a la degradación de aquél en su recorrido por la Península. Por el contrario, durante los ciclos negativos de WeMOi prevalecen las situaciones de flujo de Levante, dando lugar a precipitaciones de origen mediterráneo, particularmente cuantiosas y torrenciales.

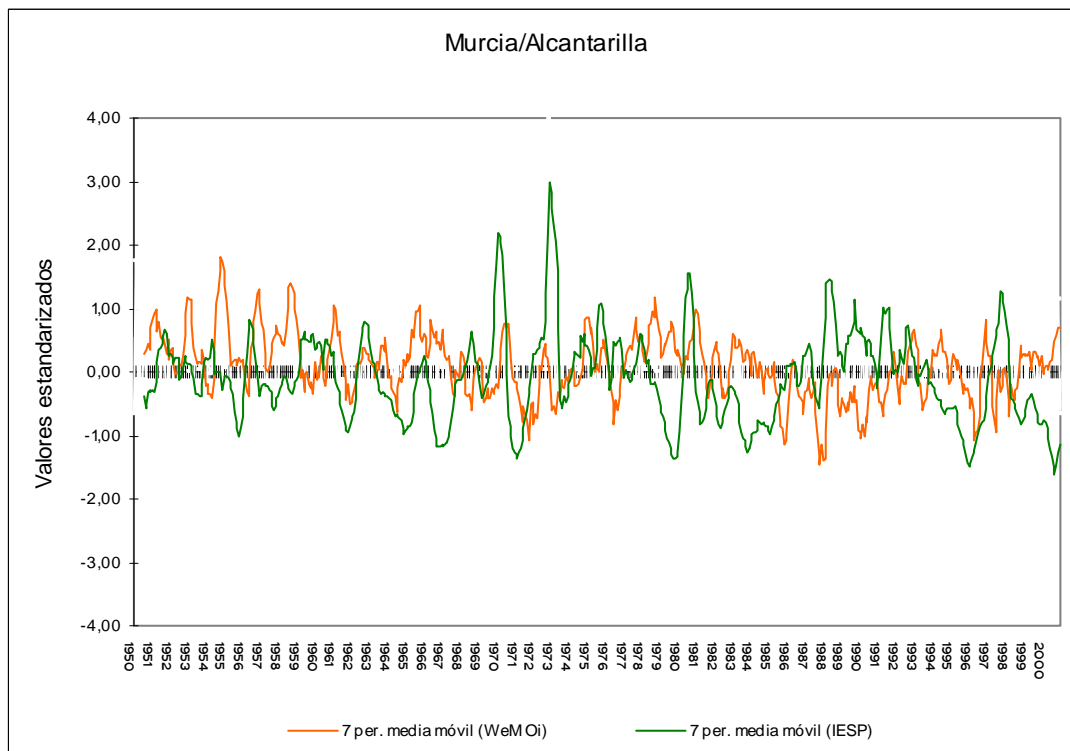


Fig. 86. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla versus valores del WeMOi (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental). Periodo 1950-2000.

Los cambios más radicales entre una fase positiva y otra negativa de la WeMO se producen en los meses otoñales. De hecho, los episodios secos

prolongados se corresponden con fases positivas de este índice que tienen su inicio en otoño, sobre todo cuando en esta época del año, teóricamente la más lluviosa, la precipitación es escasa o nula.

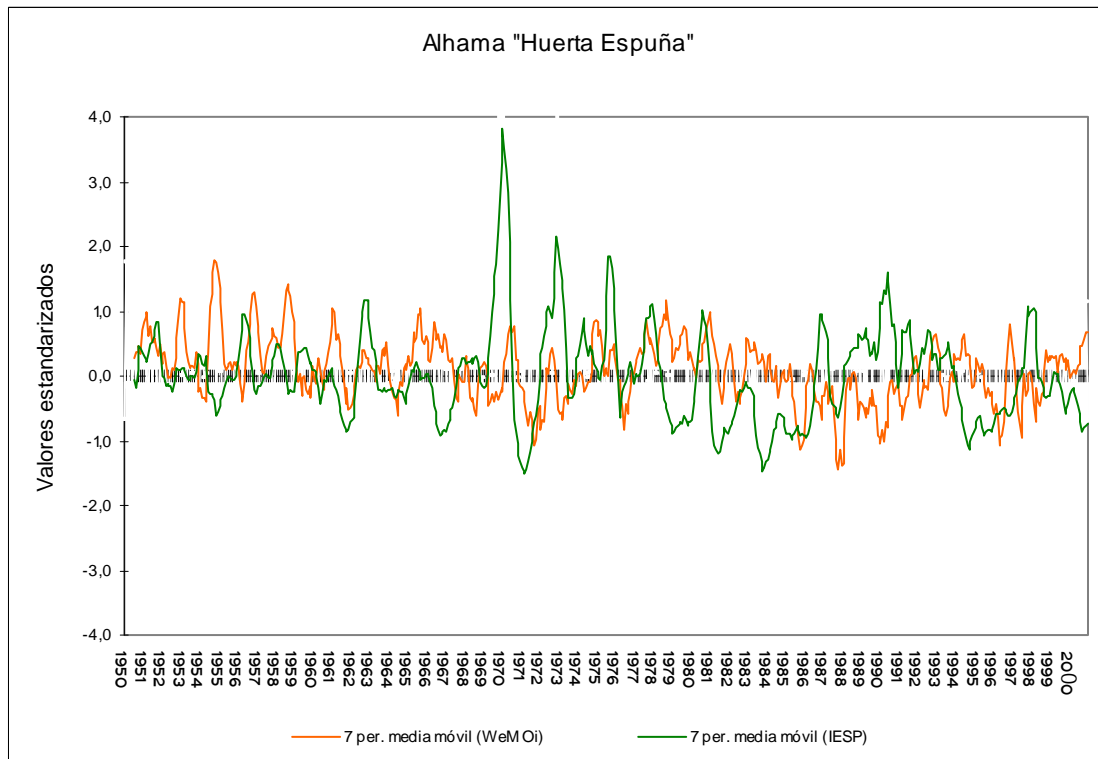


Fig. 87. Evolución del IESP para el observatorio Alhama "Huerta España" versus valores del WeMOi (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental). Periodo 1950-2000.

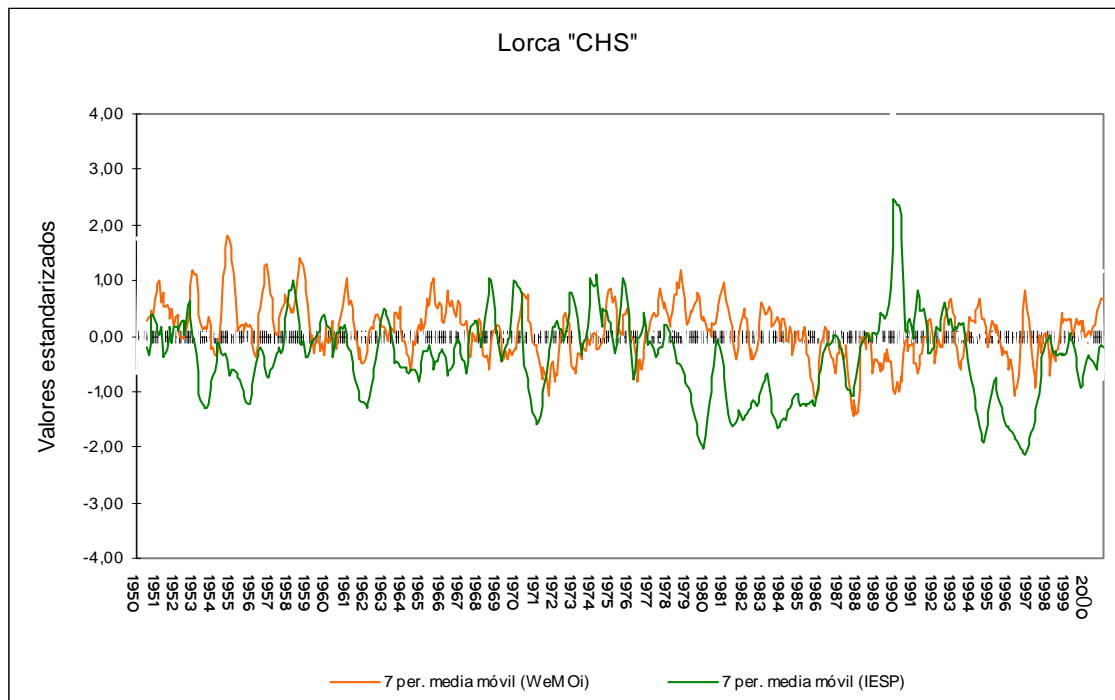


Fig. 88. Evolución del IESP para el observatorio Lorca CHS versus valores del WeMOi (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental). Periodo 1950-2000.

#### 7.4. Reflexiones finales

No cabe duda de que el estudio de patrones de variabilidad de baja frecuencia es esencial para la comprensión de las oscilaciones y perturbaciones climáticas a escala regional y planetaria. A pesar de las incertidumbres actuales, la evolución de las técnicas de observación y la mejora de los modelos aplicados contribuyen a un mejor conocimiento de las relaciones entre subsistemas climáticos y regiones distantes.

En la cuenca del Guadalentín, la influencia de los patrones de teleconexión descritos en la sucesión de episodios secos y de lluvias copiosas es innegable, si bien no es suficiente para establecer unas relaciones irrefutables. Aunque sería necesario desarrollar nuevos patrones de teleconexión en relación con la pluviometría de este sector, la combinación de los patrones aquí adoptados resulta especialmente útil para comprender mejor la evolución de los episodios secos y húmedos en dicho territorio. De esta forma, el episodio lluvioso 1989-1991 no explicado, en principio, por el ENSO y la NAO, queda en buena parte resuelto al comparar el IESP con la WeMO.

Es obvio que los patrones de variabilidad de baja frecuencia desarrollados para áreas próximas a la de estudio ofrecen relaciones más precisas y retardos menores entre sus fases positivas o negativas y los episodios secos o húmedos acontecidos en la Cuenca. Y a pesar de ello, han de tenerse en cuenta otros índices de oscilación basados en fenómenos de ocurrencia lejana y gran alcance. La dinámica global atmosférica hace que tales indicadores tengan un amplio radio de influencia y puedan explicar anomalías térmicas y/o pluviométricas producidas en zonas muy distantes.

Tampoco han de obviarse los factores geográficos locales, puesto que en el caso de la cuenca del Guadalentín condicionan sensiblemente la cuantía de precipitación y la intensidad de las sequías. Así, por ejemplo, en Alhama "Huerta Espuña" (Sierra Espuña) los episodios húmedos muestran picos altos aislados, mientras que las fases secas denotan mayor fragmentación y menor intensidad.

## 8. FRECUENCIA, EVOLUCIÓN Y PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE RACHAS SECAS EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN

Siendo la sequía uno de los hechos climáticos más definitorios de los dominios áridos y semiáridos, su estudio reviste la máxima importancia en la clasificación y evaluación climática de esta cuenca.

El número de trabajos publicados en España sobre rachas secas y húmedas ha aumentado considerablemente en las tres últimas décadas (Martín Vide, 1981; Raso Nadal, 1982, Conesa García y Martín Vide, 1993; Gómez *et al.*, 2000; entre otros). Las rachas secas constituyen uno de los hechos climáticos definidores del ambiente mediterráneo, de gran trascendencia en el funcionamiento de sus ecosistemas y en el desarrollo de su actividad agraria.

Sibien los adelantos técnicos y mejoras agrarias advertidas últimamente han disminuido los quebrantos producidos por las sequías a lo largo del tiempo (Gómez Espín *et al.*, 2005), la efectividad de las medidas adoptadas depende de su gestión y planificación, aspectos ambos que requieren un conocimiento adecuado del fenómeno.

El área de trabajo seleccionada, la cuenca del Guadalentín, con una precipitación media anual inferior a los 350 mm en su conjunto, constituye, junto con el resto de las tierras del Sureste Peninsular, uno de los territorios europeos con mayor riesgo de sequía.

La cuenca del Guadalentín, como ya se ha señalado, tiene una posición periférica y de resguardo en la extensa zona de flujos generales del oeste. A ello se suma la acción de abrigo orográfico que ejercen las Cordilleras Béticas. A sotavento, los vientos de poniente sufren un acusado efecto föehn, agravado por fenómenos de subsidencia subtropical en los meses caniculares del año y periodos limítrofes a éstos (Gil Olcina, 2004a). Ante la penuria pluviométrica resultante ha existido a lo largo de la historia una voluntad secular por ampliar las disponibilidades hídricas de esta área (Mula Gómez *et al.*, 1986; Gil Olcina, 2004b). Su tradicional vocación agrícola ha llevado a poner especial empeño en la conversión del secano en regadío, por muy eventual que fuese, mediante la derivación de aguas vivas, el aprovechamiento de turbias o el afloramiento de subálveas y subterráneas. Con el paso del tiempo la escasez de recursos

hídricos ha dejado de ser un problema meramente agrícola para convertirse en una cuestión amplia, diversificada y delicada. La nueva situación de gran parte de este territorio viene protagonizada por el desarrollo de infraestructuras dedicadas al turismo residencial, agrietando tensiones antiguas y fuertes competencias tanto por los usos del suelo como por los recursos de agua disponibles.

El interés del presente capítulo queda justificado, así, por diversos motivos: por una parte, los distintos escenarios proporcionados por los modelos que tratan de pronosticar los efectos futuros del cambio climático indican que las zonas con menores precipitaciones serán más vulnerables a dicha variación (IPCC, 1997). Además, los eventos de calentamiento del fenómeno conocido como *Oscilación Austral de El Niño* (ENOA) han sido más abundantes, perseverantes y agudos desde mediados de la década de 1970, en relación con los 100 años anteriores. El ENOA perturba de modo sistemático a las variaciones regionales de temperatura y precipitación en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales y las áreas de latitudes medias (IPCC, 2002), de ahí su trascendencia en concordancia con muchas de las sequías originadas en dichas regiones zonales. De cualquier manera, en muchos lugares, y entre ellos en el área de estudio, la acentuación y constancia de las sequías en las últimas décadas parecen confirmar esta tendencia (García Marín y Conesa García, 2006).

En la Península Ibérica existe un leve aumento de la precipitación en los observatorios septentrionales y una reducción en los meridionales (OECC. MMA., 2005), entre los cuales se encuentran los situados en la cuenca del Guadalentín. Las tendencias temporales de la precipitación estimadas para la citada cuenca, desde mediados el siglo XX hasta la actualidad, evidencian un ligero descenso del total de precipitación anual, ligado a la reducción de la pluviometría equinoccial —Primavera y Otoño— en la mayor parte del territorio (García Marín, 2006).

Los rebordes occidentales y algunos sectores montañosos de la cuenca registran precipitaciones de 500 mm, e incluso superiores en años húmedos (Alhama “Huerta Espuña”). Sin embargo, cabe pensar que el sector central de la Depresión Prelitoral murciana, dotado de un carácter más árido,

experimentará una reducción pluviométrica mayor a la media, acompañada de un aumento de la irregularidad interanual.

Sin duda, el conocimiento de la frecuencia y probabilidad de las rachas secas, tanto interanual como anual, es de gran interés para la planificación de las actividades socioeconómicas de un territorio, especialmente las desarrolladas en el ámbito agrario.

Dado el carácter predominantemente agrícola de la cuenca y la necesidad de adoptar estrategias preventivas en el uso del agua, se impone, por tanto, abordar un análisis estadístico de la ocurrencia y duración de las rachas secas, profundizando en la aplicación de técnicas de distribución frecuencial y probabilísticas.

### 8.1. Metodología

Frecuentemente se suele utilizar de forma indiferente los términos sequía y racha seca, aplicándoles a ambos un significado idéntico (Pérez Cueva, 1988). El concepto de sequía responde a un conjunto de condiciones climáticas que acarrear tiempo anormalmente seco, provocando serios déficits de recursos hidrológicos y consecuencias socioeconómicas negativas. Pero las sequías no pueden considerarse como fenómenos estrictamente climáticos, a pesar de que su arranque lo es, necesitan una componente socioeconómica. Según Charre (1977), el *umbral de sequía* se sitúa sobre la curva de distribución de las precipitaciones, a pesar de que son las características socioeconómicas y políticas de cada región las que establecen su posición sobre dicha curva.

Por su parte, se entiende por racha seca un estado más o menos reincidente en ciertos tipos de clima, caso del Mediterráneo. Genéricamente, se trata de un conjunto de días consecutivos sin precipitación apreciable ( $\leq 0,1$  mm) (Luengo *et al.*, 2002).

El período de observación analizado es de 55 años (20.089 días), muy superior al mínimo aconsejable por la *Organización Meteorológica Mundial* (OMM) para definir los rasgos climáticos de un lugar.

Como primera aproximación cuantitativa en el estudio de las rachas secas (días consecutivos sin precipitación) se ha adoptado el índice de frecuencias

absolutas. Se denomina frecuencia absoluta de un valor  $x_i$  de la variable estadística  $X$  al número de veces que aparece repetido dicho valor en el conjunto de observaciones realizadas. En las observaciones de una misma muestra puede ocurrir que, al ser ésta de gran tamaño, la variable estadística tome numerosos valores diferentes, siendo aconsejable por tanto agrupar los datos en clases elegidas convenientemente, solapando los intervalos de clase para recubrir todo el recorrido de la variable. En este análisis se han seleccionado como intervalos las rachas con recorrido de entre 1 y 7 días consecutivos sin precipitación, entre 7 y 15, 15 y 30, 30 y 60 y, por último, más de 60; siendo estas rachas secas con longitud temporal superior a los dos meses las que comienzan a crear alarma social entre la población afectada.

El análisis de la serie completa permite establecer ciertas diferencias cronológicas en el comportamiento de las rachas secas, pudiendo diferenciarse dos periodos de 25 y 30 años de duración respectivamente (uno 1950-1974, y otro 1975-2004). Para ambos periodos se calcula el número medio de rachas secas por estación y año, y se describen sus tendencias principales.

Tales tendencias pueden ser explicadas mediante modelos probabilísticos. Algunos de ellos, como las cadenas de Markov, son modelos estocásticos de gran utilidad para el análisis y la representación de fenómenos dicotómicos. Estos modelos se han constituido en pieza clave del desarrollo de numerosas investigaciones en el ámbito de la Climatología (Domínguez, 1937; Martín Vide, 1981; Raso Nadal, 1982; Pérez Manrique, *et al.*, 1984; Conesa García y Martín Vide, 1993; Gómez Navarro, 1997; Gómez Navarro, 1999; Martín Vide y Gómez Navarro, 1999;...).

Andrei Andreivich Markov (1856-1922), matemático, y su hijo Andrei Markov (1903-1979) iniciaron una línea estadística de trabajo basada en las relaciones probabilísticas de construcciones seriadas, que fueron rápidamente aplicadas en análisis de tendencias y prospectivos. El concepto de persistencia fue entonces traducido a una expresión matemática, según la cual un hecho se considera persistente cuando su probabilidad de ocurrencia viene determinada por lo que sucedió uno, dos o varios días previos.

Los primeros intentos de aplicación de esta expresión matemática en el campo de la climatología se fundamentaron en el análisis descriptivo de las

probabilidades de que un día fuera lluvioso y en la probabilidad condicionada de día lluvioso con respecto al día previo (Mateo González, 1965; Linés Escardó, 1970;...). Su aplicación en el análisis probabilístico de las secuencias secas es más controvertida, pues para las rachas más cortas las diferencias con los valores observados son algo altas (Martín Vide, 1983). Algunos análisis de sequías más clásicos utilizan como unidad temporal el día y tienen por objeto calcular la frecuencia de aparición de cierto número de días sucesivos sin lluvia. Estos valores frecuenciales precisan la “estructura” de las sequías y suministran una información útil de cara a la prognosis y planificación de muy variadas actividades, sean las de regulación y suministro de agua, las del calendario agrícola, etc. (Conesa García, 1990).

*- Los modelos probabilísticos usados en el ajuste de las secuencias secas: las cadenas de Markov*

El análisis de las sequías mediante distribuciones de probabilidad y modelos estocásticos se ha centrado, especialmente, en el cálculo de la probabilidad de que una racha seca dure exactamente  $n$  días ( $q_n$ ). Por secuencia o racha seca se entiende un conjunto de días consecutivos sin precipitación apreciable ( $<0,1$  mm), siendo de longitud  $n$  la que tiene tal número de días secos sucesivos entre dos días de precipitación (Martín Vide y Gómez Navarro, 1999).

Un primer modelo utilizado para el cálculo de  $q_n$  es la siguiente expresión exponencial negativa (Davy, 1978; Creus *et al.*, 1981):

$$q_n = (1/m).e^{-n/m}$$

siendo  $m$  la media muestral de la longitud de las secuencias secas.

Los valores de  $q_n$  obtenidos mediante esta ley de probabilidad muestran una buena concordancia con las frecuencias relativas empíricas de los casos estudiados, excepto para los valores más bajos de  $n$  (1, 2 ó 3). Las diferencias halladas para  $n = 1$  son altas, pero, dado que tal tipo de secuencia no puede ser considerada, la ley es admitida como aceptable, al mostrar buen ajuste para



valores altos de  $n$ , es decir, para las secuencias secas más largas (Martín Vide, Conesa García y Moreno García, 1992).

Un modelo probabilístico teóricamente más potente es el de la cadena de Markov homogénea, de tiempo discreto, de dos estados y de primer orden. Martín Vide (1983), en su trabajo sobre la aceptación de este modelo para calcular la probabilidad de precipitación diaria, expresa que éste realiza un ajuste muy notable de la frecuencia de aparición de secuencias lluviosas, tanto a nivel mensual como anual. Tal ajuste se muestra menos satisfactorio en el análisis de rachas secas, especialmente cuando éstas son de larga duración (Sureste Peninsular y vertiente sur mediterránea) (Conesa García y Martín Vide, 1993).

La expresión matemática empleada en este caso es:

$$q_n = (1-p_{01})^{n-1} \cdot p_{01}$$

donde  $p_{01}$  es la probabilidad empírica de ocurrencia de un día lluvioso tras uno seco.

Los valores de  $q_n$  así calculados son también aceptables según Burgueño (1981) y Pérez Manrique *et al.* (1984), no obstante, de nuevo, hay que señalar que para las secuencias más cortas, sobre todo para  $n = 1$ , las diferencias con los valores observados son elevadas. En estos dos estudios la cadena de Markov de primer orden realiza un ajuste ligeramente mejor que el efectuado por la ley exponencial negativa, aunque en todo caso menos preciso que el de las secuencias lluviosas (Martín Vide y Moreno García, 1985).

Dada la persistencia que muestran los días secos, notablemente mayor que la de días lluviosos, sobre todo en climas áridos y semiáridos, la cadena de Markov de segundo orden es un modelo teóricamente más aceptable que la de primer orden, ya que considera que la probabilidad de que aparezca un día seco depende de lo ocurrido el día anterior —como para la cadena de Markov de primer orden— y, además, de lo sucedido el día anterior a ése. Pérez Manrique *et al.* (1984), en su estudio sobre las secuencias secas en la cornisa cantábrica obtuvieron mejor aproximación con el modelo markoviano de segundo orden (Conesa García y Martín Vide, 1993):

$$q_n = p_{100} \cdot p_{000}^{n-2} \cdot p_{001} \quad \text{para } n \geq 2$$

$$q_n = p_{101}$$

siendo  $p_{100}$  la probabilidad empírica de ocurrencia de un día seco tras uno anterior también seco y el precedente a éste lluvioso,  $p_{000}$  la correspondiente probabilidad de día seco después de dos secos,  $p_{001}$  la de uno lluvioso tras dos días secos, y  $p_{101}$  la de uno lluvioso después de uno seco y el anterior a éste lluvioso.

De forma trivial,  $p_{100} = 1 - p_{101}$  y  $p_{000} = 1 - p_{001}$ , por lo que  $q_n = (1 - p_{101}) \cdot (1 - p_{001})^{n-2} \cdot p_{001}$ , para  $n \geq 2$ . En consecuencia, basta conocer  $p_{101}$  y  $p_{001}$  para poder obtener las probabilidades de aparición de las diferentes secuencias secas mediante este modelo. El cálculo de  $p_{101}$  se efectúa dividiendo el número de secuencias constituidas por un día seco entre dos lluviosos, entre el número de secuencias formadas por un día seco precedido por uno lluvioso; mientras que  $p_{001}$  es el cociente del número de secuencias constituidas por un día lluvioso precedido por dos días secos, entre el número de rachas formadas por dos días secos.

Aun siendo las sequías estivales las más persistentes y acusadas en el área mediterránea, reforzadas desde un punto de vista biogeográfico por su coincidencia con el máximo térmico anual, los periodos largos secos se presentan también en otros momentos del año, sin un calendario determinado, pero con una respetable perseverancia (Domínguez, 1937; Raso Nadal, 1982). Estas sequías son más transitorias y eventuales, pero surgen, incluso en plena estación invernal.

El hecho de estudiar la probabilidad de ocurrencia de secuencias secas por estaciones astronómicas responde a la presencia de dos tipos de rachas secas, las secuencias largas estivales y las más cortas producidas en el resto del año, lo que constituye una mezcla de poblaciones estadísticas que hacen difícil el ajuste por modelos probabilísticos y, por tanto, la posibilidad de predicción (Conesa García y Martín Vide, 1993, Gómez Navarro, 1997).

En anteriores estudios se ha demostrado que la elevada persistencia de los días secos, revelada por la abundancia de secuencias secas de gran longitud en la región climática del sureste peninsular, parece ser una de las causas de

que la cadena de Markov de primer orden no realice un ajuste satisfactorio de la probabilidad de que una racha seca dure exactamente  $n$  días (Martín Vide y Moreno, 1985), e incluso el ajuste no es demasiado bueno para buena parte del noreste español (Martín Vide *et al.*, 1989). Si bien es verdad que la cadena de Markov de segundo orden ofrece mejores resultados que la de primer orden y la ley exponencial negativa, para las secuencias secas de longitud superior al mes y medio parece no adecuarse tampoco muy bien, de manera que el modelo quedaba muy por debajo del número de días consecutivos sin precipitación apreciados de forma empírica.

En cuanto a los valores empíricos y los calculados por los modelos markovianos, se han contabilizado para cada uno de los observatorios analizados el número de secuencias secas de longitud 1, 2, 3...,  $n$ ,... durante el periodo de tiempo estudiado. El cociente resultante de dividir dicho valor por el número total de secuencias secas da las frecuencias relativas, o probabilidades empíricas. Una vez hallados los valores de  $q_n$  para todo  $n$  por las cadenas de Markov de primero y segundo orden y ley exponencial negativa, se han obtenido los valores de  $q_n$  para  $n$  entre 1 y 7, 7 y 15, 15 y 30, 30 y 60 y, por último, más de 60, es decir, las probabilidades de que una secuencia seca dure una semana, dos semanas,... y hasta más de dos meses.

## 8.2. Distribución de años secos en la cuenca del Guadalentín

En una primera aproximación se ha definido el carácter húmedo o seco de los años que integran la serie. Se trata de destacar los años secos que tienen mayor incidencia en este territorio y de analizar la frecuencia, persistencia y probabilidad de sucesión de los años con déficit pluviométrico.

Es preciso matizar la diferencia entre *año seco*, con precipitación menor a la media estándar de un observatorio meteorológico, e intercalado entre años con precipitaciones normales o superiores a aquélla; y *secuencia de indigencia pluviométrica* (sequía), de mayor persistencia, resultante de la carencia de registros de lluvia durante más de un año (Olcina Cantos y Rico Amorós, 1995).

Para la identificación de los años con sequía pluviométrica se ha aplicado el método de los quintiles. El primer y segundo quintil pueden utilizarse como umbrales en la definición de años secos y muy secos (Gibbs y Maher, 1967). Los años extremadamente secos son determinados a partir del primer decil (Almarza Mata, 2000).

Tras delimitar los años deficitarios de cada estación se estima el grado de sequía asignable al conjunto de la cuenca, adoptando para ello el criterio propuesto por Galán Gallego (2004):

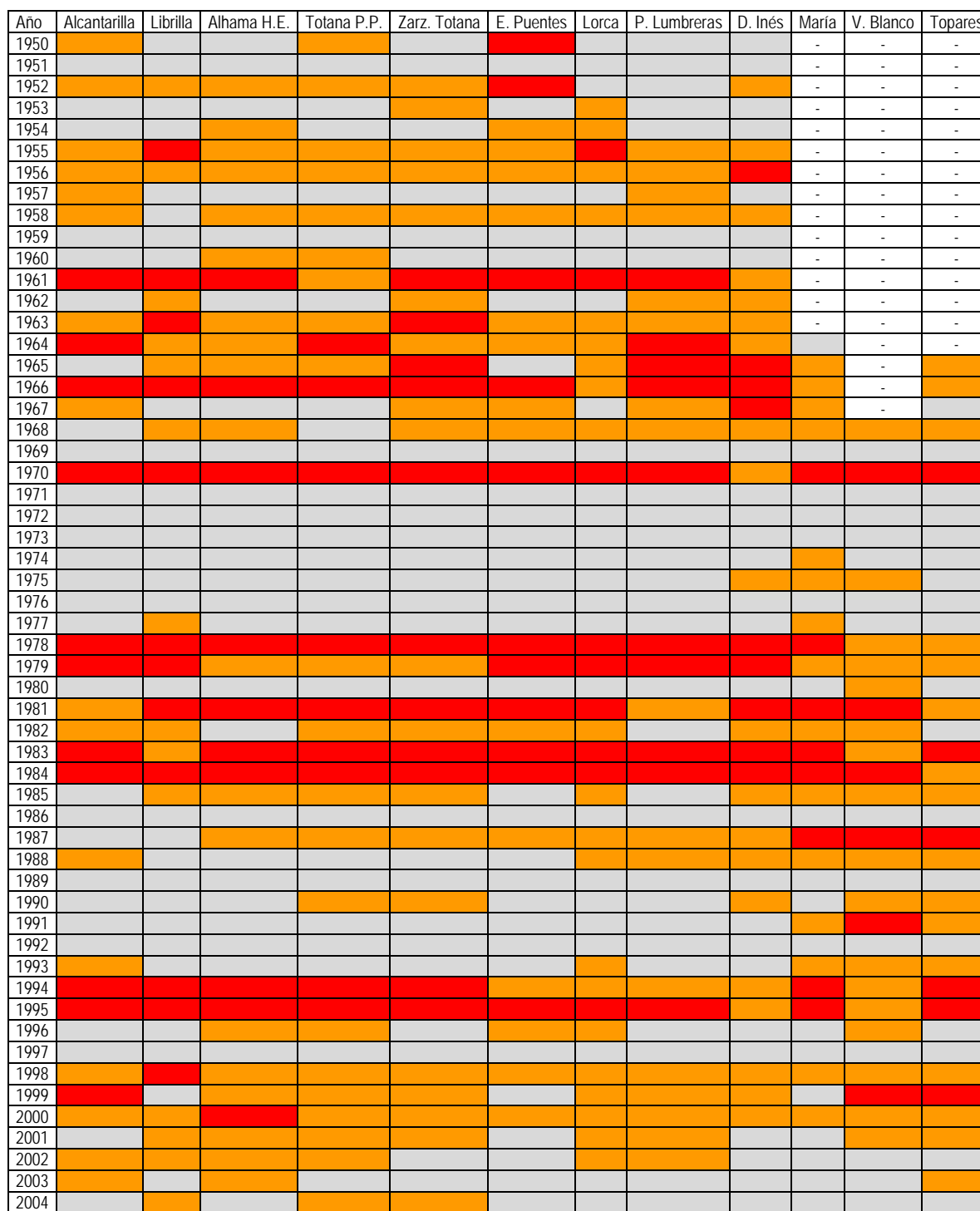
- Años *muy secos*: aquéllos en los que el 100% de las estaciones meteorológicas analizadas registran déficit pluviométrico.
- Años *secos*: cuando el porcentaje de éstos se sitúa entre el 75% y el 100%.

El notable número de observatorios analizados dentro de la cuenca, y su variada situación geográfica, permite, no sólo determinar con suficiente precisión el grado de sequía global de la cuenca, sino también establecer su distribución y jerarquización espacial. De esta forma se muestra la relación de años deficitarios, magnitud del déficit y su alcance territorial.

A partir de los valores obtenidos en las estaciones, se distinguen 10 años (18 % del total de la serie) con un déficit pluviométrico general, que afecta a la totalidad del territorio (años *muy secos*) (figura 89). De haber dispuesto de los datos iniciales en los observatorios almerienses, probablemente para el conjunto de la cuenca el número de años considerados *muy secos* habría aumentado a 16 (29 % del total). A ellos podrían añadirse otros 8 años (14,5 % del total) en los que los problemas de agua fueron bastante generalizados.

La serie incluye tres períodos con déficit pluviométrico acentuado y generalizado en toda la cuenca: 1) 1961-1966 (salvo 1962); 2) 1978-1984 (excepto 1980); y 3) 1994-1995 (figura 89).

Además, figuran varios años aislados caracterizados como *secos* o *muy secos* para la totalidad del área. Entre ellos destaca 1970, donde sólo en un observatorio (Doña Inés, pedanía alta del municipio de Lorca) puede considerarse *seco*, en lugar de *muy seco*. También son reseñables las etapas secas de 1955-1956 y de 1998-2000.



■ Años muy secos   
 ■ Años secos   
 ■ Años normales o húmedos   
  Sin datos

Figura 89. Años secos y muy secos en la cuenca del Guadalentín. Método de los quintiles. Elaboración propia

Durante el primer lustro de los años sesenta las lluvias fueron muy reducidas en el Sureste Español con respecto a los años finales de la década de 1950. Esta reducción pluviométrica no fue tan acusada en el resto de España. Tal periodo de sequía, y sobre todo el año hidrológico muy seco de 1966/1967, suscitó la puesta en marcha del proyectado trasvase Tajo-Segura.

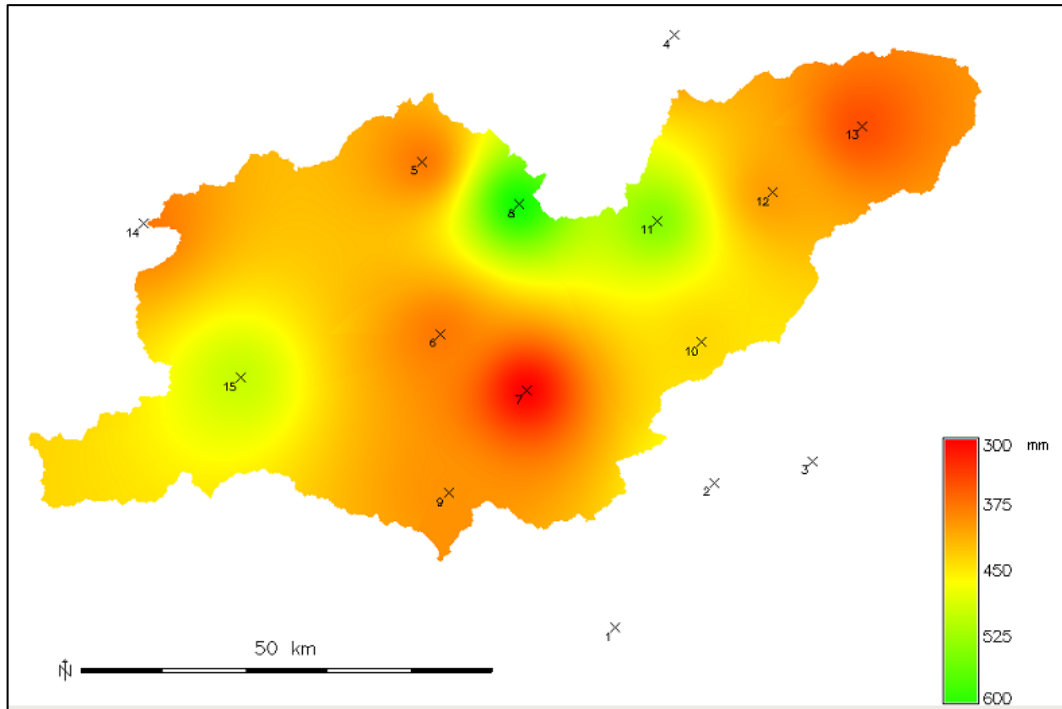


Fig. 90. Mapa pluviométrico de la cuenca del Guadalentín. Año 1992, considerado éste como normal.

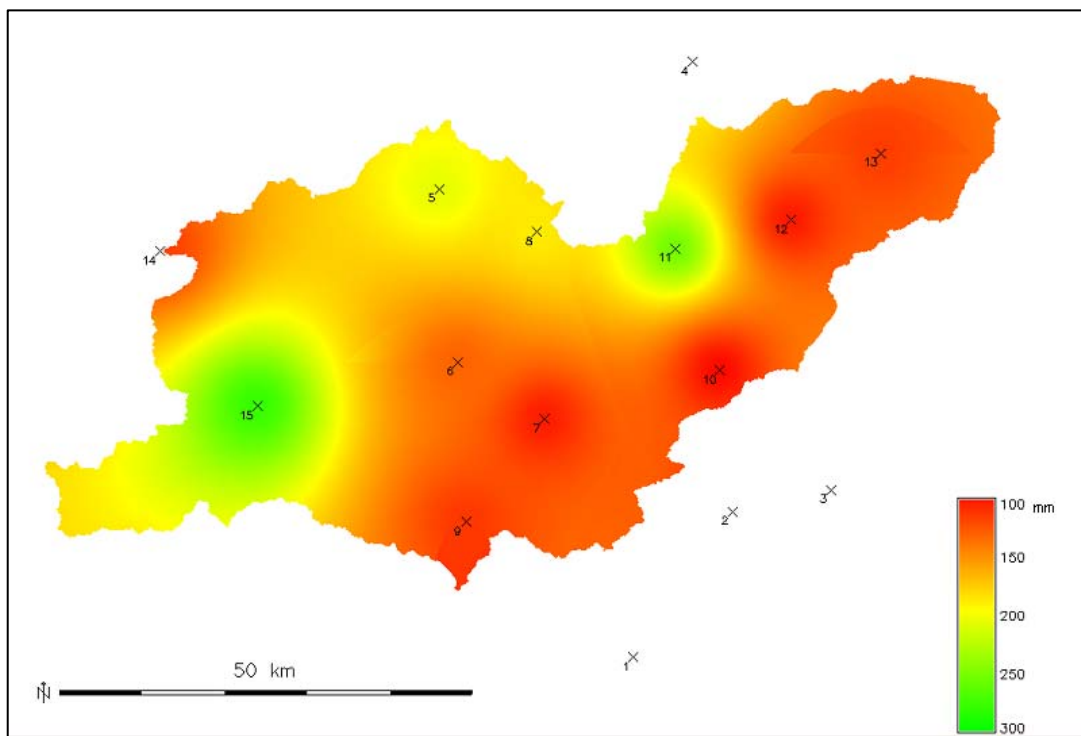


Fig. 91. Mapa pluviométrico de la cuenca del Guadalentín. Año 1995, considerado éste como muy seco.

Estaciones meteorológicas englobadas en la cuenca del Guadalentín

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| 5. DOÑA INÉS                 | 11. ALHAMA "HUERTA ESPUÑA" |
| 6. LORCA "EMBALSE PUENTES"   | 12. LIBRILLA "CHS"         |
| 7. LORCA "CHS"               | 13. MURCIA/ALCANTARILLA    |
| 8. LORCA "ZARZADILLA TOTANA" | 14. VELEZ BLANCO "TOPARES" |
| 9. PUERTO LUMBRERAS "CHS"    | 15. VELEZ BLANCO           |
| 10. TOTANA "PRESA PARETÓN"   | 16. MARÍA                  |

En el Libro Blanco del Agua (1998) se señalan como periodos secos importantes durante las dos últimas décadas los comprendidos entre los años 1979-1982 y 1990-1994, no obstante, el primero comenzó ya en 1978 y se prolongó hasta 1984 en la cuenca del Guadalentín, y el segundo, no arrancó hasta 1992 y se prolongaría hasta 1996 en el Sureste Peninsular. En la cuenca de estudio sólo se observan como años muy secos 1994 y 1995. Por otra parte, la fase seca comprendida entre los años 1998 y 2000 no fue considerada tan alarmante gracias a las notables reservas hídricas acumuladas durante los inviernos muy húmedos de 1995-1996 y 1996-1997, que aseguraron el abastecimiento a ciudades y campos de cultivo.

### **8.3. Persistencia de los años secos**

Una vez conocida la frecuencia y reparto de los años secos resulta necesario saber si éstos forman secuencias temporales cortas o largas, lo que nos informaría sobre otra de las características fundamentales de la sequía: su duración. Dicho parámetro reviste especial interés por su incidencia en la intensificación de la sequía, ya que los déficits pluviométricos, al irse acumulando en el tiempo, van acentuándose y ganando intensidad (Pita López, 1989). En este caso la persistencia de los años secos ha sido analizada de acuerdo con la clasificación obtenida por el método de los quintiles.

En el cuadro 17 se indican las secuencias constituidas por años secos en los diferentes observatorios, y se aprecia con nitidez cómo el mayor porcentaje de años secos corresponde a secuencias de dos o más años de duración. El porcentaje de años secos aislados es inferior al 30% en once de las estaciones meteorológicas, únicamente se supera ligeramente esta cifra en Puentes. En nueve de los doce observatorios ese porcentaje es menor al 20%, e incluso inferior al 15% en tres estaciones: Lorca CHS, Puerto Lumbreras CHS y Vélez Blanco.

Los mayores porcentajes de años implicados sobre el total de años secos de la serie se localizan entre las secuencias de longitud dos y tres años, aunque algunos de estos porcentajes máximos se comparten con las secuencias de años secos consecutivos más duraderas (Zarzadilla de Totana, Puerto Lumbreras CHS,...).

Cuadro 17. Secuencias de años secos consecutivos

Observatorio	nº años secos	Secuencias 1 año			Secuencias 2 años			Secuencias 3 años			Secuencias 4 años			Secuencias 5 años			Secuencias 6 años			Secuencias 8 años			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Alcantarilla	27	5	5	18,6	4	8	29,6	2	6	22,2	2	8	29,6										
Librilla CHS	26	5	5	19,2	2	4	15,4	2	6	23,1				1	5	19,2	1	6	23,1				
Alhama H.E.	29	6	6	20,7	2	4	13,8	3	9	31,0	1	4	13,8				1	6	20,7				
Totana P.P.	30	7	7	23,3	3	6	20,0	1	3	10,0	1	4	13,3	2	10	33,3							
Zaradilla de Totana	30	5	5	16,7	4	8	26,7				1	4	13,3	1	5	16,7					1	8	26,6
Embalse																							
Puentes	25	8	8	32,0	2	4	16,0	3	9	36,0	1	4	16,0										
Lorca CHS	30	4	4	13,3	2	4	13,3				3	12	40,0	2	10	33,3							
P.Lumbreras	27	2	2	7,4	4	8	29,6				1	4	14,8	1	5	18,5					1	8	29,6
Doña Inés	29	5	5	17,2	4	8	27,6	1	3	10,3				1	5	17,2					1	8	27,6
María	23	4	4	17,4	2	4	17,4	2	6	26,1	1	4	17,4	1	5	21,7							
V. Blanco	23	3	3	13,0	2	4	17,4				2	8	34,8								1	8	34,8
Topares	22	4	4	18,1	4	8	36,6	2	6	27,2	1	4	18,1										

Nota. A: número de secuencias; B: años implicados; C: porcentaje sobre total años secos

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos aplicando el método de los quintiles

Entre las secuencias máximas de 8 años secos consecutivos destacan las registradas en Zaradilla de Totana, Puerto Lumbreras y Doña Inés, entre 1961 y 1968; Vélez Blanco entre 1978 y 1985; y con 6 años secos sucesivos Librilla y Alhama “Huerta Espuña”, entre 1961-1966 y 1998-2003 respectivamente. Estas secuencias secas vienen determinadas por la mayor influencia ejercida por los centros de acción anticiclónicos que actúan a nivel regional, pues ocurren tanto en estaciones localizadas a cierta altitud (Alhama “Huerta Espuña”, Zaradilla de Totana, Vélez Blanco y Doña Inés), como en las expuestas hacia el sur y situadas en el fondo del Valle del Guadalentín (Puerto Lumbreras y Librilla).

Para completar el estudio a escala anual, se ha calculado la probabilidad que registran los años secos de ser sucedidos, bien por un año húmedo o normal, bien por uno o varios años secos (cuadro 18). En este sentido, cabe señalar que la probabilidad de que a un año seco o muy seco le suceda uno o más años de similares características oscila entre el 66,7 % en el entorno de Puerto Lumbreras y el 50 % en Vélez Blanco “Topares”.

Hay que señalar en este caso la elevada probabilidad que ofrecen algunos observatorios para las secuencias de tres años secos o *muy secos* consecutivos, especialmente los observatorios de montaña “María” y “Alhama Huerta Espuña”. La probabilidad de que un año seco sea sucedido por otros tres con precipitaciones por debajo de su media interanual sigue siendo apreciable en Lorca “CHS”, Vélez Blanco, Puerto Lumbreras “CHS”, Totana



“Presa de Paretón” y Zarzadilla de Totana. En el caso de Lorca “CHS” y Puerto Lumbreras esta elevada probabilidad puede deberse a su ubicación en el fondo de valle y en solana, donde los vientos catabáticos y subsidentes provocan una disminución importante de la precipitación a lo largo del año.

Cuadro 18. Probabilidad de sucesión de años secos

Observatorio	Años secos seguidos de 1 año no seco		Años secos seguidos de 1 año seco		Años secos seguidos de 2 años secos		Años secos seguidos de 3 años secos		Años secos seguidos de 4 años secos		Años secos seguidos de 5 años secos		Años secos seguidos de 6 años secos		Años secos seguidos de 7 años secos	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Alcantarilla	13	48,1	8	29,6	4	14,8	2	7,4								
Librilla CHS	11	42,3	6	23,1	4	15,4	2	7,7	2	7,7	1	3,8				
Alhama H.E.	13	44,8	7	24,1	5	17,2	2	6,9	1	3,4	1	3,4				
Totana P.P.	14	46,7	7	23,3	4	13,3	3	10,0	2	6,7						
Zarzadilla de Totana	12	40,0	7	23,3	3	10,0	3	10,0	2	6,7	1	3,3	1	3,3	1	3,3
Embalse Puentes	14	56,0	6	24,0	4	16,0	1	4,0								
Lorca CHS	11	36,7	7	23,3	5	16,7	5	16,7	2	6,7						
P.Lumbreras	9	33,3	7	25,9	3	11,1	3	11,1	2	7,4	1	3,7	1	3,7	1	3,7
Doña Inés	12	41,4	7	24,1	3	10,3	2	6,9	2	6,9	1	3,5	1	3,4	1	3,4
María	10	43,5	6	26,1	4	17,4	2	8,7	1	4,3						
V. Blanco	8	34,8	5	21,7	3	13,0	3	13,0	1	4,3	1	4,3	1	4,3	1	4,3
Topares	11	50,0	7	31,8	3	13,6	1	4,5								

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos aplicando el método de los quintiles

La probabilidad se reduce considerablemente, e incluso desaparece en algunos observatorios, cuando se consideran secuencias de cinco o más años secos consecutivos. Destaca, en última instancia, la mayor probabilidad de ocurrencia de secuencias secas de seis, siete y ocho años que ofrece la estación de Vélez Blanco, debido posiblemente a su localización a sotavento de las sierras de María y Las Estancias, llegando los flujos del tercer y cuarto cuadrante secos y cálidos respectivamente.

#### 8.4. Número y longitud de las rachas secas

En todas las consideraciones realizadas hasta el momento sobre el fenómeno de sequía pluviométrica se ha tomado como período de referencia inicial el año; sin embargo, esta opción puede resultar poco precisa dado el alto nivel de agregación de aquél. A lo largo de los doce meses pueden presentarse situaciones pluviométricas muy diferentes. No es raro que un año comience con un mes seco para terminar con otro húmedo o viceversa, de manera que,

en muy pocas ocasiones, las secuencias secas están constituidas por años completos (Pita López, 1989). Por tanto, un análisis preciso de las rachas secas requiere manejar series pluviométricas mensuales o diarias continuas.

#### 8.4.1. Distribución del número de días secos

En climas semiáridos mediterráneos como éste, la precipitación anual puede concentrarse en pocos días y ser muy copiosa, de modo que resulta mucho más útil considerar los datos diarios (cuadro 19).

Cuadro 19. Distribución frecuencial de días de precipitación para diferentes intervalos de lluvia

Estaciones Meteorológicas	0	% total	<0,1	% total	≥0,1	% total	≥ 1	% total	≥10	% total	≥30	% total	Total días
Murcia/ Alcantarilla	16.040	79,8	1.265	6,3	883	4,4	1.424	7,1	386	1,9	91	0,5	20.089
Librilla "CHS"	16.918	84,2	1.191	5,9	240	1,2	1.232	6,1	427	2,1	81	0,4	20.089
Alhama "Huerta Espuña"	16.991	84,6	513	2,6	139	0,7	1.675	8,3	586	2,9	185	0,9	20.089
Totana "Presa Paretón"	17.478	87,0	1.077	5,4	37	0,2	987	4,9	405	2,0	105	0,5	20.089
Lorca "Z. Totana"	18.129	90,2	14	0,1	119	0,6	1.200	6,0	506	2,5	121	0,6	20.089
Lorca "E. Puentes"	17.864	88,9	47	0,2	458	2,3	1.235	6,1	414	2,1	71	0,4	20.089
Lorca "CHS"	17.572	87,5	386	1,9	370	1,8	1.356	6,7	339	1,7	66	0,3	20.089
P. Lumbreras "CHS"	18.095	90,1	425	2,1	198	1,0	891	4,4	378	1,9	102	0,5	20.089
Doña Inés	18.232	90,8	84	0,4	173	0,9	472	2,3	252	1,3	876	4,4	20.089
Vélez Blanco "Topares"	13.043	89,3	155	1,1	17	0,1	908	6,2	411	2,8	74	0,5	14.608
María	12.677	83,0	185	1,2	339	2,2	778	5,1	217	1,4	779	5,1	14.975
Vélez Blanco	10.726	72,4	1.131	7,6	2	0,0	1.534	10,4	379	2,6	108	0,7	13.880
Total días	193.765	86,3	6.473	2,9	2.975	1,3	13.692	6,1	4.700	2,1	2.659	1,2	224.264

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

En el conjunto de la Cuenca, la distribución frecuencial de días secos (precipitación < 0,1 mm) muestra registros elevados sobre el total de días contabilizados —224.264— (cuadro 19). Su valor medio relativo asciende a un 89,2 % (86,3 % de días sin precipitación más un 2,9 % por debajo de 0,1 mm), siendo la probabilidad de día seco de 0,89. Sin embargo, el promedio total de días sin precipitación es muy heterogéneo, apreciándose marcadas diferencias

entre los distintos observatorios. Por debajo de este valor medio estimado se hallan cinco de los doce observatorios analizados: Murcia/Alcantarilla, Alhama “Huerta Espuña”, Puentes, María y Vélez Blanco, mientras que sobre la media se encuentran las estaciones de Librilla “CHS”, Totana “Presa de Paretón”, Zarzadilla de Totana, Lorca “CHS”, Puerto Lumbreras “CHS”, Doña Inés y Vélez Blanco “Topares”.

De forma lógica, por su altitud, los observatorios de Alhama “Huerta Espuña”, María y Vélez Blanco presentan un menor número relativo de días secos. Sin embargo, los de Murcia/Alcantarilla y Librilla, localizados en plena depresión topográfica, muestran un valor porcentual inferior a observatorios cercanos (Totana), sin duda, debido a factores geográficos locales, que se detallarán más adelante. Por otra parte, Doña Inés, Zarzadilla de Totana y Topares muestran mayor número de días secos que otras estaciones localizadas en el valle, quizá por la influencia que ejercen sobre las lluvias la apertura y orientación del relieve hasta el desfiladero de Valdeinfierno, permitiendo canalizar los vientos fríos degradados del cuarto cuadrante.

En la estación de Murcia/Alcantarilla se registran 17.305 días con precipitación inexistente o inapreciable (86,1% del total de días de observación). En Librilla, Alhama “Huerta Espuña”, María y Vélez Blanco los valores son similares en función del total de días contemplados —Librilla: 17.431 días sin precipitación apreciable (86,7% del total de días); Alhama “Huerta Espuña”: 17.504 días secos (87,2%); María: 12.862 (85,8%); Vélez Blanco: 11.857 (85,4 %)—. Las estaciones meteorológicas de Lorca “CHS” y Lorca “Embalse de Puentes” presentan unos valores similares a la media estimada para toda la Cuenca (más del 89,4 % y 89,1% respectivamente). Superando estas cifras se hallan Zarzadilla de Totana, Topares y Doña Inés, con 18.143 (90,3%), 13.198 (90,3%) y 18.316 (91,2%) días de precipitación inapreciable respectivamente. La mayor cantidad de días claros y sin precipitación apreciable corresponde a los observatorios de Puerto Lumbreras “CHS” y Totana “Presa Paretón” (cuadro 19), localizados en plena depresión y sobre pendientes de solana.

Dividiendo la cantidad total de días secos por el número de años considerados se obtiene la media de días secos por año en cada estación

(cuadro 20). El promedio así obtenido para el conjunto de la Cuenca es de 324,7 días secos (sin precipitación apreciable). Estas cifras tan elevadas contrastan con las apuntadas en otros trabajos para ámbitos o regiones españolas con cierto carácter semiárido (Luengo *et al.*, 2002). Según el estudio citado, en el sector central de la cuenca del Duero la media de días secos por año es de 290, mientras que el porcentaje medio de éstos es del 79,7%.

Cuadro 20. Número medio de jornadas secas por año para los diferentes observatorios

Estaciones meteorológicas	días secos/año
Murcia/Alcantarilla	315
Librilla "CHS"	317
Alhama "Huerta España"	319
Totana "Presa Paretón"	337
Lorca "Zaradilla Totana"	330
Lorca "Embalse Puentes"	326
Lorca "CHS"	327
Puerto lumbreras "CHS"	337
Doña Inés	333
Vélez Blanco "Topares"	330
María	314
Vélez Blanco	312

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Como ya se advirtió, en general, el volumen de precipitaciones aumenta a medida que abandonamos las zonas más deprimidas y se asciende a las altas tierras noroccidentales. No obstante, este hecho no se corresponde con algunos de los valores estimados de jornadas secas por año y total de días sin precipitación apreciable. Tal es así que observatorios con mayor precipitación anual media (Zaradilla de Totana, Doña Inés, Topares) presentan igual o mayor número de días sin precipitación, a pesar de su localización a mayor altitud, que otras estaciones localizadas en la Depresión Prelitoral murciana (Murcia/Alcantarilla, Librilla).

Las condiciones del tiempo atmosférico imperantes en la cuenca del Guadalentín resultan de los efectos de la circulación general, matizados por un conjunto de factores locales que son los que determinan las disimilitudes entre las características pluviométricas de los distintos observatorios estudiados. Entre estos últimos sobresale la influencia del relieve montuoso (Cabo Alonso, 1973), básico en aspectos tales como: cerramiento de la depresión por las

sierras costeras, con la consecuente intensificación de la continentalidad; fenómeno de inversión térmica en el tramo bajo del pasillo Guadalentín-Biznaga; y, especialmente, la disposición de las montañas (Saura Hidalgo, 1970), salvo escasas excepciones, en dirección más o menos paralela a las de inserción de vientos marinos húmedos, en detrimento de la condensación y de la lluvia.

Por otra parte, los vientos constituyen uno de los elementos climáticos que más intervienen en la distribución de las precipitaciones. En este territorio predominan, a lo largo del año, los vientos del primer cuadrante. Los vientos del este suponen un 23 %, seguidos de los procedentes del noreste (18 %) y sureste (12 %). La componente oeste representa un 10 %, noroeste otro 10 %, suroeste un 9 % y sur un 6 %. Los rumbos variables y las calmas tienen escasa frecuencia, mientras que los vientos dominantes del primer cuadrante se caracterizan normalmente por las brisas y corrientes convectivas locales originadas por el calentamiento diferencial entre sierras y valles (Navarro Hervás, 1991). Según Navarro (1991), dentro de este ámbito surestino, existe una relación clara entre precipitaciones máximas en 24 horas y flujos de vientos de componente este, correspondiendo las mayores intensidades pluviométricas a dichos vientos y al proceso dinámico de embolsamiento de aire frío localizado sobre el Mar de Alborán o Mar de Argel. En el sector occidental de la cuenca del Guadalentín se dejan sentir indistintamente la acción de vientos del este y oeste.

Además, en contraposición con los vientos generales producidos por los gradientes de extensos sistemas de presión, existen sistemas de vientos secundarios generados por contrastes entre el calentamiento y enfriamiento locales del suelo, independientemente o en combinación con el factor orográfico (*vientos locales*). Asimismo, la disposición de corredor del Guadalentín, con gradación altitudinal este-oeste, favorece la formación de vientos *anabáticos* y *catabáticos*, que pueden desarrollar cierta influencia desecadora hacia el fondo de valle. Por los notorios contrastes térmicos y orográficos que presenta esta Cuenca, los vientos locales pueden tener aquí gran importancia meteorológica y climática.

En principio, puede decirse que los observatorios de Alhama “Huerta Espuña”, María y Vélez Blanco participan de un mayor efecto orográfico positivo, gozando de una buena exposición ante los flujos relativamente húmedos del este y del oeste. En consecuencia, presentan un menor número de días secos y unas condiciones generales menos áridas. En la estación de Alhama —vertiente oriental de Sierra Espuña (1.585 m)— la mayor parte de las precipitaciones y días de precipitación se deben a la llegada de vientos predominantes del noreste.

La situación de María en la ladera noreste de la sierra que lleva su nombre (2.045 m), explica la importancia del efecto orográfico en la pluviosidad de esta área y, en menor medida, en el cómputo de días con lluvia. Ésta es principalmente originada por masas de aire procedentes del primer cuadrante (NE), aunque también puede hallarse asociada a la presencia de flujos húmedos del suroeste.

El efecto de disparo orográfico es algo menor en Vélez Blanco, al pie de las estribaciones orientales de la sierra de María, si bien se ve favorecido por la entrada de viento húmedo del sureste a través del pasillo que flanquean las sierras de Las Estancias y Torrecilla.

Murcia/Alcantarilla y Librilla “CHS” cuentan con un número de días secos también por debajo del valor medio establecido para la Cuenca e inferior a Totana “Presa de Paretón”. Estos dos núcleos, cercanos entre sí, están afectados por la barrera que impone el relieve de Carrascoy (1.066 m), sierra del Puerto, Villares y Columbares (647 m) (Cordillera Prelitoral) a los vientos del este. En tales casos, la influencia orográfica no es suficiente para aumentar el índice de pluviosidad y el número de días de lluvia por condensación adiabática, siendo, en cambio, más influyentes las masas de aire del noroeste que bajan canalizadas por el valle del Segura. Éstas, al llegar a la confluencia del Guadalentín con el río principal se expanden en todas direcciones, sin llegar a alcanzar el sector de Totana.

Lorca “CHS” y Lorca “Embalse de Puentes” presentan valores medios y similares en cuanto a días sin precipitación apreciable. El primero se ve

afectado por un intenso efecto föehn respecto a los vientos procedentes del suroeste, provocado por la disposición perpendicular de las sierras de La Torrecilla (927 m) y Las Estancias (1.501 m). El efecto de sombra pluviométrica también lo ejercen las sierras prelitorales —Carrasquilla (639 m) y Almenara (888 m)— en relación a los vientos provenientes del sureste. Por el contrario, el pasillo comprendido entre la sierras de Almenara y Carrascoy permite la penetración de vientos húmedos mediterráneos de Levante, que, en ocasiones, al chocar con las estribaciones orientales de la sierra de La Torrecilla, terminan provocando chubascos de fuerte intensidad horaria.

El observatorio localizado en el embalse de Puentes queda al abrigo del flujo del oeste, provocado por la interposición de las sierras del Gigante (1.494 m), Culebrina y Pericay (1.226 m). La sierra de La Torrecilla ejerce ese mismo efecto respecto a los vientos del sur, y las elevaciones de Cambrón (1.528 m) y Lavia (1.238) respecto a los posibles flujos húmedos que llegan por el norte. Completan el cierre de esta zona, a modo de cuenca interior, las sierras de La Tercia (964 m) y Espuña, que se oponen a los vientos del este y noreste respectivamente. En este caso, los pocos días de precipitación suelen coincidir con lluvias convectivas y advecciones húmedas canalizadas por los pasillos que drenan los ríos-ramblas Caramel, Corneros y Luchena. Los vientos *anabáticos*, provocados por el calentamiento de las vertientes en las horas de sol, juegan un papel importante cuando el aire presenta fuerte carga higrométrica.

En orden decreciente, según número de días de precipitación, se sitúan los observatorios de Doña Inés, Zarzadilla de Totana y Vélez Blanco “Topares”, con registros muy bajos a pesar de su altitud. En los dos primeros hay que destacar el acusado efecto föehn que ejercen las sierras de Espuña, Pedro Ponce (1.521 m) y Cambrón respecto a los vientos de componente este, norte y noroeste. En Doña Inés los flujos de aire procedentes del norte y noroeste son frenados por las elevaciones de Lavia y Burete (1.031 m), mientras que Zarzadilla de Totana queda a resguardo, además, de los vientos del suroeste gracias a la disposición de la sierra del Madroño (1.236 m). Por su parte, el

sector de Topares se halla afectado en mayor grado por los flujos de aire del oeste, aunque éstos llegan muy mermados en humedad. Por el norte, este sector queda protegido por la sierra de La Zarza (1.479 m); por el sur y sureste interceptan los flujos húmedos las sierras de Orce y María; y por el este las cumbres del Oso (1.241 m) y Pinosa (1.102 m).

Finalmente, las áreas con menor número de días de precipitación son las tierras circundantes de Puerto Lumbreras y Totana “Presa de Paretón” —337 días al año, más del 92 % del total—. Ambas áreas, situadas en el fondo de la Depresión del Guadalentín, se hallan privadas de todo efecto orográfico positivo, siendo frecuentes las situaciones de estabilidad y subsidencia del aire. Puerto Lumbreras queda aislado de los vientos húmedos del este por la Cordillera Prelitoral (Almenara y Carrasquilla) y sierra de Enmedio (855 m). Por el oeste, las sierras de Las Estancias y Torrecilla ejercen también un importante efecto föehn, agravando el carácter árido de la zona.

Totana queda a resguardo de los vientos del oeste por la sierra de La Tercia y Espuña. Sólo los vientos del este llegan a este sector, pero lo hacen bastante degradados tras recorrer el Valle Bajo del Segura y Bajo Guadalentín, generando pocos días de lluvia.

En definitiva, respecto al número de días secos, puede afirmarse que los observatorios con mayor número de días de lluvia corresponden a las áreas con menor proporción de precipitaciones máximas. Las áreas más húmedas (sectores montañosos) registran, por otra parte, una distribución anual de las precipitaciones más regular. Algunos observatorios localizados en sectores bajos (Alcantarilla y Librilla) registran un número de días lluviosos muy similar al de los sectores montañosos. Ello se debe a su mayor contenido de humedad relativa y la expansión de flujos previamente canalizados, que favorecen los mecanismos de condensación. Como resultado, el número de días de lluvia aumenta, pero las precipitaciones no son especialmente significativas.

En la parte central de la Cuenca la distribución del número de días secos parece caprichosa. En esta zona también resulta relevante el que ciertos observatorios, enclavados en un área homogénea por su contenido de



humedad, marquen registros diferentes entre sí, llegando algunos de ellos a presentar un número de días de precipitación más bien bajo. Estos registros tan dispares en un área de similar carga higrométrica se deben a su diferente exposición ante los flujos atlánticos y de Levante, de modo que la influencia de la altitud en la producción de lluvia queda localmente anulada por puntuales efectos föehn de pequeña escala pero persistentes. Destaca, por ejemplo, el efecto föehn originado por Sierra Espuña ante los vientos de componente este, que afecta a Zarzadilla de Totana y Doña Inés, provocando un descenso apreciable de la cuantía de días lluviosos.

Por otra parte, el valle alto y medio del Guadalentín (Puerto Lumbreras) y el Campo de Lorca acusan también cierta reducción en el reparto de días lluviosos, en comparación con la Vega Baja (Librilla y Alcantarilla). A este hecho contribuye la intercepción de los vientos húmedos de Levante por las sierras de Almenara y Algarrobo (713 m), y de la influencia atlántica por las sierras de La Torrecilla y de La Tercia (Saura Hidalgo, 1970).

#### *8.4.2. Duración de las rachas secas*

La longitud de las secuencias secas reviste un indudable interés en el análisis de la estructura diaria de las sequías pluviométricas. El recuento estacional de las secuencias secas de duración igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días, así como el número de días sin precipitación que las componen se presentan en los cuadros 21 a 24. La casi total ausencia de precipitación durante dos meses seguidos es muy común en la mayor parte de la Cuenca y a lo largo de cualquier estación del año.

Durante la estación invernal, las secuencias secas de duración superior o igual a una semana y siempre inferior a los treinta días son más numerosas en el sector NE del valle, de mayor latitud (Murcia/Alcantarilla), y en las zonas más elevadas de la Cuenca (Alhama "Huerta Espuña" y sierra de María). Los sectores más secos del centro y sur del surco intrabético del Guadalentín y las zonas rodeadas por relieves elevados del altiplano muestran las secuencias

secas más largas durante el invierno (Totana, Puerto Lumbreras, Embalse de Puentes, Doña Inés,...).

Cuadro 21. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$  mm) y total de días incluidos. Estación invernal (1975-2004)

Observatorios	$\geq 7$		$\geq 15$		$\geq 30$		$\geq 60$		$\geq 90$	
	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días
Murcia/Alcantarilla	74	710	39	786	9	381	-	-	-	-
Librilla "CHS"	45	446	34	697	23	1.001	1	67	-	-
Alhama "H.E."	69	677	33	651	16	624	1	61	-	-
Totana "P.P."	33	322	35	720	23	955	4	304	-	-
Lorca "Z. Totana"	53	517	34	695	21	788	1	68	-	-
Lorca "E. Puentes"	51	487	38	808	17	654	3	198	-	-
Lorca "CHS"	56	558	35	704	18	729	1	67	1	98
P. Lumbreras	40	393	35	771	15	605	4	285	1	104
Doña Inés	47	455	32	653	19	766	4	293	-	-
María	60	554	38	825	12	514	1	77	-	-
Vélez Blanco	51	497	36	729	16	591	1	67	-	-
V. B. "Topares"	53	523	37	771	15	586	3	255	-	-

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Sobresalen en dicha estación las cuatro secuencias secas de más de dos meses de duración acaecidas en los observatorios de Totana "Paretón" (304 días), Doña Inés (293 días) y Puerto Lumbreras (285 días).

Ya se ha señalado la notable influencia que los factores geográficos ejercen sobre la precipitación. No se explicaría, sin recurrir al efecto pluviométrico positivo que ejercen los flujos húmedos canalizados por el Valle del Segura sobre Alcantarilla, el gran contraste que se advierte en el número de etapas secas de 30-60 días entre el observatorio localizado en dicho municipio (9 rachas secas con 381 días incluidos) y Librilla "CHS" (23 rachas secas que suman un total de 1.000 días).

Durante la primavera se hacen más patentes las secuencias largas, superiores a sesenta días, acarreado un grave peligro para la producción agrícola, sobre todo de secano. Merece resaltar los casos de Puerto Lumbreras y Totana, junto con los de Vélez Blanco "Topares" y Doña Inés, estos últimos con dos secuencias secas situadas por encima de los tres meses de duración

estacional. Alcantarilla, en las tierras bajas del Guadalentín, muestra las etapas secas más cortas en esta época del año.

El predominio de situaciones sinópticas de carácter subtropical en los meses estivales hace de la estación de verano la más proclive a sufrir largos periodos secos. Durante esta época del año ningún observatorio escapa a una sequía pluviométrica que comprenda e incluso rebase el conjunto de días de la estación. No obstante, se siguen constatando diferencias locales apreciables. Puerto Lumbreras y, sobre todo, Totana son también en este caso los sectores más afectados por las denominadas secas.

Cuadro 22. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$  mm) y total de días incluidos. Estación primaveral (1975-2004)

Observatorios	$\geq 7$		$\geq 15$		$\geq 30$		$\geq 60$		$\geq 90$	
	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días
Murcia/Alcantarilla	63	608	39	805	8	308	2	124	-	-
Librilla "CHS"	38	378	39	823	18	820	3	189	-	-
Alhama "H.E."	57	551	33	653	15	588	2	126	-	-
Totana "P.P."	31	336	35	702	18	803	6	424	-	-
Lorca "Z. Totana"	53	527	30	623	17	685	2	131	-	-
Lorca "E. Puentes"	48	473	32	655	19	759	1	60	1	91
Lorca "CHS"	38	374	35	697	23	938	1	62	-	-
P. Lumbreras	44	449	31	599	18	700	4	285	1	104
Doña Inés	50	490	33	720	11	463	2	141	2	231
María	48	474	32	620	18	735	1	71	1	115
Vélez Blanco	46	496	37	770	15	583	1	60	-	-
V. B. "Topares"	41	406	26	498	16	652	4	280	2	257

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

En Puentes son más escasas las rachas secas de duración superior a tres meses, siendo en cambio frecuentes las que giran en torno a un mes. En éste y otros muchos casos, la interrupción de series potencialmente largas de días sin lluvias se produce por causa de tormentas convectivas propias de la estación tórrida del año. Particularmente el sector de Puentes, cerrado a los vientos frescos de cualquier dirección, es un lugar preferente para el desarrollo de movimientos convectivos en dicha época.

A lo largo de otoño se observa una menor duración relativa de las etapas de sequía en comparación con las dos estaciones precedentes. De nuevo en este

caso, los observatorios de Totana “Presa de Paretón” y Puerto Lumbreras registran las secuencias secas más duraderas. Le siguen, aunque con diferencia, las estaciones de Doña Inés, Zarzadilla de Totana y Topares, situadas en la altiplanicie del Alto Guadalentín.

Cuadro 23. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$  mm) y total de días incluidos en verano (1975-2004)

Observatorios	$\geq 7$		$\geq 15$		$\geq 30$		$\geq 60$		$\geq 90$	
	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días
Murcia/Alcantarilla	27	286	26	521	21	822	7	519	2	196
Librilla “CHS”	24	248	12	227	16	669	10	706	6	617
Alhama “H.E.”	33	334	24	504	21	867	7	492	2	194
Totana “P.P.”	10	114	10	202	11	449	10	736	9	1.087
Lorca “Z. Totana”	18	177	22	488	23	995	8	605	2	236
Lorca “E. Puentes”	26	270	17	360	28	1.187	8	587	1	93
Lorca “CHS”	18	188	15	348	19	778	11	789	4	411
P. Lumbreras	9	88	13	277	13	566	9	624	8	1.032
Doña Inés	28	289	24	539	18	724	8	604	3	333
María	21	206	18	369	26	1.098	8	569	2	234
Vélez Blanco	30	300	16	353	18	707	6	404	4	497
V. B. “Topares”	12	129	14	318	20	851	10	702	5	560

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Cuadro 24. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$  mm) y total de días incluidos en otoño (1975-2004)

Observatorios	$\geq 7$		$\geq 15$		$\geq 30$		$\geq 60$		$\geq 90$	
	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días	Número	Total días
Murcia/Alcantarilla	77	705	42	843	6	223	-	-	-	-
Librilla “CHS”	51	491	39	852	18	721	2	155	-	-
Alhama “H.E.”	66	629	35	724	12	455	2	125	-	-
Totana “P.P.”	49	478	34	705	17	684	4	293	1	108
Lorca “Z. Totana”	55	534	41	856	12	481	3	186	-	-
Lorca “E. Puentes”	58	581	41	819	13	537	2	124	-	-
Lorca “CHS”	46	449	42	882	17	682	1	80	-	-
P. Lumbreras	52	507	34	705	19	740	2	151	1	105
Doña Inés	48	457	35	754	14	604	4	281	-	-
María	52	505	34	739	18	710	-	-	-	-
Vélez Blanco	55	549	34	720	13	530	-	-	1	99
V. B. “Topares”	44	405	42	919	18	711	2	135	-	-

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

El cuadro 25 ofrece datos estadísticos básicos de las rachas secas a partir de los cuales puede establecerse una zonificación de las mismas. La duración y el número de las series secas es muy considerable en todos los

observatorios, lo que convierte a la cuenca en estudio en una de las zonas de mayor precariedad pluviométrica del territorio español.

En cuanto al número total de rachas secas, es la zona noreste del valle, junto a sierra Espuña, la que ofrece una mayor cuantía, frente al mínimo registrado en el sector opuesto, el suroccidental.

Considerada en conjunto, toda la cuenca participa de largas secuencias de días secos, con valores de duración media que sobrepasan los veinte días (Vélez Blanco y María muestran ese valor mínimo medio), y una extraordinaria persistencia en Puerto Lumbreras y Totana, donde se encadenan numerosas secuencias de diferente duración.

Cuadro 25. Número de rachas secas, secuencias secas medias y medias máximas anuales (1975-2004)

Observatorios	Número total de rachas secas	Longitud media muestral de rachas secas	Longitud media muestral de rachas secas máximas
Murcia / Alcantarilla	1.421	24,57	76,75
Librilla CHS	1.066	28,15	85,00
Alhama Huerta Espuña	1.305	25,63	72,12
Totana Presa Paretón	944	33,98	123,87
Zarzadilla Totana	1.089	30,99	102,25
Lorca Embalse Puentes	1.159	27,05	77,00
Lorca CHS	1.136	28,35	88,00
Puerto Lumbreras CHS	916	35,59	149,60
Doña Inés	1.061	30,51	104,37
María	987	22,70	74,37
Vélez Blanco	863	21,57	70,75
Vélez Blanco Topares	799	27,90	97,87

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

La duración media de las rachas secas máximas asciende a 149 días en Puerto Lumbreras y 123 en Totana, secuencias de hasta cuatro y cinco meses sin lluvias. Los valores medios máximos inferiores se registran en los sectores montañosos (Vélez Blanco, Espuña, María,...) y en el tramo bajo del Guadalentín, próximo a su conexión con el Segura.

De los datos expuestos resulta la siguiente zonificación de rachas secas para la cuenca del río Guadalentín:

- Sectores montañosos elevados —María, comarca de los Vélez y Espuña— y extremo nororiental del valle —Murcia/Alcantarilla—. Estas áreas muestran las secuencias secas menos continuas en el tiempo, por la influencia de la altitud en el primer caso, y por la amortiguación del efecto de barrera orográfica en el segundo.
- Altiplanicie del Alto Guadalentín —Doña Inés, Zarzadilla de Totana, Topares, Puentes—, Librilla y campo de Lorca. Estas áreas muestran valores intermedios.
- Sectores de Totana-Puerto Lumbreras, sur y centro del valle. Son las zonas con mayor probabilidad de rachas secas largas, y una indigencia pluviométrica extrema agravada por la aridez edáfica de sus tierras.

#### 8.4.3. Evolución de rachas secas

Una vez realizado el análisis del número de días sin precipitación apreciable y la ocurrencia de rachas secas en la cuenca del Guadalentín, conviene conocer su evolución para pronosticar posibles efectos y establecer políticas de prevención adecuadas.

En las figuras 92 a 96 se muestra el número medio anual de rachas secas de diferente duración. Se ha realizado una división del periodo de estudio con la finalidad de comparar y establecer evoluciones. En esta segmentación se considera un periodo final (1975-2004) de 30 años y otro inicial de 25, que queda reducido a 11 en el caso del observatorio de María, a 10 en Vélez Blanco “Topares” y a 8 en Vélez Blanco, por no contar estas estaciones meteorológicas con datos anteriores a 1964, 1965 y 1967 respectivamente.

Respecto a las rachas secas más pequeñas (1-7 días) destaca el cambio de tendencia del sector montañoso suroccidental de la Cuenca (María, Vélez Blanco y Topares).

En el resto de sectores elevados —Embalse de Puentes, Zarzadilla de Totana, Doña Inés y Alhama “Huerta Espuña”— el número medio anual de este tipo de rachas secas aumenta considerablemente, al contrario de lo que ocurre en las estaciones del valle, caracterizadas por comportamientos desiguales. Los observatorios de Alcantarilla y Puerto Lumbreras experimentan un incremento del número de rachas secas de muy corta duración, mientras que Totana “Presa de Paretón”, Librilla “CHS” y Lorca “CHS” muestran un claro descenso (figura 92).

Algo similar sucede con las rachas secas de una a dos semanas de duración. Son los observatorios localizados en los extremos del valle, junto con Alhama H.E. y la estación meteorológica de Vélez Blanco, los que registran un aumento del número de este tipo de secuencias.

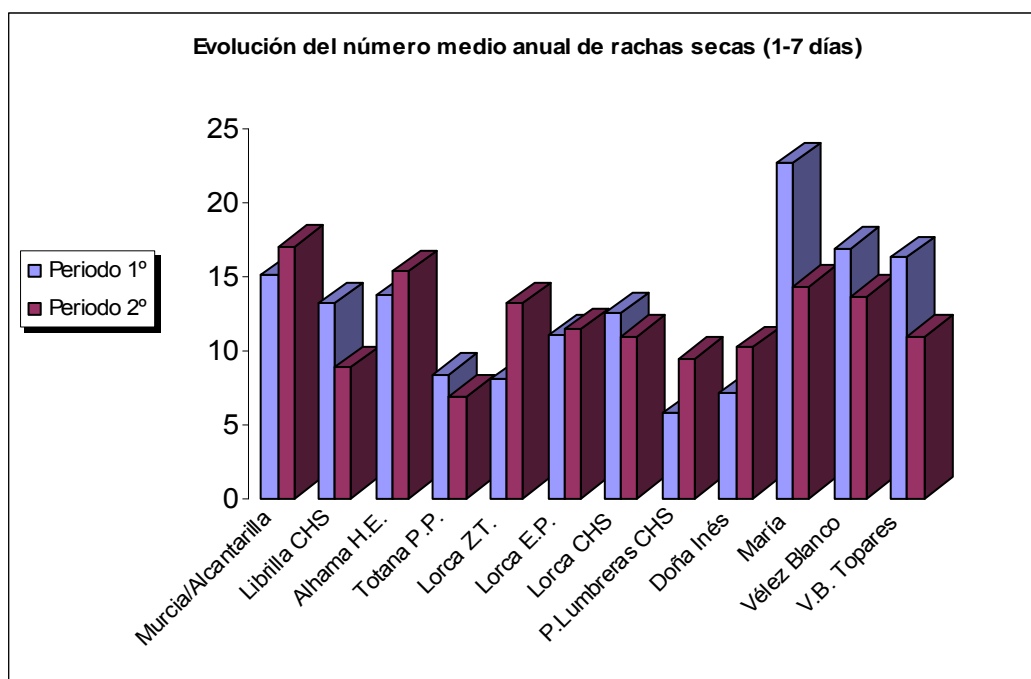


Fig. 92. Evolución del número de rachas secas de duración no superior a la semana. Periodo 1: 1950-1974, excepto en María (1964-1974), Topares (1965-1974) y Vélez Blanco (1967-1974); periodo 2: 1975-2004.

Si se analizan las rachas secas de duración media, de dos a cuatro semanas, las zonas de Vélez Blanco, Doña Inés, Zarzadilla de Totana y Alcantarilla siguen la misma tendencia que para las secuencias más cortas, denotando un claro incremento respecto al primer periodo 1950-1974. En los restantes sectores la frecuencia media de estas rachas secas tiende a disminuir.

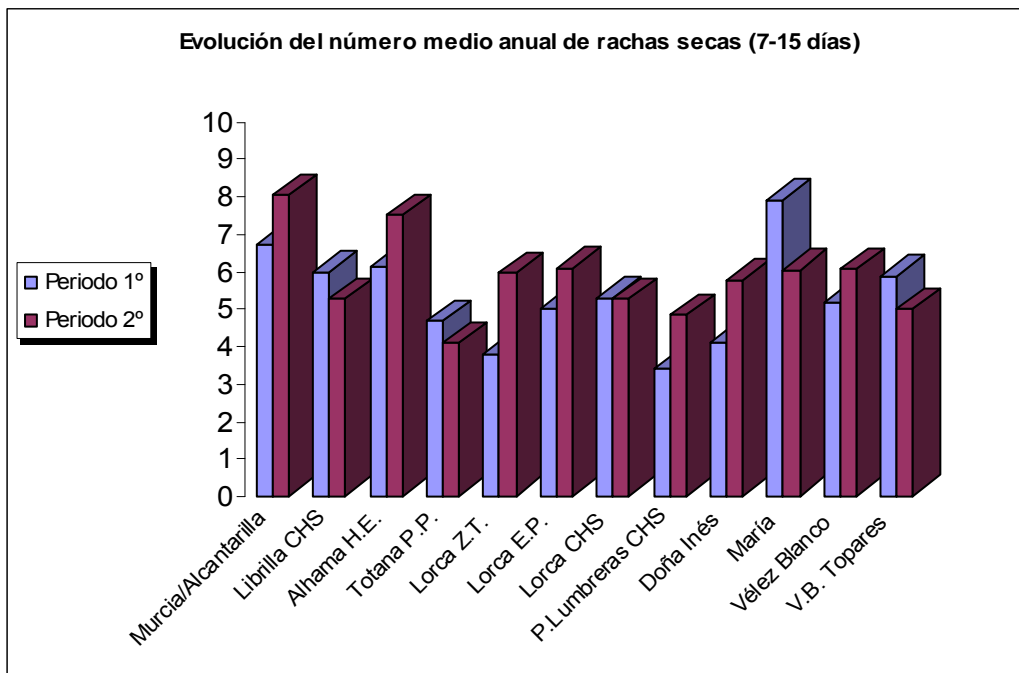


Fig. 93. Evolución del número de rachas secas de duración entre 7 y 15 días. Periodo 1: 1950-1974, excepto en María (1964-1974), Topares (1965-1974) y Vélez Blanco (1967-1974); periodo 2: 1975-2004.

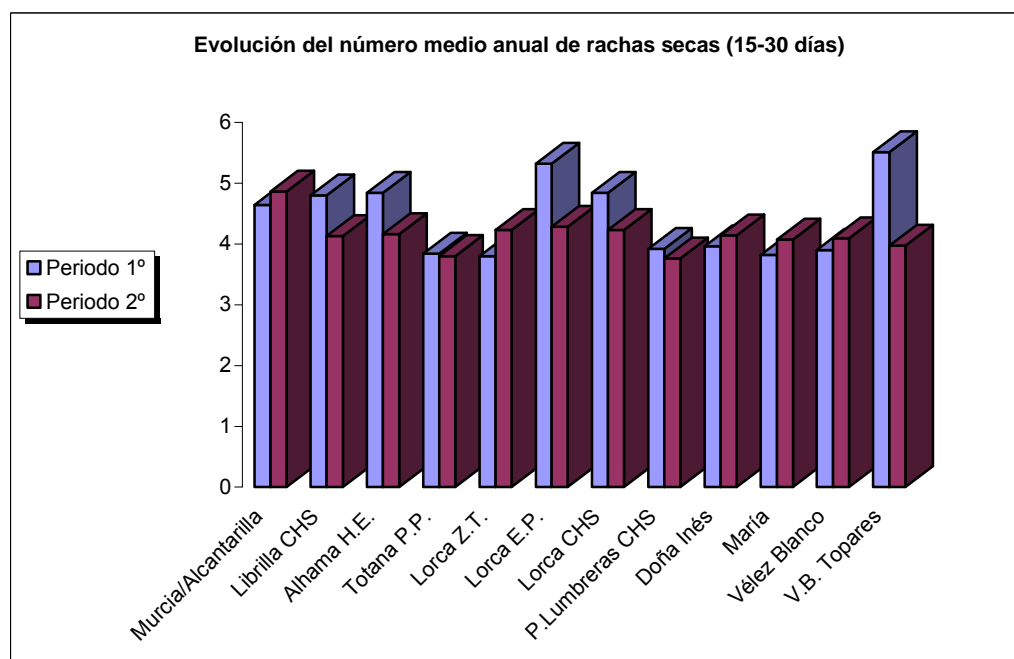


Fig. 94. Evolución del número de rachas secas de duración entre 15 y 30 días. Periodo 1: 1950-1974, excepto en María (1964-1974), Topares (1965-1974) y Vélez Blanco (1967-1974); periodo 2: 1975-2004.

Los periodos secos de duración entre 1 y 2 meses sufren también un cierto incremento en la mayor parte de la cuenca, sobre todo en sectores montañosos suroccidentales. Sólo determinadas zonas del altiplano lorquino —Zarzadilla de



Totana, Doña Inés y Topares— y Alcantarilla constituyen la excepción a dicha tónica.

Por último, las rachas secas largas, superiores a dos meses de duración, consideradas las más graves para la agricultura y para el abastecimiento de agua en general, se afianzan en los sectores centrales del valle y, muy especialmente, en las zonas montañosas del suroeste (figura 96).

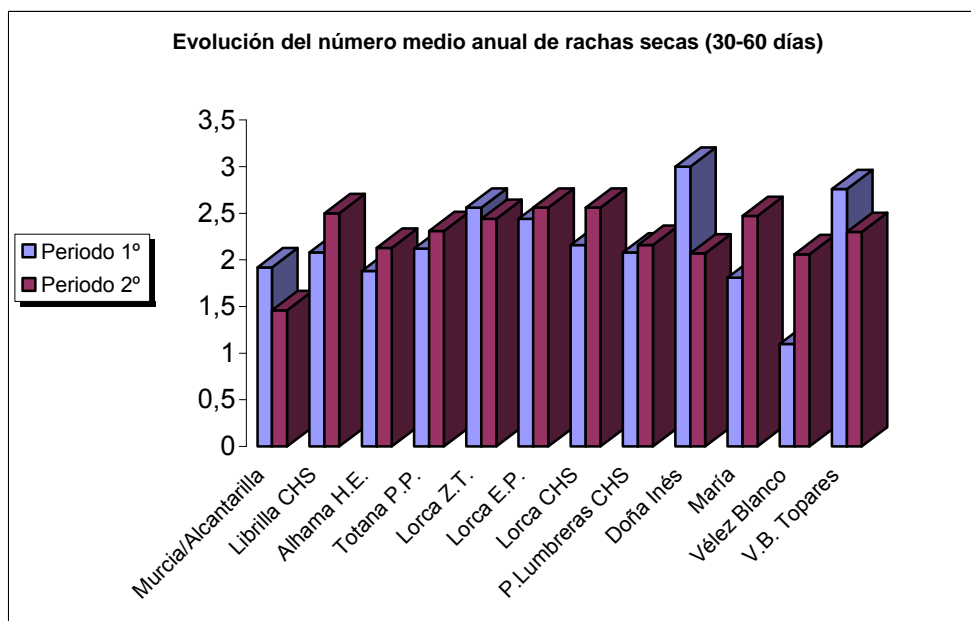


Fig. 95. Evolución del número de rachas secas de duración entre 30 y 60 días. Periodo 1: 1950-1974, excepto en María (1964-1974), Topares (1965-1974) y Vélez Blanco (1967-1974); periodo 2: 1975-2004.

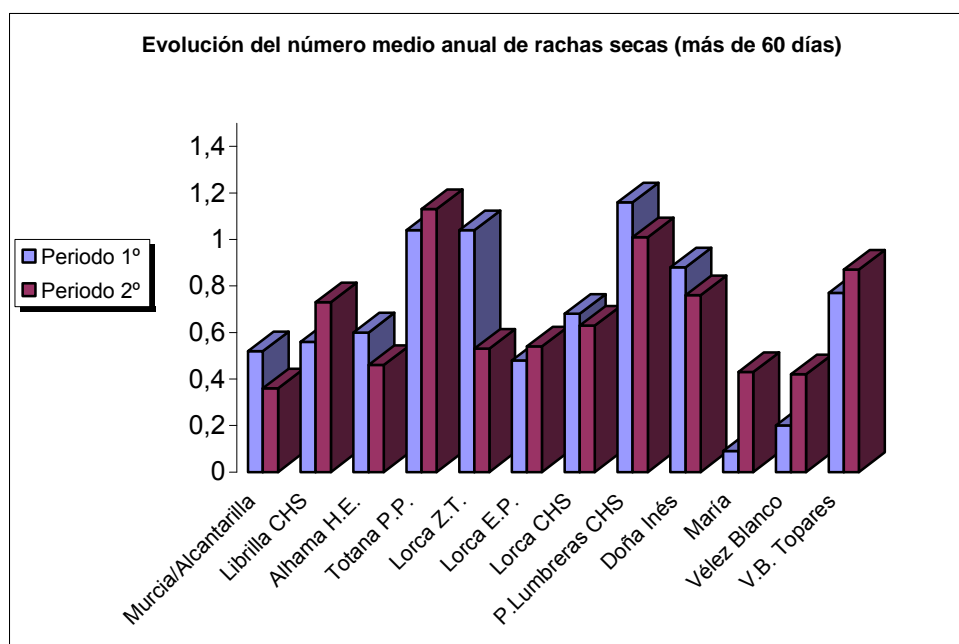


Fig. 96. Evolución del número de rachas secas de duración superior a los dos meses. Periodo 1: 1950-1974, excepto en María (1964-1974), Topares (1965-1974) y Vélez Blanco (1967-1974); periodo 2: 1975-2004.

Comparando los dos periodos de estudio, se observa un aumento de la cantidad anual de rachas secas en los observatorios nor-orientales de Murcia/Alcantarilla y Alhama “Huerta Espuña”, sobre todo de las rachas más cortas. Por el contrario, los observatorios localizados en el centro y sur del Valle del Guadalentín (Lorca “CHS”, Puerto Lumbreras “CHS”) y sectores elevados suroccidentales (Vélez Blanco “Topares”, María, etc.) presentan una tendencia generalizada a la disminución del número de días secos consecutivos.

El cuadro 26 muestra la evolución del número medio estacional de rachas secas de diferente duración en algunos observatorios tipo, representativos de diferentes sectores topográficos en la cuenca del Guadalentín (vega baja, sector montañoso de sierra Espuña, vega media y cabecera).

Durante las estaciones de otoño y primavera (estaciones en las que la pluviometría es vital para la agricultura de secano) parece advertirse una evolución del número medio de rachas secas similar a la variación anual descrita anteriormente. Mientras que en Murcia/Alcantarilla y en Alhama “Huerta Espuña” (sector nor-oriental) las rachas secas aumentan durante los equinoccios, en Lorca “CHS” y en Topares (sectores sur y occidental) su número medio estacional desciende. No obstante, y de forma similar a lo que ocurre con el número medio anual de días consecutivos sin precipitación, son las rachas secas menos prolongadas (hasta 15 días sin lluvias apreciables) las que registran tal evolución.

En cuanto al comportamiento estacional de las rachas más largas existe un ligero incremento en primavera para los observatorios de Murcia/Alcantarilla, Alhama y Topares, y un descenso en Lorca. Este incremento también se aprecia para la estación invernal en Lorca y Alhama. En otoño, periodo decisivo en el que el agricultor de secano decide si plantar o no, y qué cultivo realizar, se observa una disminución de las rachas secas prolongadas (más de dos meses continuados sin precipitación).

En definitiva, durante la estación otoñal se observa un descenso en el número medio de rachas secas persistentes, lo que consigue provocar una motivación en el agricultor de secano a la hora de ampliar sus cultivos. Sin

embargo, durante la primavera, las rachas secas más constantes se incrementan en casi todos los observatorios analizados, lo que genera unos escasos rendimientos e incluso pérdida de cosechas al no desarrollarse el fruto por la falta de agua. De este modo, las expectativas generadas durante la estación de la siembra se ven frustradas durante la primavera, cuando ya no hay remedio alguno para salvar la producción.

Cuadro 26. Número medio anual y estacional de rachas secas en cuatro observatorios tipo (Murcia/Alcantarilla, Alhama "Huerta España", Lorca "CHS" y Vélez Blanco "Topares") (Periodos comparados: 1950-74/1975-2004)

Estación meteorológica: Murcia/Alcantarilla										
Frecuencia (días)	Periodo 1: 1950-1974					Periodo 2: 1975-2004				
	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual
de 1 a 7	4,76	4,24	4,44	1,60	15,04	4,63	4,73	5,50	2,13	17,00
de 7 a 15	2,08	1,68	2,20	0,76	6,72	2,46	2,10	2,56	0,90	8,03
de 15 a 30	1,36	1,60	1,20	0,48	4,64	1,30	1,30	1,40	0,86	4,86
de 30 a 60	0,40	0,44	0,40	0,68	1,92	0,30	0,26	0,20	0,70	1,46
Más de 60	0,04	-	0,04	0,44	0,52	-	0,06	-	0,30	0,36
Estación meteorológica: Alhama "Huerta España"										
Frecuencia (días)	Periodo 1: 1950-1974					Periodo 2: 1975-2004				
	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual
de 1 a 7	3,76	4,20	4,36	1,40	13,72	3,66	4,80	4,90	1,96	15,33
de 7 a 15	1,88	1,44	2,00	0,80	6,12	2,30	1,90	2,20	1,10	7,50
de 15 a 30	1,56	1,32	1,36	0,60	4,84	1,10	1,10	1,16	0,80	4,16
de 30 a 60	0,40	0,56	0,20	0,72	1,88	0,53	0,50	0,40	0,70	2,13
Más de 60	-	0,04	0,16	0,40	0,60	0,03	0,06	0,06	0,30	0,46
Estación meteorológica: Lorca "CHS"										
Frecuencia (días)	Periodo 1: 1950-1974					Periodo 2: 1975-2004				
	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual
de 1 a 7	3,68	3,72	4,08	1,04	12,52	2,60	3,56	3,80	1,00	10,96
de 7 a 15	1,52	1,36	1,76	0,64	5,28	1,86	1,26	1,53	0,60	5,26
de 15 a 30	1,44	1,48	1,28	0,64	4,84	1,16	1,16	1,40	0,50	4,23
de 30 a 60	0,56	0,52	0,40	0,68	2,16	0,60	0,76	0,56	0,63	2,56
Más de 60	0,04	0,08	0,12	0,44	0,68	0,06	0,03	0,03	0,50	0,63
Estación meteorológica: Vélez Blanco "Topares"										
Frecuencia (días)	Periodo 1: 1965-1974					Periodo 2: 1975-2004				
	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual	Invierno	Primavera	Otoño	Verano	anual
de 1 a 7	6,75	3,75	4,00	1,75	16,25	3,13	3,60	3,50	0,73	10,96
de 7 a 15	2,25	1,25	1,13	1,25	5,88	1,77	1,37	1,47	0,40	5,01
de 15 a 30	1,13	2,13	1,50	0,75	5,51	1,23	0,87	1,40	0,47	3,97
de 30 a 60	0,50	0,63	0,75	0,88	2,76	0,50	0,53	0,60	0,67	2,30
Más de 60	0,13	0,13	0,13	0,38	0,77	0,10	0,20	0,07	0,50	0,87

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Posiblemente, un refuerzo de estos periodos continuados sin precipitación en las épocas clave para el desarrollo de las plantaciones de secano podría aumentar la percepción física del fenómeno sequía. La fuerte dependencia estacional del aprovechamiento en secano acentúa los efectos de estas

oscilaciones, comparativamente percibidas como más graves en función de la rapidez e intensidad con la que se ha procurado desestacionalizar el cultivo en regadío.

### 8.5. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas en la cuenca del Guadalentín

La larga duración de las sequías pluviométricas en el área estudiada ha quedado bien reflejada con el elevado número de secuencias secas acaecidas en la segunda mitad del siglo XX y albores del XXI, tomando el umbral de los 0,1 mm (precipitación inapreciable). La mayoría de las rachas secas de gran duración se inicia a finales de primavera y comienzos de verano, produciéndose un enorme contraste con la persistencia de las registradas en el resto del año. La marcada división del año en dos periodos pluviométricamente bien contrastados, con la fuerte estacionalidad estival de las sequías más largas, dificulta el ajuste probabilístico, sobre todo en la estación de verano.

De forma anterior al análisis del cálculo de probabilidades según los modelos explicados en el apartado metodológico, se ha comprobado el ajuste entre la frecuencia empírica y la frecuencia de rachas secas proporcionada por los distintos modelos estadísticos —mediante el coeficiente de correlación de Pearson— sobre las distintas estaciones meteorológicas, de manera que el examen sea lo más exhaustivo posible.

Cuadro 27. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N,  $M_1$  y  $M_2$  (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Alhama "Huerta Espuña", María y Vélez Blanco.

Modelo	Estaciones meteorológicas	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Exponencial negativa	Alhama "H.E."	0,912	0,914	0,936	0,908
	María	0,919	0,916	0,862	0,864
	Vélez Blanco	0,904	0,883	0,882	0,903
Markov 1°	Alhama "H.E."	0,889	0,906	0,809	0,908
	María	0,895	0,876	0,712	0,868
	Vélez Blanco	0,873	0,850	0,742	0,876
Markov 2°	Alhama "H.E."	0,933	0,939	0,937	0,954
	María	0,955	0,954	0,876	0,969
	Vélez Blanco	0,941	0,950	0,898	0,957

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

En todos los observatorios analizados el modelo markoviano de segundo orden ofrece, sin duda, un mayor grado de confianza para predecir la probabilidad de ocurrencia de secuencias secas en cada una de las estaciones del año. María presenta el mejor ajuste en todas las épocas del año, salvo en verano, en que Alhama “H.E.” (sierra Espuña) obtiene el coeficiente de correlación más alto (0,937) (cuadro 27).

Dada la menor persistencia que muestran los días secos en los observatorios localizados en enclaves más húmedos —Vélez Blanco, María y sierra Espuña—, la cadena de Markov (homogénea, de tiempo discreto y de dos estados) de segundo orden es un modelo, teóricamente y ahora comprobado, más aceptable que la de primer orden, ya que considera que la probabilidad de que aparezca un día seco depende de lo ocurrido el día anterior y, además, de lo acontecido en el día precedente a ése (figura 97).

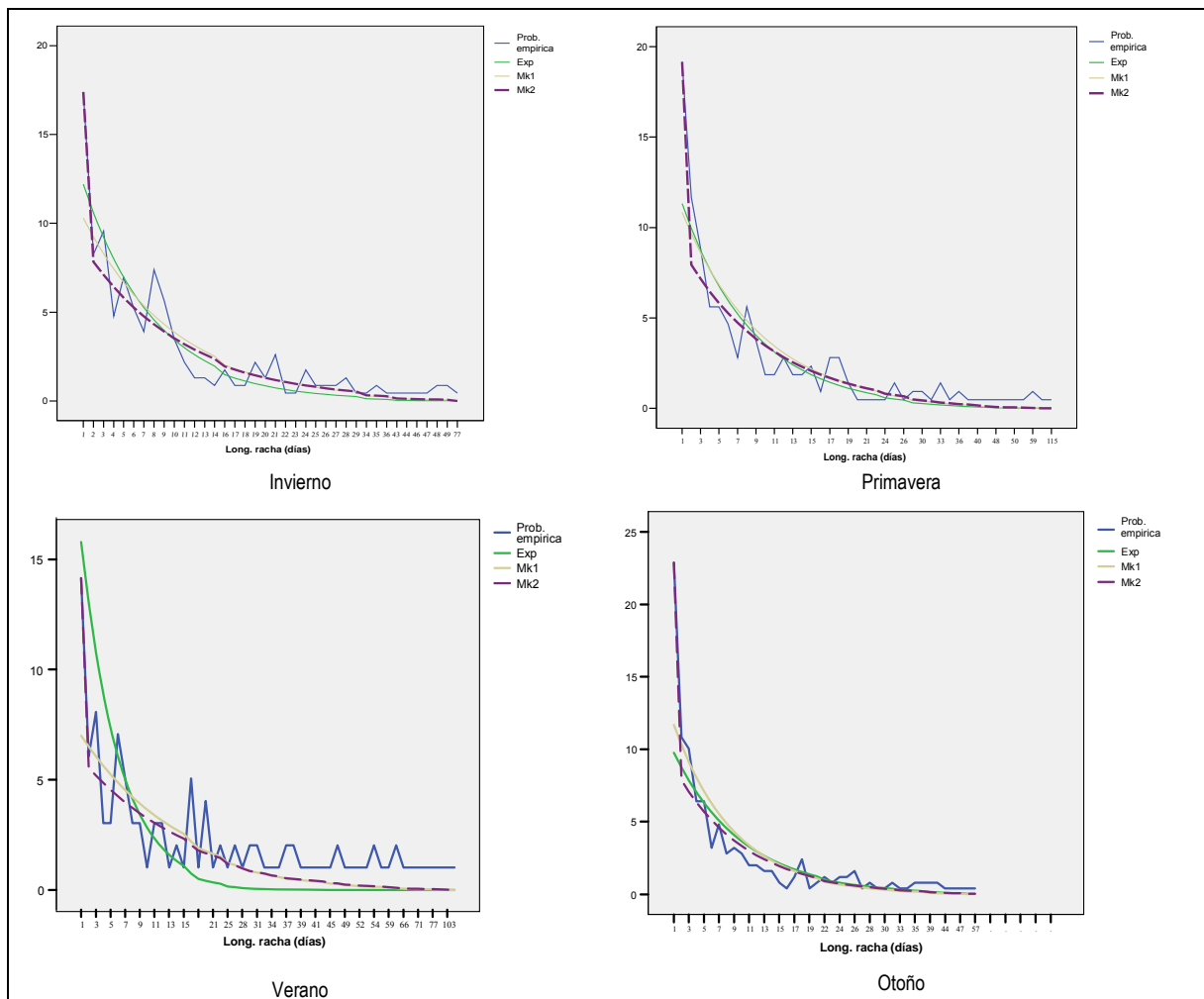


Fig. 97. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de María

Este hecho ya ha sido puesto de manifiesto por Pérez Manrique *et al.* (1984) en un estudio sobre las rachas secas y lluviosas en Gijón y San Sebastián (cornisa cantábrica), donde obtuvieron un mejor ajuste con el modelo markoviano de segundo orden que con el de primero. Puede decirse, por tanto, que el modelo de Markov de segundo orden constituye un buen método de predicción de rachas secas en medios relativamente húmedos.

En el sector central del valle, próximo a la presa de Paretón (Totana), el modelo markoviano de segundo orden brinda también un buen ajuste para las secuencias secas de invierno y primavera. Para las estaciones de verano y otoño ofrece mejores resultados la ley exponencial negativa, aunque éstos no son suficientemente satisfactorios en el caso de la etapa estival (cuadro 28).

La zona del altiplano próxima a Zarzadilla de Totana muestra un mismo comportamiento: la cadena de Markov de segundo orden se erige de nuevo como el modelo probabilístico más adecuado para la predicción de rachas secas en invierno y primavera. Para verano y otoño, en cambio, es preferible adoptar la ley exponencial negativa.

Cuadro 28. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N,  $M_1$  y  $M_2$  (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Totana "Presa de Paretón" y Lorca "Zarzadilla de Totana".

Modelo	Estaciones meteorológicas	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Exponencial negativa	Totana "P.P."	0,849	0,848	0,565	0,905
	L. "Zarzadilla Totana"	0,878	0,899	0,804	0,949
Markov 1°	Totana "P.P."	0,764	0,815	0,529	0,875
	L. "Zarzadilla Totana"	0,837	0,885	0,636	0,922
Markov 2°	Totana "P.P."	0,874	0,854	0,482	0,884
	L. "Zarzadilla Totana"	0,923	0,929	0,793	0,925

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Un patrón opuesto se observa en Doña Inés y Topares, núcleos situados en el Alto Guadalentín (extremo nor-occidental de la cuenca), donde la ley exponencial negativa proporciona un mejor pronóstico para las rachas secas de invierno y primavera, y la cadena de Markov de segundo orden para las estaciones de verano y otoño (cuadro 29). Cierta similitud mantienen las tierras aledañas a la garganta de Puentes, con un mejor ajuste markoviano de

segundo orden para las estaciones de primavera, otoño y verano, y de la ley exponencial negativa para la época invernal.

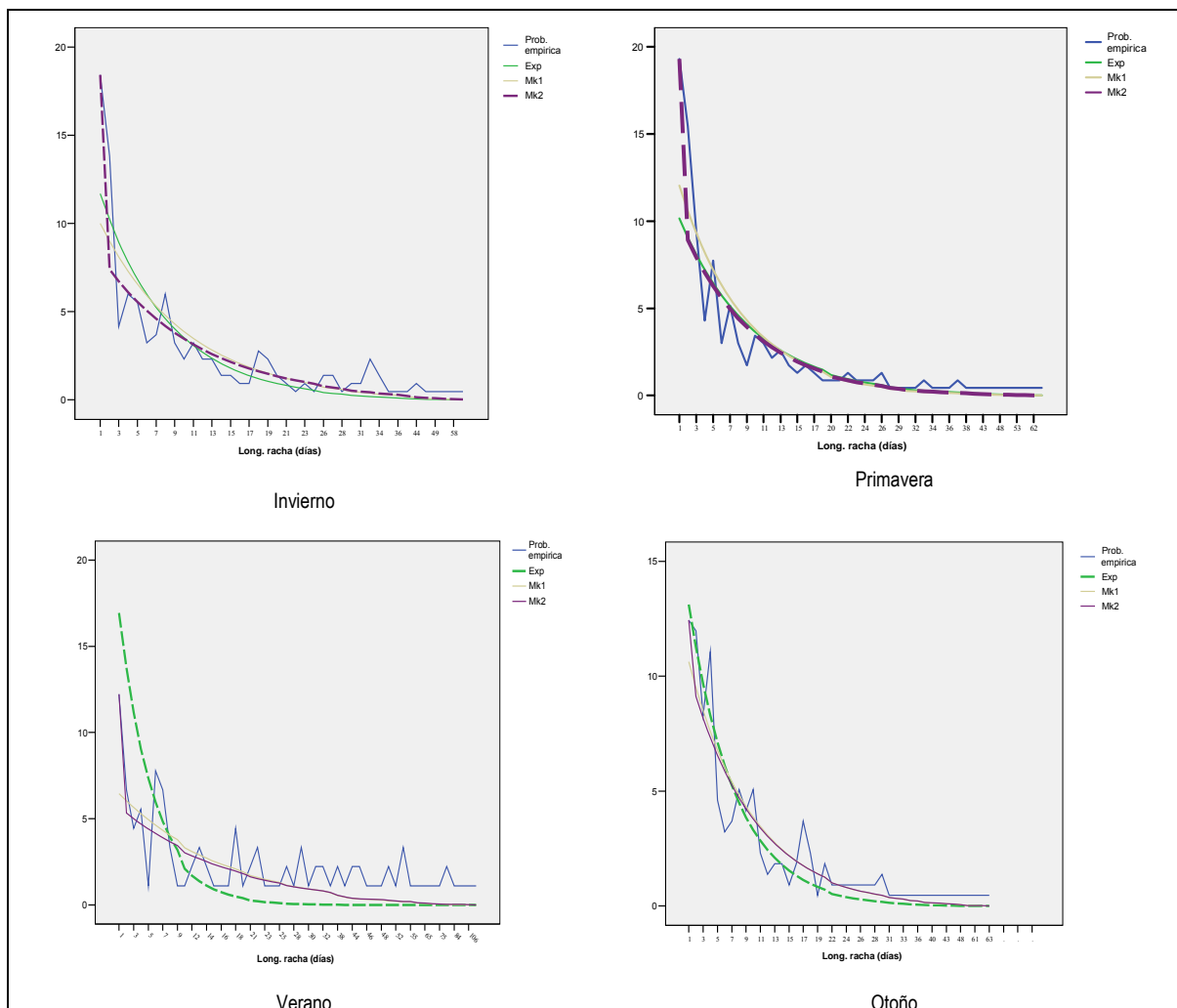


Fig. 98. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de Zarzadilla

Cuadro 29. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N, M<sub>1</sub> y M<sub>2</sub> (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Lorca “Embalse de Puentes”, Doña Inés y Vélez Blanco “Topares”.

Modelo	Estaciones meteorológicas	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Exponencial negativa	Lorca “E.P.”	0,916	0,925	0,747	0,945
	Doña Inés	0,931	0,925	0,787	0,888
	V. B. “Topares”	0,955	0,918	0,778	0,925
Markov 1º	Lorca “E.P.”	0,862	0,882	0,691	0,916
	Doña Inés	0,862	0,883	0,645	0,847
	V. B. “Topares”	0,923	0,859	0,767	0,858
Markov 2º	Lorca “E.P.”	0,901	0,944	0,798	0,948
	Doña Inés	0,920	0,885	0,937	0,943
	V. B. “Topares”	0,927	0,907	0,905	0,931

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

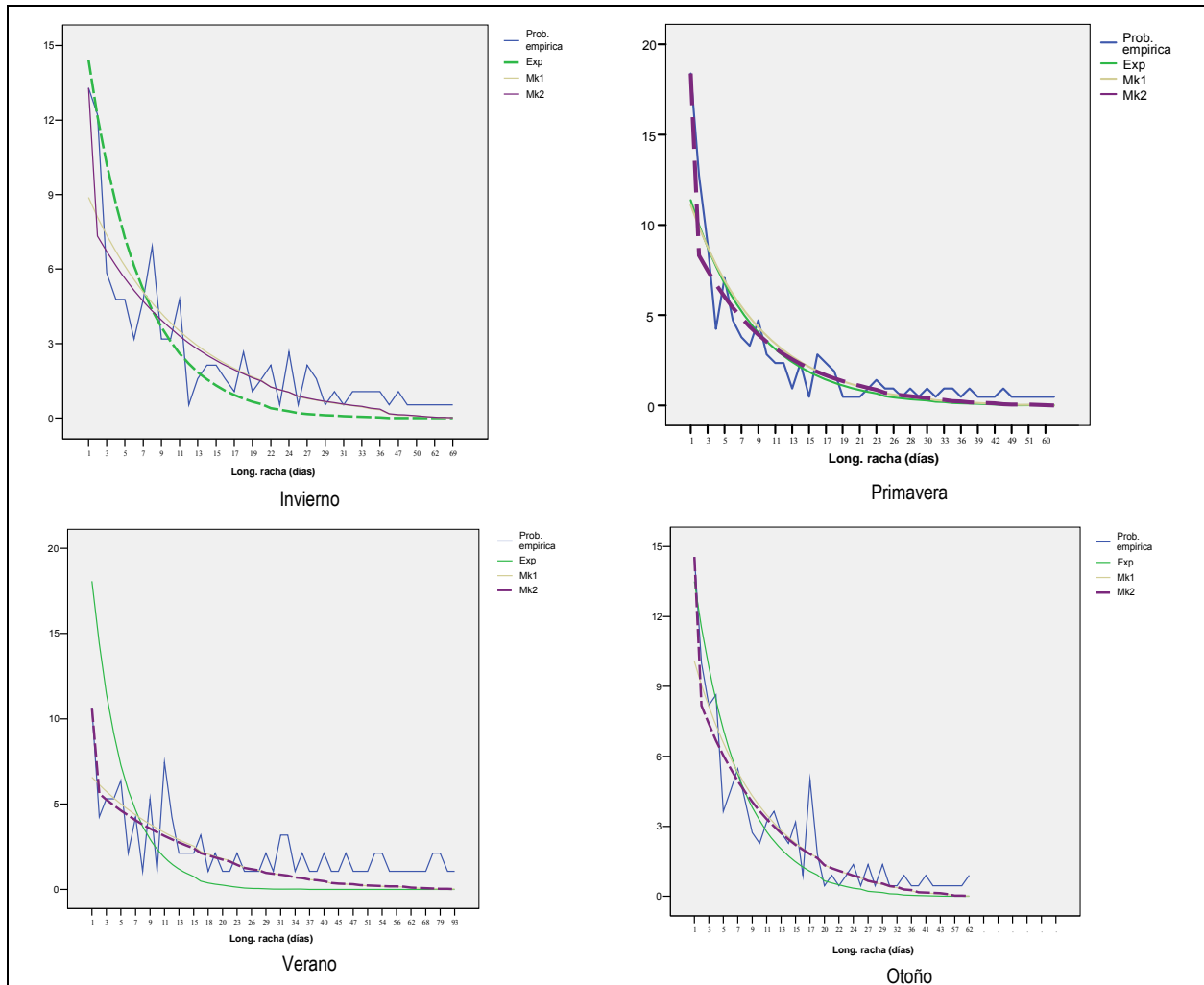


Fig. 99. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio del Embalse de Puentes

En Murcia/Alcantarilla el modelo markoviano de segundo orden es el más fiable para pronosticar la probabilidad de ocurrencia de secuencias secas de longitud  $1, 2, 3, \dots, n, \dots$  en las estaciones de invierno y otoño ( $r = 0,95$  y  $0,94$  respectivamente), mientras que la ley exponencial negativa lo es en primavera ( $r = 0,95$ ) y verano ( $r = 0,90$ ). Este mismo patrón se observa en el observatorio de Lorca “CHS” (cuadro 30).

En Puerto Lumbreras —sector sur de la Depresión Prelitoral— la ley exponencial negativa es el mejor modelo probabilístico para la mayoría de las estaciones del año. Sólo las rachas secas de invierno, generalmente más cortas, constituyen un tipo de población estadística apta para la aplicación del modelo markoviano de segundo orden. En Librilla “CHS” la ley exponencial negativa realiza el mejor ajuste en invierno, primavera y otoño.



El ajuste no es eficaz para la estación de verano; solamente en Murcia/Alcantarilla se consigue un ajuste aceptable aplicando el modelo esponencial negativo.

A pesar de la distribución irregular que presentan en el Valle del Guadalentín los diferentes ajustes teóricos, la ley exponencial negativa puede considerarse, en general, la más adecuada en el pronóstico de ocurrencia de rachas secas dentro de esta zona.

Cuadro 30. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N,  $M_1$  y  $M_2$  (coeficientes de correlación de Pearson).  
Estaciones de Murcia/Alcantarilla, Librilla "CHS", Lorca "CHS" y Puerto Lumbreras "CHS".

Modelo	Estaciones meteorológicas	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Exponencial negativa	Murcia/Alcantarilla	0,903	0,952	0,904	0,922
	Librilla "CHS"	0,905	0,931	0,550	0,931
	Lorca "CHS"	0,901	0,937	0,766	0,929
	P. Lumbreras "CHS"	0,918	0,910	0,744	0,924
Markov 1º	Murcia/Alcantarilla	0,901	0,941	0,829	0,936
	Librilla "CHS"	0,841	0,870	0,685	0,869
	Lorca "CHS"	0,866	0,872	0,636	0,872
	P. Lumbreras "CHS"	0,836	0,857	0,553	0,865
Markov 2º	Murcia/Alcantarilla	0,950	0,940	0,862	0,943
	Librilla "CHS"	0,889	0,902	0,687	0,899
	Lorca "CHS"	0,909	0,931	0,663	0,930
	P. Lumbreras "CHS"	0,941	0,891	0,609	0,922

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

Una vez calculados los valores de  $q_n$  para las distintas estaciones del año en varios observatorios tipo (María, Zarzadilla de Totana, Lorca "Embalse de Puentes" y Puerto Lumbreras "CHS") (figuras 97 a 100), se confirma un buen ajuste general de los tres métodos para los valores de  $n$  representados en el eje de abscisas.

El análisis adoptado, por estaciones, permite separar poblaciones estadísticas distintas, pero con frecuencia no las delimita suficientemente. Cabe tener en cuenta, sobre todo, la marcada estacionalidad de las secuencias secas más largas. Éstas se desarrollan en época estival, ocupando en ocasiones, dada su longitud, el final de la primavera o el comienzo del otoño. Ello, como bien es sabido, es consecuencia de la acusada división del año climático del sur peninsular en una época cálida, casi sin precipitaciones, y otra fresca, con precipitaciones relativamente frecuentes (Martín Vide y Moreno, 1985).

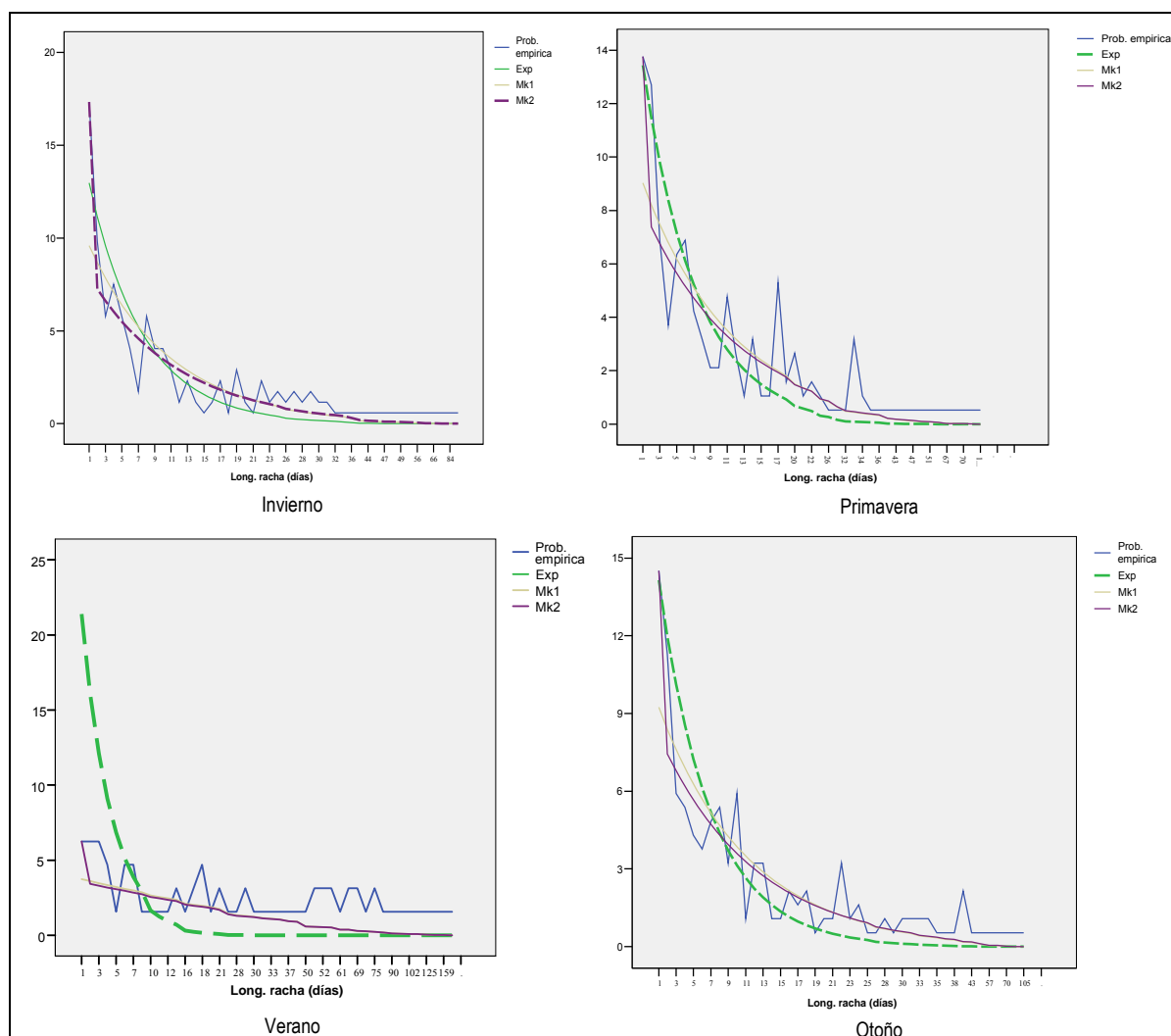


Fig. 100. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de P. Lumbreras

Conocer la mayor longitud alcanzada por las rachas secas es una cuestión de indudable interés en el análisis de la estructura diaria del fenómeno sequía (Creus Novau *et al.*, 1978). Pero no menos importante resulta determinar la probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración para cada estación del año. En el cuadro 31 se muestran las probabilidades estimadas por el método de mejor ajuste para los observatorios de análisis en el invierno.

La mayor contingencia de aparición en invierno de periodos secos duraderos se concentra en la zona comprendida entre Totana, Lorca y Puerto Lumbreras, justo la más cerrada dentro de la Depresión Prelitoral. Contribuye a este cierre orográfico la presencia de las sierras de La Torrecilla, Tercia y Espuña por su flanco nor-occidental, y Carrasquilla, Almenara y Enmedio por su borde sur-oriental. Incluso en los observatorios de Lorca “CHS” y Puerto

Lumbreras “CHS” existe, aunque muy exigua, la probabilidad de superar los tres meses de duración (rachas secas que traspasan las fronteras de la estación invernal). Dentro de esta zona, Totana “Presa del Paretón” ofrece una mayor probabilidad de ocurrencia de rachas secas largas (superiores a dos semanas, un mes y dos meses de duración), sin rebasar en ningún caso los 90 días que componen la estación astronómica de invierno.

Cuadro 31. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Invierno

Observatorios	Modelo	≥ 7	≥ 15	≥ 30	≥ 60	≥ 90
Murcia/Alcantarilla	Mk2	3,45	1,09	0,14	-	-
Librilla “CHS”	Exp	2,92	0,44	0,02	0,0008	-
Alhama “H.E.”	Mk2	3,50	1,30	0,23	0,03	-
Totana “P.P.”	Mk2	3,08	1,64	0,54	0,06	-
Lorca “Z. Totana”	Mk2	3,33	1,35	0,29	0,02	-
Lorca “E. Puentes”	Exp	2,98	0,49	0,03	0,0002	-
Lorca “CHS”	Mk2	3,44	1,48	0,37	0,04	0,003
P. Lumbreras	Mk2	3,17	1,47	0,40	0,05	0,004
Doña Inés	Exp	3,14	1,28	0,04	0,0004	-
María	Mk2	3,43	1,13	0,18	0,01	-
Vélez Blanco	Mk2	3,41	1,28	0,26	0,01	-
V. B. “Topares”	Mk2	3,59	1,47	0,37	0,01	-

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

En primavera es mayor el número de observatorios meteorológicos con probabilidad de sufrir periodos secos que excedan la longitud de la propia estación (cuadro 32). Las rachas más duraderas y numerosas se dan en Lorca “Embalse de Puentes”, siendo ésta una etapa, junto con el otoño, donde la pluviometría es esencial para la obtención de una adecuada productividad agrícola y ganadera, en ausencia de recursos hídricos adicionales. Los altos valores aquí alcanzados se deben a su posición interior entre relieves montañosos. Por el contrario, la menor contingencia se registra en Librilla “CHS”, situada en plena Depresión Prelitoral pero más abierta a la influencia de los vientos de corredor.

Lógicamente, las rachas secas más largas acontecen en verano, merced a la estacionalidad de las condiciones anticiclónicas subtropicales en la troposfera media y superior. Durante esta estación anual es más probable encontrar periodos secos que superen los dos meses de duración. Todos los observatorios presentan cierta probabilidad de que se origine una fase seca

igual o superior a los tres meses. A lo largo de esta época del año los observatorios de montaña también sufren sequías persistentes, como demuestran los datos obtenidos para Vélez Blanco “Topares” (cuadro 33).

Cuadro 32. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Primavera

Observatorios	Modelo	≥ 7	≥ 15	≥ 30	≥ 60	≥ 90
Murcia/Alcantarilla	Exp	3,39	1,10	0,09	0,003	-
Librilla “CHS”	Exp	2,85	0,36	0,01	0,0001	-
Alhama “H.E.”	Mk2	3,45	1,21	0,18	0,01	-
Totana “P.P.”	Mk2	3,90	1,37	0,18	0,01	-
Lorca “Z. Totana”	Mk2	3,38	1,18	0,21	0,02	-
Lorca “E. Puentes”	Mk2	3,35	1,30	0,27	0,04	0,003
Lorca “CHS”	Exp	3,25	0,64	0,05	0,001	-
P. Lumbreras	Exp	3,15	0,67	0,03	0,0002	0,000007
Doña Inés	Exp	3,40	0,78	0,05	0,002	0,00002
María	Mk2	3,31	1,37	0,27	0,02	0,0003
Vélez Blanco	Mk2	3,33	1,26	0,29	0,04	-
V. B. “Topares”	Exp	3,37	0,87	0,07	0,002	0,00001

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

A lo largo del otoño, son Puerto Lumbreras y Totana los únicos observatorios que presentan probabilidad de ocurrencia de rachas secas igual o superior a los noventa días (cuadro 34). Les siguen, según grado de contingencia, Topares, Lorca “Embalse de Puentes” y Lorca “CHS”. En definitiva, las zonas más deprimidas —Fosa del Guadalentín— y sectores al abrigo de los vientos procedentes del este y oeste son los que ofrecen la mayor contingencia de aparición y desarrollo de secuencias secas en todas las estaciones del año.

Cuadro 33. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Verano

Observatorios	Modelo	≥ 7	≥ 15	≥ 30	≥ 60	≥ 90
Murcia/Alcantarilla	Exp	2,43	0,27	0,001	0,00005	0,0000002
Librilla “CHS”	Mk2	2,45	1,79	0,78	0,31	0,10
Alhama “H.E.”	Mk2	2,88	1,65	0,58	0,13	0,03
Totana “P.P.”	Exp	1,76	0,22	0,003	0,0000006	0,00000001
Lorca “Z. Totana”	Exp	1,86	0,13	0,001	0,0000003	3E-11
Lorca “E. Puentes”	Mk2	2,63	1,66	0,69	0,21	0,08
Lorca “CHS”	Exp	1,55	0,06	0,001	0,00000003	3E-12
P. Lumbreras	Exp	1,44	0,06	0,0003	1,5E-08	4,8E-13
Doña Inés	Mk2	2,47	1,52	0,70	0,17	0,04
María	Mk2	2,54	1,62	0,69	0,20	0,03
Vélez Blanco	Mk2	2,71	1,54	0,64	0,17	0,02
V. B. “Topares”	Mk2	2,09	1,44	0,80	0,36	0,10

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

La fuerte persistencia de días secos y la longitud de las rachas de este tipo son la principal razón de que la cadena de Markov de primer orden proporcione un ajuste poco satisfactorio.

Cuadro 34. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Otoño

Observatorios	Modelo	$\geq 7$	$\geq 15$	$\geq 30$	$\geq 60$	$\geq 90$
Murcia/Alcantarilla	Mk2	3,51	0,88	0,10	-	-
Librilla "CHS"	Exp	2,93	0,45	0,02	0,00002	-
Alhama "H.E."	Mk2	3,41	1,03	0,19	0,01	-
Totana "P.P."	Exp	2,64	0,38	0,01	0,00002	0,000000005
Lorca "Z. Totana"	Exp	3,17	0,59	0,04	0,001	-
Lorca "E. Puentes"	Mk2	3,53	1,29	0,24	0,03	-
Lorca "CHS"	Mk2	3,41	1,30	0,28	0,01	-
P. Lumbreras	Exp	2,98	0,49	0,03	0,00004	0,0000001
Doña Inés	Mk2	3,22	1,24	0,23	0,02	-
María	Mk2	3,20	1,10	0,21	-	-
Vélez Blanco	Mk2	3,35	1,20	0,22	0,001	-
V. B. "Topares"	Mk2	3,33	1,35	0,33	0,03	-

Fuente: Elaboración propia. INM (Centro Territorial de Murcia y Andalucía Oriental)

La cadena de Markov de segundo orden, aunque ofrece en muchos casos mejores resultados que la de primer orden y la ley exponencial negativa, tampoco parece ser la más adecuada en el análisis probabilístico de las rachas secas largas, sobre todo de las desarrolladas en los meses de verano y septiembre.

En general, considerando el total de rachas secas, puede afirmarse que la cadena de Markov de segundo orden proporciona un mejor ajuste teórico de la duración de tales secuencias, seguida por el modelo exponencial negativo. Sin embargo, la persistencia de las secas en esta zona del Sureste Peninsular es tal que los modelos estocásticos adoptados (Markov 1 y Markov 2) no son totalmente satisfactorios. En la cuenca del Guadalentín, como apuntan Martín Vide, Conesa García y Moreno (1992) para la vertiente mediterránea española, al sur del cabo de la Nao, la sequía pluviométrica «*podría considerarse como un fenómeno pseudomarkoviano*». Se aprecia también que las secuencias de días sin lluvias tienden a incrementarse, por lo general, de norte a sur y de oeste a este.

A lo largo del periodo analizado (1950-2004) no se advierte un cambio nítido de tendencia en la evolución de las rachas secas, aunque la persistencia de

largos periodos sin precipitación puede haber aumentado el grado de percepción sobre este tipo de episodios y sus repercusiones socioeconómicas. En otros estudios realizados para la misma área (García Marín, 2006) sí se ha observado un ligero descenso de la precipitación anual, provocado en gran medida por una disminución de la pluviometría equinoccial. Tal reducción de las aportaciones medias equinocciales durante los últimos 50 años ha generado serios problemas de gestión y planificación hidráulica.

## 9. NECESIDADES DE AGUA Y EFECTOS POR ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LAS PRINCIPALES PLANTAS DE CULTIVO

Frecuentemente, en la cuenca del Guadalentín, las plantas se ven sometidas a situaciones de estrés hídrico. La inmovilidad de estos organismos es la causa de que en las plantas se hayan desarrollado mecanismos para sobrevivir, que conllevan modificaciones importantes de su fisiología y que han dado lugar a la aparición de múltiples dispositivos de defensa contra la desecación. En general, las condiciones de sequía extrema, que dan lugar a un pobre aporte de agua a la planta, van acompañadas de circunstancias ambientales (baja humedad atmosférica, elevada temperatura) que favorecen una transpiración intensa, por lo que los mecanismos de control habituales de este proceso pueden resultar insuficientes o inadecuados (Botella Miralles y Campos Garaulet, 2005).

La ecofisiología utiliza las plantas xerófitas como modelo para el estudio de las adaptaciones al estrés hídrico. Sin embargo, resulta especialmente interesante estudiar el comportamiento de las plantas mesófitas —plantas típicas de ambientes con disponibilidad moderada de agua— bajo situaciones de déficit hídrico, ya que en este grupo se incluyen la mayoría de las plantas cultivadas. El agua puede limitar el crecimiento de un cultivo y su productividad, tanto por la aparición de períodos de sequía más o menos prolongados como por la incidencia habitual de una baja pluviometría, lo que puede hacer necesario la aplicación constante de riegos con la consiguiente repercusión económica. Éste es el principal motivo que ha llevado a agrónomos y dasónomos a una investigación intensa sobre las respuestas de las plantas mesófitas ante la sequía, buscando como principal objetivo determinar su influencia sobre la productividad agrícola (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

La carencia de precipitaciones afecta en mayor medida a aquellos cultivos no regados, pues el regadío se beneficia de los recursos hídricos almacenados en embalses durante épocas lluviosas y de la explotación de aguas subterráneas. Por tanto, el estrés hídrico ambiental incide rápida y directamente sobre los cultivos de secano y la vegetación natural, mientras que los cultivos regados lo resisten mientras existan recursos con los que abastecerse. Dada la alta periodicidad de ocurrencia de años secos en la

Cuenca del Guadalentín, se comprende el deseo de los agricultores por convertir sus superficies de secano en regadío, y reducir así la aleatoriedad de los rendimientos agrícolas. Por otra parte, hay que advertir que son los cultivos arbóreos los más perjudicados en este sentido, pues necesitan varios años para producir desde su plantación y una elevada inversión. La superficie de cultivos herbáceos, sin embargo, ante un ciclo de sequía, se deja sin cultivar si las esperanzas de conseguir un notable rendimiento son escasas.

Cuadro 35. Superficies de cultivo en la cuenca del Guadalentín (Murcia, 2005)

Superficies agrícolas	Cultivos herbáceos		Cultivos arbóreos		Total
	ha	%	ha	%	
Secano	10.568	37,3	17.768	62,7	28.336
Regadío	25.282	60,4	16.562	39,6	41.844

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM

El estrés por déficit hídrico puede describirse utilizando el *Potencial Hídrico Celular* (PHC) como un índice (Barceló *et al.*, 1983), según el cual se distingue:

- *Estrés ligero*: cuando el PHC disminuye ligeramente, provocando una pérdida ligera de turgencia o carnosidad.
- *Estrés moderado*: el PHC disminuye de -10 a -15 bares, y provoca una pérdida de turgencia suficiente para provocar la marchitez de las hojas.
- *Estrés severo*: ocurre por debajo de -15 bares y da lugar a una fuerte deshidratación acompañada de estrés mecánico. En este caso comienza el marchitamiento de los tejidos de la planta, no pudiendo recuperarse ésta aunque se añadiese agua al medio.

Los efectos de la carencia de agua sobre la fisiología de las plantas varían en función de la especie y de su grado de tolerancia, pero también en función de la magnitud de la falta de agua y de la rapidez con que se experimente su insuficiencia. El estrés hídrico comienza cuando el contenido en humedad de los tejidos (intra y extracelular) se desvía del óptimo, sus efectos aparecen en relación con todos los aspectos del desarrollo de las plantas y tienen particular incidencia en la producción de las cosechas. El crecimiento celular (expansión) es más sensible al déficit hídrico que la división



celular. La disminución de tan sólo -0,1 MPa (megapascal) del *Potencial Hídrico Externo* (PHE) provoca una rápida reducción del crecimiento celular, que se observa en la disminución del crecimiento de la raíz y del brote. Esta sensibilidad explicaría, en parte, el hecho de que el crecimiento de las plantas resulte menos afectado durante la noche, cuando el estrés hídrico es mínimo.

Para valores más bajos de PHE se inhibe la formación de protoclorofila y disminuye la actividad de ciertas enzimas como la *nitrato reductasa*, a consecuencia de la disminución en el flujo de nitrato, lo que afecta a la incorporación de N orgánico a la planta (Shaner y Boyer, 1976). Este efecto general de la sequía sobre la fijación de nitrógeno no afecta igual a las plantas de la familia de las leguminosas, en las cuales la asimilación del nitrógeno se produce totalmente en la parte radical, debido a la existencia de nódulos relacionados con asociaciones simbióticas con bacterias de distintos géneros, fundamentalmente *Rhizobium*. Según Frechilla (1994) y Antolín *et al.*, (1995), las leguminosas noduladas presentan mejor respuesta a la sequía que las no noduladas.

La reducción del crecimiento por estrés hídrico relacionada con la inhibición de la elongación y divisiones celulares, causada por la reducción de la actividad de enzimas como la *líasa de fenilalanina* y *amoníaco* entre otras, da lugar a la modificación de los patrones de desarrollo y de la morfología vegetal. Concretamente, en condiciones de escasez hídrica se produce un incremento en la relación raíz/parte aérea, que demuestra una sensibilidad diferente de estos dos órganos. También se observa una reducción del ahijamiento en gramíneas y el cese del crecimiento en longitud de especies perennes, formándose yemas en reposo. El estrés hídrico también provoca la disminución del tamaño de las hojas y su caída junto a los frutos, acompañada en ocasiones de una modificación en la proporción de estomas y tricomas en la epidermis foliar, aumentando estos últimos (Botella Miralles y Campos Garaulet, 2005).

Bajo estrés hídrico se altera también el desarrollo reproductor, encontrándose que, en condiciones de sequía, se adelanta la floración de las plantas anuales y se retrasa en las perennes. Además se producen alteraciones en la fertilidad del polen y en la formación de flores y frutos.

Cuando el estrés hídrico comienza a dificultar la actividad enzimática de las plantas, se inician varios procesos que incluyen el incremento de la

concentración de ácido abscísico (ABA), la reducción del nivel de citoquininas y el cierre progresivo de los estomas. Al cerrarse los estomas se reduce la transpiración y la fotosíntesis por una disminución en la absorción de CO<sub>2</sub>. El cierre de los estomas afecta, por tanto, al intercambio gaseoso de las hojas con la atmósfera, dando lugar al empobrecimiento de la concentración de CO<sub>2</sub> intracelular y al descenso en la producción de materia seca (Martín de Santa Olalla *et al.*, 1982).

Para el rendimiento de semilla de los cultivos, la duración del estrés hídrico es tan importante como el grado del mismo, variando la sensibilidad de las plantas a la sequía con la etapa de desarrollo. En gramíneas resultan especialmente sensibles las etapas de floración y llenado del grano. En ciertas especies como la avena, un estrés severo durante ciertas etapas del ciclo reproductivo puede ser crítico. Concretamente, la polinización y los días siguientes son el período más sensible al estrés hídrico, siendo el número de granos por espiga el componente del rendimiento más afectado. Si se prolonga la situación de estrés, además del número de granos, también disminuye el peso de los mismos, relacionado con la reducción de la fotosíntesis foliar. Un comportamiento similar se observa en el trigo y otros cereales como la cebada, donde las limitaciones hídricas en la etapa de llenado del grano aceleran la senescencia foliar y reducen la eficiencia de conversión de la radiación interceptada (Gardner *et al.*, 1985).

Ya que el estrés hídrico al final del ciclo vegetativo es un importante factor limitante del rendimiento de los cereales, entre otros cultivos, resulta de gran interés y es objetivo prioritario en muchos programas de mejora el conseguir genotipos bien adaptados, capaces de tolerar episodios de sequía moderados y conseguir rendimientos altos y estables.

### **9.1. Adaptación de las plantas al déficit hídrico: evitación y tolerancia**

Existen diferentes mecanismos que se relacionan con las respuestas de la planta ante un déficit hídrico y que permiten aumentar la tolerancia a la sequía: cambios morfológicos en la hoja, mecanismos de osmorregulación, alteraciones en la relación raíz/parte aérea, comportamiento estomático, etc. Desde un punto de vista agronómico, se considera que un cultivo o variedad es

más resistente a la sequía cuanto mayor es su capacidad de producción en esas condiciones. En cambio, en ecosistemas naturales, se considera que una especie es tolerante a la sequía cuando es capaz de sobrevivir y reproducirse, sin relación necesaria con su capacidad productiva. Entre los mecanismos de resistencia al déficit hídrico se pueden distinguir mecanismos de evitación y mecanismos de tolerancia.

#### 9.1.1. Mecanismos de evitación

Se consideran como tales aquéllos que conducen a minimizar la presencia de déficits hídricos perjudiciales para la planta:

- *Escape a la sequía.* Se presenta en plantas que no son resistentes a la sequía. Se trata de plantas de gran plasticidad y rápido desarrollo fenológico con capacidad para adaptar su ciclo vegetativo y reproductivo a la disponibilidad de recursos y a las condiciones climáticas. La supervivencia en los períodos desfavorables se consigue mediante la formación de semillas, bulbos, rizomas, etc.

Se incluyen en esta categoría las plantas anuales de vida corta como las hierbas o pastos anuales (terófitas), que germinan en la estación favorable, después de las lluvias, y completan rápidamente su ciclo para, a continuación, pasar a la estación seca en forma de semillas (Levitt, 1980). En el valle del Guadalentín, y en el caso de plantas sembradas, se pueden encontrar cultivos especialmente adaptados, que muestran mayor tolerancia a la sequía, presentando floración y fructificación tempranas (p.e. el pimiento —*Capsicum annuum* L.—, en su variedad dulce y tipo california en regadío, y, en secano, el almendro en sus variedades *Marcona* y *Desmayo Largueta*).

También se incluyen en este grupo las geófitas, cuyos órganos subterráneos llenos de agua (rizomas, tubérculos, bulbos, etc.) les permiten sobrevivir durante episodios secos moderados, brotando en la estación lluviosa gracias a las reservas que almacenan dichas estructuras (p.e. el cultivo de algunas plantas ornamentales como el Lirio, Gladiolo y Narciso, el azafrán, etc.).

- *Conservación de agua.* Se trata de todos aquellos mecanismos destinados a reducir al máximo la pérdida de agua o favorecer su almacenamiento en los tejidos. Entre ellos se puede mencionar el cierre estomático, la reducción de transpiración cuticular, la reducción de la superficie transpiradora, etc. Los mecanismos de control de apertura y cierre de los estomas están directamente relacionados con señales hidráulicas y hormonales. La reducción de la superficie foliar, mediante la pérdida de hojas o el enrollamiento de las mismas para disminuir la superficie expuesta es un mecanismo eficaz para el control de las pérdidas de agua (Blum, 1989). Muchas xerófitas presentan los estomas en una sola cara de la hoja, que puede enrollarse, quedando éstos en el interior de una cámara húmeda cuando desciende la turgencia foliar. También pueden encontrarse en surcos o en criptas para evitar la evaporación (*Nerium oleander* o género *Tamarix* en vegetación natural y trigo u otras poáceas —gramíneas— en vegetación cultural) o tener fijación nocturna de CO<sub>2</sub> estando los estomas cerrados durante el día (melón de agua —*Citrullus lanata*—, pepino —*Cucumis sativus*—, calabaza —*Cucurbita maxima*—, entre otros) (Bengston *et al.*, 1978).
- *Adaptaciones de las raíces.* En plantas freatófitas la supervivencia ante períodos secos se relaciona con el desarrollo de un sistema radicular en profundidad y en extensión, presentando además estas raíces capas de súber muy desarrolladas, que restringen las pérdidas de agua. En estas plantas, la evitación de la sequía se consigue mediante el incremento de la absorción de agua, lo que permite mantener una mayor tasa de transpiración y de fotosíntesis. El incremento de la superficie radicular permite un mejor abastecimiento en las hojas puesto que las raíces exploran un mayor volumen de suelo y extraen más agua para la planta (Nobel, 1991) (p.e. leguminosas como el haba, garbanzo, judía, guisante,...).

### 9.1.2. Mecanismos de tolerancia

Este tipo de dispositivos son aquéllos que permiten que la planta siga siendo funcional cuando disminuye la disponibilidad de agua y se produce un

déficit hídrico. Entre estos mecanismos se pueden distinguir los destinados al mantenimiento de la turgencia celular (ajuste osmótico) y los que permiten la tolerancia a la deshidratación (tolerancia protoplasmática).

- *Ajuste osmótico*. Este mecanismo permite mantener la turgencia celular en condiciones de sequía y, con ello, los procesos relacionados: expansión y crecimiento celular, control de abertura estomática, fotosíntesis, etc. Se consigue mediante la acumulación activa de solutos, fundamentalmente azúcares solubles, aminoácidos y potasio. La capacidad de ajuste osmótico depende de la planta y de los factores ambientales, de tal forma que en condiciones de estrés hídrico las variedades que presentan mejor ajuste osmótico, junto con mayor desarrollo radicular y mejor extracción de agua, consiguen mayores rendimientos (Botella Miralles y Campos Garaulet, 2005).
- *Tolerancia protoplasmática*. Es un mecanismo que permite mantener las células vivas a valores muy bajos de potencial hídrico. En las plantas poiquilohídricas, las células pueden soportar deshidrataciones y rehidrataciones de su protoplasma, sin sufrir daños. Entre estas plantas se encuentran algunas semillas, musgos, juncáceas y cañas (*Arundo donax* L.), cuyos tejidos muestran una notable capacidad para tolerar la desecación (Fowden *et al.*, 1993).

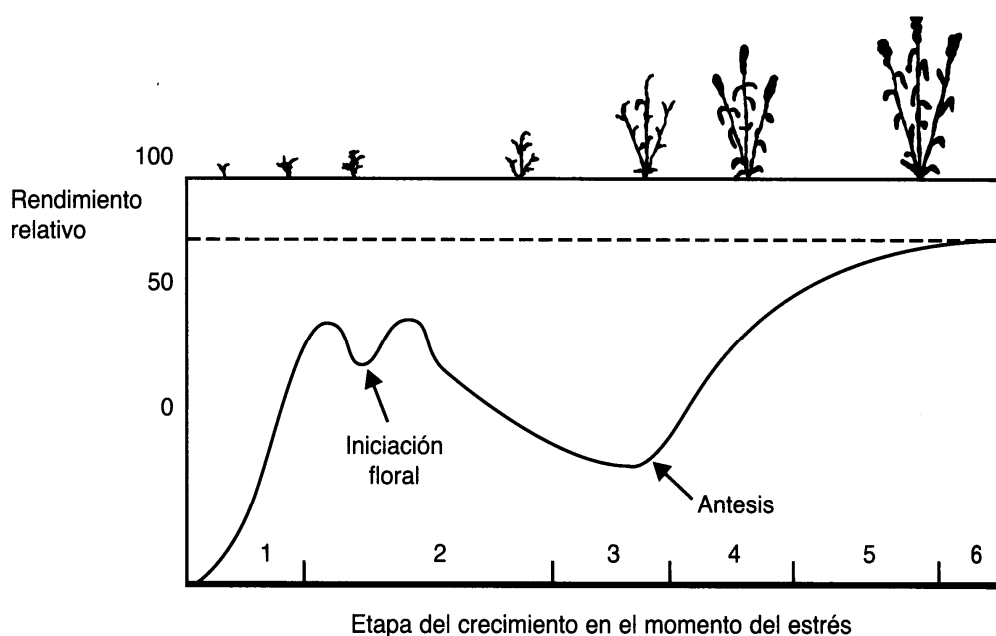


Fig. 101. Reducción relativa del rendimiento en grano de cereal a causa de un episodio de estrés hídrico en determinadas etapas del desarrollo: Botella Miralles y Campos Garaulet (2005), modificado de Gardner *et al.*, (1985). 1: Nascencia, 2: Ahijamiento e iniciación floral, 3: Encamado, 4: Llenado del grano, 5: Cosecha.

## **9.2. Déficit hídrico y consecuencias sobre cultivos de cereal (cebada, avena y trigo)**

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al trigo, aunque, por ser el ciclo más corto, la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, por lo que es menos frecuente que en el trigo el riesgo de asurado. De ahí que se diga que la cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de hecho así es, a pesar de tener un coeficiente de transpiración más elevado. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya (hongo que afecta a las hojas).

La avena es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso a la cebada, aunque le puede perjudicar un exceso de humedad. Las necesidades hídricas de la avena son las más elevadas de todos los cereales de invierno. La avena exige primaveras lluviosas, y cuando se presentan estas condiciones, se obtienen buenas producciones. Es muy sensible a la sequía, especialmente en el período de formación del grano.

Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea beneficiosa tanto en primavera como en invierno. Durante primaveras atmosféricamente estables, al arar se seca demasiado la tierra y es necesario dar un riego ligero antes de sembrar. Con el encañado comienza un período de intensa asimilación de agua y de sustancias nutritivas, por tanto es preciso que la tierra contenga bastante humedad en esta fase. Durante el espigado la planta está en plena actividad de asimilación y el agua es muy necesaria en esta fase. El último aporte de humedad debe realizarse a los pocos días del anterior, en plena madurez láctea de las espigas o al comienzo de la madurez pastosa, ya que las plantas siguen consumiendo mucha agua, empleada

principalmente en trasladar el almidón y demás reservas alimenticias desde las hojas al grano.

En la cuenca del Guadalentín, dentro del grupo de cultivos denominado cereales para grano, predomina la cebada (cuadro 36). Este cultivo suele ocupar los secanos marginales de piedemonte donde no se hallan recursos hídricos hipógeos que puedan transformar esas superficies en regadío.

Cuadro 36. Principales cultivos de cereales para grano en la Cuenca del Guadalentín, Murcia (2005)

Cultivo	Secano (ha)	Regadío (ha)	Total (ha)
Cereales para grano	10.462	2.709	13.171
<i>Avena</i>	2.061	183	2.244
<i>Cebada</i>	6.705	1.710	8.415
<i>Trigo</i>	1.602	544	2.146

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM

Las superficies ocupadas por avena suelen localizarse en sectores abruptos, a mayor altitud que las zonas ocupadas por la cebada y sobre aquellas laderas mejor orientadas a los vientos húmedos. Esta localización responde a esas mayores exigencias hídricas.

El trigo es el cereal que presenta una mayor proporción de superficie cultivada en regadío al necesitar gran humedad edáfica para su siembra. Frecuentemente ocupa zonas del valle combinado con cultivos de vuelo que disminuyen la insolación y la evapotranspiración.

Durante el episodio de sequía 1994-1995, la superficie cultivada de cereal en la Cuenca del Guadalentín disminuyó en 3.660 y 2.050 ha respectivamente, en relación a la media cultivada durante los cinco años precedentes (5.925 ha). Pero, además, sus rendimientos medios pasaron de las 1,2 TM/ha en 1991 a las 0,2 TM/ha durante ese bienio de penuria pluviométrica. Son los cereales, por tanto, uno de los cultivos más perjudicados por la ocurrencia de episodios de sequía, sobre todo por ser cultivos mayoritariamente de secano a los que no se aporta ningún tipo de riego eventual que ayude a mejorar su producción.

### 9.3. Evaluación de la respuesta ecofisiológica ante un ciclo de sequía en distintas variedades de almendro

De Herralde Traveria (2000), en su tesis doctoral, estudia la eficiencia en el transporte y uso del agua de ocho variedades de almendro a un ciclo de sequía y recuperación del sustrato. El efecto del estrés en las variedades de almendro promueve un descenso en el potencial hídrico foliar en todas las variedades, acompañado por una fuerte regulación estomática, que ya había sido previamente descrita para diferentes variedades de almendro (Castel y Fereres, 1982; Torrecillas *et al.*, 1988 y 1996).

El cierre estomático tiene como efecto el descenso en las tasas fotosintéticas máximas. De igual manera se produce un incremento en la temperatura de la hoja. El incremento en la temperatura de la hoja puede llegar a ser perjudicial y es indicativo de un mayor grado de estrés (Peñuelas *et al.*, 1992), pero también puede considerarse que genotipos con una temperatura de copa elevada pueden ser ventajosos cuando es necesario conservar el agua en el suelo para más adelante, bajo condiciones de sequía (Blum, 1989).

El control de las pérdidas de agua está acompañado por una reducción en la captación de CO<sub>2</sub>. La eficiencia en el uso del agua es el parámetro que nos indica si las pérdidas de agua reportan mayores beneficios para la producción. De acuerdo con ello, las variedades “Masbovera”, “Lauranne” y “Ramillete” son las que mejor rendimiento presentan en condiciones de déficit hídrico; su eficiencia en el uso del agua está por encima del global para la especie, y aunque su resistencia hidráulica es de las más elevadas, producen más biomasa por unidad de agua gastada. Las variedades de “Falsa Barese”, “Marcona” y “Garrigues” poseen una elevada resistencia hidráulica, pero en cambio su eficiencia en el uso del agua está por debajo del global de la especie, siendo en el caso de la variedad “Garrigues” muy inferior al resto de variedades, lo cual las hace muy resistentes pero poco productivas. Las variedades “Nonpareil” y “Desmayo Largueta” presentan un control de las pérdidas moderado y su eficiencia hídrica es baja también; ello implica que en condiciones de estrés hídrico su producción se ve dificultada. En conjunto, el almendro sometido a condiciones de estrés rápido y severo sufre reducciones



de potencial hídrico foliar, que inducen cierre estomático, acompañado por una disminución en la asimilación de CO<sub>2</sub>. A pesar de las dificultades que presenta el almendro durante el período de engorde del fruto a lo largo de una etapa seca, su resistencia a la sequía es elevada.

Su aguante a la sequía, además de los mecanismos de tolerancia y evitación, descritos anteriormente, se basa en un fuerte control de la regulación estomática cuando se halla sometido a condiciones de déficit hídrico. La sequía no afecta de manera permanente al funcionamiento fotosintético de las variedades, que se recuperan rápidamente.

Las diferencias varietales en el comportamiento ante el estrés hídrico se hallan sobre todo a nivel del control de la regulación y eficiencia en el uso del agua: los incrementos de la resistencia hidráulica bajo condiciones de estrés y una mayor eficiencia en el uso del agua proporcionan las claves para un mejor funcionamiento en condiciones de secano en clima mediterráneo.

El caso de “Masbovera” es destacable por su elevada eficiencia en el uso del agua, a pesar de que el control de las pérdidas de agua a nivel foliar sea reducido. “Nonpareil” con la misma capacidad fotosintética de partida, posee una elevada reducción de la transpiración respecto a la reducción en el potencial hídrico, que, unida a una baja eficiencia en el uso del agua, la hace poco productiva en condiciones de clima mediterráneo. La variedad “Marcona” destaca por su elevado grado de evitación de la sequía: una resistencia hidráulica más elevada y un alto grado de defoliación bajo condiciones de estrés observados durante diversos ensayos. Esto hace que, a pesar de que las hojas persistentes se recuperen y sean bastante eficientes, se produzca una pérdida de cubierta fotosintética importante.

El almendro representa el 44,5 % de los cultivos leñosos en la Cuenca del Guadalentín (15.308 ha) (cuadro 37), con un total de 13.561 ha cultivadas en secano (88,5 %).

Cuadro 37. Superficie cultivada de almendro en la cuenca del Guadalentín (2005) y rendimientos en secano (1991 y 1995)

Superficie total (ha)	Rendimientos 1991 (TM/ha)	Rendimientos 1995 (TM/ha)
15.308	0,410	0,350

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia

De acuerdo con su notable tolerancia al déficit hídrico, el almendro ha sido un cultivo abundante en este territorio, casi siempre acompañado por cereales. No obstante, durante episodios de sequía extrema sus rendimientos en secano se ven seriamente mermados. Así, por ejemplo, en 1995, año de extrema sequedad ambiental, los rendimientos medios de este frutal se redujeron en gran medida respecto a 1991, año pluviométricamente normal (cuadro 37). Por este y otros motivos (tolerancia ante diversas plagas), se están imponiendo las variedades más resistentes anteriormente mencionadas.

#### **9.4. Efectos del estrés hídrico sobre los principales cultivos hortofrutícolas**

Expertos del Instituto de Agricultura Sostenible del Centro Superior de Investigaciones Científicas, con sede en Córdoba, suscribieron un acuerdo con el Sindicato Central de Regantes del Tajo-Segura para realizar un estudio sobre las necesidades hídricas de los cultivos en las zonas del trasvase, entre ellas los campos de Lorca, Alhama, Totana y Librilla (2005). Otro objetivo del estudio fue el análisis de salinidad del suelo, dada la generalización de las prácticas de riego por goteo y su papel determinante en la salinización y degradación de determinadas tierras de cultivo. De hecho, ya existen problemas serios de este tipo en algunas áreas cultivadas con pimiento de bola y lechuga.

Para luchar contra esa salinización hay que lavar periódicamente el terreno, lo que suele hacerse con riegos por aspersión o inundación. En dicho estudio se advierte que *si la sequía tiende a ser la norma más que la excepción, el problema a largo plazo será la salinización del suelo, y en ese caso será difícil volver atrás*. Tras más de setecientas encuestas a los agricultores, se observó que éstos hacen frente a la falta de agua concentrando las producciones hortícolas en invierno, abandonando los cultivos de verano, a pesar de que el mercado los demanda, y llevando a cabo un riego deficitario controlado, lo que supone un ascenso de la productividad por metro cúbico de agua (La Razón, 11/03/2005).

Entre los cultivos hortofrutícolas del Valle del Guadalentín destaca la superficie dedicada a hortalizas, que aglutina cerca de 25.500 ha (42,7 %). Los cultivos de lechuga, coliflor y brócoli son los más usuales entre las hortalizas del área. Entre los cítricos los limoneros ocupan una mayor extensión, mientras que respecto al resto de frutales, destacan por su superficie los almendros, ciruelos y melocotoneros. El olivar y el viñedo también son cultivos con amplia representación dentro de la Cuenca (cuadro 38).

Cuadro 38. Principales cultivos hortofrutícolas en el Valle del Guadalentín (2005)

Cultivo	Secano (ha)	Regadío (ha)	Total (ha)
Cítricos	0	7.750	7.750
<i>Limonero</i>	0	4.020	4.020
<i>Mandarino</i>	0	1.115	1.115
<i>Naranja</i>	0	2.463	2.463
Frutales (no cítricos)	13.575	3.135	16.710
<i>Almendra</i>	13.561	1.747	15.308
<i>Ciruelo</i>	0	461	461
<i>Melocotonero</i>	0	790	790
Olivar	2.488	2.309	4.797
Viñedo	1.507	3.338	4.845
Flores	0	240	240
Hortalizas	0	25.450	25.450
<i>Alcachofa</i>	0	3.375	3.375
<i>Coliflor y brócoli Brócoli</i>	0	6.392	6.392
<i>Coliflor y brócoli Coliflor</i>	0	6.163	6.163
<i>Lechuga</i>	0	7.610	7.610
<i>Melón</i>	0	2.472	2.472
<i>Sandía</i>	0	1.150	1.150
<i>Tomate</i>	0	3.631	3.631

Fuente: Servicio de Asociacionismo Agrario y Estadísticas. Consejería de Agricultura y Agua (CARM)

En el cuadro 39, relativo a los rendimientos medios de los cultivos hortofrutícolas, se advierte que los frutos obtenidos durante un año seco (1995) son significativamente inferiores a los cosechados en un año pluviométrico normal. El viñedo presenta descensos considerables en sus rendimientos durante episodios secos, acusando fuertemente la carencia de lluvias durante el otoño e invierno (época de floración y engorde del fruto). La reducción del rendimiento en flores responde más a la mala calidad de las aguas de riego que a la falta del recurso. Quizá, los frutales no cítricos sean los menos perjudicados, mientras que los propietarios de huertas de hortalizas, merced a

su elevado coste de inversión, sufran las mayores pérdidas como consecuencia del descenso en su rendimiento.

Cuadro 39. Evolución del rendimiento medio (TM/Ha; flores/Ha) para cada grupo de cultivos (Cuenca del Guadalentín, Murcia)

Cultivos	$\bar{X}$ (1991/93)	1995	1995 - $\bar{X}$
Flores	180.388	110.210	-70.178
Hortalizas	27,966	25,605	-2,361
Cítricos	12,991	11,232	-1,759
Frutales no cítricos	7,100	6,810	-0,290
Viñedo (uva mesa)	19,853	13,950	-5,903
Olivar	2,066	1,020	-1,046
Otros leñosos	5,563	7,110	1,547

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia

En general, los cultivos hortofrutícolas presentan diversos síntomas por efecto de episodios prolongados de déficit hídrico: i) hojas secas, puntas y bordes sobre todo; ii) plantas marchitas; y iii) aborto de flores. Una de las épocas que más agua necesitan las plantas es previa a la floración. Si les falta, suelen abortar sus flores. Las masas de aire cálidas y con baja humedad que suelen acompañar a numerosos episodios de sequía (olas de calor) son un auténtico secador para las plantas y las marchita en pocas horas. En estas situaciones, relativamente frecuentes en verano, los cultivos deben estar bien hidratados. Si la humedad es demasiado baja y existen altas temperaturas se produce la caída de flores y frutos recién cuajados. Un riego continuado con agua rica en sales provoca a la larga una concentración excesiva de éstas en el suelo, con el consiguiente amarilleo de hojas y su caída.

Uno de los principales cultivos desarrollados en el Valle del Guadalentín es la alcachofa. Éste cultivo requiere riegos frecuentes durante todo el período vegetativo. La deficiencia hídrica, especialmente durante la formación de inflorescencias o cabezuelas, da como resultado pérdidas tanto en calidad como en rendimiento. La cantidad de agua de riego es muy importante por cuanto es altamente sensible a la “podredumbre”, por ese motivo los riegos

deben ser ligeros y evitar encharcamientos. Cuando el riego es por gravedad reporta un gasto de 7.000-10.000 m<sup>3</sup>/ha, sin embargo, mediante el riego por goteo la alcachofa responde satisfactoriamente, aumentando su producción en comparación con el riego por surcos, debido a la obtención de plantas más uniformes y desarrolladas. Los volúmenes de agua utilizados con este método no sobrepasan los 4.500 m<sup>3</sup>/ha (Cabrera, 1999). Sobre la lechuga, cultivo en expansión en todo el ámbito de cuenca, el déficit hídrico provoca quemaduras en los ápices de las hojas y espigado o subida de la flor, lo que induce a su vez a un mal acogollado de este cultivo. Sobre el pimiento suele aparecer una necrosis apical, mientras que el pepino sufre un curvado y estrechamiento de su vértice. Otros cultivos en crecimiento son el de melón y sandía, los cuales, ante una fase de estrés hídrico, sufren deformaciones, rajado o aborto del fruto. La escarola, coliflor y brócoli padecen quemaduras y necrosis foliar, mientras que las habas y judías sufren amarilleo, marchitez y caída de flores (Infoagro.com, 2007).

Entre los frutales no cítricos caben destacar el cultivo de ciruela y manzana. Éste, al tratarse de un árbol de abundante y delgado follaje, en épocas calurosas transpira y evapora más que otros, y si sufre en esta época una ligera sequía puede provocar la caída de las hojas viejas y prematuras del fruto. Desde la entrada en vegetación hasta el otoño los riegos deben ser abundantes y frecuentes. El árbol adulto requiere de forma general entre 200 y 300 litros de agua por año y kilo de fruta producido. El melocotonero tiene un consumo anual de agua de 60-100 Hl., para una producción total de 20 kg de materia seca. Una hectárea de melocotoneros consume, por lo tanto, de 2.500 a 4.000 m<sup>3</sup> de agua durante el período vegetativo.

El cultivo del granado, con gran auge hasta hace pocos años, aún sigue practicándose en la cuenca del Guadalentín por ser poco exigente en agua. Durante los primeros años de cultivo hasta la entrada en plena producción se riega por surcos con dotaciones de 600 a 800 m<sup>3</sup>/ha. Cuando el árbol entra en plena producción, a los 6 o 7 años de edad después del injerto, el riego a manta o por inundación es el más empleado (con una dosis de 900 a 1.200 m<sup>3</sup>/ha). Los riegos deben suprimirse por completo a partir de la entrada del fruto en enero para evitar posibles agrietamientos en su corteza, que los

depreciarán en el mercado. Tanto el viñedo como el olivar presentan una importante superficie en regadío dentro de la cuenca del Guadalentín. El viñedo necesita abundante agua desde su floración hasta la maduración del fruto una vez cuajado (200 mm). Si sufre estrés durante estas fases del ciclo vegetativo las hojas y racimos se secan. El olivo es una especie que puede cultivarse en secano en aquellas zonas donde la pluviometría media anual no sea menor de 400 o 500 mm. Cuando las precipitaciones caídas son muy inferiores a esta cantidad, se producen una serie de efectos en los procesos de crecimiento y producción del olivo (cuadro 40).

Cuadro 40. Efectos del déficit hídrico en los procesos de crecimiento y producción del olivo (Orgaz, F. y Fereres, E., 1999)

Proceso	Período	Efecto del déficit hídrico
Crecimiento vegetativo	Todo el año	Reducción del crecimiento y del número de flores al año siguiente
Desarrollo de yemas florales	Febrero-Abril	Reducción del número de flores. Aborto ovárico
Floración	Mayo	Reduce la fecundación
Cuajado de frutos	Mayo-Junio	Aumenta la alternancia
Crecimiento inicial del fruto	Junio-Julio	Disminuye el tamaño del fruto (menor número de células/fruto)
Crecimiento posterior del fruto	Agosto-Cosecha	Disminuye el tamaño del fruto (menor tamaño de las células del fruto)
Acumulación de aceite	Julio-Noviembre	Disminuye el contenido en aceite del fruto

El período crítico de necesidades hídricas en el olivo se sitúa entre la prefloración y la maduración, que coincide prácticamente con el período de mayor escasez de lluvias. Sin embargo, se ha comprobado que la producción del olivo aumenta considerablemente cuando recibe aportaciones de agua complementarias a la lluvia, especialmente en zonas y años de baja pluviometría. Este hecho, unido a la sequía padecida en el primer quinquenio de los 90, ha llevado a un incremento espectacular de la superficie de olivar de regadío. Por otra parte, frente a otros cultivos alternativos, permite un máximo beneficio marginal del agua, así como un máximo beneficio social, siendo un cultivo que genera un gran empleo de mano de obra.

En cuanto a los cítricos, tanto el cultivo de naranja como el de limón requieren importantes precipitaciones (entre 900 y 1.200 mm), que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Necesitan un medio ambiente húmedo

tanto en el suelo como en la atmósfera. Las necesidades hídricas de estos cultivos oscilan entre 6.000 y 7.000 m<sup>3</sup>/ha (Agustí, 2000). El riego es necesario entre la primavera y el otoño, cada 15-20 días si es por inundación y cada 3-5 días si es riego localizado. Para que el árbol adquiera un adecuado desarrollo y nivel productivo con el riego por goteo es necesario que posea un mínimo volumen radicular o superficie mojada, que se estima en un 33% del marco de plantación en el caso de cítricos con marcos de plantación muy amplios; aunque la dinámica de crecimiento radicular de los cítricos es inferior a la de otros cultivos, resulta frecuente encontrar problemas de adaptación como descensos de la producción, disminución del tamaño de los frutos, amarillamiento del follaje y pérdida de hojas. Para evitar estos problemas hay que incrementar el porcentaje de superficie mojada por los goteros a un 40% de la superficie del marco ocupado por cada árbol, en marcos iguales o inferiores a 5 x 5 m. Una alternativa es el riego por goteo enterrado, sistema que produce una reducción de la evapotranspiración del cultivo como consecuencia de la disminución de la pérdida de agua por evaporación y un mayor volumen de suelo mojado (García Lidón, 1999).

## 10. EL RECURSO AGUA COMO NEXO ENTRE ACTIVIDAD HUMANA Y MEDIO FÍSICO

La penuria de las precipitaciones en la cuenca del río Guadalentín se halla agravada por su irregularidad interanual, la presencia de sequías extremas y la irrupción ocasional de lluvias torrenciales. Frente a dichas condiciones naturales, la historia agraria de las vegas media y baja de este río-rambla ha estado siempre presidida por la necesidad acuciante de aumentar sus disponibilidades hídricas. Tradicionalmente ha sido esta una zona con un importante déficit hídrico, ni siquiera aliviado por los cursos más caudalosos de cabecera (Gil Olcina, 1968a).

Bajo las condiciones pluviométricas aludidas, dominadas por la presencia esporádica de fuertes aguaceros, se desarrolla un régimen hidrológico extremadamente irregular, salpicado de avenidas excepcionales. Las ramblas y ríos-rambla son a menudo incapaces de controlar las avalanchas de agua resultantes, provocando en determinados tramos desbordamientos con afecciones ocasionalmente graves (Vega de Lorca y Bajo Guadalentín) (Calvo García-Tornel, 1968; Conesa García, 1985).

Otro de los efectos inmediatos de esta fuerte irregularidad es la elevada frecuencia y duración de períodos de sequía meteorológica, que hacen aún más escasos los recursos hídricos disponibles y desencadena crisis socioeconómicas de indudable repercusión en la zona. Estas sequías condicionan en alto grado los rasgos fisiológicos de la vegetación natural, cuyos mecanismos de adaptación le confieren un carácter xerofítico; pero también constituyen un importante factor limitativo de la actividad bioagraria. De hecho, las referencias sobre cosechas malogradas y hambrunas debido a períodos de sequía son abundantes en la historia de este territorio.

Actas capitulares, memoriales, expedientes de rogativas, libros de diezmos, cuentas de agua, anales hidrológicos, crónicas y otras variadas fuentes suministran multitud de noticias sobre las abundantes sequías sufridas (Gil Olcina, 2007a).

La cuenca del Guadalentín es uno de los territorios españoles más afectados por la escasez de agua. Prueba de ello es el gran número de obras



de corrección de cauces, aprovechamiento y regulación de caudales realizadas en sus diferentes tramos. La construcción de los embalses de Puentes y Valdeinfierno, obras modélicas en su tiempo y las de mayor capacidad en España hasta principios del siglo XX, significaron la culminación de un largo proceso, iniciado tras la Reconquista, que tenía por finalidad solucionar el problema del agua en este territorio.

La propia Vega tradicional de Lorca puede considerarse una de las zonas españolas de regadío con mayores conflictos generados por la propiedad del agua. Muchos de ellos han quedado guardados en el recuerdo de sus pobladores, que siempre hicieron del agua el “*leit-motiv*” de su existencia. La política respecto al Trasvase Tajo-Segura, el desarrollo tecnológico, las polémicas sobre la adecuación de la legislación y las políticas generales, en relación con el agua, a las necesidades sentidas por la sociedad murciana son las circunstancias actuales que definen el marco de actuación para la búsqueda de soluciones a este viejo problema. Capaces de abrir vías de futuro a una sociedad de base agraria y secularmente preocupada por el problema del agua, las propuestas de mejora y desarrollo económico se fundamentan en la investigación del peligro que entraña un déficit hídrico prolongado.

Mucho más que la tierra, el factor agua ha sido siempre una constante en el devenir histórico de las poblaciones establecidas en este territorio. El agua, a la vez que bien preciado, se muestra en ocasiones como el más peligroso enemigo de la ocupación humana, influyendo decisivamente en el emplazamiento de los núcleos urbanos y en los rasgos del trazado viario o del poblamiento. La inestabilidad socioeconómica es también nota característica de un medio históricamente sometido a sequías e inundaciones, a epidemias y crisis agrícolas.

El concepto de equilibrio va, en esta región, muy unido al de riesgo e inestabilidad, y depende, fundamentalmente, de la capacidad de gestión y control que tenga la sociedad para administrar los recursos hídricos y amortiguar los efectos de las situaciones hidrológicas extremas. A lo largo de la historia los grupos humanos se han dotado de diversos mecanismos técnicos y sociales para aprovechar al máximo sus recursos hídricos y evitar o paliar los riesgos asociados a inundaciones o sequías. Los niveles de inestabilidad y la

posibilidad de crisis son, por ello, variables en el tiempo. En la cuenca del Guadalentín la sociedad ha desarrollado culturas diferentes; todas ellas, incluso las más antiguas, han dejado huella, aún hoy viva en el paisaje, muestras de sistemas diferentes de adaptación al medio, y con frecuencia de esfuerzos más o menos fallidos por dominarlo.

No hay que remontarse mucho en el pasado para comprender los procesos que han conducido a la situación presente, compleja y paradójica, vulnerable y dependiente ante un medio natural a menudo “agresivo”, pero por primera vez en la historia con capacidad técnica suficiente para mitigar sus efectos.

Tanto el haz de técnicas empleadas en la administración del agua, como las estructuras sociales y económicas establecidas para controlar su uso, son en el Guadalentín de gran complejidad e interés. A lo largo de los últimos 500 años, este territorio ha sufrido un complejo proceso de transformación, marcado por actuaciones y estrategias, algunas de las cuales pueden considerarse únicas dentro del ámbito español y europeo. Aunque se desconoce la fecha precisa y los mecanismos concretos que dieron lugar a la separación de la propiedad del agua y de la tierra, los datos disponibles parecen apuntar al siglo XIV, al igual que en otras áreas del Mediterráneo español. En el transcurso de la segunda mitad del siglo XVI se consolida un cerrado y oligárquico grupo de poder en torno al agua, en un proceso de patrimonialización en el que el clero pasa a ser uno de los principales propietarios (Gil Olcina, 1993). El agua y la propiedad sobre el derecho de riego se convierte en un importante mecanismo de control económico y político. Tras la consolidación de este hecho, un segundo acontecimiento, de signo muy diferente, tiene lugar a finales del siglo XVIII: la construcción de los embalses de Puentes y Valdeinfierno.

La fuerte participación estatal en este caso, altera la dimensión que hasta ahora habían tenido los intentos de solución del problema de la escasez de agua, abogando decididamente por una política de estructuralismo hidráulico, mediante la construcción de embalses y obras de trasvase. Sin embargo, la destrucción del pantano de Puentes en 1802, lo convierte en un ejemplo, a nivel nacional e internacional, de la dificultad de construir embalses

de “grandes dimensiones” en aquellos momentos y de simultanear las funciones de almacenamiento y regulación de las aguas de avenida.

Si durante la construcción de los citados pantanos hubo oposiciones a ellos por parte de los denominados “señores del agua” (nueva clase social, *aguatenientes*, surgida tras la separación de tierra y agua y privatización de ésta última, que detentaban el poder político y económico), innecesario resulta encarecer que éstos, tras la rotura de Puentes, intentaron desprestigiar su reconstrucción con la finalidad de que las aguas volvieran a privatizarse y así seguir enriqueciéndose a costa de los pobres agricultores (Mula Gómez y Hernández Franco, 1986).

En pocos lugares del territorio nacional existe una sensibilidad y un interés tan impregnado del problema del agua como en la cuenca del Guadalentín. Lo muestran los libros que relacionan los propietarios de los derechos de agua de algunas alquerías durante la segunda mitad del siglo XVI. En ellos figuran nombres inscritos con cuidadoso detalle, constituyendo el mejor documento aportado respecto al grupo de poder que en dicha área controlaba este recurso, en beneficio propio y como mecanismo de dominación. El procedimiento de la subasta de agua y su desaparición en el siglo XX, la amplia y antigua literatura sobre el uso del agua en la comarca, como las “Ordenanzas de riegos”, o el libro escrito por Musso y Fontes en 1847 para defender los privilegios detentados por el grupo de poder durante varios siglos, constituyen también buena prueba de ello. Además, las grandes secas del Sureste Peninsular han resultado decisivas para la ejecución de obras hidráulicas discutidas y onerosas, a la vez que han estado en el origen de los primeros estudios modernos de climatología en España (Calvo García-Tornel, 2003).

Ante semejante grado de riesgo, es lógico que se pretendiera con gran empeño la conversión del secano en regadío, por muy eventual que fuese, mediante la derivación de aguas vivas, el aprovechamiento de turbias o el afloramiento de subálveas y subterráneas. Los regadíos de turbias, progresivamente abandonados durante la segunda mitad del siglo XX, muestran todavía hoy una importante huella paisajística y constituyen excelente argumento del tradicional e inteligente acomodo a un régimen hidrológico

efímero, con avenidas esporádicas en buena parte laminadas a través de presas de derivación, terrazas, boqueras, regaderas, etc.

Basada en el uso exclusivo de los recursos superficiales y subálveos, la ocupación tradicional de estas tierras ha atravesado serias dificultades. El escaso poblamiento existente durante toda la Edad Media y parte de la Moderna da paso, durante el siglo XVIII, a una etapa de expansión demográfica e importantes roturaciones, de acuerdo con el afianzamiento de la actividad agrícola.

Hasta 1950 los terrenos incultos siguen siendo muy extensos, y el regadío, disperso, aún presenta un carácter marginal, predominando los cultivos de invierno y primavera adaptados a las condiciones semiáridas del área. La necesidad de aprovechar al máximo las aguas superficiales tiene su mejor expresión en el desarrollo de sistemas de derivación —“boqueras”— de los caudales esporádicos que conducen las ramblas, con el fin de transportarlos hacia los campos de cultivo de secano tradicional y suministrarles una humedad adicional (Morales Gil, 1968; Morales Gil, 2001). Actualmente, estos sistemas de aprovechamiento de aguas eventuales han desaparecido casi por completo, sustituidos por infraestructuras avanzadas que permiten el desarrollo de un regadío permanente. El alto coste de estas obras de riego modernas incrementa, no obstante, la magnitud del riesgo en las tierras agrícolas, por cuanto siguen hallándose expuestas al peligro de las avenidas torrenciales. Así, mientras continúa el acelerado cambio de la producción agropecuaria hacia una industria y negocio, es cada vez menos lo que perdura de la antigua actividad con la que el hombre habitaba más o menos en equilibrio con su medio de acogida.

Los exiguos recursos de agua han favorecido un proceso de ocupación agrícola lento y prolongado. La escasa importancia del regadío tradicional hasta los años setenta del pasado siglo XX contrasta con los regadíos intensivos actuales implantados en abanicos aluviales y otros sectores de pendiente suave, a expensas de la sobreexplotación de acuíferos. Pero la escasez de estos recursos hídricos, lejos de ser en la actualidad un problema exclusivamente agrícola, tiende a convertirse en una cuestión amplia, diversificada y delicada. La nueva situación en gran parte del Valle viene

protagonizada por el desarrollo de infraestructuras dedicadas al turismo residencial, agrietando tensiones antiguas y haciendo emerger fuertes competencias tanto por los usos del suelo como por los recursos de agua disponibles.

Tampoco faltan, sin embargo, los ejemplos de gestión armónica de recursos hídricos de distinta procedencia, de orígenes antiguos y adaptados a nuevas necesidades. De hecho, en la Depresión Prelitoral son frecuentes los casos de aprovechamiento integral del agua para riego mediante la combinación de recursos superficiales y subterráneos, el uso de aguas depuradas y alumbramiento de la escorrentía subsuperficial o aguas subálveas (Gómez Espín, 2004).

Durante los últimos cincuenta años, la utilización del agua en esta zona ha sufrido cambios importantes en sus usos. El tradicional aprovechamiento para la agricultura y abastecimiento de núcleos poblacionales ha encontrado grandes competidores en la pujante demanda surgida del proceso industrializador y de las actividades turísticas. El desarrollo urbano e industrial ha provocado el aumento de los requerimientos de agua; y estas exigencias han venido a empeorar la situación de escasez de recursos hídricos que se manifiesta en algunos sectores, mientras que en otros se ha revelado la carencia de infraestructuras de redes de abastecimiento y de regulación de los ciclos hidrológicos. Por estas razones, en las últimas décadas, se ha despertado un interés creciente por los problemas planteados en torno a los usos del agua.

### **10.1. Años secos y sequías históricas (1800 – 1950)**

El Sureste de la Península Ibérica ha sufrido numerosas rachas secas, constatadas tanto en documentos históricos como registros instrumentales. Su persistencia a lo largo de la historia las convierten en un rasgo climático distintivo de estas tierras semiáridas, con consideración de alto riesgo para las zonas agrícolas. Sus efectos se hacen sentir de forma paulatina, de modo que frecuentemente se hace difícil percibir el inicio de tales episodios extremos. No

es extraño constatar a través de fuentes históricas largas etapas secas, de hasta cuatro años de duración, que originaban situaciones catastróficas y crisis de subsistencia (Barriendos Vallvé, 2002). Episodios de sequía comparables en la época instrumental se registran en las décadas de los ochenta y noventa del siglo anterior.

Las peores sequías del siglo XVIII y primera mitad del XIX han sido documentadas, con gran riqueza de detalles, por las rogativas por lluvia o *ad petendam pluvial* (Martín Vide y Barriendos Vallvé, 1995; Zamora Pastor, 1999 y 2000;...).

Como “Año del hambre”, por magnitud, se alude en la cuenca del Segura a 1801, cuando hacía casi un lustro que los campos no se cultivaban por privación de lluvia; también se menciona 1803. Especialmente seco resultó 1815, en cuyo verano y otoño el Segura presentó un estiaje muy acusado y el hambre originaba desdichas y se reproducían las rogativas (Gil Olcina, 2004a).

En el siglo XIX, fueron largas y dañinas las secas de 1841-42, 1846-50 y 1875-79. La intensa sequía padecida durante el bienio 1841-42 hizo subir vertiginosamente en el Campo de Lorca, al igual que en otras comarcas del Sureste Ibérico, los precios de los alimentos, y movió a las autoridades locales a solicitar del Gobierno auxilios y condonación de tributos. Según Gil Olcina (2007a) se adujo en estos memoriales que unas 12.000 personas habían abandonado el término, cifra probablemente exagerada, que quizás doble con creces la real, pero, sin duda alguna, indicativa de una oleada emigratoria importante, perfectamente acusada en las pirámides de edad de los censos sucesivos.

Con motivo de la dramática etapa seca sufrida durante los años 1846 a 1850, se promulga el Real Decreto de 21 de marzo de 1850, en el que tras describir la situación (*“De los puntos en que aparecen casi constantemente la falta de agua, las provincias limítrofes de Murcia y Almería son las que sufren más particularmente esta calamidad”*), el ministro de Comercio, Instrucción y Obras Públicas Manuel Seijas notificaba al presidente de la Real Academia de Ciencias la necesidad de elaborar una memoria técnica: *“la Reina (Q.D.G.) se ha servido mandar que esa Real Academia sin levantar mano se ocupe y proponga al Gobierno lo conveniente para abrir un concurso a la mejor*

*Memoria... sobre las causas que producen las constantes sequías de las provincias de Murcia y Almería, señalando lo medios de removerlas, si fuese posible; y no siéndolo, de atenuar sus efectos...*” (Calvo García-Tornel, 2003).

La sequía de 1846-50 es la peor, por su duración y severidad, de que hay noticia histórica en el Sureste Peninsular. Durante este período abundan noticias sobre cosechas arruinadas, fortísimo encarecimiento de los alimentos básicos —en Lorca se constituyó una sociedad filantrópica para vender 20 fanegas de trigo diarias a diez maravedíes por debajo de los precios imperantes—, reiteradas peticiones de agua de gracia del Segura por Murcia y Orihuela, aumento de la mendicidad, hambruna y calenturas por el estancamiento de aguas. Según Couchoud y Sánchez Ferlosio (1965), la gran sequía de 1850 “*había de prolongarse aún por otros seis, de suerte que las gentes emigraban al África de Norte en tan grandes contingentes que la ciudad de Lorca y los pueblos de Alhama, Totana y Librilla, también del valle del Guadalentín, quedaron prácticamente despoblados*”.

Durante el estío de 1874 el cauce del Guadalentín permaneció seco, como consecuencia de un episodio de sequía que se alargará hasta finales de la década. Seguramente, *la construcción de la tercera presa de Puentes, en régimen de concesión, entre 1881 y 1884, debe mucho más al largo período de sequía que a la pavorosa crecida del Guadalentín el 14-15 de octubre de 1879* (Gil Olcina, 1965, 1993).

A lo largo de la primera mitad del siglo XX alcanzan también relevancia las etapas secas de 1909-14, 1938-39 y 1944-45. Estas sequías extremas motivaban iniciativas muy diversas: medidas encaminadas a resolver o mitigar la crisis de subsistencia, rogativas públicas para suplicar la lluvia y proyectos de pantanos y trasvases.

Actualmente, y a pesar de los avances científicos, mejor conocimiento del medio, mayor capacidad de organización social y poder económico, los problemas y dificultades ocasionados por las secuencias pluviométricas secas siguen sin superarse, generando conflictos de todo tipo y convirtiéndose en una de las principales armas políticas.

Las grandes secas sufridas en este territorio han sido, en numerosas ocasiones, determinantes para la construcción de obras hidráulicas discutidas y

gravosas (Gil Olcina, 1992, 2004b; Mula Gómez *et al.*, 1986); y aún hoy día, el fenómeno sequía suscita o promueve la edificación de nuevas infraestructuras que incrementen la oferta de recursos hídricos, transformaciones en los usos del suelo y cambios en la aplicación del agua (Gil Olcina, 2004a). A modo de ejemplo cabría citar la Exposición de Motivos de la Ley de 13 de diciembre de 1999, que transformó la Ley de Aguas de 2 de agosto de 1985, y que contiene un párrafo tan expresivo como el que sigue:

*“...la experiencia de la intensísima sequía padecida por nuestro país en los primeros años de la década final de este siglo, impone la búsqueda de soluciones alternativas, que, con independencia de la mejor reasignación de los recursos disponibles, a través de mecanismos de planificación, permitan, de un lado, incrementar la producción de agua mediante la utilización de nuevas tecnologías, otorgando rango legal al régimen jurídico de los procedimientos de desalación o de reutilización; de otro, potenciar la eficiencia en el empleo del agua para lo que es necesario la requerida flexibilización del actual régimen concesional a través de la introducción del nuevo contrato de cesión de derechos al uso del agua, que permitirá optimizar socialmente los usos de un recurso tan escaso, y por último, introducir políticas de ahorro de dicho recurso...”.*

## **10.2. La planificación hidráulica en la cuenca del Guadalentín**

La escasa e insuficiente disponibilidad de recursos hídricos es un hecho presente en la conciencia individual y colectiva desde hace mucho tiempo. Las limitaciones que imponen los rasgos climáticos a la práctica de una agricultura rentable imponen, desde época muy temprana, la necesidad de buscar recursos externos.

En un primer momento (etapas prerromana, romana y árabe) se intentó aprovechar las construcciones ya existentes mediante pequeños proyectos e inversiones poco cuantiosas, soportadas por las comunidades locales. Se trataba de proyectos aislados, sin coordinación alguna entre ellos. En una segunda etapa —desde el reformismo borbónico (siglo XVIII)—, alentada por la posibilidad de destinar mayores recursos y capital a tal fin, se elaboraron varios



proyectos que por su coste y trascendencia exigían la participación del Estado en sus formas de financiación, organización y distribución. Los más llamativos consistían en la detracción de aguas desde otras cuencas, la explotación de aguas subálveas en torno al río, y la construcción de embalses multifunción, encargados de regular el régimen natural del Guadalentín, almacenar y distribuir aguas para riego.

#### *10.2.1. Política y actuaciones hidráulicas en la Edad Moderna*

Al constituirse Lorca en base militar castellana para penetrar en territorio granadino (siglo XIII), parece plausible que la agricultura y el regadío permanezcan abandonados excepto en sectores muy reducidos hasta que, terminada la Reconquista y controlada la rebelión morisca, se produce una expansión de las tierras de cultivo y un aumento de población, convirtiendo en acuciantes las necesidades de agua (Mula Gómez y Hernández Franco, 1986). Se intentaron todas las fórmulas posibles, por un lado se pensó en obligar a los vecinos de Vélez a devolver las aguas sobrantes al Guadalentín después de regar sus huertos, según se desprende de una Real Provisión dada en Barcelona el 9 de junio de 1493; de otro, se proyectó buscar la solución en las fuentes de Archivel, Venablón, Singla, Coneja y Naviales, en el término de Caravaca, impidiéndolo la rebelión morisca y, más tarde, la oposición del concejo caravaqueño (Cánovas Cobeño, 1980).

En 1566, el regidor de Coria, Álvaro Rodríguez de Mereruela, propuso el ambicioso proyecto de trasvasar las aguas de los ríos Castril y Guardal, afluentes del Guadiana Menor. La Casa de Alba presionó al arquitecto Jerónimo Gil, encargado de dictaminar el proyecto, para que informase negativamente, ya que de llevarse a cabo dejaría sin agua a parte de sus tierras (Cánovas Cobeño, 1980).

Ante los reiterados fracasos de los intentos de trasvasar aguas de otra cuenca, fue tomando cuerpo la idea de construir un embalse semejante al de Tibi, cerca de Elche (Gil Olcina, 2004b).

Las sequías en la cuenca del Guadalentín eran continuas y los problemas jurídicos derivados de la propiedad de las aguas desde los tiempos

de Alfonso X complejos. Con la idea de construir un embalse en el Guadalentín se entra en el siglo XVII, años éstos de crisis económica, financiera, social, demográfica, comercial, etc. (Pérez Picazo y Lemeunier, 1984). Inundaciones, epidemias, sequías y hambre azotaron a estas tierras surestinas en dicha época.

El 26 de febrero de 1611 se pone en marcha todo el proceso burocrático necesario para comenzar la construcción de un embalse en el Guadalentín. Al proyecto se opusieron algunos regidores dueños de *aguas vivas* (AHN)<sup>8</sup>. Los dueños de aguas —*señores del agua*— realizaron un amplio informe contrario a la utilidad de los pantanos, argumentando su inviabilidad debido a su posible rápido cegamiento.

Mediado el siglo XVII (1645) estalla un conflicto entre los regantes y los dueños de las aguas por el procedimiento de venta de las mismas, de manera que la ciudad se decide a construir el embalse de Puentes. También se pensó en la posibilidad de construir el embalse en la garganta de Valdeinfierno, cerca de las Fuentes de Luchena, aunque no se consideró idóneo el lugar (AHN)<sup>9</sup>. En 1648 una pequeña riada destruyó las obras, consecuencia de haber sido cimentadas sobre arenas (Mula Gómez y Hernández Franco, 1986). Dañada la esperanza de los embalses se pensó de nuevo en el alumbramiento de aguas en los Ojos de Luchena (Espín Rael, 1926). Los resultados negativos tras diez años desde la puesta en marcha de esta obra, en 1680, condujeron a la extracción de agua en la Fuente del Oro y la construcción del Azud de los Tres Puentes (Gil Olcina, 1967).

En el Campo de Totana, además de defender el citado Canal de Huéscar, se emprendieron otras actuaciones para dotar de agua a los ejidos de secano y mejorar los mediocrementemente regados. El proyecto del pantano de Lébor arranca en el año 1699, cuando varios propietarios solicitaron del Ayuntamiento el permiso correspondiente para la construcción de una presa en la rambla de Lébor. El Consistorio, que por aquella época no se hallaba en condiciones de apoyar financieramente el proyecto, sirvió no obstante como organismo administrador de los fondos aportados por los propietarios que se

---

<sup>8</sup> Archivo Histórico Nacional (AHN). Sección Consejos. Legajo 17750.

<sup>9</sup> AHN. Sección Consejos. Legajo 17750. "Extracto de las memorias de la fábrica de los pantanos de Valdeinfierno y del estrecho de Puentes en el río de Lorca. 1647-1648".

beneficiarían de las obras. De esta forma, se acordó que los vecinos que tuvieran tierras a ambos lados de la rambla hicieran una declaración jurada de las que poseían, con su situación, cabida y lindero, a fin de poder conocer los recursos con que se disponía para la construcción de la presa. El proyecto, que salió a subasta, fue adjudicado a Toribio Martínez de la Vega, que dio comienzo a las obras el 1 de marzo de 1711. Estas estuvieron terminadas el 31 de julio de 1716, el mismo día que dieron comienzo las obras de construcción del azud para proteger los cimientos. Hasta el año 1718 no entró en servicio por no haberse concluido el sistema distribuidor de las aguas (Méndez García, 1974).

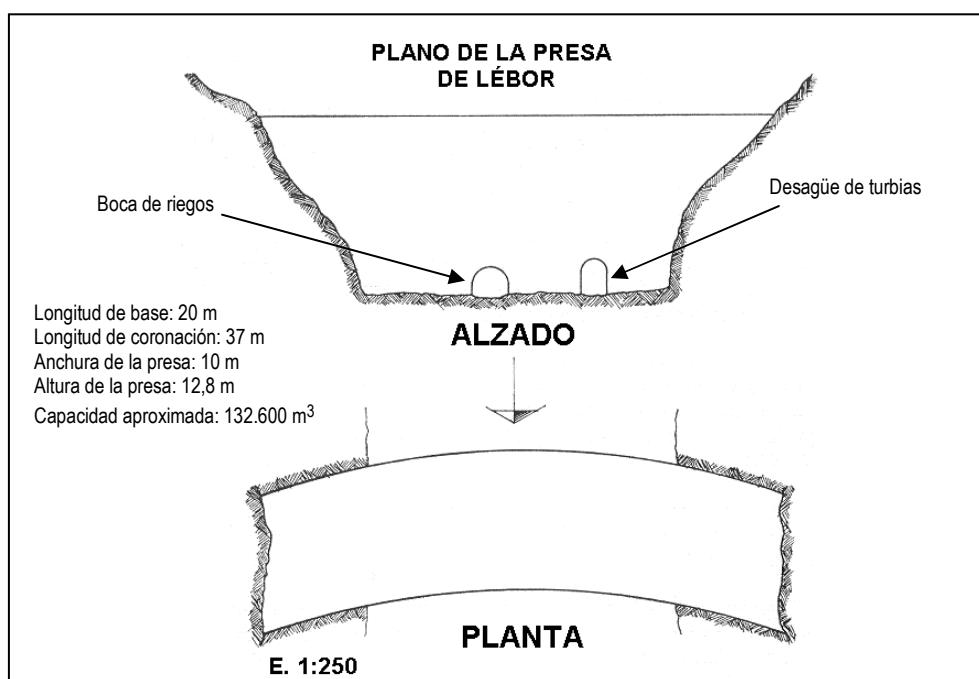


Fig. 102. Representación de la presa de Lébor, alzado y planta (Méndez García, 1974)

Este pantano, cuya construcción se realizó con el esfuerzo de toda la población y mediante la aportación de 172.000 reales, dejó de rendir sus servicios a los pocos años. La última nota referente al pantano, extraída del libro de cuentas de la comunidad propietaria de las aguas, data del año 1746. Una sesión del Ayuntamiento de 1714 daba permiso a los propietarios de fincas situadas a ambas márgenes de la rambla para que pudieran abrir boqueras. Como estas tierras quedaban situadas aguas abajo del pantano se deduce

que, para dicha fecha, el pantano debía estar abandonado y desprovisto de compuertas.

El motivo de su abandono no está claro. Son numerosas las opiniones al respecto: unas se refieren a la escasa capacidad del vaso de embalse; otras, a las pérdidas de agua como consecuencia de la gran capacidad de absorción que tiene el lecho de la rambla. Con bastante fundamento se apunta la posibilidad de que el pantano podría haberse cegado, consecuencia de la gran cantidad de arrastres que circulan por la rambla; sin embargo, la explicación más acertada, en opinión de Méndez García (1974), se basa en la escasez pluviométrica de la zona. Efectivamente, aunque la cuenca de Lébor tiene terrenos impermeables y superficie suficiente (59 km<sup>2</sup>) para desarrollar una red de drenaje jerarquizada, ésta presenta una trama de cauces secos por falta de precipitaciones y de esorrentía regular. Tal indigencia pluviométrica, unida a la fuerte evaporación anual y la elevada carga sólida transportada en época de avenidas restan efectividad a todo embalse. Por ello no es nada extraño que la sociedad propietaria de la presa, desanimada, se deshiciera y sus componentes decidieran por su cuenta abrir boqueras para aprovechar al menos las aguas de avenida.

En cuanto al año de construcción (1718), es una fecha muy temprana, pues los pantanos de Valdeinfierno y Puentes, considerados los más antiguos de la provincia y de los más antiguos de España, datan de 1789.

Otra obra de importancia realizada en territorio *totanero* es la presa del Paretón. Ya en tiempo de los árabes se hicieron pequeños proyectos en esta zona con el fin de aprovechar las aguas de avenida del Guadalentín. Así, en el año 1583, el Ayuntamiento solicitó del Rey la concesión de la presa del Paretón. El monarca envió un comisionado con el propósito de inspeccionar la rentabilidad que se derivaría de las obras, y al comprobar que eran efectivamente de gran utilidad y apreciando igualmente el derecho que sobre dichas aguas tenía la villa de Totana, informó en este sentido. Sin embargo, este proyecto no se pudo llevar a cabo entonces por el desacuerdo entre las autoridades y los propietarios de tierras a los que iban a ir destinadas las aguas (Munuera Abadía, 1916). Nuevamente, en 1964, se puso de manifiesto la necesidad de llevar a cabo las obras, comenzando los trabajos el 14 de

septiembre del mismo año. La parada, inicialmente proyectada de mampostería, tuvo que reducirse por falta de fondos a una simple y poco consistente tapia compuesta de estacas y fagina. Esta débil presa fue objeto de numerosas reparaciones en los años sucesivos, sin que el municipio ni los interesados pudieran levantar la deseada tapia de piedra por estar entonces la villa y sus fondos al servicio de las tropas leales a Felipe V (Méndez García, 1974).

Una vez terminada la crisis política y reorganizada la Hacienda Pública, el Ayuntamiento, en enero de 1735, acordó construir la presa con obra de mampostería, escogiendo para su emplazamiento los terrenos conocidos con el nombre de la *Casa del Obispo*. Igualmente, el 20 de mayo del mismo año se llevaron a cabo las obras de ampliación y mejora de los canales de la ribera derecha para aprovechar mejor las aguas que les proporcionaba la mencionada presa (Torres Martínez, 1961). Las grandes avenidas ocurridas durante 1747 destrozaron los canales de distribución y la presa, siendo ésta reconstruida de nuevo y reforzada; pero la riada del año 1789 la destruyó por completo y la de 1885 arrancó sus cimientos. Fue entonces cuando Alix Martínez propuso a la sociedad propietaria de aguas del Paretón la construcción de una nueva presa en el mismo lugar donde estaba la antigua.

Durante el siglo XVIII la expansión económica se produce junto a un aumento demográfico, que trajo consigo una creciente petición de tierras para cultivar. Las transformaciones llevadas a cabo, el aumento de la demanda de bienes de consumo, las sequías y las crisis de subsistencia impulsan en estos momentos los intentos de mejora y la ampliación de los sistemas de regadío.

Demostrada la productividad de los campos de Lorca y Totana, no es de extrañar que se insistiera en su transformación para regadío con el fin de garantizar las cosechas, hasta ahora dependientes de unas precipitaciones particularmente escasas y aleatorias. Tal motivo, entre otros, llevó a proponer la construcción del denominado "*Canal de Murcia*". En 1774 se crea la Real Compañía del Canal de Murcia, una vez ratificada la propuesta elaborada por Pedro Pradez de construir un canal de riego y navegación hasta Cartagena atravesando los campos señalados. Para ello se aprovecharían las aguas de los ríos Castril y Guardal y fuentes de Archivel (Mula Gómez *et al.*, 1986).

Como objetivo principal se proponía complementar los muy escasos caudales del río Guadalentín, bien con recursos procedentes de manantiales del término de Caravaca o bien detrayendo agua desde la cabecera del Guadalquivir. Este ambicioso proyecto, que recibió un importante y quimérico impulso en el siglo XVIII (Capel Sáez, 2001) dotaría además de los campos de Lorca, Totana y Alhama, al Campo de Cartagena.

En 1785 se disuelve la Real Compañía del Canal de Murcia y se abandonan las obras ya realizadas debido a multitud de dificultades económicas y obstáculos insuperables. Coincidiendo con la disolución del Canal se aprueba la construcción en el término municipal de Lorca de los entonces grandes embalses de Puentes y Valdeinfierno. Con ellos se pretendía suplir el anterior intento fallido, al tiempo que poder ampliar y mejorar la superficie de regadío (Gil Olcina, 1992). Se abandona, pues, la idea del trasvase y se opta por mejorar el uso de recursos propios. Este nuevo proyecto, elaborado por Jerónimo Martínez de Lara, incluía la construcción de un embalse de 29,5 hm<sup>3</sup> (Valdeinfierno) y un contraembalse (Puentes) de 52 hm<sup>3</sup> de capacidad (Bautista Martín y Muñoz Bravo, 1986). En contra de estas pretensiones hidráulicas, beneficiosas para la mayor parte de los agricultores y demás pobladores de la cuenca del Guadalentín, existían, además de obstáculos técnicos, oposiciones por parte de los grandes propietarios de aguas a que se llevase a cabo tal empresa, según el ingeniero Agustín de Betancourt porque éstos perderían el control sobre los pequeños agricultores (Muñoz Bravo, 1996).

Mientras tanto, se continuaban utilizando fuentes cercanas. Así, en el campo de Totana, el primer aprovechamiento sistemático corrió a cargo del denominado Heredamiento de la Huerta, que explotaba las fuentes de la Huerta y de las Moreras con el fin de regar naranjos, limoneros y viñas bajas. Otros nacimientos como los de Mortí y Yéchar regaban los terrenos de Mortí constituyendo sendos heredamientos, con tandas de 99 días cada uno de ellos. La unión de ambos heredamientos aportaba un caudal continuo de 42 l/s y las aguas se acumulaban en dos balsas, la de Mortí y Yéchar, con capacidad de 1500 y 900 m<sup>3</sup> respectivamente, siendo su área de riego de 41 hectáreas. En los alrededores de la diputación de las Viñas de Lébor (Totana) se halla el

nacimiento de la arboleda, resultado del afloramiento de las aguas subálveas de la rambla de Lébor, de caudal muy variable. Multitud de nacimientos localizados en parajes elevados de Sierra Espuña —Albaricoqueros, Alquerías, Santa Leocadia, Los Frailes en Alhama, etc.— abastecen a los caseríos cercanos y sus pequeñas huertas (Méndez García, 1974).

Los proyectos para el aprovechamiento de las fuentes situadas a uno y otro lado del Guadalentín, a la altura del Paretón, comenzaron formalmente hacia 1719, si bien tuvieron que retrasarse por diversas causas hasta el año 1748, en que los vecinos obtuvieron permiso del Ayuntamiento para dar comienzo a las obras. Éstas fueron emprendidas con tanto afán que a los pocos meses estaban terminadas. Sin embargo, los constantes choques y enfrentamientos entre los vecinos de Totana y Alhama provocaron la ruina de este “beneficio”, hasta que en el año 1836 se solicitó al Ayuntamiento, por parte de un terrateniente del distrito de Calavera —situado entre estos dos municipios—, la concesión de la propiedad de dichas aguas, alegando su estado de desgobierno. Se propuso la idea de utilizar tales recursos mediante el pago de un canon establecido por el propio Ayuntamiento de Totana. La Corporación municipal accedió a la solicitud y se constituyó en una sociedad con una tanda de riego de 33 días (Munuera Abadía, 1916). En la actualidad no existen recursos algunos de este antiguo aprovechamiento.

#### *10.2.2. El estructuralismo hidráulico del siglo XIX*

Durante el siglo XIX se vuelven a barajar, como soluciones alternativas de traída y regulación de aguas, la construcción del canal de Huéscar, el conducto desde Archivel, la reconstrucción de la presa de Puentes y otras muchas medidas de carácter estructural. A lo largo de los pocos años de funcionamiento del Pantano de Puentes antes de su rotura en 1802, la mayoría de los beneficiarios se habían convencido de la utilidad del mismo, por el aumento y seguridad de las cosechas, ya que las avenidas represadas permitían regar en época de siembra o de granazón de los cereales —principal cultivo en aquella época— (Bautista Martín y Muñoz Bravo, 1986).

Como ya se ha indicado, la primera presa del estrecho de Puentes, iniciada en 1647, es destruida al año siguiente —agosto de 1648— por una inoportuna avenida; la segunda, alternativa al Canal de Murcia de Carlos III, queda destrozada en abril de 1802 debido a una defectuosa cimentación (Gil Olcina, 1965).

El complejo Valdeinfierno-Puentes marca, sin embargo, un hito en la historia de la política hidráulica española. Surge un concepto novedoso: el aprovechamiento conjunto de dos embalses situados en serie sobre un mismo río para abastecer de agua y ampliar el regadío de la cuenca de Lorca (Gil Olcina, 2002).

El regadío del Campo de Lorca, por su compleja estructura, era una preocupación nacional, de ahí que el Gobierno ordenara a sus mejores hombres el estudio de un problema con difícil solución.

El empeño en la construcción de los citados canales continúa y no se olvida. En 1816 el teniente Francisco Meléndez emitió un informe sobre la traída de aguas de los ríos Castril y Guardal. Al año siguiente, el ingeniero Cayetano Morata, con unas pequeñas modificaciones, propuso de nuevo el proyecto de Pradez. En 1820 hay un nuevo intento, con un proyecto del Coronel de Ingenieros D. Juan Carmona. La idea del proyecto del canal de Archivel fue recordada y promovida posteriormente por D. Antonio Ros de Olano y por D. Francisco Galindo. A continuación, D. José Musso y Fontes tomó el relevo para llevar a cabo la idea del canal. En 1859, el ingeniero D. Constantino Germán redacta el proyecto titulado “Canal de riego para recoger y conducir las aguas del campo de Archivel a los de Lorca”, que no aportaba nada nuevo. En 1864 se sopesan las dos soluciones alternativas de conseguir agua para Lorca: la construcción del Canal de Archivel y la reconstrucción de la Presa de Puentes. Esta última sufre varias tentativas (1861, 1865 y 1876) antes de llevarse a cabo. En 1876 hay nuevos intentos de traída y distribución de agua, tanto para regar el Campo de Lorca como el de Totana. El 13 de junio de 1879, por Real Decreto, se autoriza al Ministerio de Fomento a otorgar en pública subasta la concesión para la construcción de la tercera Presa de Puentes.



Mientras tanto, la subasta de las aguas continúa, siendo ésta duramente criticada por la gran mayoría de los usuarios de las aguas. Ya en 1806, Floridablanca, protector de las Reales Obras, emitió un informe en contra de este sistema; sin embargo, Musso y Fontes defendía la subasta alegando que ésta aseguraba el mejor aprovechamiento de las aguas.

El aprovechamiento de aguas turbias estaba extendido por todo el secano de la cuenca del Guadalentín. En Totana destacaba el practicado en la rambla de Lébor. Tras el abandono de la presa, y con el fin de aprovechar las aguas turbias de la rambla, el Ayuntamiento, en sesión de 14 de julio de 1831, propuso que se abrieran de nuevo las boqueras de riego para beneficiar con ellas las tierras del denominado pago de *Las Suertes*. Existían, además, numerosas boqueras que derramaban el agua sobre los campos de secano antes de que la rambla vertiera sus aguas en el Guadalentín, proporcionando un riego eventual y apreciadísimo por los agricultores. Otro aprovechamiento de turbias emblemático en este municipio radicaba en la rambla de La Santa, cuyos vecinos obtuvieron del Ayuntamiento en el año 1741, al igual que los de la rambla de Lébor, el permiso para la edificación de boqueras. Los sobrantes llegaban al Guadalentín y al Saladar, convirtiéndose en una laguna (Munuera Abadía, 1961).

En tierras de Alhama y Totana se practicaba un importante aprovechamiento del Guadalentín mediante un complejo sistema de boqueras. En su cauce se realizaron, además, tres grandes obras hidráulicas: las presas del Paretón y Calavera, que permitían aprovechar las aguas de avenida y algunos nacimientos, y la obra del Reguerón. La necesidad de llevar las aguas de avenida del Guadalentín a las tierras de labor en la parte baja de la Depresión Prelitoral era urgente, dado su enorme potencial agrícola en condiciones de riego. En Totana, en enero de 1661, Bartolomé Aledo Coutiño solicitó permiso al Ayuntamiento para atajar el río en el paraje denominado *Porche de la Calleja* y abrir las acequias precisas para el riego de esta zona. El Ayuntamiento accedió a la petición bajo condición de que el solicitante adquiriera los permisos de los municipios que se beneficiaban del Guadalentín aguas abajo: Sangonera y Murcia. De éstos no se obtuvo contestación alguna, lo que junto a otros inconvenientes, ahogaron la iniciativa (Méndez García, 1974).

Algunos años después, con motivo de la pretensión lorquina de aprovechar las aguas del Guadalentín, Totana pidió la licencia del Gobierno y los apoyos oportunos para acreditar la necesidad de derivar las aguas del río. En 1781 estaban todos los proyectos aprobados y a punto de llevarse a cabo, pero no pudieron realizarse (Torres Martínez, 1961). Lamentablemente, la rotura del pantano de Puentes el 30 de abril de 1802 causó innumerables daños a lo largo del Valle. En particular, la destrucción de las presas de derivación dejó sin riego a muchas huertas del Bajo Guadalentín. La esterilidad de los campos en años anteriores y las perspectivas de perder las abundantes viñas, olivares y otros árboles frutales llevó a los agricultores a procurar la pronta apertura de la acequia de los Porches, llamada comúnmente Reguerón.

Este propósito progresó gracias a la iniciativa de Martínez Cánovas, que presentó al juzgado en julio de 1802 un escrito solicitando la restitución de las presas recientemente destruidas, con el fin de mantener dichos cultivos y aumentar el regadío en tierras de excelente calidad. En diciembre del mismo año comenzó la apertura del cauce principal, aunque se suspendieron los trabajos por la oposición del Cabildo de la Catedral de Murcia, que poseía tierras aguas abajo, en los términos de Alhama y Librilla, y consideraba estas obras perjudiciales para sus intereses. Resuelta la cuestión a favor del Ayuntamiento de Totana, se terminó la acequia principal en enero de 1804, dictándose las reglas necesarias para subastar y distribuir las aguas y evitar querellas entre los regantes (Munuera Abadía, 1916).

Tras el paréntesis que para los grandes proyectos hidráulicos supuso, a nivel general, la rotura y consiguiente catástrofe en 1802 del embalse de Puentes en Lorca, la cuestión del agua en el SE Peninsular no se va abordar hasta los años finales de la centuria, paradójicamente como efecto de otra grave inundación, esta vez de carácter socio-natural, en 1879 (Conesa García *et al.*, 2001). La reacción ante la magnitud de la calamidad pone de nuevo en evidencia la necesidad de regular la cuenca y se concreta en un muy valioso proyecto de defensa contra inundaciones (García y Gaztelu, 1887). Éste supuso un nuevo punto de inflexión en la búsqueda de soluciones globales para la cuenca del Segura, hasta entonces infradotada, y aportó beneficios particulares para el Valle del Guadalentín. Sin embargo, el dispositivo

estructural hidráulico existente continuaba siendo insuficiente para regular el régimen de la cuenca, de manera que hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XIX los proyectos se sucedían ajenos a la lenta implantación de los embalses. Ello se debía, sobre todo, a las dificultades técnicas de emplazamiento de las presas y a la necesidad de compatibilizar sus funciones de reservorio y defensa contra inundaciones.

El 4 de octubre de 1871 tiene registro de salida del Ministerio de Fomento una comunicación con la idea de un nuevo trasvase inédito hasta entonces: el Segura-Sangonera. Se cree posible y conveniente desviar aguas del río Segura para incorporarlas al Sangonera o Guadalentín aguas arriba de Lorca.

El 2 de octubre de 1884 comienza la explotación del nuevo pantano de Puentes, vendiéndose las aguas en subasta pública. El día 13 de julio de 1891 se aprobó la denominada “Ordenanza Provisional”, que regulaba la distribución de las Aguas Particulares, del Sindicato y de la Sociedad de Puentes, que eran las tres entidades propietarias de los recursos embalsados. Esta Ordenanza funcionó hasta la creación de las confederaciones. Con objeto de conservar la capacidad del embalse se efectuaban limpiezas periódicas, a veces duramente criticadas por los regantes, denunciando que los desembalses eran intencionados con la finalidad de tener menos agua embalsada para que ésta tuviera un mayor precio en la subasta.

La aparición de la gran hidráulica a partir de 1890, impulsada por el incremento de la demanda de agua en relación con el desarrollo de la hortofruticultura y los usos no agrícolas (Pérez Picazo, 1995), desencadena un auténtico aluvión de proyectos.

En agosto de 1926 se crea la Confederación Hidrográfica del Segura, organismo decisivo en la gestión del regadío en todo su ámbito. Este organismo fue autorizado por Real Decreto-Ley de 21 de diciembre de 1928 para adquirir, en virtud de rescate voluntario, las aguas particulares del regadío de la cuenca del Guadalentín y del Pantano de Puentes. Poco después se crea la Junta Social de Riegos de Lorca y más tarde una Junta Administrativa, encargada de la justa distribución y administración de las aguas y de los importes recaudados, invertidos éstos, sobre todo, en conservación y mejora

del regadío. Esta Junta continuó funcionando hasta la creación de la Comunidad de Regantes en enero de 1979.

En 1928 queda confirmada una nueva Comisión para estudiar la antigua idea de la posible llegada de las aguas del Castril y Guardal hasta Lorca, pero ante la poca halagüeña perspectiva del deseado trasvase, se opta por aprovechar al máximo los caudales superficiales, y se inicia, aunque de forma tímida, la explotación de las aguas subterráneas. Por estas fechas tienen también lugar la construcción del Canal de Aguas Claras, desde Puentes al Partidor General en el paraje de la Casa-Mata, el revestimiento de cauces de tierra y la mejora en el riego de determinadas áreas.

En la década de los cincuenta se realiza el Canal de Ojos de Luchena, con objeto de conducir las aguas alumbradas en el manantial hasta el embalse de Puentes o hasta el Canal de Aguas Claras. Al finalizar dicha década, los problemas de abastecimiento para regadío en la cuenca del Guadalentín eran tan angustiosos que se propuso aprovechar los caudales superficiales y subterráneos. Las medidas fueron concretadas en el Plan General de Mejora del Regadío, redactado por el entonces Director Adjunto de la Confederación, D. Enrique Albacete Ayuso, y desarrollado por el ingeniero encargado del regadío de Lorca, D. José Bautista Martín. El objetivo principal era librar a los regantes de la subasta diaria de aguas.

Con motivo de la Ordenación de los Riegos del Segura, según el Decreto de 25 de abril de 1953, la idea de transferir caudales desde el Segura hasta el Guadalentín se plasma de manera legal, aunque por aquel entonces era materialmente imposible realizar dicho transporte. Sería necesaria la construcción posterior del Canal de la Margen Derecha del Acueducto Tajo-Segura para que se pudiese llevar a efecto las concesiones de caudales previstos hasta el Valle del Guadalentín.

### *10.2.3. Implicaciones del Trasvase Tajo-Segura*

Si los recursos propios se muestran insuficientes, está claro que cabe la posibilidad de considerar la aportación de caudales foráneos. Este otro punto de vista se planteó al inicio de los años treinta, de la mano del ingeniero

Manuel Lorenzo Pardo, guiado por la idea de corregir mediante trasvases el “desequilibrio hidrológico” entre las vertientes atlántica y mediterránea de la Península Ibérica. El fracaso de las propuestas con recursos propios del Segura acaban, bastantes años después, por inclinar la balanza a favor de esta solución y así nace el trasvase “Tajo-Segura” que, finalmente, aportará caudales a la cuenca del Guadalentín por el procedimiento más antiguo de los que se habían planteado, es decir, mediante transferencias de otras cuencas fluviales.

Las obras del hiperembalse del Cenajo y pantano de Camarillas tenían plazo de terminación hasta el 31 de diciembre de 1960, y su explotación comenzó inmediatamente. Sin embargo, aunque estaba redactado el proyecto del Canal Alto de la Margen Derecha del Segura, que transportaría las aguas al Guadalentín, la fuerte oposición por parte de los usuarios de aguas de los regadíos tradicionales del Segura hizo que las obras no comenzaran hasta algo más tarde.

La inauguración de los pantanos del Cenajo y Camarillas tuvo lugar el 6 de junio de 1963, un día después de aprobar el Jefe del Estado el Anteproyecto del Trasvase Tajo-Segura. Poco después (década de los setenta) se pusieron en marcha los proyectos y obras necesarias para traer al Segura las aguas de cabecera del Tajo y llevar a Lorca esos caudales foráneos por los que tanto se había luchado desde tiempos remotos.

El 31 de marzo de 1979 circulaba por primera vez el agua del Tajo por el túnel de Talave y se incorporaba a la Cuenca del Segura en el embalse de su mismo nombre, sobre el río Mundo. La espectacular obra había sido iniciada 10 años antes en Bolarque, aunque su prólogo se debe situar en 1933, en el Plan General de Obras Hidráulicas redactado por el ingeniero de caminos D. Manuel Lorenzo Pardo, siendo Ministro de Obras Públicas D. Indalecio Prieto. A la cuenca del Guadalentín el agua del Tajo, e incluso la propia del Segura, tardó en llegar un año más —el 19 de abril de 1980— a través del Canal de la Margen Derecha del Segura, dividido éste en cuatro tramos: impulsión de Ojós, tramo Ojós–Alhama, impulsión de Alhama y tramo Alhama–Lorca.



Fig. 103. Embalse de la rambla de Algeciras, finalizado en diciembre de 1995. Además de laminar las aguas de avenida procedentes de la vertiente Este de sierra Espuña, cumple la función de regular las que circulan por el canal principal de la margen derecha del trasvase Tajo-Segura, que abastecen a la zona regable del Guadalentín

#### 10.2.4. La Mancomunidad de los Canales del Taibilla

El propio proceso de urbanización genera, inevitablemente, fuertes impactos en la utilización de los recursos relacionados con los imperativos de la demanda. El agua ocupa, sin duda, un lugar prominente, dada su utilidad en la satisfacción de múltiples necesidades, y lo hace siendo a menudo objeto de programas de actuación a medio y largo plazo, capaces de garantizar prospectivamente un adecuado abastecimiento en términos cuantitativos y de calidad. Tales exigencias se intensifican y agravan cuando a la demanda doméstica se superpone, a veces de forma brusca e imprevista, la derivada de la actividad industrial y turística, generadora de situaciones de competencia en el destino del suministro y factor distorsionante a la vez del propio funcionamiento del sistema. Dichas actividades contribuyen, en conjunto, a desencadenar todo un cúmulo de incidencias recurrentes sobre la economía y el uso del agua, que revisten una notable significación geográfica, en la medida que este recurso se convierte no sólo en un aspecto fundamental de la vida y ecosistema urbano sino también en factor susceptible de incidir en el diseño y organización de las infraestructuras y desarrollo socioeconómico.

En este contexto, las ciudades o poblaciones del Valle del Guadalentín, al sufrir las penurias de abastecimiento de agua que limitaban sus posibilidades de crecimiento económico, se vieron impulsadas, a través de los representantes de sus concejos, a realizar diferentes proyectos para asegurarse el agua que necesitaban. Estas y otras muchas poblaciones del SE

peninsular, entre las que destacan Alicante, Cartagena, Elche, Murcia y Lorca, unen sus demandas de contar con buenas redes de suministros hídricos y, finalmente, con el Real Decreto de 4 de octubre de 1927, promovido por el entonces Ministro de Obras Públicas, el Conde de Guadalhorce, se crea la Mancomunidad de Canales del Taibilla (Morales Gil y Vera Rebollo, 1989).

En el Valle del Guadalentín, el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Lorca constituyó hasta mediados del siglo XX una gran preocupación para sus pobladores. Cuando fue ocupado el núcleo fronterizo por Alfonso X, las necesidades de su reducida población quedaban satisfechas por el manantial de la sierra del Caño, por la presencia de aljibes y por los pequeños caudales de la fuente del Oro. Con esta situación se llega a mediados del siglo XVIII en que la población había superado los 16.000 habitantes, con lo que el problema de suministro hídrico se planteará de una forma más acuciante, sobre todo en Lorca. Los hombres del reformismo carlotercerista se vieron obligados a arbitrar una solución mediante la construcción de un acueducto que trajese los caudales disponibles de la fuente de Zarzadilla de Totana. La obra, iniciada en 1767, y concluida trece años después, conducía las aguas de dicho manantial a las fuentes públicas situadas en los arrabales de San Cristóbal y Santa Quiteria, mientras que el sobrante se destinaba al regadío de su huerta.

Lorca, mediado el siglo XIX, contaba con cuatro fuentes públicas, dos de ellas dejaban correr sus aguas desde la sierra del Caño, mientras las otras dos eran alimentadas por el canal procedente desde Zarzadilla. Se iniciaba así una incipiente red de distribución y suministro en el barrio de San Cristóbal (Gil Olcina, 1968b); pero el problema del agua para usos urbanos en los albores del siglo XX seguía presentando una situación alarmante en el Valle del Guadalentín y tierras altas de Lorca, debido, sobre todo, a las enormes pérdidas de agua causadas por las deficientes infraestructuras de conducción. Se calcula que la dotación media por habitante y día en la ciudad de Lorca era de 7,5 litros, reducida aún más en los meses de estiaje (Morales Gil y Vera Rebollo, 1989).

De extraordinaria importancia es otro nacimiento situado al norte de Totana, conocido con el nombre de La Carrasca, importante tanto por su caudal como por la potabilidad de sus aguas, las cuales pudieron ser

empleadas, después de un largo proceso de discusiones y pleitos, para el abastecimiento de la población una vez concluidas las obras de canalización en marzo de 1755. Tras la llegada de las aguas del Taibilla, el caudal de La Carrasca se destinó, casi por completo, al abastecimiento público de la villa de Aledo, empleándose las aguas sobrantes para el consumo doméstico de los vecinos menos pudientes de Totana y como agua de riego una vez acumulada en la denominada Balsa Nueva.

En 1927 se crea la MCT (Mancomunidad de Canales del Taibilla), que abastecería desde 1945, una vez finalizado el canal hasta Cartagena, además de la Base Naval de dicha ciudad y su población, a la ciudad de Alhama. Desde un principio, no sólo el consumo urbano era prioritario, sino que quedaba suprimida toda utilización para riego. Además, desde el inicio de los abastecimientos, la progresiva y constante incorporación de municipios y entidades a la MCT, el crecimiento urbano y demográfico y la influencia de nuevos tipos de demanda —industrial y turística—, hacen impracticable la posibilidad de destinar sobrantes para riego. La explosión de la demanda desde 1960 desbordó las previsiones en dotaciones por habitante y día, resultando insuficientes los caudales del río Taibilla para mantener los mínimos exigibles en las poblaciones abastecidas. Así, hasta la presencia de las aguas del trasvase Tajo-Segura, con dotaciones concedidas a la MCT y la realización del Plan de Obras y Ampliaciones de los Abastecimientos, no llegarán aportaciones de caudal con esa doble finalidad de abastecimiento urbano e industrial y regadío, desarrollándose y mejorándose los regadíos en todo el SE peninsular (Morales Gil, 2001).

Los núcleos urbanos cercanos al trazado del canal serán los primeros en incorporarse a la MCT. Así, antes de finalizar el primer lustro de los años cincuenta del siglo anterior ya se abastecían Lorca y Totana, junto con otros 13 municipios más, y previa finalización del decenio también se habían integrado Alcantarilla y Librilla. Durante la década de los sesenta se amplía considerablemente el territorio dotado —al iniciarse el decenio son ya 26 los municipios mancomunados—, se desarrolla el sector industrial y progresan los sistemas urbanos, de manera que las nuevas demandas generan los primeros desajustes. Ya desde 1959, los nuevos compromisos de abastecimiento



determinaron restricciones del consumo en los meses de verano, escenario que se agravó en 1962 y que obligó a establecer una situación de emergencia que se resolvería en 1966 con la incorporación de aguas del río Segura al sistema del Taibilla (Morales Gil y Vera Rebollo, 1989).

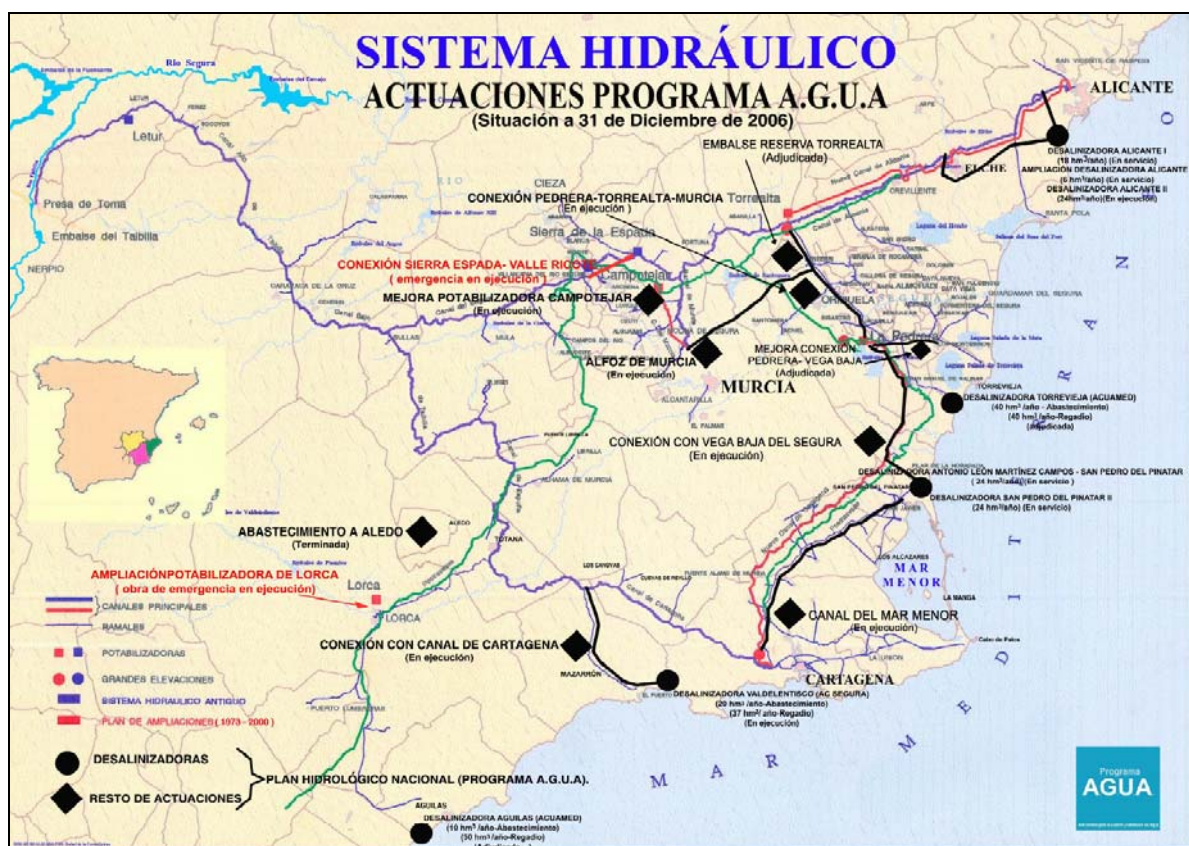


Fig. 104. Mapa de infraestructuras del sistema hidráulico de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla y nuevas actuaciones desarrolladas por el Programa AGUA (PHN). Fuente: [www.mct.es](http://www.mct.es)

En ese mismo año el MOP (Ministerio de Obras Públicas) ordena a la MCT la urgente redacción de un Plan de Obras precisas para hacer frente a las necesidades futuras, pudiendo utilizar como complemento los recursos del río principal<sup>10</sup>. Desde entonces, y hasta la actualidad, se inicia un período caracterizado por la competencia y consiguientes conflictos entre los distintos usos del agua.

Durante la década de los setenta comienzan a integrarse nuevos municipios del Bajo Segura —Alicante— y Albacete. Culmina el primitivo Plan

<sup>10</sup> MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, Memoria de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Dirección General de Obras Hidráulicas, Madrid, 1977, 119 p.

de Obras en 1974 y se pone en marcha el nuevo Plan de Ampliación de los Abastecimientos ante las dotaciones previstas por el trasvase desde el Alto Tajo.

Cuadro 41. Municipios abastecidos por la MCT, año inicial de abastecimiento y población asistida en la Cuenca del Guadalentín actualmente

Municipio	Año inicio abastecimiento	Extensión (Km <sup>2</sup> )	Población (habitantes)
Alhama de Murcia	1951	313,8	18.779
Totana	1953	287,7	28.360
Lorca	1955	1.677,6	89.936
Librilla	1958	56,3	4.243
<i>Puerto Lumbreras</i>	1985	143,5	12.881

Fuente: MCT (Mancomunidad de los Canales del Taibilla). Disponible en: [http://hispaagua.cedex.es/cultura\\_agua/textos/canalesdeltaibilla/](http://hispaagua.cedex.es/cultura_agua/textos/canalesdeltaibilla/).  
Actualizadas cifras de población: INE. Padrón Municipal (2007).

A comienzos de los años sesenta los volúmenes proporcionados por el río Taibilla ya son insuficientes y se inicia una larga carrera por conseguir recursos capaces de satisfacer la creciente demanda, incorporando caudales procedentes del río Segura, de captaciones hidrogeológicas, del trasvase desde el Tajo y, en la etapa más reciente, recurriendo a dotaciones procedentes de la desalación de aguas salobres continentales y del mar. Actualmente, la MCT abastece a 79 municipios que suponen una población cercana a los dos millones de habitantes, aunque a tenor de la demanda turística estacional, esta cifra se eleva sustancialmente en los meses estivales.

En definitiva, a partir de la necesidad de abastecimiento de una entidad militar (Base Naval de Cartagena), la Mancomunidad de los Canales del Taibilla desembocaría años después en la creación de uno de los sistemas regionales de distribución de agua potable “en alta” más eficaces del territorio español. Puede decirse, en suma, que este organismo público se ha convertido en pieza básica del desarrollo del área que abastece, un espacio que aúna escasez natural de recursos hídricos y un potencial ecológico que ha permitido el asentamiento de un número importante de personas y la puesta en marcha de actividades económicas de gran dinamismo (Olcina y Rico, 2006).

### **10.3. La propiedad del agua: de los “señores del agua” a la participación pública**

Si siempre se presenta la escasez de agua como una de las grandes dificultades a las que se han enfrentado las poblaciones establecidas en el Mediterráneo, y ello es cierto en un clima con tan débiles e irregulares precipitaciones, no se ha estudiado tanto la manera en que se ha administrado, regulado y repartido esa escasez. De ello, es consecuencia la necesidad de reglamentar a través de ordenanzas todos los aspectos que sean necesarios para el buen funcionamiento y equilibrio de una sociedad frágil en recursos y tecnología hasta hace muy poco.

Unida originariamente a la tierra, el agua rompió esta servidumbre en los extensos regadíos deficitarios de la cuenca del Guadalentín, transformándose en propiedad independiente, intensamente codiciada y valiosa. Las tandas, que fueron instituidas para fijar el turno de riego de las distintas heredades, acabaron prestando fundamento a la distribución de utilidades reportadas por la subasta diaria o al arrendamiento del agua, en la medida que los tandistas dejaban de usar aquélla para vender su vez, convirtiéndose así en rentistas. En las susodichas tandas tuvieron origen los derechos o porciones de agua, objeto de compraventa y demás transmisiones. Estas fueron inscritas primero en los denominados *Libros de Aguas*, desde 1845, en las Contadurías de Hipotecas, y a partir de 1983, en los Registros de la Propiedad (Gil Olcina, 1993).

Para evitar injusticias y eludir riñas en los turnos de riego, resultaba preciso que las tandas se encontrasen documentadas, y era indispensable que los organismos competentes en la distribución de las aguas conociesen los cambios producidos en la titularidad de las mismas en cada momento. Gracias al Archivo de la Comunidad Regantes de Lorca, trasladado al Archivo Municipal de Lorca, se conservan *Libros de Aguas* desde el siglo XV. En Lorca, cada una de las seis alquerías que integran el regadío tradicional tuvo el suyo (Alcalá, Sutullena, Altritar, Serrata, Tercia y Albacete), y recogen las tandas en los distintos tercios y los nombres de todos los interesados en ellas con sus porciones respectivas. La segregación de las propiedades de tierra y agua afectó, sobre todo, a las alquerías de Sutullena, Tercia y Albacete, es decir, a la

gran mayoría de la vega del Alto Guadalentín. De acuerdo con los enunciados *Libros* se pagaban asiduamente las ganancias netas de la subasta a los dueños de aguas.

Los derechos establecidos sobre los módulos del Guadalentín y algunos manantiales comparativamente nutridos aportaban, salvo años raros de lluvias copiosas y oportunas, beneficios elevados y seguros, peculiaridad esta última que difería con los rendimientos aleatorios y casi siempre reducidos de los mejores secanos. Por el contrario, los usuarios de dichas aguas solían pagar por su consumo precios muy elevados, sobre todo durante episodios de sequía longevos. Así, años ruinosos en los secanos debido a eventos de indigencia pluviométrica, y a duras penas tolerables para los agricultores de los regadíos deficitarios, resultaban preciosos para los dueños de las aguas perennes. Bajo este condicionamiento, no debe sorprender que la aristocracia urbana y las instituciones más distinguidas acopiasen las referidas pertenencias. A causa de ello, su mercado se redujo mucho a partir del siglo XVI, en la medida que se multiplicaban vinculaciones a mayorazgos y amortizaciones de manos muertas eclesiásticas o civiles (Gil Olcina, 1993).

Si intrínsecamente resulta importante conocer quiénes forman el grupo de propietarios del agua en una comunidad, mucho más lo es cuando se trata de un lugar en el que los conflictos sociales por causa del abuso sobre la propiedad del agua, en razón a los altos precios que alcanzaba en las subastas, convierte a sus dueños en una élite de poder que se encuentra, además, entre las fuerzas socio-políticas y culturales dominantes.

Las magníficas fuentes que el Archivo Municipal de Lorca conserva permiten estudiar una parte importante de los propietarios del agua durante los siglos XV-XVII. A través de las cartas de compra-venta se detecta la mayor presencia en el mercado del agua de unas determinadas tandas y el alto valor que alcanzan algunos tercios, sobre todo de huerta. Si a estas cifras le sumamos las del clero, la mitad de las horas de agua están en manos de la élite de poder.

Al estudiar evolutivamente varios tercios y analizarlos en conjunto, se pueden extraer dos importantes conclusiones. En primer lugar, el paulatino descenso en el porcentaje de horas que poseen las mujeres, a la vez que un

incremento progresivo del clero conforme nos acercamos al final del siglo XV. En segundo lugar, asistimos a una fuerte patrimonialización del agua, especialmente a finales del siglo XVI. La presencia del clero, se produce más que a título particular, a nivel institucional. A esta tendencia le acompaña, conforme avanza el siglo, una paulatina concentración de la propiedad. El incremento del clero y la institucionalización patrimonial a través de vínculos, mayorazgos, capellanías, etc., permite relacionar esta tendencia con una inversión parasitaria de un bien que proporciona unos elevados ingresos, en base no al sentido de beneficio del capital, sino de la demanda de agua (Chacón Jiménez, 1986). Un tercio de los dueños detentan la propiedad del agua, que, además tiene la característica de estar prácticamente estancada, sin acumulación de agua por parte de los que ya poseen una determinada cantidad. La situación varía, a finales del siglo XVI, con porcentajes de continuidad bastante bajos y que hablan claramente de nuevas incorporaciones que, posiblemente, guarden relación con la clericalización de tal propiedad.

Según Chacón Jiménez (1986) no sería aventurado apuntar que muchas de estas incorporaciones procedieran de las cesiones a instituciones eclesiásticas que en sus últimas voluntades manifiestan diferentes miembros del cuerpo social lorquino<sup>11</sup>.

### *10.3.1. El sistema de distribución del agua: conflictos generados*

Las pertenencias de agua consisten en el derecho al disfrute asiduo de un curso fluvial, manantial, alumbramiento o porción alícuota de éstos, durante un tiempo definido, con uso o comercialización de caudal. En consecuencia, el gasto teórico utilizable, período de aprovechamiento e intervalo de la tanda eran cifras y cuestiones básicas. Nacimientos y *qanats* carecen de partidores, ya que los regantes asignan, en tiempo determinado, la totalidad del chorro que mana de los mismos. No obstante, los módulos de los ríos-ramblas, por su mayor continuidad, han sido objeto de fraccionamientos en porciones de agua.

---

<sup>11</sup> Archivo Municipal de Lorca Prt. 16, s.f. Testamento de Catalina López, otorgado el 25/VI/1553: "*que media ora de las treze que yo tengo en las aguas e padrones de esta ciudad dejo al convento del monasterio de Santa María Magdalena de la orden de San Francisco*".

En el Guadalentín, dichas porciones se denominan *hilas*: partes de agua de los débitos o empleo de cada una de ellas durante medio día civil. Los perfiles de las *hilas* varían de unos regadíos a otros, de manera que en Lorca se atribuyó medio palmo cuadrado —un palmo de ancho y medio de fondo—. A pesar de mantener la misma proporción, dichas porciones acusan las alteraciones modulares. Las *hilas*, desde la realización de obras de regulación en el Guadalentín, se fijaron en gastos constantes de 11,48 l/s, aunque este valor no acababa de estar exento de la irregularidad del régimen fluvial.

En líneas generales parece que es a partir del siglo XIV cuando se produce una regulación definitiva de los sistemas de distribución en diversas localidades del Mediterráneo Occidental<sup>12</sup>.

Aparte del concepto de proporción basado en la extensión de tierras el sistema de distribución incluye también el tiempo que es necesario que trascurra para que un regante vuelva a utilizar el agua: la *tanda*. Ésta está obligada a guardar un orden que no podía ser alterado: el turno para volver a regar. El factor tiempo está presente con más fuerza que el proporcional en el sistema de distribución del agua cuando la propiedad de la tierra está separada de la del agua.

Como se ha señalado, las pertenencias de agua constituían el derecho al disfrute periódico de un caudal nominal, pero variable, durante un espacio de tiempo fijo. Las particiones de éste, el modo para marcarlas o una medida de superficie como la *tahúlla* murciana (1.118 m<sup>2</sup>), hipotéticamente regada por la *hila* en una hora, son los datos y hechos manifestados, literal o simbólicamente, por los nombres con que se clasifican aquéllas. En el regadío lorquino la mayor de las pertenencias ha sido, a igualdad de turno, la *casa*, que consiste en el beneficio de una *hila* veinticuatro horas e integrada por dos *horas* —divisiones de doce horas—, denominadas *día* y *noche*. Divisor de la *hora* era la *terciada* de cuatro horas, es decir, la tercera parte del *día* o *noche*. Igualmente se utilizaban la *tahúlla*, de una hora, y los *jarros*, de media hora. Esta diversidad de porciones acabó por reducirse, de manera que perduraron la *casa*, el *día* y la *noche* (estas dos últimas designadas, por separado, *hilas*) y,

---

<sup>12</sup> Pedro Díaz Cassou, Libro de Ordenanzas, Archivo Municipal de Murcia, ref. I-J-10.

en la alquería de Sutullena (Lorca), los denominados *cuartos*, de tres horas (Musso y Fontes, 1847; Gil Olcina, 1993).

Es necesario tener en cuenta que todo sistema de regulación y distribución del agua, así como el equilibrio necesario entre el medio y la población, estará en relación directa con la capacidad que el sistema económico-social tenga para dar respuesta a estos problemas y las posibilidades económicas y técnicas que es capaz de generar. La fuerte dependencia de la sociedad lorquina respecto al agua y el control ejercido por el grupo de poder dirigente sobre los derechos de riego, han desequilibrado de manera notable una comunidad con rasgos de feudalidad en los mecanismos de relación social.

Es a partir de la segunda mitad del siglo XIII, cuando por un real privilegio del Alfonso X en 1268, se hace el reparto del agua y se regula su distribución: «*comunamente por días y por tiempos, de guisa que ninguna contienda nom haya de aquí adelante sobre esta razón*» (Musso y Fontes, 1847).

No se da, por tanto, un sentido privativo a las aguas, sino que, por el contrario, se podían considerar propiedad de todos los vecinos. Un año después, se cede el agua de la Fuente del Oro al concejo para que se reparta también entre los vecinos (Capel Sáez, 1968). Sin embargo, problemas de tipo económico por el carácter fronterizo del territorio, deciden al concejo poner en venta, mediante subasta pública, el agua que en 1269 se había incorporado. Un privilegio real de 1343 accede a este deseo, dándose así el primer paso para la separación del agua y de la tierra. En menos de un siglo, la unidad de la propiedad tierra-agua queda alterada. La trascendencia de este fenómeno va a resultar clave para la problemática socio-económica en el Guadalentín hasta fechas muy recientes. Pese al paulatino aumento de población y de la tierra cultivada, el caudal disponible continua igual y sólo se ve incrementado al concederles por real provisión de los Reyes Católicos de 9 de Julio de 1493, las aguas del arroyo de Tirieza y del río Vélez, con lo que se salvaguardaba el aprovechamiento del agua del Guadalentín; esto ocasiona que la demanda del

agua crezca notablemente, sobre todo, en los momentos de fuertes sequías (Torres Fontes, 1971).

Según Gil Olcina (1971) y Capel Sáez (1968) estos motivos deciden a los que reciben agua para regar sus tierras a privatizarla, particularizarla y venderla, pues podrían obtener grandes beneficios. En su libro sobre *Historia de los riegos de Lorca*, Musso y Fontes<sup>13</sup> defiende el derecho a la privatización del agua tomando como punto de partida el privilegio real de 1268, por el que se da por días y tiempos el agua que cada uno necesita para regar sus tierras. Posteriormente se argumentan los fallos favorables a los propietarios de aguas en determinados pleitos durante los siglos XVI y XVII entre aquellos y el concejo de ciudad.

A pesar de no estar claro el momento de apropiación y privatización del agua, parece que, a partir de la segunda mitad del siglo XIII y de la primera del XIV, los grupos dominantes van, paulatinamente, procediendo a la apropiación de un agua que se les concede en función de la posesión de sus tierras. En Lorca, la nómina de propietarios de aguas en la segunda mitad del siglo XVI confirma su pertenencia a la élite de poder local, dejando al margen al clero, el mayor propietario.

Aparte de la distribución, el problema de la limpieza y monda de las acequias siempre ha constituido una constante preocupación en las sociedades agrarias que dependen de manera tan vital de que llegue el agua a las tierras de cultivo. Lorca solucionaba el problema mediante la venta de una determinada cantidad de agua. Parece que problemas de escasez de recursos ante los cuantiosos gastos que las necesidades de un territorio fronterizo ocasionaban al concejo<sup>14</sup>, impulsó a éste a la venta y subasta pública del agua y proceder así a la monda de las acequias y no tener que gravar con nuevos impuestos a los vecinos. Sin embargo, los dueños del agua se quejan de que el concejo realice subastas en los días en que, por ser más necesaria para el riego, alcanza el precio más alto, "*así mismo reciben agravio muchas personas*

---

<sup>13</sup> Musso y Fontes, *Historia de los riegos de Lorca*, Lorca, 2ª ed. 1982

<sup>14</sup> Gil Olcina, A. *El campo de Lorca. Estudio de geografía agraria*. Valencia, 1971, p. 97 y Capel Sáez, H. *Lorca capital subregional*. Lorca, 1968, p. 41-42.



que teniendo una hila de agua todos los días del año un día con otro haciéndose las dichas subastas pierden de sus hilas de agua tantas tandas como subastas se hacen... porque acontece no habiendo llovido vale una hila de agua cinco ducados y más como este testigo lo ha visto" (pleito entre señores de agua de Lorca con el concejo. Archivo Real Chancillería de Granada, cabina 3, legajo 637, pieza 6). En el mismo y en distintas informaciones que ofrecen los testigos se acusa al concejo de practicar venta fraudulenta de agua, al ponerla a subasta durante los días que no estaba limpia y no salía agua de la Fuente del Oro (Chacón Jiménez, 1986).

Tras la construcción del pantano de Puentes, el 10 de noviembre de 1718 se empezaron a subastar sus aguas mediante tandas de 45 días cada una, si bien poco después las acuciantes necesidades de reparación obligaron a aumentar a 56 el número de los días de la tanda. Estas tandas se alargaban o se reducían temporalmente en función de la disponibilidad de recursos hídricos, por lo que durante períodos de sequía el número de días de la tanda se alargaba en exceso, provocando conflictos entre usuarios y entre usuarios y dueños de aguas. La desigual frecuencia de los turnos de riego condicionaba considerablemente el valor de las pertenencias de aguas, obviamente se advierte que una porción que se subastaba a diario y otra igual cuyo uso se consumaba cada mes o lapsos temporales superiores habían de tener valores tan disímiles como distintos resultaban sus intervalos.

Al destinarse habitualmente sus débitos a huertas de poca monta, los manantiales o alumbramientos de reducida importancia solían emplear turnos más frecuentes; así, por ejemplo, la fuente de La Ñorica, en Totana, facilitaba el riego cada siete días. En la Hila y Fuente de Librilla las aguas de su heredamiento se distribuían en 21 turnos iguales llamados *caballerías*, de 24 horas, con porciones de media hora, cuarto y medio cuarto. Se recurría también al entandamiento de 12 en 12 horas, con alternancia de día y noche, complementado por cambio de tanda cada dos años<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Ruiz-Funes, M.: *Derecho Consuetudinario y Economía Popular de la Provincia de Murcia*. Madrid, Ratés, 1916, pp. 178-179. Citado en Gil Olcina, A.: *La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico*. Universidad de Alicante, 1993, p. 68.

### 10.3.2. *Substitución de oligarquías: los recientes propietarios*

El reemplazo de unas oligarquías por otras, sus vínculos y permanencias se dejar ver nítidamente en las permutas de potestad de las aguas continuas en el Guadalentín. La propagación de mayorazgos y vinculaciones de todo tipo constriñó el mercado de derechos de agua. No obstante, en los campos de Lorca y Totana, existieron multitud de disposiciones desvinculadoras, sobre todo por el proceso desamortizador, que adquirió insólito impulso tras la Ley General de 1 de mayo de 1855. También existió una creciente desintegración de patrimonios, cuya continuidad había defendido la institución del mayorazgo. Estas instrucciones desvinculadoras favorecieron la superioridad de la burguesía en este sector de esencial importancia socioeconómica, aunque los herederos de mayorazgos mantuvieron hasta la degradación, liberación o expropiación de los derechos de aguas, ya en el siglo XX, una presencia imponente en estos regadíos deficitarios (Gil Olcina, 1985).

Durante la segunda mitad del siglo XIX el regadío de Lorca acusa, con la recuperación de Puentes y la entrada en servicio de la recrecida presa de Valdeinfierno, de propiedad estatal, una exacerbación de la lucha por el control y autoridad de las aguas del Guadalentín, alrededor de las cuales se removían intereses muy heterogéneos y contrapuestos. Sin embargo, perduró la fuerte concentración de la propiedad del agua. Una decena de familias controlaban alrededor del 50% del caudal permanente<sup>16</sup>.

A partir de este momento comienza a modificarse el dominio de las aguas del Alto Guadalentín: incorporación de nuevos propietarios procedentes de profesiones liberales, sobre todo médicos, enlazados a veces con la burguesía terrateniente. La destrucción de Puentes y el aterramiento de Valdeinfierno beneficiaban a los dueños de aguas, que luchaban contra todo proyecto de nuevo embalse. Sin embargo, tras una durísima sequía que persistía cuatro años, una riada extraordinaria el 14 de octubre de 1879 impuso

---

<sup>16</sup> Comunidad de Dueños de Aguas (Lorca): Heredamientos de Sutullena y Tercia. Relación de propietarios en estos Heredamientos con expresión del capital que a cada uno corresponde, 1928. Heredamiento de Albacete, *id.*, Archivo Comunidad de Regantes de Lorca. Citado en Gil Olcina, A.: *La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico*. Universidad de Alicante, 1993, p. 144.

la idea de reconstruir Puentes y aumentar el vaso de Valdeinfierno. La conspiración de intereses opuestos trenzada en el regadío de Lorca permaneció hasta 1928.

En 1909, los propietarios particulares habían formado para salvaguardia de sus intereses la Comunidad de Dueños de Aguas. No obstante, en 1926, la Confederación Sindical Hidrográfica del Segura se ocupó del rescate o expropiación de las aguas particulares y de la incorporación de Puentes a su organismo. La reversión del embalse al regadío o al Estado era una aspiración de los moradores de Lorca desde su reconstrucción.

La conversión en propiedad pública de las aguas de particulares del Alto Guadalentín y del embalse de Puentes, hasta entonces en régimen de concesión, fueron consecuencias de la citada Confederación. El primero de los objetivos planteaba serios inconvenientes, pues sus poderosos dueños conseguían grandes beneficios con el comercio del agua. Sin embargo, existió acuerdo, de manera que la vía expropiatoria se sometió estrictamente a los casos con problemas legales de compraventa o inscripción en el Registro de la Propiedad. Resulta curioso pensar en que se llegara a un acuerdo con la mayoría de los propietarios de aguas, aunque parece ser que las ofertas de compraventa fueron razonables, en un momento de preocupación de los “señores del agua” por la posibilidad de llegada de caudales procedentes de los ríos Castril y Guardal concedidos por Real Orden de 6 de julio de 1928 (Gil Olcina, 1993).

#### **10.4. El poblamiento y espacio cultivado en la Cuenca Alta del Guadalentín y sectores elevados: dificultades en el abastecimiento de agua**

Los espacios incultos en el Alto Guadalentín siguen siendo muy extensos. El regadío, reducido y disperso, tiene un carácter muy marginal y los cultivos básicamente de otoño-invierno componen un panorama que traduce fielmente las dificultades que la escasa disponibilidad de agua impone.

En aquellos sectores donde no existe regadío el territorio resulta particularmente desfavorecido. La sequía impone paisajes agrícolas

discontinuos en el tiempo y en el espacio: cebada-lotería que se arriesga en las llanuras de suelos profundos pero reseco y almendros en terrazas sobre pendientes suaves, incluso los rebaños de ovejas presentan efectivos tan fluctuantes como la lluvia, que recorren los pedregales de las costras calizas y matorral escaso.

Mediante surcos excavados en la tierra —boqueras—, generalmente de escasa longitud, a ambos márgenes de ramblas o ramblizos se establecen franjas de terreno que pueden recibir un riego ocasional, dedicadas, preferentemente, a cultivos arbóreos, aunque también se practica en cultivos de suelo.

Junto a los dispositivos de derivación, otros muchos elementos, de hecho todo un patrimonio, componen el conjunto de instalaciones relacionadas con el agua y su necesidad de almacenarla y transportarla: aljibes y balsas construidas con trozos de costra caliza; abrevaderos; redes de acequias y sangradores a partir de un punto de elevación provisto de su arte correspondiente; muretes que protegen los aterrazamientos y retienen el agua; setos de agave o nopal que tratan de sujetar las pendientes rápidas. En conjunto un largo catálogo prácticamente desaparecido tras los acondicionamientos modernos, y merecedor sin duda de mayor respeto (Calvo García-Tornel, 2004). La distribución de hábitat tiene caracteres muy comunes y gran uniformidad, pues los factores que determinan la localización de los núcleos no presentan apenas particularidades.

En la comarca de Los Vélez-Sierra de María predominan los cortijos-aldeas, que buscan la accesibilidad al agua, siguiendo de más o menos cerca la red de acequias principales derivadas de fuentes naturales con escaso caudal, o se asientan en el piedemonte de las sierras para evitar posibles inundaciones. En el término de Vélez Blanco, los cortijos-aldeas aparecen en las inmediaciones de Topares y Hoya del Marqués, y se van espaciando hacia la provincia de Murcia, donde encontramos un fuerte predominio de los cortijos aislados, muy numerosos.

Hacia María, el poblamiento aparece más fragmentado, menos densidad de viviendas, diseminadas, y un predominio casi exclusivo de los cortijos aislados, que llegan hasta la parte media de la citada sierra.

A grandes rasgos, pues, en las zonas de cuenca, como la de Lorca (campos de Avilés, Coy, La Paca, Tirieza,...) es donde existe la mayor densidad de cortijos-aldeas y aldeas —son las mejores tierras para la agricultura y las de mayores posibilidades ganaderas—, y a partir de aquí, buscando las sierras y los pueblos cabeza de municipio, los núcleos se van aclarando, para terminar en una gran fragmentación de cortijos aislados.

En el caso de los cortijos aislados, la llegada de población presentaba dos máximos: uno en verano para las faenas de recolección y otro en otoño para la siembra, si bien estos períodos hoy día no se separan porque se unen las faenas de abonado y siembra hasta diciembre, una vez establecida la denominada agricultura itinerante —grandes empresas agrícolas que arriendan sectores extensos con el fin de establecer sembrados de regadío explotando acuíferos profundos—. Exceptuando estas dos épocas y, si acaso, algunos días de primavera, la actividad agrícola quedaba paralizada y los cortijos se abandonaban, pues el barbecho, con la maquinaria, no necesita tanto tiempo y las labores pueden realizarse por pocos trabajadores que no necesitan trasladar su residencia de invierno.

Pequeños propietarios o labradores arrendatarios utilizan los cortijos para guardar aperos antiguos y los corrales para encerrar el ganado ovino, sin embargo, son ya muy frecuentes los cortijos que amenazan ruina. Se mantiene una peligrosa tendencia al abandono que, de momento, parece en suspenso gracias al arrendamiento de parte de la tierra a los mismos obreros, mayores sueldos, etc.

Las aldeas, hacia los años cincuenta y aproximadamente hasta el año 1965, vieron crecer su densidad a raíz del abandono de cortijos cercanos, habiéndose llegado incluso a construir nuevas viviendas. No obstante, acusan una caída vertiginosa del poblamiento desde mediados los años setenta del siglo XX.

Las causas de este éxodo campesino están bastante claras. La más importante, sin duda, es la introducción de la maquinaria, que desde la década de los años 60 del siglo precedente ha saturado todas sus posibilidades en estas tierras. Otra causa importante en el abandono de los cortijos es el problema de la enseñanza de los niños. También influye el difícil

aprovechamiento del agua, huir del asilamiento poblacional y buscar un mayor confort, diversión y mercado. El problema se agrava aún más con los modernos caracteres que está tomando la ganadería al hacerse intensiva para sacar el mayor rendimiento posible a base de estabulación.

Los cortijos, con localización excéntrica buscando generalmente los caminos que bordean las fincas y las vías principales de comunicación, presentan el gravísimo problema del abastecimiento de agua. Los niveles de los pozos han descendido mucho o se han secado totalmente. Lo mismo ha ocurrido con las ramblas; y las escasas fuentes, exceptuando las de las sierras, sufren durante el verano un estiaje casi total. Pero, además, las conducciones son primitivas, utilizadas lo mismo por personas como animales, despreciando las más elementales normas de higiene (acequias descubiertas con frecuentes lavaderos y abrevaderos de ganado).

Los aljibes constituyeron una solución en su tiempo. La dificultad está en la falta de precipitaciones en épocas determinadas, ya que de lo contrario las aguas son inservibles. Un hecho curioso que presta cierta originalidad aún a algunos sectores son los denominados “charcos” que se excavan en los terrenos impermeables, con profundidad a veces superior a los tres metros en la parte central, capaces de almacenar gran cantidad de agua. La función de estos “charcos” es abastecer a la ganadería.

En el territorio ocupado por el acuífero del Alto Guadalentín<sup>17</sup> la evolución de la extensión del regadío está vinculada, principalmente, al Travase Tajo-Segura. Las primeras aguas trasvasadas llegan a la zona en 1979 y en 1981 ya se había producido un incremento del regadío casi del cien por cien con respecto a 1976. Este incremento se produce fundamentalmente en el municipio de Lorca, ya que la Administración, con motivo de la ampliación de nuevos regadíos por el Trasvase, concede a Lorca 6.731 has (Decreto 674/1973 de 15 de Marzo y Decreto 1533/1975 de 5 de junio. Ministerio de Agricultura) con dotación de agua del Tajo y redota las hectáreas ya regadas.

---

<sup>17</sup> El territorio ocupado por el acuífero del Alto Guadalentín ha sido estudiado en detalle por Tobarra Ochoa, P. (1995). El autor analiza el citado acuífero desde el punto de vista económico y de su gestión: formas de explotación, usuarios, etc..

La iniciativa privada amplía también su extensión del regadío entre la euforia que produce el Trasvase y la entrada de España en la Comunidad Económica Europea. Se produce, por tanto, la circunstancia de transformar tierras en regadío sin tener seguridad de conseguir el agua necesaria. Esta inseguridad, junto con unas expectativas no cumplidas, ya que llega menos agua del Tajo que la inicialmente prevista, motiva que los agricultores recurran a las aguas subterráneas. En realidad, la aportación del trasvase, que se cifra en 29,7 Hm<sup>3</sup> como media anual para usos agrícolas, tiene una doble función: a) regar la zona; b) formar parte de los flujos de entrada del acuífero por el coeficiente de retorno, es decir, se está dando una recarga artificial indirecta en el acuífero; sin embargo, también crea un problema de expectativas no satisfechas, pues el agua transportada es poco más del 60% de la prevista e implica una presión sobre las fuentes alternativas (aguas subterráneas) (Tobarra Ochoa, 1995).

Mientras que a nivel provincial el regadío crece, desde 1973 a 1990, el 83% y los tres municipios sobre los que se asienta el acuífero —Lorca, Puerto Lumbreras y Águilas— el 194%; el regadío del acuífero lo hace en el 291%, lo que supone un crecimiento medio anual del 4,8; 11,4 y 17,1%, respectivamente. Sin embargo, a partir de 1989 se produce un estancamiento en la extensión del regadío, dando muestras de una extensión excesiva si se tiene en cuenta la infradotación de agua para los cultivos de la zona, que se sitúa en 3.476 m<sup>3</sup>/ha/año. Según Tobarra Ochoa (1995) las aguas del Trasvase traspasan las zonas de aplicación de la misma, definidas por la Administración, utilizándose en regadíos ampliados por la iniciativa privada que quedan fuera de las zonas delimitadas.

En el cuadro 42 se compara la evolución del regadío con la evolución de las extracciones. En general parece existir cierta correspondencia entre ambos valores, aunque se producen desfases como el que se observa entre 1973 y 1976, donde el regadío del acuífero prácticamente no crece, sin embargo, las extracciones de agua crecen en un 142 %. El motivo puede radicar en la exportación del agua desde el acuífero Alto Guadalentín hacia las zonas costeras de Mazarrón y Águilas, que en esos años amplían sus regadíos bajo invernadero para el cultivo de tomate.

Cuadro 42. Evolución de la extensión del regadío y extracciones del acuífero Alto Guadalentín

Años	Evolución extensión regadío		Evolución extracciones	
	Has/año	1970=100	Hm <sup>3</sup> /año	1970=100
1973	8.000	100,0	24	100,0
1976	8.050	100,6	58	241,6
1981	15.900	198,7	46	191,6
1982	21.800	272,5	54	225,0
1985	25.425	317,8	72	300,0
1986	25.580	319,7	66	275,0
1987	26.890	336,1	69	287,5
1988	29.275	365,9	89	370,8
1989	29.275	365,9	56,3 (99)	234,5 (412,5)
1990	31.275	390,9	56,3 (99)	234,5 (412,5)
Δ (1973/1990)	23.275	290,9	32,5 (75)	134,5 (312,5)
Δ Medio anual	1.369	17,1	1,9 (4,4)	7,9 (18,3)

Fuente: Tobarra Ochoa (1995). Sistema Acuífero del Alto Guadalentín (1988), Consejería Política Territorial (C.A.R.M.) y C.H.S. (1992). Nota: para los años 1989 y 1990 las extracciones entre paréntesis incluyen otras aguas subterráneas.

Desde 1976 a 1981 las extracciones de agua del acuífero disminuyen de forma notable, coincidiendo con los años de mayores precipitaciones (1975, 1976 y 1977); sin embargo, durante los años 1982, 1983, 1984 y 1985 las extracciones de agua crecen a un ritmo superior al regadío, coincidiendo con los años de sequía que se prolongan desde 1981 a 1985. Algo similar sucede entre 1987 y 1988. Una fuerte reducción de las extracciones se produce en 1989 y 1990, fecha que coincide con la importación de agua del acuífero de Pulpí a través de las Comunidades de Regantes de Pulpí y Águilas, ya que socios de estas comunidades poseen tierras en ambos acuíferos. También en estas fechas se produce el abandono de 41 pozos que no extraen agua o es de mala calidad.

La relación entre extensión del regadío, extracción de agua del acuífero y régimen de precipitaciones puede observarse en el cuadro 43. En términos generales se observa que las extracciones se incrementan en los períodos de sequía.

Para conseguir una mejor información en este sentido se acompaña el cuadro 44, puesto que la mayor o menor extracción de agua puede estar influenciada no sólo por el régimen de precipitaciones del mismo año, sino también por períodos anteriores, ya que el agricultor puede inclinarse por



cultivos que necesiten menos agua para su producción en períodos de sequía. En estos cuadros, junto al año, aparecen la letras (s) y (II) para indicar si se trata de un años seco o lluvioso, entendiendo por año seco aquel cuya precipitación media es inferior a la precipitación media anual histórica estudiada. Por el contrario, los años lluviosos son aquellos cuya precipitación media se sitúa por encima de ese valor medio histórico.

Cuadro 43. Evolución del regadío, extracciones de agua y precipitación anual en Lorca "CHS".

Año	Evolución Regadío Alto Guadalentín 1970=100	Evolución Extracciones Alto Guadalentín 1970=100	Precipitación media (mm)
1973 (II)	100,0	100,0	372
1976 (II)	100,6	241,6	335
1981 (s)	198,7	191,6	143
1982 (s)	272,5	225,0	250
1985 (s)	317,8	300,0	249
1986 (s)	319,7	275,0	288
1987 (s)	336,1	287,5	204
1988 (s)	365,9	370,8	251
1989 (II)	365,9	234,5 (412,5)*	581
1990 (II)	390,9	234,5 (412,5)*	266

Fuente: modificado de Tobarra Ochoa (1995). Nota: (II) año de lluvias; (s) año seco

\* Para los años 1989 y 1990 las extracciones entre paréntesis incluyen a otras aguas subterráneas exteriores a la cuenca del Guadalentín. Ver Nota a pie de página.

Cuadro 44. Precipitaciones anuales en Lorca "CHS" (período 1971-1991)

Año	Precipitación (mm)	Año	Precipitación (mm)
1970 (s)	110,8	1981 (s)	143,0
1971 (II)	341,9	1982 (s)	250,2
1972 (II)	293,3	1983 (s)	124,1
1973 (II)	372,0	1984 (s)	167,1
1974 (II)	342,1	1985 (s)	249,7
1975 (II)	297,4	1986 (s)	288,5
1976 (II)	335,7	1987 (s)	204,8
1977 (II)	263,4	1988 (s)	251,1
1978 (s)	117,0	1989 (II)	581,1
1979 (s)	128,4	1990 (II)	266,7
1980 (II)	258,0	1991 (II)	283,0

Fuente: modificado de Tobarra Ochoa (1995). Nota: (II) año de lluvias; (s) año seco

\* En 1989 y 1990 se produce una fuerte reducción de las extracciones, fecha que coincide con la importación de agua del acuífero de Pulpí, a través de las comunidades de regantes de Pulpí y Águilas, ya que algunos socios de éstas poseían tierras dentro del acuífero del Alto Guadalentín, donde en esas fechas se abandonan 41 pozos al proporcionar agua de mala calidad.

En definitiva, se constata la existencia de un regadío excesivo para los recursos con que cuenta la zona, que, además, tiene un régimen de precipitaciones muy bajo con frecuentes períodos de sequía, circunstancias que dan lugar a que los agricultores se fijen en las aguas subterráneas como tabla de salvación.

### 10.5. Crecimiento de los espacios en riego

En la cuenca del Guadalentín la distinción entre seco y regadío resulta esencial. No son equiparables los contrastes del pasado, entre grandes regadíos históricos deficitarios y secos, con los existentes en la actualidad, pues hoy día los primeros han paliado sus carencias con caudales hipogeos y del trasvase Tajo-Segura (Gil Olcina, 1993). El Guadalentín es un río-rambla a cuyas expensas se desarrollaron grandes regadíos históricos (Gil Olcina, 1971). A través de una exagerada trama de brazales y acequias, desproporcionada para el escaso módulo que presenta el aforo de Puentes —1 m<sup>3</sup>/s—, el Guadalentín dio pie a la creación de uno de los más extensos regadíos deficitarios de España (Gil Olcina, 1985). Un 70 % del total de tierras regadas eran sembrados de trigo y vid, y sólo contaban con unos tres turnos de riego al año: uno para sembrar y dos para sacar los frutos<sup>18</sup>. Es indiscutible que dicho programa pretendía garantizar, con un restringido racionamiento de agua, cosechas cerealistas y de arboricultura xerófila. Este patente desfase entre extendidas superficies de regadío y el insignificante módulo del Guadalentín obstaculizó por siglos la evolución hacia el cultivo intensivo. Hasta la segunda mitad de la centuria pasada el regadío en este territorio continuó siendo, en gran medida, según el concepto de Brunhes (1904) un *campo regado*.

Las tierras regadas acentuaron su dedicación cerealista hasta fechas muy recientes. Incluso hasta 1975 los cereales cubrían más del 80 % del regadío tradicional, diferenciándose de este modo *campo* y *huerta*. Esta última constituía, antes de que la transformación reciente diluyese el alto contraste

---

<sup>18</sup> "Acuerdos de la ciudad para la obra del Pantano el año 1611". Legajo de Expedientes Generales. Pantano. Bases para las ordenanzas, p. 5. Archivo de la Comunidad de Regantes de Lorca (Archivo Municipal de Lorca).

entre estos dos usos, un auténtico oasis de hortalizas y frutales en torno a las ciudades y pueblos del Guadalentín. Una importante metamorfosis paisajística y de combinaciones agrarias, que tiende a transformar las vegas en áreas residenciales, está siendo producida desde los últimos veinticinco años (Gil Olcina, 1993).

La hegemonía de la cerealicultura ha resultado aplastante en los secanos de la Depresión Prelitoral murciana y Alto Guadalentín, intercalada con almendros, olivos, algarrobos y granados; secanos que, paradójicamente, acogen hoy en multitud de parajes una agricultura de vanguardia.

La ocupación agrícola del suelo en la depresión del Guadalentín ha sido un proceso lento y prolongado, y si en el momento actual algunos municipios favorecidos por la topografía tienen en regadío prácticamente la totalidad de su superficie agrícola, es una situación relativamente reciente en relación con su inclusión en el área regable por el trasvase Tajo-Segura (figura 105).

Es escasa la importancia de los espacios regados dentro del territorio en cultivo hasta que la aportación de aguas foráneas modificara la situación ya en la década de los ochenta del siglo anterior, a excepción de los campos de Lorca, de Totana y donde la instalación de un artefacto elevador permitía el uso de los caudales subterráneos más próximos a la superficie. Se produce así, en principio de forma muy lenta y con gran rapidez a partir de los años sesenta, la transformación del paisaje tradicional de pequeños sectores en riego que se intercala en los amplios secanos. Aparatos elevadores y balsas son sustituidos finalmente por motores que captan aguas de sondeos profundos, es esta circunstancia la que permitirá una modesta expansión del regadío a lo largo de las dos terceras partes del siglo XX.

Tan sólo mediada la década de los cincuenta, con la finalización de la etapa autárquica franquista, las indudables potencialidades agrícolas de estas tierras en el caso de disponer de agua suficiente se ponen en evidencia, ya que la rentabilidad de una comercialización amplia en nuevos mercados exteriores es capaz de amortizar la inversión necesaria para bombear el agua desde capas profundas y establecer las infraestructuras necesarias para el riego.

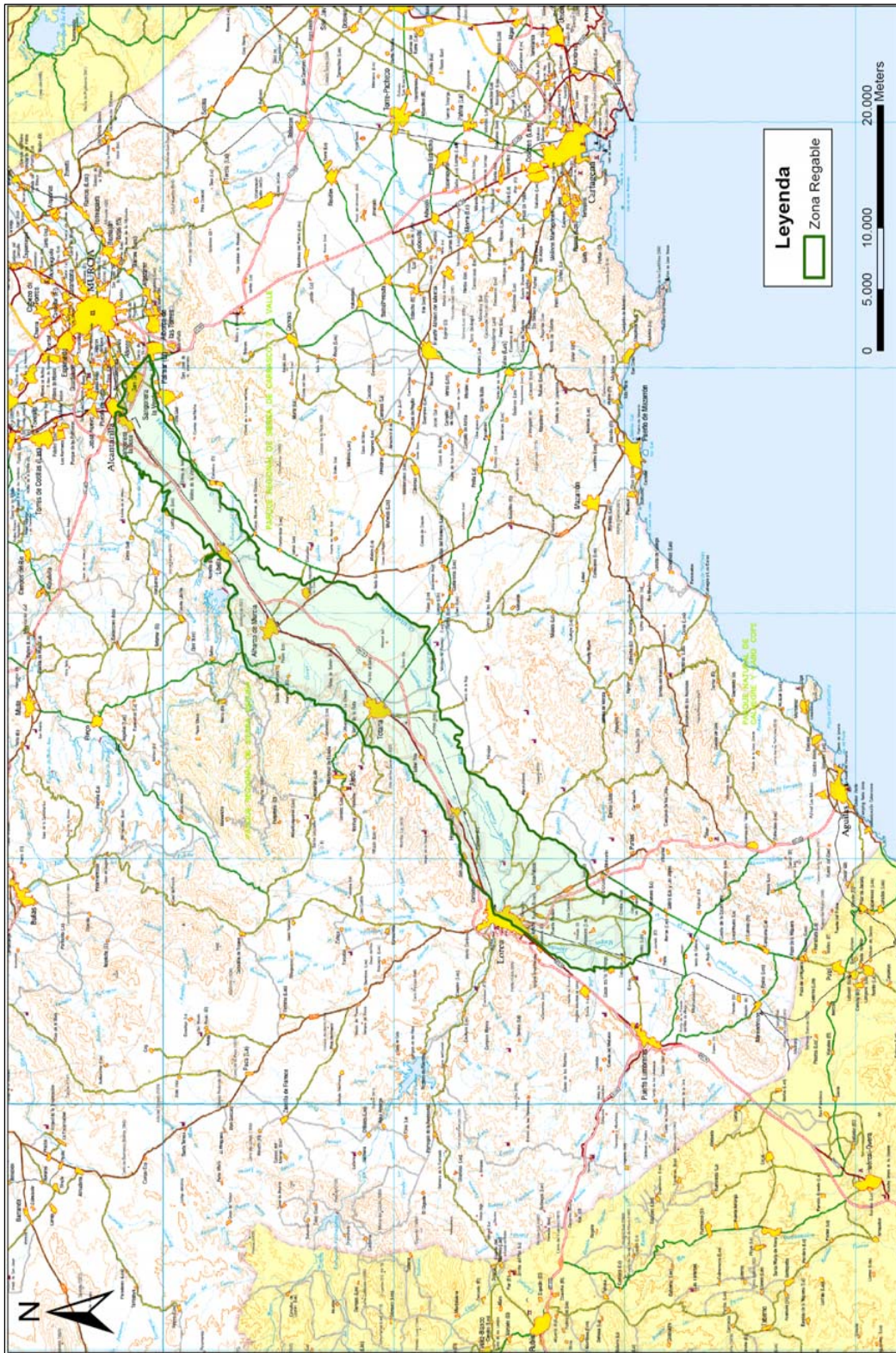


Fig. 105. Unidad de Demanda Agraria 66 (CHS). Nuevos regadíos de Lorca y Valle del Guadalentín, abastecidos con aguas procedentes del trasvase Tajo-Segura. La superficie total de riegos atendidos asciende a 10.798 Ha.

Esta primera etapa de expansión del regadío, que va a permitir advertir con claridad los aspectos positivos que los rasgos climáticos del área ofrecen al cultivo intensivo y temprano, e impulsar extraordinariamente la aplicación de tecnología a los procesos agrícolas, se desarrolla sin embargo siguiendo el modelo tradicional de sectores puestos en riego de forma aislada alrededor de un punto de extracción de recursos subterráneos. La actuación del Instituto Nacional de Colonización apoyará operaciones de cierta envergadura a la vez que los agricultores organizados en Grupos Sindicales de Colonización, en sus esfuerzos por aumentar sus dotaciones se hacen cargo incluso de la administración y venta de las aguas residuales urbanas.

El panorama de los regadíos es bien diferente. Se impone en estas tierras un intenso policultivo de hortalizas, plantas industriales, forrajes, etc. A partir de 1979 la llegada de caudales provenientes del trasvase desde el río Tajo modificará por completo la vocación de las tierras. Aunque todavía, en este tránsito de decenio, los nuevos caudales no disponen de redes de distribución generalizadas, los cambios inducidos por expectativas de disponibilidades suficientes y las exigencias de un mercado europeo, cuyo peso se incrementa continuamente, han producido ya profundas transformaciones en la agricultura del tramo medio y bajo del Guadalentín.

#### *- Principales superficies de cultivo en secano y regadío*

La escasez de recursos de agua ha hecho tradicionalmente inviable la implantación de una agricultura intensiva en regadío, pero una vez proporcionados éstos para su puesta en cultivo, mediante el uso de modernas tecnologías de extracción y transporte de agua, se ha hecho posible la ocupación de extensas áreas en la Depresión Prelitoral murciana donde el agua, escasa, alcanza su máxima valoración en la disputa entre actividades económicas diversas (turísticas, industriales, urbanas y regadíos (Morales Gil, 1995).

A finales del segundo milenio, y a pesar de continuados años de debate, aún no se habían conseguido clarificar las aspiraciones del Plan Hidrológico Nacional, por más que desde el Ministerio de Medio Ambiente se prometía su pronta aprobación. Entretanto, los regadíos ampliados mediante considerables

inversiones sufrían los daños provocados por episodios de sequía. Por ello se hacía necesario y se solicitaba el desarrollo de criterios de racionalidad que pudieran solventar desequilibrios hidrológicos, con el fin de superar las carencias cuantitativas y cualitativas de recursos hídricos, siempre considerando las implicaciones socioeconómicas del agua en las distintas regiones españolas, en un *marco de solidaridad responsable*, producto de una *convivencia democrática*, que permitiera la actuación de un organismo central que regulara usos y consumo de agua en toda España (Morales Gil, 1996). Aún hoy día (2008) esta tarea no se ha conseguido, mientras que ya son numerosos los agricultores que arrancan las plantaciones de árboles sedientos y marchitos y dedican sus tierras a cultivos herbáceos, de ciclo anual y, por tanto, menos vulnerables al suceso de secuencias de sequía.

En el valle del Guadalentín, las tierras dedicadas a cultivo en el año 2005, incluidos los barbechos, tierras ocupadas por cultivos herbáceos y leñosos, suponían el 49,6 % del total de superficies. Los terrenos de labor en secano dominaban el 62,1 % de las tierras de cultivo, mientras que el regadío representaba el 37,9 %. Por otra parte es posible distinguir entre las superficies de cultivo empleadas en barbechos (54,4 %), siembras de herbáceos (23,3 %) y plantaciones de leñosos (22,3 %) (cuadro 45). En esta zona se tiende a un predominio de los cultivos hortícolas, con 25.450 has de superficie cultivada finalizado el primer lustro del siglo actual (43,6 % del total de tierras dedicadas a regadío).

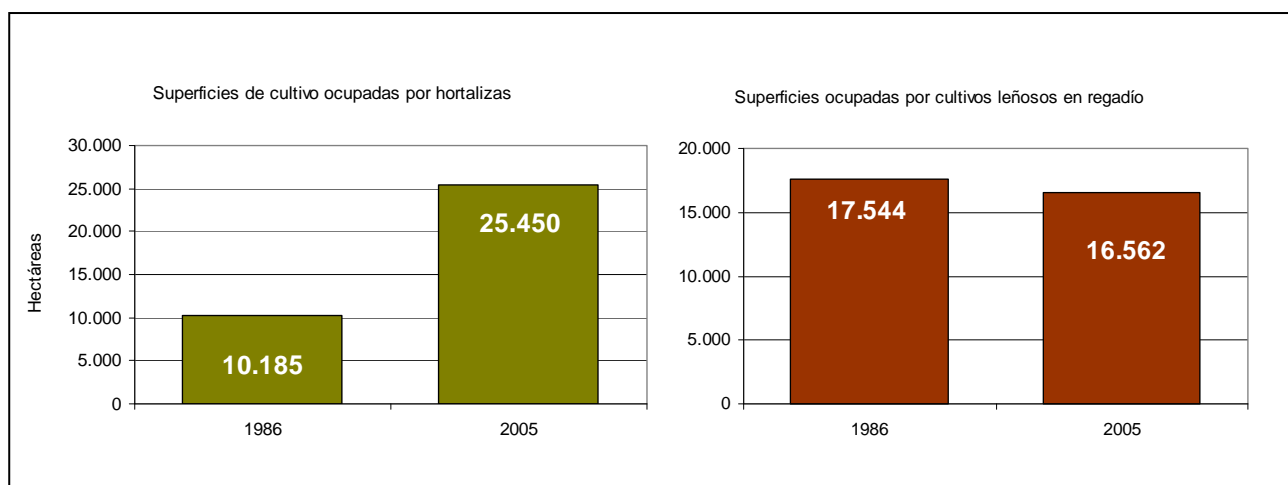


Fig. 106. Evolución de las superficies destinadas a hortalizas y cultivos leñosos en regadío (Valle del Guadalentín)

Cuadro 45. Distribución de la superficie por aprovechamientos en hectáreas (Valle del Guadalentín)

Aprovechamientos	2004			2005		
	secano	regadío	total	secano	regadío	total
Total otras superficies	66.915	0	66.915	66.915	0	66.915
Erial a pastos	29.440	0	29.440	29.440	0	29.440
Espartizal	26.502	0	26.502	26.502	0	26.502
Ríos y Lagos	1.497	0	1.497	1.497	0	1.497
Terreno improductivo	3.929	0	3.929	3.929	0	3.929
Total prados y pastizales	5.200	0	5.200	5.200	0	5.200
Pastizales	5.200	0	5.200	5.200	0	5.200
Prados	0	0	0	0	0	0
Total terreno forestal	83.949	0	83.949	83.949	0	83.949
Monte abierto	12.262	0	12.262	12.262	0	12.262
Monte leñoso	39.964	0	39.964	39.964	0	39.964
Monte maderable	31.723	0	31.723	31.723	0	31.723
Total tierras de cultivo	95.505	58.362	153.867	95.505	58.362	153.867
Barbechos	66.851	15.152	82.003	67.169	16.518	83.687
Cultivos herbáceos	11.542	26.681	38.223	10.568	25.282	35.850
Cultivos leñosos	17.112	16.529	33.641	17.768	16.562	34.330
Total superficies	251.569	58.362	309.931	251.569	58.362	309.931

Fuente: Servicio de Asociacionismo Agrario y Estadísticas. Consejería de Agricultura y Agua (CARM)

En el grupo de las hortalizas destaca la coliflor y brócoli, lechuga *iceberg* y alcachofa (cuadro 46), mientras que dentro de los cultivos leñosos sobresale por la superficie ocupada el almendro de secano, que debido a su baja rentabilidad está dando paso a cultivos intensivos hortícolas como los mencionados anteriormente. Al almendro, establecido en su mayor parte en los municipios de Lorca y Totana, le siguen en importancia el limonero, olivar y uva de mesa, así como el naranjo, sobre todo cultivado en Alhama (cuadro 47). Es de destacar el auge experimentado por cultivos como el brócoli y la coliflor en Lorca, así como la regresión advertida por el pimiento para pimentón, otro de los cultivos tradicionales de la zona.

Cuadro 46. Principales cultivos herbáceos en el Valle del Guadalentín (ha.) (2005)

Cultivo	Secano	Regadío	Total
Cereales para grano	10.462	2.709	13.171
<i>Avena</i>	2.061	183	2.244
<i>Cebada</i>	6.705	1.710	8.415
<i>Trigo</i>	1.602	544	2.146
Cultivos forrajeros	7	285	292
Cultivos industriales	40	455	495
<i>Pimiento (para pimentón)</i>	0	416	416
Flores	0	240	240
Hortalizas	0	25.450	25.450
<i>Alcachofa</i>	0	3.375	3.375
<i>Coliflor y brócoli Brócoli</i>	0	6.392	6.392
<i>Coliflor y brócoli Coliflor</i>	0	6.163	6.163
<i>Lechuga</i>	0	7.610	7.610
<i>Melón</i>	0	2.472	2.472
<i>Sandía</i>	0	1.150	1.150
<i>Tomate</i>	0	3.631	3.631
Leguminosas (para grano)	59	37	96
Tubérculos (consumo humano)	0	143	143

Fuente: Servicio de Asociacionismo Agrario y Estadísticas. Consejería de Agricultura y Agua (CARM)

En el incremento de las superficies dedicadas a la agricultura de vanguardia han intervenido varios factores además de los climáticos (bonanza térmica y elevada luminosidad): factores de índole demográfica, social y tecnológica que desde la década de los noventa del siglo XX propiciarían una modernización de las estructuras agrarias tradicionales. Así, la propagación de la hortofruticultura de ciclo manipulado se ha visto favorecida en este territorio gracias a la capitalización de las explotaciones, empleo de mano de obra inmigrada, mayor cualificación, incorporación de avances técnicos al proceso productivo, intensificación de las relaciones comerciales con Europa, mejora de las redes viarias y sistemas de transporte, asesoramiento técnico en el campo mediante servicios de extensión agraria, crecimiento de población y mejora de los niveles de renta económica y bienestar social (Gómez Espín, *et al.*, 2006).



Cuadro 47. Principales cultivos leñosos en el Valle del Guadalentín (has.) (2005)

Cultivo	Secano	Regadío	Total
Cítricos	0	7.750	7.750
<i>Limonero</i>	0	4.020	4.020
<i>Mandarino</i>	0	1.115	1.115
<i>Naranja</i>	0	2.463	2.463
Frutales (no cítricos)	13.575	3.135	16.710
<i>Almendro</i>	13.561	1.747	15.308
<i>Ciruelo</i>	0	461	461
<i>Melocotonero</i>	0	790	790
Olivar	2.488	2.309	4.797
Viñedo	1.507	3.338	4.845
Otros cultivos leñosos	198	18	216
<i>Algarrobo</i>	198	18	216

Fuente: Servicio de Asociacionismo Agrario y Estadísticas. Consejería de Agricultura y Agua (CARM)

Durante los últimos veinte años (1986-2005) han sido importantes los cambios en la estructura de la propiedad y la explotación, pero especialmente se advierten en la modernización de las técnicas de cultivo, sobre todo en regadío (figura 107).

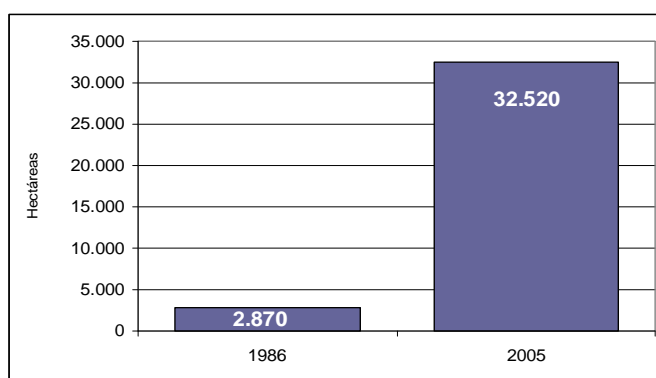


Fig. 107. Evolución de la superficie de cultivo en regadío que utiliza sistema de riego localizado (Valle del Guadalentín).

La espectacular transformación del regadío en esta cuenca, sobre todo en el Valle del Guadalentín, ha permitido pasar de 30.670 has de cultivo en 1974 a las 41.844 has en 2005, lo que significa un incremento de la superficie de regadío en 30 años del 36,5%. Esta metamorfosis tan llamativa se realiza en

sólo 15 años (1974-1990), motivada por dos causas principales: a lo largo del segundo lustro de la década de los setenta el origen de este desarrollo viene suscitado por las expectativas de la llegada de las aguas del trasvase Tajo-Segura, mientras que durante los años ochenta, y a pesar de la grave sequía padecida, el incremento de las superficies regadas está determinado por la acentuación de las demandas de productos hortofrutícolas de los mercados centroeuropeos y la entrada de España en la C.E.E.

Durante estos años se ha producido una mutación substancial que ha afectado tanto a la distribución de cultivos como al poblamiento, aspectos ambos perceptibles en su fisonomía, pero también a las estructuras de propiedad de la tierra, los regímenes de tenencia y las características de las explotaciones. Se puede decir que las modificaciones efectuadas en estos años son de entidad muy superior a las revisadas en los cinco siglos precedentes al actual, marcadas por el estancamiento y la fosilización, debida esencialmente a la penuria de agua (Gil Olcina, 1987). A pesar del incremento de la superficie de cultivo dedicada a regadío, hay que destacar el enorme esfuerzo dedicado a modernizar los sistemas de riego para ahorrar y economizar el recurso agua (figura 108). En el año 2005 más de la mitad de las tierras de regadío en el valle del Guadalentín utilizaban *riego por goteo* (55,7%), lo que suponía el 30% del total de superficie con riego localizado en la Región de Murcia.

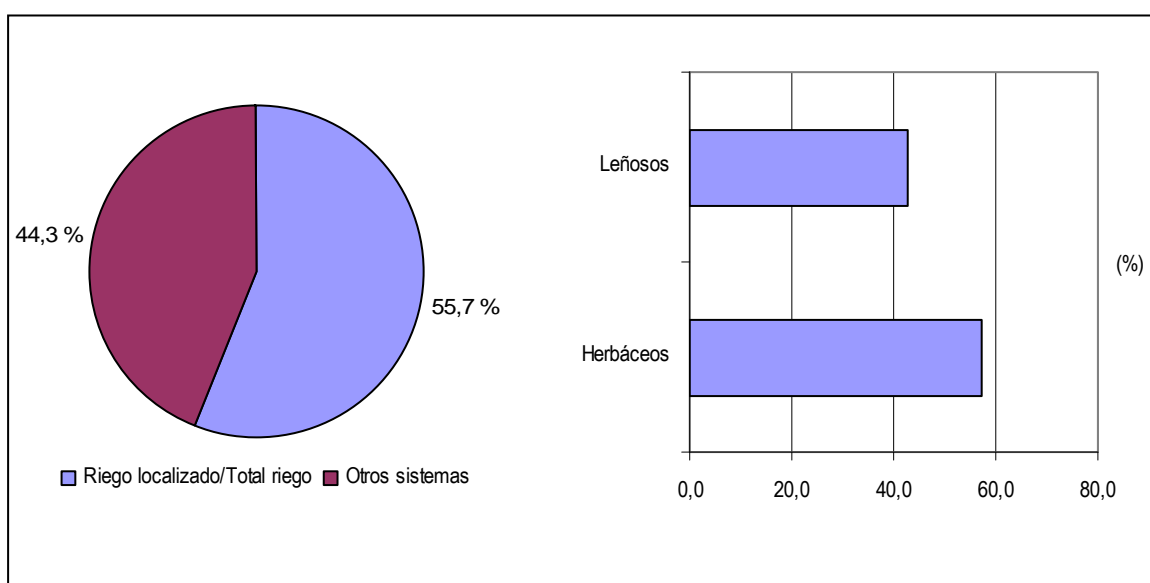


Fig. 108. Distribución superficial de cultivos en regadío con sistema de riego localizado (Valle del Guadalentín, 2005)

Asimismo, es de resaltar las superficies de cultivo bajo invernadero y acolchados en el Valle del Guadalentín. El 66% de la superficie de cultivo bajo invernadero en la Región de Murcia se localiza en este Valle (el 83% cultivo de tomate, seguido del melón y diversas flores), mientras que los acolchados suponen el 73% del suelo agrícola regional ocupado por este sistema.

### **10.6. Un presente difícil y un futuro comprometido**

El territorio de la cuenca del Guadalentín plantea inconvenientes y ofrece posibilidades al aprovechamiento del suelo. El agua constituye referente primordial, ya sea en secano, regadío eventual, regadío deficitario, huerta propiamente dicha o nuevos sistemas de producción agrícola. Modalidades peculiares han sido regadíos de turbias y campos regados, pero, en evidente contraste con ellos, es de resaltar la actual posición cimera de dicha región en la horticultura de ciclo manipulado, cuya valoración de la lluvia *in situ* es radicalmente opuesta a la de la agricultura tradicional.

Afectados de lleno por el éxodo rural en la segunda mitad del siglo XX, los secanos tradicionales se han visto considerablemente mermados por dos procesos de signo distinto y opuesto, como son el retorno al monte de tierras marginales o sin posibilidad de mecanización y, de otra parte, la conversión en regadío de grandes superficies. La pervivencia de la cerealicultura en secano debe mucho a las subvenciones de la Política Agraria Común.

En el transcurso de los últimos seis lustros las nuevas tecnologías y sistemas de cultivo han permitido no sólo superar las desventajas del clima y sacar el máximo provecho de las posibilidades que deparan régimen térmico, elevada insolación y reducido recorrido de los vientos, sino beneficiarse de la mayor de aquéllas, aunque ésta, que conlleva la pobreza de recursos hídricos propios, no deje de suponer un serio inconveniente, que ha originado una grave sobreexplotación de acuíferos. La baja frecuencia de las precipitaciones constituye para la horticultura de ciclo manipulado una ventaja adicional.

La dificultad cotidiana ha sido la escasez de agua, consecuencia de unas lluvias insuficientes, para una arboricultura de tan escasas exigencias

hídricas como la que integran almendro y olivo, dominantes en estas tierras. En cambio, son diferentes los planteamientos de quienes han desarrollado, creando una gran fuente de riqueza, la horticultura de ciclo manipulado, cuya piedra angular es el riego por goteo, revolucionario sistema de cultivo que proporciona, a menos coste, más y mejor cosecha. Para esta horticultura, bajo abrigo de plástico o al aire libre, controlada al máximo, la lluvia representa un serio inconveniente, en la medida que mancha o estropea un producto que debe mostrar un aspecto impecable, perturba la planificación o conlleva la aparición de ciertas plagas. Así pues, estos nuevos agricultores, al contrario de sus antecesores, no anhelan ni desean la lluvia, ésta no representa una preocupación obsesiva, su ausencia es, como se ha dicho, una ventaja más.

La agricultura altamente tecnificada demanda agua, pero traída a veces de distancias considerables y a precio elevado. En suma, nuevas tecnologías y sistemas de cultivo recientes han trocado en inapreciables dones condiciones climáticas secularmente adversas.

A pesar de esta llamativa mutación de inconvenientes en ventajas, el déficit de agua no ha hecho sino intensificarse en los últimos años; se recurrió a la extracción desmedida y excesiva de recursos hipogeos, cuya secuela más dañina es la salinización.

Las perspectivas de futuro de estos regadíos son difíciles, pues dependen en gran medida de acuíferos sobreexplotados. La distribución de caudales según origen no es en absoluto rígida y depende básicamente de la administración en cada caso de los recursos disponibles, que son variables en todo el sistema del Segura, incluyendo las aportaciones del trasvase desde el Tajo (Calvo García-Tornel, 1999).

Por ello, la necesidad de adecuarse a los recursos reales disponibles en cada año hidrológico ha mantenido la intensa explotación de los recursos subterráneos y ha hecho adquirir a los caudales provenientes de reutilizaciones una gran importancia, tanto los disponibles después del uso urbano que representan una importante fracción, como mediante sistemas de recuperación y desalación de aguas ya utilizadas en riego (Olcina Cantos, 2002).

La solución adoptada hace coexistir la presencia de las grandes infraestructuras de aprovisionamiento con la pervivencia del modelo tradicional

de regadío. Ahora las necesidades del trasvase, obligan a almacenar el agua en depósitos al aire libre de gran capacidad, desde los cuales se procede a la distribución hacia las parcelas, generalmente mediante tuberías subterráneas. De nuevo un sistema de unidades de distribución autónomas a partir de un punto de aprovisionamiento, cuya magnitud, sin embargo es hoy mayor que en cualquier otro momento.

La evolución de las prácticas agrarias en regadío y, en particular, de los procedimientos para ahorrar agua han sido bien definidas (Morales Gil, 1997), mostrando la lejanía del paisaje actual de la imagen secular de indigencia que se ha tratado de caracterizar. La suficiencia de las aportaciones actuales está, sin embargo, en cuestión y por ello se aborda en el Plan Hidrológico Nacional vigente, pues la capacidad para atender necesidades crecientes, no tanto en regadío como por la creciente demanda urbana, industrial y turística, manifiesta una notable debilidad, de manera que la sombra de la escasez no ha desaparecido del horizonte de la cuenca del Guadalentín.

La nueva situación de gran parte del territorio, hasta el momento en estado de semi-abandono, muestra su capacidad como lugar de acogida de la progresiva implantación de infraestructuras dedicadas al turismo residencial. Esta evolución ha puesto en evidencia tensiones antiguas y fuertes competencias tanto por los usos del suelo como por los recursos de agua disponibles.

#### *- Transformaciones paisajísticas y socioeconómicas y conflictos ambientales*

Los paisajes agrarios actuales son el resultado de la actuación del hombre sobre el territorio con un fin productivo que ha exigido una mutación del medio natural o del agrario anterior. En el caso que nos ocupa se trata casi siempre de transformaciones de secano en regadío.

Los campesinos se ha visto obligados a abandonar las formas tradicionales de cultivo de secano y con la puesta en riego van generando paisajes más cambiantes hasta el extremo que, en aquellos cultivos practicados al aire libre —lechugas, melones, sandías,...— deben realizar una rotación polianual para evitar el empobrecimiento del suelo y su contaminación.

Es, pues, difícil concretar el espacio cultivado de un año para otro, pues la horticultura es itinerante y las tierras de secano se convierten en reservas de suelos vírgenes para aquellos cultivos hortícolas sobre los que al año siguiente se sembrará un cereal para aprovechar los restos del abonado orgánico e inorgánico utilizado anteriormente; al tercer año queda en barbecho y al cuarto se vuelve a sembrar, el quinto de nuevo se deja en barbecho y al sexto nuevamente se utiliza para hortalizas (Morales Gil, 1997). El resultado es una simbiosis entre secanos y regadíos donde se practica la horticultura de ciclo manipulado gracias a las modernas técnicas de traída y distribución de aguas.



Fig. 109. Cubiertas de mallas en emparrado, para evitar daños de granizadas en uva de mesa, y riego localizado (Alhama de Murcia, Valle del Guadalentín)

Una nueva imagen de estos paisajes de horticultura de ciclo manipulado la ofrecen los nuevos sistemas de regadío. Han dejado de funcionar las viejas acequias, brazales, meranchos y azarbes, redes de riego tradicional en definitiva que, desde las corrientes continuas de agua, derivaban parte de sus caudales para bonificar los parcelarios de las huertas tradicionales. Toda la red superficial ha sido sustituida por una canalización subterránea o de tubos de plástico que desde los acuíferos hipogeos o epigeos conducen las aguas hasta unos embalses impermeabilizados de 10.000 o 20.000 m<sup>3</sup> de capacidad media, en los que cada agricultor o comunidad de regantes instalan cabezales de riego donde se realiza el filtrado, se agregan los nutrientes y, a continuación, con una

intensa malla de tuberías de pequeña sección que tienen incorporados los goteros, se distribuye el volumen deseado directamente a las plantas, de acuerdo con las condiciones atmosféricas y necesidades de éstas en cada momento (Gómez Espín *et al.*, 2005).



Fig. 110. Embalse para el riego localizado (tierras altas del municipio de Lorca)

En consecuencia se ha terminado con la idílica imagen de las aguas circulando por las acequias sobre las que se alineaban especies típicas del denominado bosque-galería como chopos, moreras, zarzas, cañas, etc., y se ha dado paso a la cruda imagen de una red de plástico economizadora de agua y racionalizadora de su uso y manejo, en la que la computadora o procesador ha sustituido al agricultor de antaño, provisto de azadón, colocando tablachos, abriendo portillos, cuidando afanosamente que el agua no derramase de la parcela a regar otras contiguas, noches de vigilia esperando la tanda para poder regar o las disputas por el agua cuando el año no había sido lluvioso. (Morales Gil, 1995). Ahora un programa de ordenador suplanta al regante y una especulación sobre el valor del agua resuelve las penurias de tiempos pasados en períodos de sequía.

Uno de los efectos más evidentes de esta diversificación de orientaciones son los cambios demográficos. La dinámica tradicional muestra la debilidad de los efectivos humanos y un estancamiento general o un crecimiento muy leve en los municipios más propiamente agrícolas.

El declive demográfico en los espacios más propiamente agrícolas de secano es evidente a lo largo de la década de los sesenta y afecta a los sectores más elevados e interiores. Muy al contrario, las ciudades localizadas en el Valle del Guadalentín, sobre todo la de Lorca, inician un fuerte despegue gracias a la dinámica agro-industrial y de servicios. Pero cuando se aborda el problema de la escasez de recursos hídricos y éstos comienzan a ser relativamente abundantes, el crecimiento se generaliza y el proceso se invierte recuperando y ampliando su importancia la población diseminada, fenómeno al que no es ajena en los últimos años la importancia de la inmigración de mano de obra extranjera.



Fig. 111. Ocupación de mano de obra inmigrante extranjera en el sector hortofrutícola (Huerta de Alhama)

La sobreexplotación de acuíferos subterráneos y la integral regulación de las corrientes superficiales son actuaciones anteriores a la implantación de la horticultura de ciclo manipulado, si bien es cierto que ésta contribuye a agravar más la situación. La utilización de aguas hipogeas se inició en esta cuenca de forma puntual y poco modificadora del medio en la segunda mitad del siglo XIX, cuando norias, molinetas y otras artes comenzaron a proliferar sobre el Valle del Guadalentín. El problema se agudizó a mediados del siglo XX cuando las motobombas sustituyeron a estos artefactos y comenzaron a sacar agua a profundidades superiores a los 20 m, con volúmenes superiores a la



capacidad de recarga natural de los acuíferos. En la actualidad se superan los 500 m de profundidad en algunos sondeos. Las consecuencias no se hicieron esperar; inmediatamente muchas de las surgencias naturales se secaron y en sus inmediaciones la vegetación espontánea desapareció. Se restaron caudales de la escorrentía superficial y comenzaron a plantearse las mencionadas *guerras del agua* entre los diferentes usuarios (agricultores, industriales, ciudadanos y turistas).

La agricultura de vanguardia se ha caracterizado en los últimos años por innovar en tecnología de riego, con la finalidad de economizar al máximo el agua. De esta forma se ha pasado de los 7.000 m<sup>3</sup>/ha/año a unos 4.000 ó 5.000 m<sup>3</sup>/ha/año, consiguiendo para algunos cultivos en invierno rebajar hasta un 50% las demandas de primavera o verano. Consecuentemente, si de algo no se puede acusar a la agricultura de vanguardia es de despilfarro de agua, hecho que sí ocurre aún en las huertas tradicionales, donde se rebasan los 14.000 m<sup>3</sup>/ha/año (Morales Gil, 1997).

La agricultura de ciclo manipulado y extratemprana es posible gracias al uso de fertilizantes y otros productos fitosanitarios, los cuales contaminan los suelos y las aguas subterráneas de circulación hipodérmica convergentes sobre lechos fluviales. La contaminación más grave que existe en esta cuenca es la de nitratos en las aguas de circulación subálvea que convergen en las zonas más bajas. Por este motivo, al expandirse esta nueva agricultura por las tierras de piedemontes que rodeaban las huertas tradicionales, el lixiviado de nitratos y otros productos va descendiendo hacia cotas inferiores, afectando a suelos y aguas hasta afluir al valle y áreas endorreicas. Este hecho provoca un efecto de sequía inducida por contaminación de las aguas.

Por último, para luchar contra esta degradación de la calidad de recursos hídricos se han propuesto varias soluciones: una más urgente e inmediata como reducir el uso de productos agresivos, y otras a medio plazo como la construcción de redes de avenamiento que rompan las circulaciones hipodérmicas y conduzcan las aguas a depuradoras antes de su vertido al lecho del río.

## 11. CONSECUENCIAS DE EPISODIOS DE SEQUÍA SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA

La producción agrícola muestra una considerable variabilidad tanto en los parámetros de su producción como en las condiciones económicas que ofrecen sus mercados. Aparte de la disponibilidad de agua existen varios factores que pueden provocar importantes variaciones entre un año y otro, tanto en lo que se refiere a los rendimientos de los cultivos como a los resultados económicos que se pueden obtener. Así, por ejemplo, los olivos presentan ciclos naturales, normalmente bianuales, en los que varían sus rendimientos; determinadas plagas pueden afectar las cosechas; los precios de frutas y hortalizas, productos muy perecederos, muestran importantes fluctuaciones entre y durante las campañas, que dependen de la acumulación de ofertas debidas a una falta de coordinación entre productores; cambios en los rendimientos en importantes zonas productoras; cambios de la cotización de la moneda; modificaciones en la política agraria, etc. Además, la variabilidad de los precios induce con cierta frecuencia sobreadaptaciones de los agricultores y de las empresas agrícolas que incrementan o reducen las superficies según su visión momentánea de las perspectivas del mercado, lo que puede generar ciclos cortos en los cultivos hortícolas (lechugas, alcachofas, melones,...) y largos en la fruticultura (CES, 1996).

Esta amplia variedad de factores que condicionan las superficies, los rendimientos y los resultados económicos de los diferentes cultivos impiden en la práctica poder alcanzar con precisión la cuantificación del impacto de la sequía en la agricultura.

El efecto directo de las variaciones de los precios sobre el resultado económico puede reducirse aplicando precios medios a todo el período considerado. Esta técnica y la evaluación de las superficies, rendimientos y producciones permiten una aproximación al valor de lo que se ha dejado de producir y de ingresar debido al fatal desenlace de este riesgo con origen natural.

En principio, el perjuicio real no coincide exactamente con el valor de lo no producido. Si no se llegan a iniciar los cultivos (reducción de las superficies

cultivadas), el daño económico real resulta inferior al valor de lo no producido, al evitarse la mayor parte de los costes de producción, si bien existen efectos perniciosos sobre la oferta de empleo. Por otro lado, en el regadío la escasez de agua incrementa los costes de producción, perjudica a la calidad y el rendimiento de las producciones por la peor calidad e irregularidad de los recursos hídricos disponibles, por lo cual el perjuicio económico puede ser significativamente superior al valor de lo no producido. Además, la menor calidad del producto incide también en los precios que se alcanzan en el mercado. Evidentemente, estos efectos indirectos de la sequía son muy difíciles de cuantificar con fidelidad (CES, 1996).

Como suele ser habitual, el análisis se centra en la comparación de los años en los que se acusa la falta de recursos hídricos con otros que reflejan una situación de disponibilidad media. En primer lugar procede definir mediante criterios suficientes el período de estudio para la evaluación de las repercusiones de la sequía. Con la finalidad de mejorar la comprensión de las repercusiones de la sequía en el sector agrícola de la cuenca del Guadalentín se han generado dos apartados: el relativo al secano y el concerniente al regadío. Los cultivos de secano dependen, en una cuenca semiárida como la que es objeto de estudio, casi exclusivamente de las precipitaciones de cada campaña (el agua retenida en el suelo entre una campaña y la siguiente es poco importante), mientras que los cultivos regados dependen primordialmente de la disponibilidad de agua de riego en cada año. Conviene, además, no alejar demasiado los períodos de comparación, con el fin de evitar que cambios estructurales o de la política agraria influyan demasiado en los resultados.

En gran medida, se sigue el enfoque de comparación de corto plazo empleado en el estudio realizado por Zapata Nicolás *et al.* (1990), sobre los efectos de la sequía de los años ochenta del siglo XX en la Cuenca del Segura, también seguido por el trabajo llevado a cabo por el Consejo Económico y Social de la Región de Murcia (CES) sobre la importancia de los recursos hídricos en el desarrollo de dicha región (1996).

El período objeto de estudio comprende los años hidrológicos o agrarios 1990-91, 1991-92, 1992-93, 1993-94 y 1994-1995. La elección de este ciclo se debe al progreso o paso que existe desde una fase pluviométrica normal (1990-1993) a otra considerada como el bienio más seco de todo el siglo XX (1994-1995), siendo el año 1993 de transición entre ambos episodios pluviométricos tan contrastados.

Una vez definido el período de referencia, la evaluación de las repercusiones de esta sequía en el sector agrícola de la cuenca del Guadalentín se ha realizado mediante el siguiente enfoque:

- Conocer la repercusión de la sequía mediante la cuantificación de las distintas variables que inciden en el peso específico de cada producto en la producción final del sector agrícola:
  - Superficie cultivada (Has)
  - Rendimiento (TM/Ha)
  - Producción (TM)
  - Valor económico medio (ptas. y euros)

En general, agrupando tanto superficie de secano como de regadío, es posible afirmar que existe una reducción del 21,6% de la superficie total cultivada entre 1991 y 1995 (-20.280 has). Este descenso de la superficie cultivada es mucho más acusado en cultivos herbáceos (-25,2%) que en leñosos (-16,2%).

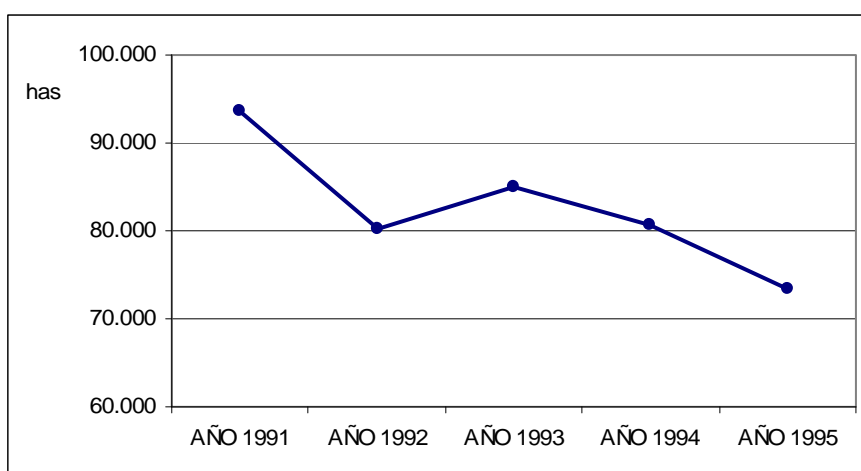


Fig. 112. Evolución de la superficie total cultivada en la cuenca del Guadalentín

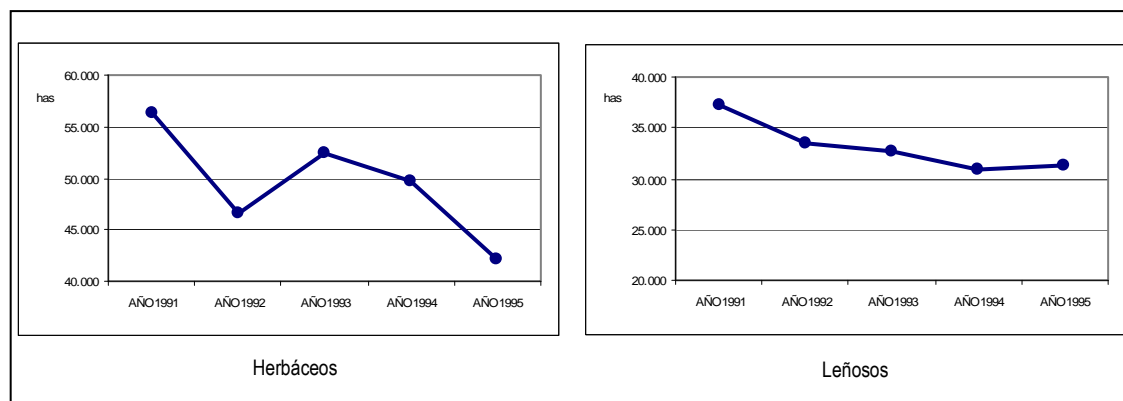


Fig. 113. Evolución de la superficie total cultivada de herbáceos y leñosos en la cuenca del Guadalentín

Los cultivos herbáceos, de ciclo anual, permiten un abandono sin tanto perjuicio como el que puede ocasionar el desamparo de una plantación arbórea, pues la inversión en esta última hasta que ofrece sus primeros frutos es muy superior.

Este descenso en las superficies de cultivo como consecuencia de la escasez de precipitaciones y, en última instancia, de recursos hídricos, provoca una menor inversión del agricultor en su plantación, con la subsiguiente baja de asalariados, descenso de producciones y renta del agricultor o empresa propietaria.

El análisis de las variaciones en los rendimientos generados varía de unos cultivos a otros, sobre todo en función de la distribución que éstos presenten en regadío y secano, de manera que son los cereales, cultivos forrajeros y leguminosas para grano los que proporcionalmente disminuyen más sus producciones en plantaciones herbáceas. Una respuesta habitual del secano cerealista ante cualquier episodio de sequía es el aumento de la superficie ocupada por barbecho. Por el contrario, el cultivo de hortalizas y plantas industriales solamente parece verse afectado tras el segundo año consecutivo seco (1995), cuando su gran impulso en cuanto a superficies cultivadas y rendimientos generados parece estancarse. Mientras tanto, el cultivo de flores, en regadío y en invernadero la mayoría, no parece verse afectado por los episodios secos.

Por su parte, entre los cultivos leñosos, son los cítricos y frutales no cítricos (frutales de hueso o pepita) los más afectados por la sequía (en

particular el almendro), seguidos por el viñedo y otros leñosos como el algarrobo, mientras que el olivar es el menos afligido, dada su mejor respuesta ante el déficit hídrico.

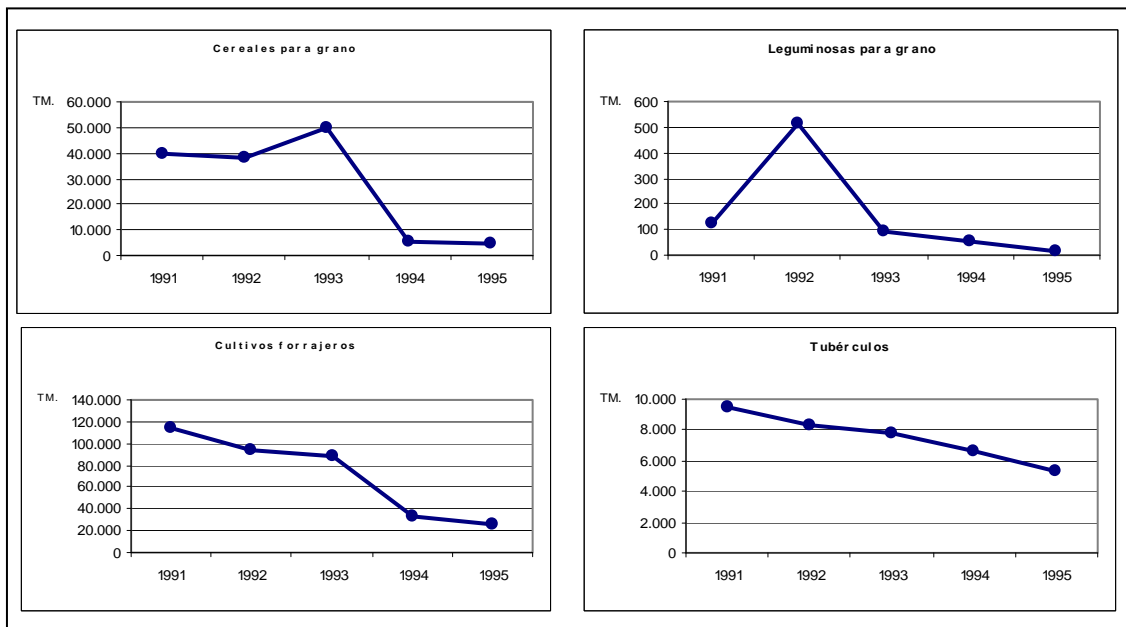


Fig. 114. Agrupaciones de cultivos herbáceos que ven descender considerablemente sus producciones

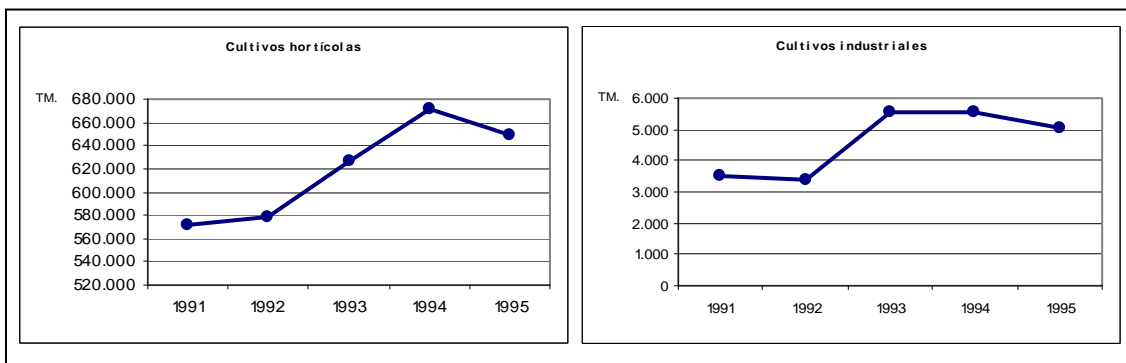


Fig. 115. Agrupaciones de cultivos herbáceos que ven descender sus producciones en menor medida

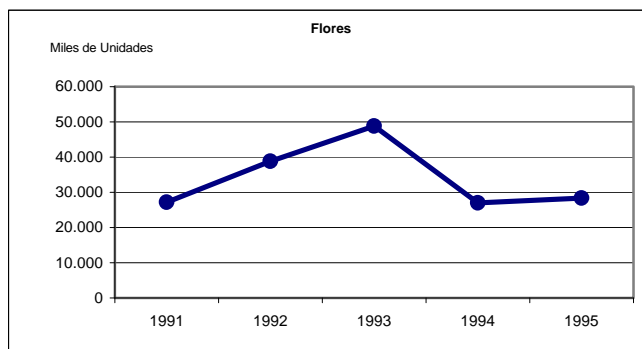


Fig. 116. El cultivo de flores y plantas ornamentales incrementa su superficie de cultivo pero reduce ampliamente sus rendimientos

La sequía pluviométrica comienza a afectar considerablemente a aquellos grupos de cultivos que presentan un alto porcentaje de su superficie en secano, sin ningún tipo de infraestructura hidráulica que pueda transferir recursos almacenados desde lugares distantes con disponibilidades hídricas. Sin embargo, los cultivos industriales y hortícolas no sufren los efectos de la sequía pluviométrica en gran medida durante 1994, puesto que la mayor parte de sus superficies de cultivo disfrutaban de una infraestructura de riego y de recursos almacenados (balsas) que los abastecen constantemente (riego por aspersión o goteo), incluso las hortalizas de ciclo manipulado ven incrementar sus rendimientos, al no recibir las lluvias *in situ* que les aportan las tan temidas plagas que devalúan sus productos en los mercados y al aprovisionarse de un gran número de horas de sol que mejoran sus funciones vitales. No obstante, el continuado e incluso intensificado descenso de los recursos almacenados durante el año hidrológico 1994-1995 provoca la alarma entre los agricultores de regadío al ver peligrar el suministro del preciado líquido en sus tierras de labor. Además comienza a acusarse la sobreexplotación del acuífero del Alto Guadalentín.

La sequía pluviométrica, y agrícola en consecuencia, comienza a evolucionar hacia la denominada sequía hidrológica desde finales de 1994, de manera que ya no sólo son las tierras de secano las gravemente afectadas sino también las de regadío. Este tipo de sequía comienza a percibirse en la evolución de los rendimientos de plantaciones hortícolas e industriales (pimiento para pimentón, remolacha, etc.).

Semejantemente, el cultivo de flores y otras plantas ornamentales, en pleno auge económico y de mercado, sufre los efectos de la sequía. La demanda de productos de ornamento y ocio aumenta a la par del incremento del nivel de vida de los diferentes grupos sociales, y es en este momento cuando la floricultura adquiere cierto protagonismo. La superficie dedicada a la floricultura crece a favor del aumento del valor de las transacciones comerciales en el mercado interior y exterior. En esos momentos Murcia ocupaba la segunda posición nacional en superficie ocupada por cultivo de flores, con 404 has, de las que el 63,6% (257 has) se localizan en el Valle del Guadalentín. La superficie dedicada a invernaderos con flor no deja de

ascender, sobre todo gracias a las expectativas que había generado la construcción del Mercado de la Flor en Lorca, inaugurado en 1996, y que ofrecía mecanismos adecuados de comercialización y tasación. Según Morales Gil (1997), el cultivo del clavel era muy rentable, pues una hectárea en el Campo de Lorca podía producir 1.750.000 tallos/año, que a 25 ptas./unidad de precio medio anual arroja un valor final de 43.650.000 ptas./ha/año, cantidad a la que una vez sustraída la cifra de 4.320.000 ptas por el pago de 7.200 horas de mano de obra, además de otros gastos de cultivo y amortización de instalaciones del orden de 15.500.000 ptas., ofrecía un resultado de beneficios por hectárea y año que superaban 24 millones de ptas. No obstante, el rendimiento desciende considerablemente como consecuencia del empeoramiento de la calidad del agua y de la irregularidad del suministro. El riego deficitario conduce a una reducción de la producción por hectárea de entre 65.000 y 70.000 flores.

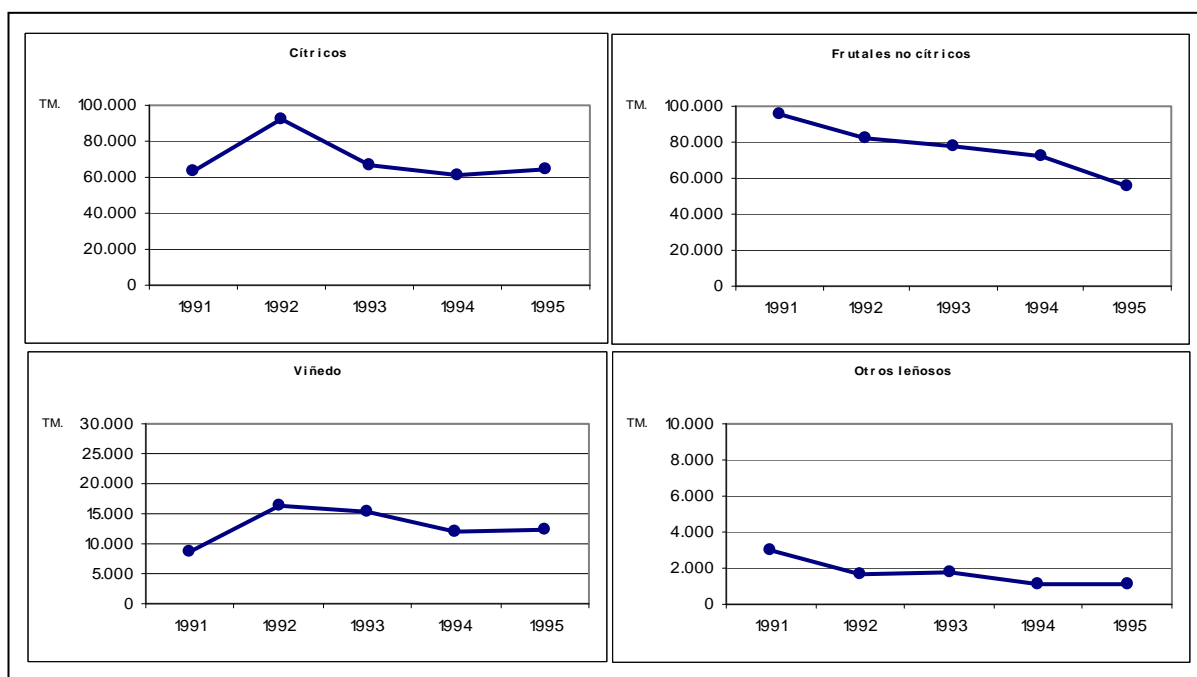


Fig. 117. Agrupaciones de cultivos leñosos que ven descender sus producciones cuantiosamente

Las Plantaciones leñosas también han visto reducir sus producciones de forma notable, excepto el olivar, el cual parece aguantar de forma bastante estable los efectos de la escasez pluviométrica. En los cítricos se observa una evolución muy favorable durante las campañas 1991-92, sin embargo, en 1993,



las heladas invernales provocaron un elevado descenso de la producción de cítricos, sobre todo en limoneros. Las plantaciones más jóvenes fueron las más afectadas, provocando la muerte de numerosos árboles. A las heladas de 1993 siguieron los años secos de 1994 y 1995, campañas nada buenas debido a que la calidad y el tamaño del fruto estuvieron por debajo de años anteriores. La producción se redujo casi un 40% respecto a 1992 durante el bienio de sequía.

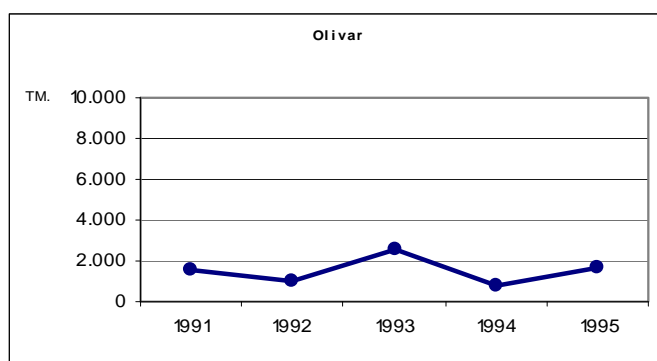


Fig. 118. El cultivo del olivar ofrece una evolución dispar en sus producciones

Los frutales no cítricos también sufrieron enormemente los efectos de la sequía, sobre todo en 1995, cuando la escasez pluviométrica se agravó en el momento de la floración del almendro, árbol frutal más extendido en la comarca del Guadalentín.

Por lo que respecta a los viñedos, la sequía provocó que la maduración se adelantase de forma excepcional, reduciendo así el peso de los granos y también la producción final. En otros leñosos —el algarrobo—, la producción también se vio muy mermada, si bien el árbol no sufrió daños irreversibles al tolerar bastante bien las condiciones ambientales que generan los episodios de sequía.

El olivo es bastante resistente a la sequía, aunque en casos de extrema sequedad ambiental puede ver su producción seriamente perturbada, daños que quedan reflejados claramente en las arrugas de la aceituna y en la baja producción de aceite. Durante la campaña 1993-1994, los vientos secos y las temperaturas elevadas asociadas a dorsales o crestas anticiclónicas —influjo dominante de la masa tropical continental, muy recalentada— durante la

floración provocaron un excesivo aborto ovárico generalizado, resintiéndose seriamente la producción.

Puede concluirse, pues, que de forma generalizada el sector agrícola se vio seriamente afectado durante el episodio de sequía de mediados los años noventa del pasado siglo XX. No obstante, las diferencias de repercusiones entre las superficies de cultivo regadas y cultivadas en secano, junto a sus producciones, son bastante notables.

### 11.1. Repercusiones en el secano

La evolución de los cultivos en el secano se analiza teniendo en cuenta que la extensión cultivada está en relación directa con el año hidrológico o agrícola y las expectativas de los agricultores (Zapata Nicolás *et al.*, 1990). Las expectativas de los agricultores se forman en los meses de octubre y noviembre, con las primeras lluvias otoñales, de modo que el número de hectáreas puestas en cultivo dependerá básicamente del comienzo pluviométrico del año agrícola.

Cuadro 48. Evolución de la superficie cultivada en secano (ha.) (cuenca del Guadalentín, Murcia)

Año	1991	1992	1993	1994	1995
Herbáceos	26.578	21.784	25.107	24.127	16.541
Leñosos	19.134	16.552	16.036	16.056	15.023
Total	45.712	38.336	41.143	40.183	31.564

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia

Cuadro 49. Evolución de la superficie cultivada en secano (cuenca del Guadalentín, Murcia). Base 100 año 1991.

Año	1991	1992	1993	1994	1995
Herbáceos	100	82,0	94,5	90,8	62,2
Leñosos	100	86,5	83,8	83,9	78,5
Total	100	83,9	90,0	87,9	69,0

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia

Las perspectivas de cultivo para el año agrícola 1993-94 no comenzaron siendo buenas. Los meses de septiembre, octubre y noviembre anotaron precipitaciones muy escasas. Durante este lapso de tiempo sólo se contabilizaron 4,5 mm. Este hecho generó multitud de dudas en cuanto a las producciones de cereal sobre todo. Las esperanzas de obtener una buena cosecha en cultivos de secano no se produjeron hasta el otoño de 1996.

Analizando la evolución desde 1991 hasta 1995, correspondientes a una fase pluviométrica normal y a un bienio seco (1994-1995), la superficie cultivada en el secano en la cuenca del Guadalentín (Murcia) disminuyó en 14.148 has, un 31 %.

Sin embargo, la disminución de la superficie de cultivo no es similar en cultivos herbáceos y leñosos. Son los cultivos herbáceos, sobre todo cereales para grano (cebada, trigo, avena, etc.) los que ven descender en gran medida la superficie cultivada. La reducción de superficie dedicada a cereales es de 10.015 has, lo que supone un 70,8 % del total de superficie de secano dejada en barbecho y sin cultivar, y un 99,8 % de la superficie de herbáceos en secano sin sembrar.

En cuanto a cultivos leñosos se refiere, es sobre todo la superficie de frutales no cítricos (almendro) la que se detrae. Esta pasa de 15.061 en 1991 a 11.321 en 1995, es decir, se pierde un 24,8 % de esta superficie de cultivo, lo que significa un -26,4 % de la superficie total cultivada en secano y un 91 % del total de superficie de leñosos abandonada.

Cuadro 50. Evolución de los rendimientos en el secano (cuenca del Guadalentín, Murcia). TM/Ha.

Año	1991	1992	1993	1994	1995
Cereales	1,143	1,457	1,682	0,197	0,215
Almendro	0,410	0,430	0,435	0,380	0,350

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

No puede dejar de señalarse el hecho de que en esas condiciones de sequía, los rendimientos por hectárea disminuyen significativamente, sobre todo en el cultivo de cereales, pues además de reducir el peso del grano

descienden los kilogramos de semilla sembrados por hectárea, es decir, la siembra es menos espesa o concentrada.

Valorar económicamente la sequía es una tarea bastante compleja, sin embargo, a fin de aproximarnos en la medida de lo posible, se ha efectuado una estimación a través del rendimiento producido por hectárea de cultivo y de un precio testigo en origen tanto para la cebada, en el caso de los cereales, como para la almendra en su variedad más extendida (marcona).

Para los cereales de grano las oscilaciones en las producciones físicas fueron drásticas durante el bienio de sequía 1994-95. Considerando como precio testigo la cebada (cultivo más significativo tanto en superficie como en producción), las pérdidas estimadas por las producciones físicas alcanzaron respecto a 1993 los 502,032 millones de ptas. en 1994 y 516,371 millones de ptas. para 1995, de manera que para estos dos años secos las pérdidas económicas suman unos 1.018,403 millones de ptas. (6.120.725,30 euros). Para eliminar los efectos de la inflación y las fluctuaciones de los precios, se ha calculado el valor de las producciones a precios agrícolas constantes<sup>19</sup> correspondientes a la media de los años de estudio. Según este cálculo, la reducción del valor de producción durante 1994 y 1995 respecto a 1993 asciende a 1.209,451 millones de ptas. (7.268.949,07 euros).

Cuadro 51. Estimación de la evolución del valor de la producción de cereales para grano en la cuenca del Guadalentín

Años	1991	1992	1993	1994	1995
Rdto. (TM/Ha)	1,143	1,457	1,682	0,197	0,215
Producción total (TM)	30.353	31.200	41.666	4.748	3.556
Precio testigo en origen cebada (Ptas./TM)	14.000	14.500	14.100	18.000	20.000
Valor producción (Ptas.)	444.949.112	452.402.871	587.497.706	85.465.692	71.126.300
Valor producción precio medio (1991-1995)= 16.120 ptas.	489.290.360	502.944.000	671.655.920	76.537.760	57.322.720

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

<sup>19</sup> Precios constantes: son aquellos cuya cuantificación se hace con relación a los precios que prevalecieron en un año determinado y que se están tomando como base para la comparación. Indicador que expresa el valor de las mercancías y servicios a precios de un año base. Muestra la dinámica observada en los fenómenos económicos, una vez que fue eliminada la influencia que ejercen sobre los agregados macroeconómicos las fluctuaciones de precios, con referencia a un año base. En este caso el precio medio de los años considerados en el estudio para cada tipo de cultivo.

En el caso del almendro las oscilaciones en la producción física de almendra han sido también apreciables. Si bien la disminución de la producción ha sido menor que en los cereales, los daños económicos fueron algo superiores. Considerando como precio testigo la variedad *marcona*, las pérdidas ascienden a 473,578 millones de ptas. en 1994 y 633,433 millones de ptas. en 1995 respecto a 1991.

El descenso de producción y pérdidas económicas durante los años 1992 y 1993 se debieron al origen de numerosas plagas que afectaron seriamente al almendro, entre ellas el *barrenillo*. El volumen total de pérdidas económicas para este frutal de secano con más superficie en la cuenca durante este episodio de sequía ascendía a 1.107,011 millones de ptas. (6.653.270,11 euros). Si se establece un precio medio por tonelada de almendra de 344.000 ptas./TM para el conjunto de años analizados, la reducción del valor de producción durante 1994 y 1995 respecto a 1991 asciende a 1.287,306 millones de ptas. (7.736.864,88 euros).

Cuadro 52. Estimación de la evolución del valor de la producción de almendra en la cuenca del Guadalentín

Años	1991	1992	1993	1994	1995
Rdto. (TM/Ha)	0,410	0,430	0,435	0,380	0,350
Producción total (TM)	6.175,010	5.353,930	5.223,480	4.645,500	3.962,350
Precio testigo en origen almendra (Ptas./TM)	340.000	330.000	330.000	350.000	370.000
Valor producción (Ptas.)	2.099.503.400	1.766.796.900	1.723.748.400	1.625.925.000	1.466.069.500
Valor producción precio medio (1991-1995)= 344.000 ptas.	2.124.203.440	1.841.751.920	1.796.877.120	1.598.052.000	1.363.048.400

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

En conjunto, y sin considerar las pérdidas en cultivos de leguminosas para grano, viñedo y olivar, menos significativas pero también apreciables, las mermas económicas en cultivos de cereal y almendra en secano, a precios constantes, se elevaron a los 2.496,757 millones de ptas., es decir, 15.005.811,79 euros.

## 11.2. Repercusiones en el regadío

La evaluación con precisión de los daños ocasionados en las producciones de regadío resulta muy complejo por toda una serie de razones (CES, 1996):

- Especialmente en cultivos hortícolas existe una elevada sustituibilidad entre los diferentes cultivos, por lo que resulta difícil evaluar en qué medida las migraciones entre productos que se reflejan en las estadísticas son meros cambios dentro de las mismas explotaciones, caso en el que no necesariamente se producen pérdidas económicas, o se trata de pérdidas reales en determinados subsectores, que no son compensadas al producirse el crecimiento en otros.
- Como ya se ha mencionado, existen efectos indirectos de la mala calidad de las aguas de riego disponibles durante episodios prolongados de sequía sobre la calidad y rentabilidad de las producciones.
- La reducción de la diversificación, especialmente en las producciones hortícolas, impuesta por la escasez y mala calidad del agua es otro efecto indirecto que contribuye a una subvaloración en los cálculos de los perjuicios causados por la falta de agua de riego. La concentración en pocos productos incrementa los riesgos del mercado y tiende a generar sobreproducciones (lechuga y brócoli), con los consiguientes hundimientos de los precios, mientras que potenciales de mercado en otros productos quedan sin aprovechar. De este modo, la reacción de los precios que cabría esperar ante la sequía —un incremento por la escasez de productos—, puede convertirse, por tanto, en una tendencia inversa por las peculiaridades del sector hortofrutícola, perjudicando aún más a los agricultores. Consecuentemente, el procedimiento empleado de eliminar las variaciones de precios aplicando a los productos precios constantes, durante el período de comparación, puede subestimar por estas razones el perjuicio atribuible a la falta de agua de riego, al

haberse producido precisamente deterioros de precios de algunos productos como consecuencia indirecta de la falta de agua.

Debido a la escasez de recursos hídricos, el regadío en la cuenca del Guadalentín fue reduciendo superficies de cultivo durante este episodio de carencia de lluvias y disminución de recursos hídricos almacenados, sobre todo en aquellos grupos de cultivos de menor generación de valor. Se produjo, por tanto, una concentración de la producción en función de la calidad e irregularidad en el suministro de agua en los cultivos más rentables. En cuanto a superficie cultivada, fueron los herbáceos de cereales, cultivos forrajeros y tubérculos los que redujeron más su superficie de forma relativa, mientras que los cultivos leñosos, menos exigentes en necesidades hídricas, experimentaron descensos más moderados.

Cuadro 53. Evolución de la superficie cultivada en regadío para cada grupo de cultivos (ha.)  
(cuenca del Guadalentín, Murcia)

Cultivos	1991	1992	1993	$\bar{X}$ (1991/93)	1994	1995	1994 - $\bar{X}$	1995 - $\bar{X}$
Cereales	8.289	4.743	4.740	5.924,0	2.263	3.876	-3.661,0	-2.048,0
Leguminosas	71	68	30	56,3	28	19	-28,3	-37,3
Tubérculos	441	374	392	402,3	323	229	-79,3	-173,3
C. Industriales	1.227	1.020	1.792	1.346,3	1.786	1.474	439,7	127,7
Flores	183	219	227	209,7	235	257	25,3	47,3
C. Forrajeros	1.850	1.443	1.296	1.529,7	963	766	-566,7	-763,7
Hortalizas	17.736	17.022	18.823	17.860,3	20.078	18.986	2.217,7	1.125,7
Cítricos	6.097	6.104	6.075	6.092,0	5.852	6.143	-240,0	51,0
Frutales no cítricos	8.952	7.926	7.680	8.186,0	6.211	7.093	-1.975,0	-1.093,0
Viñedo	2.276	2.323	2.276	2.291,7	2.274	2.255	-17,7	-36,7
Olivar	430	452	458	446,7	484	537	37,3	90,3
Otros leñosos	391	152	117	220,0	111	97	-109,0	-123,0
Viveros	20	14	2	12,0	2	7	-10,0	-5,0
<b>Total</b>	<b>47.963</b>	<b>41.860</b>	<b>43.908</b>	<b>44.577</b>	<b>40.616</b>	<b>41.739</b>	<b>-3.967</b>	<b>-2.838</b>

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

La suma de la pérdida de superficies cultivadas en regadío para los dos años de sequía analizados asciende a 6.805 hectáreas. El mayor abandono en cuanto a superficie cultivada, en valores absolutos, se observa en los cereales y en los frutales no cítricos (almendro de regadío), seguidos por los cultivos forrajeros. En contraste, se produce un aumento de la superficie cultivada de hortalizas, cultivos industriales, flores y plantas ornamentales y olivar. El efecto sequía origina, como se ha señalado anteriormente, una selección de los cultivos a implantar, con la finalidad de redistribuir los escasos recursos hacia aquellas plantaciones más rentables.

Otro aspecto de interés se advierte en el descenso del incremento de la superficie cultivada por hortalizas en 1995, lo que presume que los recursos almacenados en embalses descienden y la incertidumbre sobre el abastecimiento de agua se acrecienta. Comienza a percibirse la sequía denominada hidrológica. Los recursos que se dejan de utilizar en las superficies abandonadas se destinan sobre todo a mantener los cultivos leñosos más rentables (cítricos).

Cuadro 54. Evolución del rendimiento medio (TM/Ha; flores/Ha) en regadío para cada grupo de cultivos (cuenca del Guadalentín, Murcia)

Cultivos	1991	1992	1993	$\bar{X}$ (1991/93)	1994	1995	1994 - $\bar{X}$	1995 - $\bar{X}$
Cereales	2,379	2,882	3,164	2,808	2,942	2,820	0,134	0,012
Leguminosas	1,579	1,701	1,675	1,652	1,254	1,220	-0,398	-0,432
Tubérculos	21,529	22,393	19,902	21,275	20,445	20,320	-0,830	-0,955
C. Industriales	2,612	2,891	2,744	2,749	2,313	2,215	-0,436	-0,534
Flores	148.456	177.454	215.255	180.388	115.055	110.210	-65.333	-70.178
C. Forrajeros	52,305	50,302	50,483	51,030	36,389	35,510	-14,641	-15,520
Hortalizas	28,063	28,330	27,506	27,966	26,772	25,605	-1,194	-2,361
Cítricos	11,334	16,149	11,489	12,991	11,485	11,232	-1,506	-1,759
Frutales no cítricos	6,981	7,319	7,001	7,100	7,034	6,810	-0,066	-0,290
Viñedo (uva mesa)	19,632	19,032	20,894	19,853	14,051	13,950	-5,802	-5,903
Olivar	2,144	1,509	2,545	2,066	1,072	1,020	-0,994	-1,046
Otros leñosos	2,294	6,933	7,463	5,563	7,244	7,110	1,681	1,547

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.



Si se observan los rendimientos obtenidos para cada tipo de cultivo por hectárea, llama particularmente la atención el descenso del número de flores obtenido por unidad de superficie, a pesar de aumentar éstas las hectáreas de cultivo. El descenso en la calidad del agua y el riego deficitario provocan la merma de su producción. Los cereales, en contraste, aumentan los rendimientos, se reducen las tierras de cultivo y se optimiza el riego de las fincas sembradas. La mayor caída del rendimiento a causa de la falta de recursos hídricos se percibe en el cultivo de plantas forrajeras, seguido éste de la reducción de la producción del viñedo para uva de mesa.

Cuadro 55. Evolución de la producción (TM y miles de flores) en regadío para cada grupo de cultivos (cuenca del Guadalentín, Murcia)

Cultivos	1991	1992	1993	$\bar{X}$ (1991/93)	1994	1995	1994 - $\bar{X}$	1995 - $\bar{X}$
Cereales	19.719,531	13.669,326	14.997,360	16.636,567	6.657,746	10.930,320	-9.978,821	-5.706,247
Leguminosas	112,109	115,668	50,250	92,989	35,112	23,180	-57,877	-69,809
Tubérculos	9.494,289	8.374,982	7.801,584	8.558,798	6.603,735	4.653,280	-1.955,063	-3.905,518
C. Industriales	3.204,924	2.948,820	4.917,248	3.700,979	4.131,018	3.264,910	430,039	-436,069
Flores	27.167	38.862	48.863	37.827	27.038	28.324	-10.790	-9.503
C. Forrajeros	96.764,250	72.585,786	65.425,968	78.060,591	35.042,607	27.200,660	-43.017,984	-50.859,931
Hortalizas	497.725,368	482.233,260	517.745,438	499.487,103	537.528,216	486.136,530	38.041,113	-13.350,573
Cítricos	69.103,398	98.573,496	69.795,675	79.139,141	67.210,220	68.998,176	-11.928,921	-10.140,965
Frutales no cítricos	62.493,912	58.010,394	53.767,680	58.123,329	43.688,174	48.303,330	-14.435,155	-9.819,999
Viñedo (uva mesa)	44.682,432	44.211,336	47.554,744	45.496,356	31.951,974	31.457,250	-13.544,382	-14.039,106
Olivar	921,920	682,068	1.165,610	922,882	518,848	547,740	-404,034	-375,142
Otros leñosos	896,954	1.053,816	873,171	1.223,933	804,084	689,670	-419,849	-534,263

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

Analizando las producciones de los distintos grupos de cultivos, destaca el drástico descenso de los cereales. Este detrimento en la producción se debe, básicamente, al declive de sus superficies de cultivo. Las leguminosas pierden producción tanto por el descenso de su rendimiento como por la reducción de su superficie de cultivo.

En el caso de los tubérculos (patatas) se produce una merma considerable de las producciones, debido sobre todo a la notable pérdida de superficie cultivada. Los cultivos industriales sufren un aumento de su producción en 1994, sobre todo a la recuperación del cultivo del algodón. Sin embargo, el cultivo de pimiento para pimentón reduce en gran medida sus rendimientos.

Obviamente, y debido a su escaso valor económico, los cultivos forrajeros muestran un descenso importante tanto en superficie cultivada como en rendimientos, lo que supone un significativo declive en su producción. La escasez de agua para riego, sobre todo en 1995, provoca el cambio de cultivo hacia otras especies más rentables (hortalizas).

La producción hortícola, que por sí sola genera más de la mitad del valor agrícola de regadío en la cuenca del Guadalentín, experimenta una disminución considerable en 1995, cuando los recursos almacenados no son suficientes para paliar la sequía agrícola. La causa de este descenso de la producción reside en la caída de su rendimiento. Para 1994, el descenso del rendimiento hortícola se ve contrarrestado por el aumento de la superficie cultivada.

La producción de flores y plantas ornamentales se reduce. La causa es la merma de sus rendimientos. La superficie de cultivo aumenta considerablemente, pero el deterioro de la calidad del agua para riego provoca un descenso del número de flores y plantas obtenidas por hectárea.

Los cítricos muestran una importante bajada de sus producciones, debido sobre todo a la caída de sus rendimientos por hectárea. La escasez de agua provoca una disminución del tamaño del fruto y de su peso. Son principalmente las plantaciones de nuevos regadíos basados exclusivamente en aguas superficiales, sin acceso a las subterráneas, las que se ven deterioradas por los efectos de la sequía.

En cuanto a los frutales no cítricos (melocotonero, ciruelo y almendro), tras una fase de expansión desde finales de la década de los años ochenta del pasado siglo XX, el impacto de la escasez de agua de riego provoca no sólo un receso en su evolución, sino un decrecimiento notable de su superficie de

cultivo y una degradación de sus rendimientos. Es sobre todo el almendro el que reduce su superficie de cultivo.

La uva de mesa muestra un importante descenso de sus producciones, tanto en 1994 como en 1995. En este caso no es tanto la reducción de superficie cultivada como el descenso de sus rendimientos la causa más significativa. Además de la carencia de recursos hídricos para riego afectaron durante este episodio de sequía las elevadas temperaturas registradas.

El cultivo del olivar presenta una evolución positiva de su superficie de cultivo durante el período seco, sin embargo, los rendimientos decrecen, principalmente en 1995. En el cultivo de otros leñosos (algarrobo, etc.) no disminuyen los rendimientos al ser árboles adaptados a la escasez hídrica, no obstante, mengua la superficie de cultivo en favor de otros cultivos más demandados por los mercados.

Debido a la posibilidad de sobreexplotar temporalmente recursos subterráneos y no depender exclusivamente de las disponibilidades de aguas superficiales, los impactos de la escasez de recursos hídricos se muestran de una forma más paulatina y amortiguada en las producciones de regadío, aunque en valores absolutos este impacto resulta bastante superior que en el secano, debido a su incomparablemente mayor importancia económica global.

El análisis de la evolución del valor de la producción a precios corrientes (cuadro 56) muestra situaciones muy distintas en función del tipo de cultivo. En primer lugar cabe mencionar a los cultivos de frutas no cítricas (melocotón, ciruela, almendra,...) como los que más pérdidas económicas presentan, seguidos en este caso de los cultivos forrajeros. También destacan las pérdidas en cereales, sobre todo para 1994, y los quebrantos económicos que sufren los cultivos industriales en 1995.

Pero cabe subrayar también aquellos cultivos que, según los precios pagados en cada campaña, parecen no resentirse demasiado por la hídrica. Este es el caso de los cultivos de cítricos, hortalizas y viñedo para uva de mesa. Para los grupos de viñedo y cítricos existe una reducción de la superficie de cultivo y de sus rendimientos debido a la sequía, de manera que es el

aumento del valor del producto lo que compensa las pérdidas mencionadas. Las hortalizas, sin embargo, no disminuyen su superficie de plantación al ser productos muy demandados y bien pagados, sobre todo por los mercados centroeuropeos, aunque si que ven mermados sus rendimientos como consecuencia de los riegos deficitarios y la baja calidad del agua procurada.

Cuadro 56. Valor de producción de los distintos grupos de cultivo en regadío en la cuenca del Guadalentín, Murcia. (Ptas.)

Cultivos	1991	1992	1993	$\bar{X}$ (1991/93)	1994	1995	1994 - $\bar{X}$	1995 - $\bar{X}$
Cereales	519.545.859	350.301.165	401.523.980	423.790.335	201.801.557	329.002.632	-221.988.778	-94.787.703
Leguminosas	16.349.229	16.149.110	7.252.577	13.250.305	5.350.400	3.505.280	-7.899.905	-9.745.026
Tubérculos	301.581.993	159.900.174	223.418.959	228.300.375	299.937.972	186.666.327	71.637.597	-41.634.048
C. Industriales	669.997.137	597.523.402	1.095.744.158	787.754.899	844.442.613	669.959.532	56.687.714	-117.795.367
Flores	1.192.798.950	1.546.361.784	1.420.812.116	1.386.657.617	1.373.962.157	1.557.818.350	-12.695.459	171.160.733
C. Forrajeros	445.871.148	331.769.497	301.583.909	359.741.518	168.904.056	131.243.185	-190.837.463	-228.498.334
Hortalizas	23.653.870.665	21.813.862.484	26.631.296.022	24.033.009.724	26.769.724.102	24.564.478.861	2.736.714.379	531.469.137
Cítricos	2.094.340.435	2.696.331.663	1.468.185.221	2.086.285.773	3.074.280.182	2.775.451.630	987.994.409	689.165.857
Frutales no cítricos	3.655.457.911	2.795.075.367	2.947.437.454	3.132.656.911	2.716.740.158	2.571.186.256	-415.916.753	-561.470.655
Viñedo (uva mesa)	1.859.926.404	1.723.916.222	1.978.904.030	1.854.248.885	1.920.880.262	1.873.279.238	66.631.376	19.030.352
Olivar	58.702.630	48.179.934	111.857.148	72.913.237	49.964.522	52.763.794	-22.948.716	-20.149.443
Otros leñosos	40.982.322	22.168.932	22.958.695	28.703.316	23.948.350	17.321.062	-4.754.966	-11.382.254

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

La ponderación de las producciones con precios constantes, que corresponden a la media de los precios abonados entre 1991 y 1995, arroja resultados mucho más significativos y esclarecedores, elevando el valor de lo no producido, sobre todo en 1995. La valoración conjunta estimada de los quebrantos económicos ocasionados por este bienio de sequía en la cuenca del Guadalentín asciende a los 4.274 millones de ptas. (25.687.257,34 euros), 971 millones de ptas. de daños económicos directos en 1994 y 3.303 en 1995. Por lo tanto, queda patente la disminución de las reservas de los recursos almacenados y la agravación de la sequía hidrológica en 1995. El valor de la

producción decae un 2,7 % respecto a la media de los tres años precedentes y un 9,1 % en 1995.

Cuadro 57. Valor de producción de los distintos grupos de cultivo en regadío (cuenca del Guadalentín, Murcia) (precios constantes (Ptas.), promedio del período considerado)

Cultivos	1991	1992	1993	$\bar{X}$ (1991/93)	1994	1995	1994 - $\bar{X}$	1995 - $\bar{X}$
Cereales	548.814.267	380.431.012	417.391.526	463.012.287	185.291.729	304.201.736	-277.720.558	-158.810.551
Leguminosas	16.443.700	16.965.720	7.370.469	13.639.230	5.150.088	3.399.950	-8.489.142	-10.239.280
Tubérculos	313.368.503	276.424.656	257.499.082	282.491.700	217.962.877	153.586.160	-64.528.823	-128.905.540
C. Industriales	669.274.664	615.793.234	1.026.854.148	772.864.279	862.668.096	681.801.361	89.803.817	-91.062.918
Flores	1.195.367.712	1.709.946.744	2.149.966.940	1.664.407.074	1.189.668.700	1.246.254.680	-474.738.374	-418.152.394
C. Forrajeros	453.534.040	340.209.579	306.651.512	365.869.990	164.244.699	127.489.493	-201.625.291	-238.380.497
Hortalizas	24.341.756.847	23.584.099.814	25.320.858.391	24.427.916.271	26.288.354.932	23.774.993.136	1.860.438.661	-652.923.135
Cítricos	2.275.782.206	3.246.320.944	2.298.580.965	2.606.289.342	2.213.434.175	2.272.316.930	-392.855.166	-333.972.411
Frutales no cítricos	3.460.912.847	3.212.615.620	2.977.654.118	3.218.869.942	2.419.451.076	2.675.038.415	-799.418.865	-543.831.526
Viñedo (uva mesa)	2.161.736.060	2.138.944.436	2.300.698.515	2.201.113.713	1.545.836.502	1.521.901.755	-655.277.211	-679.211.958
Olivar	77.976.916	57.689.994	98.588.459	78.058.299	43.884.683	46.328.397	-34.173.617	-31.729.902
Otros leñosos	26.535.487	31.176.093	25.831.891	36.208.844	23.788.021	20.403.197	-12.420.823	-15.805.646

Fuente: Consejería de Agricultura y Agua, CARM. Elaboración propia.

Si se centra la observación en las pérdidas para el año 1995, el que mejor refleja los efectos de la secuencia de sequía en la agricultura de regadío, es la uva de mesa el producto más afectado con un 20,5 % de reducción económica respecto a la media 1991-93. Le siguen de cerca las hortalizas, con una disminución del valor medio producido del 19,8 %.

El cultivo de cereal en regadío muestra importantes descensos en valores absolutos, si bien representan sólo el 4,8 % de los menoscabos económicos. Otros grupos de productos herbáceos que muestran importantes descensos son los cultivos de flores y plantas ornamentales y los forrajeros, con un 12,6 y un 7,2 por ciento de los malogros en 1995.

Respecto a los cultivos leñosos, son los cítricos y los frutales no cítricos los que se ven más vulnerables ante los efectos de la sequía tras el viñedo (un 10,1 y un 16,5 por ciento del total de pérdidas).

### **11.3. Valoración global del impacto directo de la sequía sobre la producción en el sector agrícola**

La valoración de la producción a precios constantes muestra importantes descensos absolutos tanto en los cultivos de secano como en los de regadío. La importancia económica de cultivos como los hortícolas, cítricos y frutales no cítricos en regadío genera una mayor repercusión económica que los daños ocasionados en cultivos de secano, si bien estos también son considerables por la gran cantidad de superficie que ocupan en la cuenca del Guadalentín.

Durante el período de sequía, en el secano, que depende esencialmente de las precipitaciones, los daños sufridos son similares para los dos años considerados. Por el contrario, en los regadíos, el concepto de sequía se distingue fundamentalmente del caso del secano y tiene que referirse más bien a una disponibilidad de aguas de riego claramente insuficiente para atender a las demandas. Esta situación parece haberse convertido en crónica desde mediada la década de 1980, al entrar en explotación casi todas las superficies regables del trasvase y haberse producido también una expansión de regadíos fuera de ellas.

Frente a estas demandas, la disponibilidad de aguas de riego evolucionó desfavorablemente debido a las bajas aportaciones a los embalses, reducidas cantidades trasvasadas desde el Tajo y los límites que impone, tanto en cantidad como en calidad, la sobreexplotación de acuíferos. Estas circunstancias indican que el problema de la sequía en el regadío no es temporal, sino que existe un trastorno de desequilibrio hidrológico fundamental: las demandas superan a las distintas ofertas de recursos hídricos para riego.

Las reducciones de producción en los diferentes subsectores agrícolas (secano y regadío) suman, para los años 1994 y 1995, 6770,8 millones de ptas., actualmente alrededor de 40.693.327,56 euros. Esta reducción del valor producido se genera a pesar de que se observa una tendencia general a concentrar los escasos recursos de agua para riego en los cultivos más productivos y rentables. A todas estas pérdidas directas causadas por los efectos de la sequía habría que añadir los efectos indirectos que provocan en otros sectores que abastecen a la agricultura o se dotan de ella.

Evidentemente, existen también perjuicios económicos indirectos imposibles de cuantificar con mínima precisión, que derivan del incremento de los costes del agua y de los problemas que causa el deterioro de la calidad de ésta. El aumento de salinidad de las aguas para riego conlleva con frecuencia tratamientos fitosanitarios más intensivos y hace impracticables determinados cultivos. Estos perjuicios acrecientan con toda certeza los valores de pérdidas económicas anteriormente mencionados.

## 12. EL TURISMO RESIDENCIAL EN LA CUENCA DEL GUADALENTÍN: ACENTUACIÓN DEL FACTOR EXPOSICIÓN FRENTE AL RIESGO DE SEQUÍA

La globalización modifica el contexto internacional; su influjo afecta a nuestra existencia diaria. El esbozo actual de los movimientos turísticos, esencialmente en sus nuevas orientaciones y dentro del marco territorial de la Unión Europea, se explica mejor desde esa estructura general. Frente al sistema turístico tradicional cada vez cobra mayor trascendencia el turismo residencial. La cuenca del Guadalentín, que hasta el presente había participado con escaso éxito en este proceso, ha iniciado un dinámico ritmo de expansión mediante estas nuevas formas de turismo. Son heterogéneas las motivaciones que favorecen tal acontecer. Su rápido crecimiento alcanza a casi todos sus municipios. Los proyectos previstos adquieren un desmedido volumen. Tales mutaciones conllevan múltiples consecuencias de diferente naturaleza. Quizá sería más sensato reducir su ritmo de desarrollo previsto, apostando más por la calidad que por incrementar su cantidad. Parece justificado aprovechar las condiciones favorables existentes, pero no interesa hacerlo a cualquier precio; sobre todo por las limitaciones que conlleva este modelo y sus consecuencias ambientales (Serrano Martínez, 2007).

Aunque no existe una definición completamente admitida del denominado «turismo residencial» puede considerarse como tal la siguiente: *“demanda que, desplazada de su lugar de origen y residencia habitual, se aloja en asentamientos surgidos al margen de las estructura urbana tradicional, urbanizaciones turísticas, con periodos de estancias variables (vacacionista, semipermanente, entre otras) y motivaciones diversas, pero nunca relacionadas con el desarrollo de actividades laborales”* (Ramón y Taltavull, 2005). A nadie se oculta que, por su propia naturaleza, esta tipología de usos guarda una estrecha relación entre el desarrollo turístico e inmobiliario.

Todo señala, desde hace pocos años, que estamos ante un proceso de cambio que puede comportar importantes transformaciones, tanto para el conjunto del sistema productivo como en todo lo concerniente a sus implicaciones territoriales. La variedad de noticias que difunden los *media*



frecuentemente ocasionan alarmismo. Contribuye mucho a ese sesgo el hacer de estos asuntos una de las cuestiones centrales del propio debate político. Un debate que adquiere, con excesiva periodicidad, formas poco ajustadas a la realidad. Así, se publican a menudo desaciertos, se aseveran con ligereza cuestiones variopintas y se aderezan, en ciertos casos, de aseveraciones ignorantes y, posiblemente, malintencionadas. Razonar sobre tales cuestiones, reflexionando con cierto sosiego, intentando investigar la lógica de su planteamiento, los potenciales que encierra y los peligros que acechan, constituye una tarea espinosa, aunque también apasionante.

### **12.1. El modelo económico y territorial de partida**

La significación alcanzada por el turismo en el conjunto español es de sobra conocida y no son pocos los autores que señalan una importancia añadida del mismo. Vera *et al.* (1997), Aguiló (1998) y Gamir (1999), entre otros, manifiestan que, tras la contabilidad de los aspectos directos implicados en él, sus efectos multiplicadores se trasladan de forma considerable y expansiva a facetas muy disímiles de la vida cotidiana, con lo cual su importancia real es bastante mayor que la que reflejan las simples contabilidades estadísticas al uso. Evidentemente, dentro de esa dinámica, el apogeo sufrido por el turismo residencial ha sido posible percibirlo como una muestra patente de esa afirmación y renovación. Todo ello no quiere decir que no existan problemas estructurales graves, difíciles de sortear (bases productivas endebles, exiguas disponibilidades hídricas, escasas y necesitadas conexiones territoriales, sobre todo ferroviarias y aeroportuarias, infraestructuras sociales saturadas, insuficientes unidades de innovación tecnológica y centros de de investigación con aplicabilidad industrial directa, etc.) (Serrano Martínez, 2003). Interesa recordar, no obstante, que la Región de Murcia destaca como un territorio donde estas actividades representan una importancia reducida cuando se compara con otras provincias litorales cercanas (Alicante, Almería, Granada, Málaga y Baleares) (cuadro 58). Tal excepcionalidad induce a considerar que los citados problemas generan

situaciones de desenclave territorial, lo que repercute en una carencia de capitales inversores en plazas hoteleras y demás infraestructuras complementarias. En definitiva, las políticas económicas, tanto las marcadas por las autoridades nacionales como, desde los años 80 del siglo precedente, por las regionales, fuesen de uno u otro signo ideológico, no lograron hacer del turismo convencional una de sus prioridades en esta Región (Serrano Martínez, 2007).

Cuadro 58. Equipamiento turístico, plazas hoteleras. Evolución reciente

Evolución	1962	1977	1984	1996	2000	2004
Baleares	19.766	226.754	227.245	258.513	314.666	323.186
Alicante	4.962	49.091	49.693	50.093	56.783	65.698
Murcia	1.973	8.100	10.299	13.218	15.560	17.094
Almería	284	8.646	9.278	16.546	22.425	31.301
Granada	4.386	10.481	12.652	18.184	23.003	27.794
Málaga	5.856	47.155	47.684	50.396	67.865	86.702
España	162.105	798.985	835.200	1.025.208	1.315.697	1.511.592

Fuente: Serrano Martínez (2007). Elaborado a partir de datos proporcionados por el INE.

La agricultura ha sido la base esencial sobre la que se ha impulsado el crecimiento económico en el conjunto del espacio geográfico murciano. No sólo por lo que representa en sí misma, sino también como punto de partida para otras actividades derivadas (transporte, industria conservera,...).

Desde los finales del siglo XIX la aplicación de tecnologías y el desarrollo de la economía capitalista de mercado permitieron el desenclave físico del regadío y su desarrollo a escala cuenca hidrográfica, articulándose lentamente a lo largo de la primera mitad del siglo XX con magnitudes económicas de nivel nacional que pronto adquirieron proporciones internacionales, al menos con carácter de expectativas. La década de los sesenta resulta decisiva al identificarse el desarrollo del área con la aportación de recursos de otras cuencas y la apertura de mercados internacionales, iniciándose una etapa de apogeo en la que este territorio adquiere dimensiones económicas y sociales supranacionales, aunque pronto acompañadas de fuertes dificultades derivadas de la expansión inmoderada de las áreas

regadas, creciente competencia exterior, escasez de mano de obra y problemas ambientales derivados del modelo productivista.

Agudizados los conflictos de intereses alrededor del agua, que ahora se manifiestan en el conjunto del marco español, y dentro de la evolución económica general, el regadío en este territorio y en la cuenca del Segura en su conjunto ha dejado de ser objetivamente la base de la organización del territorio. Su crisis es evidente y la competencia por la disponibilidad de agua con otras actividades se ha hecho muy intensa; precisamente cuando la introducción de criterios ambientales a nivel general aconsejan, cuando menos, prudencia en su gestión.

A partir del discurso desarrollista agrario elaborado en la etapa franquista y una vez conseguida la movilización de todos los recursos de agua disponibles, la cuenca del Guadalentín ha pasado a mostrar rápidamente los rasgos más completos y extremos de las nuevas agriculturas mediterráneas regadas, favorecidos en principio por la progresiva mejora de la accesibilidad a los mercados de consumo. Pero esta ampliación es continua y tiende a extenderse hacia sectores más meridionales del Mediterráneo, en un proceso que progresa incluyendo el Magreb y países del Mediterráneo oriental (Turquía, Israel, Egipto) e incluso países africanos tropicales o del Hemisferio Sur. Las ventajas comparativas de estos nuevos proveedores (clima, salarios, disponibilidad de caudales) establecen una dura competencia con los sectores de regadío más antiguos, en una situación paralela a la competencia que en su día pudieron hacer los regadíos del Sureste peninsular español a los italianos y franceses.

Entre los aspectos positivos de esas nuevas economías agrícolas generadas aparece, en primer lugar, el aumento y diversificación de las producciones y de su exportación, contribuyendo de forma notable al crecimiento de la renta en el área y al progreso del balance económico nacional. El aumento de los puestos de trabajo, de la masa salarial y del nivel de retribuciones confirió una importante dimensión social al proceso, concretada en la elevación del nivel de vida medio en el área.

Limitadas las posibilidades de ampliación del regadío por los medios hidráulicos tradicionales, hasta los primeros años del siglo XX éstos ocupaban extensiones muy modestas, con lento crecimiento y estrictamente ceñidas a las márgenes fluviales. La situación cambia impulsada por una intensa búsqueda y captación de nuevos recursos, básicamente superficiales y muy pronto también subterráneos, fundamentada en una mecanización acelerada de su extracción (Pérez Picazo, 1997). Sin embargo, la precariedad de estas ampliaciones corre paralela a la de los caudales fluviales y sus fuertes oscilaciones interanuales, de modo que la regulación de la cuenca se convierte en una necesidad ineludible y abordable sólo desde instancias estatales; circunstancia que finalmente se concreta y articula con la creación de la Confederación Hidrográfica del Segura en 1926. De esta manera los años veinte y treinta de siglo XX son decisivos en la consolidación de un paradigma de uso del agua de carácter liberal con fuerte intervención y apoyo estatal, que supera progresivamente la escala local propia de los regadíos tradicionales y aborda el problema a nivel de cuenca hidrográfica, consiguiendo transformar profundamente la del Segura.

La evidente rentabilidad de la expansión del riego y el diseño de políticas con la finalidad de impulsarla, hacen aumentar extraordinariamente las exigencias de caudales disponibles, en unos años en que los objetivos económicos de la región se resumen en el difundido eslogan “Murcia, huerta de Europa” (Calvo García-Tornel, 2006).

Aunque el esfuerzo efectuado en el proceso de regularización de la cuenca del Segura es notable, los resultados se muestran particularmente frustrantes de cara a la disponibilidad real de recursos. En efecto, tras un intento de ordenar los riegos de la cuenca en 1932, en 1953, mediante el Decreto y Orden de 25 de abril 1953 de “Ordenamiento de la cuenca del Segura”, y a la vista de que con la construcción del hiperembalse de El Cenajo (capaz de almacenar 473 Hm<sup>3</sup>) se considera prácticamente concluida la regulación de ésta, se establece la distribución de los regadíos y sus posibles ampliaciones una vez concluido dicho reservorio, que además estimaba la posibilidad de que existieran sobrantes para dotar al menos ocasionalmente las áreas cerealistas de Lorca y Bajo Guadalentín, entre otras.

El balance que era posible hacer al finalizar la década de los sesenta, cuando la gestión de las aguas superficiales parecía haber alcanzado su óptimo, no resultaba ser totalmente satisfactorio. Sólo aquellos riegos dependientes directamente de las aguas del Segura disponían de dotaciones suficientes, en tanto que el resto eran pequeños espacios dispersos escasamente dotados o sectores de cultivos propios del secano (cereales, almendro, olivo) en perímetros de riego aleatorio con límites fluctuantes, generando la frustración de muchas expectativas ya que incluso resultó imposible dedicar dotaciones a las comarcas de Cartagena y Lorca.

Ya en 1933, en relación con la difusión del “Plan de Obras Hidráulicas”, el ingeniero D. Manuel Lorenzo Pardo advierte del desequilibrio hidrológico existente en España, esbozando a continuación la posibilidad de recurrir a caudales foráneos, aludiendo al Ebro pero centrándose en los recursos de la cabecera del Tajo y la posibilidad de derivar parte de su caudal hacia la cuenca del Segura.

Tras la Guerra Civil y el prolongado período de posguerra, el abandono del modelo autárquico y el lento proceso de liberalización de la economía española (Plan de Estabilización de 1959) supone un giro notable en el régimen del comercio español y la introducción de un nuevo sistema orientado hacia la integración en la Comunidad Europea (Serrano Sanz, 1997). Desde Murcia se asume rápidamente el discurso oficial que identifica la política de aproximación al Mercado Común Europeo con la ampliación del regadío, y en 1960 el Pleno del Consejo Económico Sindical de Murcia señala la conveniencia de *tomar en consideración el proyecto* de aportar agua desde otras cuencas, contribuyendo estas opiniones a reverdecer las ideas trasvasistas de Lorenzo Pardo, anteriormente aludidas.

A partir de 1964, año en que se constituye el Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste (provincias de Albacete, Almería, Alicante y Murcia), el trabajo de este organismo coloca entre sus principales preocupaciones la necesidad de obtener dotaciones hídricas suficientes para extender el regadío con un carácter de exportación hacia el mercado centroeuropeo (Calvo, 2006).

En 1968 se aprueba el Anteproyecto general del Acueducto Tajo-Segura, aportando sus aguas diez años después (año hidrológico 1978-1979), pero con un volumen más bien simbólico ( $64 \text{ Hm}^3$ ) para las expectativas generadas ( $600 \text{ Hm}^3$  anuales en una Primera Fase que alcanzaría los  $1.000 \text{ Hm}^3$  anuales en una Segunda Etapa). Dejando a un lado lo absolutamente irreales que fueron aquellas previsiones, ya que desde su inicio hasta 2007 la media de aportaciones por año hidrológico es de  $327,8 \text{ Hm}^3$ , su divulgación tiene un efecto inmediato sobre las iniciativas de expansión del riego, iniciándose una auténtica ofensiva de búsqueda de recursos subterráneos. Con ello se persigue tanto beneficiarse de inmediato de las oportunidades a la exportación abiertas por los nuevos mercados como evitar las expropiaciones previstas en los planes de transformación de las nuevas zonas regables, puesto que no se consideraban expropiables los sectores previamente puestos en riego (Calvo García-Tornel, 1981).

Muy pronto, sin embargo, se advierten las dificultades que plantea esta explotación y el rápido agotamiento que pueden sufrir los recursos hipogeos en determinados sectores, como ocurre en el acuífero "Alto Guadalentín", que pasa de abastecer  $8.000 \text{ Ha}$  en 1973 a  $31.275$  en 1990 (Tobarra Ochoa, 1995).

La orientación de la política de regadíos diseñada en el inicio de la segunda mitad del siglo XX y, en general, el modelo de gestión hidráulica iniciado en el siglo XIX, comienza a adentrarse en una profunda crisis durante los últimos años de esta centuria. Ante todo porque en la evolución económica general de España el papel de la actividad agrícola pierde peso rápidamente; pero también porque se desarrolla una nueva conciencia social respecto al uso del agua y, en particular, respecto a su estricta valoración como bien económico.

A partir de la década de los ochenta, el modelo de gestión del agua basado en costosas obras hidráulicas, encaminadas a allegar y transportar el máximo de recursos, deriva hacia la cada vez más extendida consideración de que la política hidráulica debe basarse en la correcta gestión y la asignación eficiente de un recurso que es evidentemente escaso. Parece con ello necesario redefinir el concepto de "interés general" en materia de aguas desde el paradigma del "Desarrollo sostenible", lo cual implica modificar la valoración

estricta del agua como recurso para el desarrollo económico y pasar a considerar también su funcionalidad en los ecosistemas, los servicios ambientales y sociales que ofrece y su valor como patrimonio vivo.

En resumen, se trata de dejar de considerar el agua como un simple factor productivo y valorarla como un activo ecosocial (Aguilera Klink, 1994). De forma consecuente se muestra necesaria la modificación del enfoque tradicional de la política hidráulica, basada en la continua expansión de la oferta del recurso, hacia otra política fundamentada en estrategias de gestión de la demanda y de conservación de la calidad, la cual incluye la protección de los ecosistemas.

Ya en la década de los setenta está claro que el discurso desarrollista agrario ha llegado a sus límites y que la expansión del regadío no está entre los objetivos prioritarios de la política económica española, a la par que la participación del sector agrario en el producto interior bruto español disminuye de forma rápida. En la Región de Murcia, aunque con menor intensidad que en el conjunto nacional, pues sustenta una importante fracción de la dotación industrial, esta evolución a la baja es también evidente (en los años sesenta el sector agrario aportaba el 18 por ciento del PIB, en los setenta desciende al 13'6, en los ochenta al 10'6, en los noventa al 8'3, y en la actualidad oscila alrededor del 6 por ciento).

El inicio del siglo XXI muestra todavía una estructura productiva en el área especializada en el sector agrario, pero que disminuye lentamente y se acompaña de una importante diversificación de sectores productivos (Vivo y Callejón, 2005). Por su parte el valor añadido bruto agrícola tiende al estancamiento e incluso al declive, en tanto que crecen espectacularmente la construcción y los servicios; la tasa de activos en la agricultura, pese a ser más alta que la media española, se coloca muy por debajo que la de cualquier otro sector de la economía regional (Calvo García-Tornel, 2006).

La búsqueda de un nuevo motor de desarrollo se reorienta, de forma temprana en el sector alicantino del Sureste ibérico, hacia el turismo de “sol y playa”, modelo que más tarde se expande hacia el sur, por tierras murcianas y almerienses. Un nuevo sector en rápido desarrollo que se apoya exactamente en los mismos elementos que estuvieron en la base del cambio agrario,

ventajas climáticas y potenciación de la cercanía a los centros emisores de turismo de masas.

A lo largo de la década de los noventa y hasta el presente, al amparo de una legislación ampliamente permisiva que favorece la valoración del ámbito rural como un espacio residual a la expectativa de urbanización, el sector de la construcción se ha desarrollado de forma extraordinaria basado en la implantación de los denominados “complejos turístico-residenciales”. Con ello se ha impulsado una urbanización difusa, con macro proyectos cuya capacidad de acogida en ocasiones duplica e incluso triplica la población de los municipios donde se instalan y que plantea numerosos interrogantes respecto a la posibilidad de atender con mínimas garantías los servicios exigibles por las nuevas poblaciones asentadas en ellos, básicamente ciudadanos de la Unión Europea jubilados (Serrano Martínez, 2007).

Esta ofensiva urbanizadora afectó en un principio a tierras litorales, sin embargo, la escasez de suelo y sus precios en este sector impulsan la ocupación de terrenos cada vez más interiores, cuyo escaso valor permite situar en el mercado viviendas de precio asequible y con márgenes de beneficio elevados.

En líneas generales, es posible advertir el paso de una economía fuertemente agrarizada, con escasos sectores industriales significativos, a la primacía casi absoluta del sector de la construcción y la búsqueda del desarrollo turístico.

El sector industrial, a pesar de contar con algunos antecedentes significativos, constituidos por los establecimientos ubicados en Cartagena de fuerte carácter sucursal, sólo consigue su mayor participación en la generación de riqueza durante los primeros años setenta del pasado siglo (Pérez Picazo, 1990). Se trata de una industria autóctona, ligera, con unidades de producción pequeñas, bastante variada en sus segmentos de producción. Ciñéndonos al área objeto de estudio, actualmente la industria no consigue ser un sector productivo sólido, tecnológicamente avanzado y abierto a la competitividad.

Por su parte, el sector servicios acumula las mayores cantidades de población activa. Dentro de este sector es el comercio y demás actividades de



intermediación las que ocupan un lugar destacado. Los transportes constituyen uno de los subsectores de servicios más relevantes, amparados sobre todo en la exportación de hortalizas y frutas en fresco. Mientras que los servicios de naturaleza pública, en sus diferentes tareas y niveles, han contribuido con especial fuerza a su ascenso durante los últimos años (Cebrián Abellán, 2004; CREM —Centro Regional de Estadística de Murcia—, varios años).

El sector de la construcción se ha sobredimensionado en los últimos años (1995-2007), las cifras confirman una clara especialización de la economía regional en esta actividad. Las causas generales que han contribuido al crecimiento destacado de este sector son las siguientes:

- a) Tasas elevadas de crecimiento económico que hacen de la construcción, tanto de la obra civil como, sobre todo, de las viviendas, se vea impulsada de manera clara (Serrano Martínez, 2006).

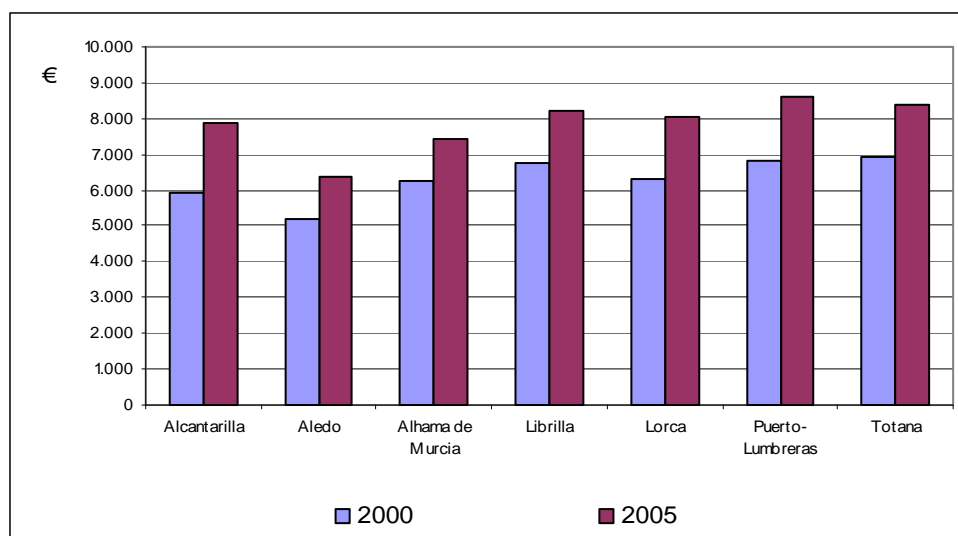


Fig. 119. Renta familiar disponible bruta per cápita. Evolución 2000-2005. Fuente: Consejo Económico y Social de la Región de Murcia. CREM (Centro Regional de Estadística de Murcia).

- b) Incremento acelerado de su población. El aumento demográfico se debe, sobre todo, a la llegada copiosa de inmigrantes foráneos. Ni que decir tiene que tal ritmo de aumento demográfico, avivado en los últimos años, desencadena un efecto inductor en las necesidades de nuevas viviendas.

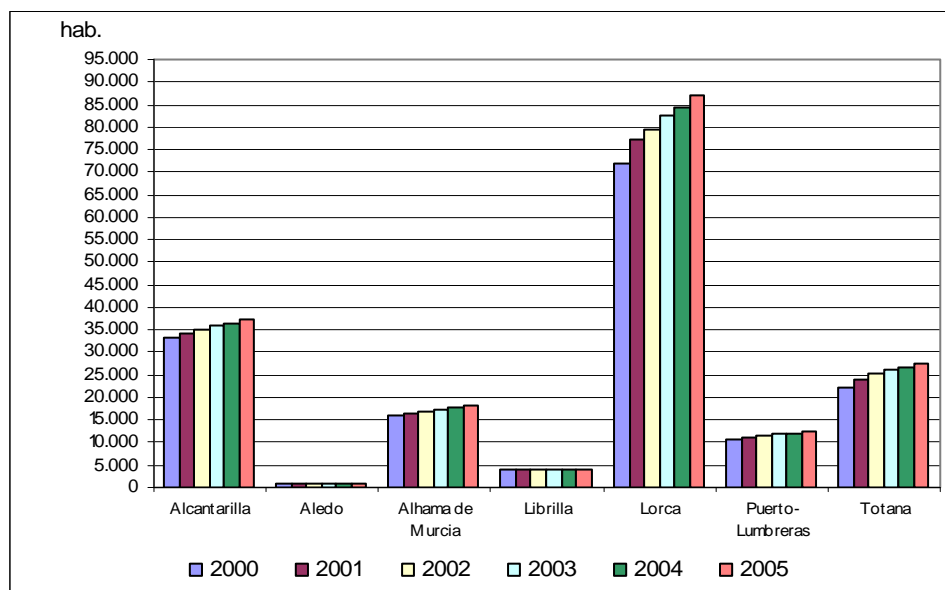


Fig. 120. Evolución reciente de la población en algunos municipios del Guadalentín (2000-2005).

Fuente: CREM (Padrón Municipal de Habitantes).

- c) Especialización creciente en turismo residencial. Ante la ausencia de otras alternativas reales, la edificación de miles de viviendas, orientadas a esa finalidad se presenta en estos tiempos como una actividad evidente, un camino prometedor, a través del cual encauzar e impulsar el devenir económico. Aunque como se analizará a continuación, este proceso no está exento de riesgos graves y complejos.

## 12.2. Hacia un modelo de desarrollo amparado en el turismo residencial

Al paso de los años el denominado turismo residencial no cesa de incrementar su significación. En general, su asombroso esplendor se debe a cambios y transformaciones intensas producidas dentro del acontecer turístico. Con el tiempo, como una evolución de su madurez, y siempre que coincidan otras circunstancias favorables, el turismo residencial se ve impulsado. Algunas de estas motivaciones tienen que ver con los siguientes aspectos:

- a) Mejoras en la accesibilidad a los lugares de ubicación. Estos progresos permiten los desplazamientos desde largas distancias, con rapidez y reducido coste económico. A modo de ejemplo, la recién

inaugurada autovía regional (RM-3) que une Totana con Mazarrón, junto con la ya en construcción autovía que conectará Alhama de Murcia con Cartagena, favorecerán la construcción de viviendas de segunda residencia —*turismo residencial*— en el Valle del Guadalentín.

- b) Consolidación progresiva del espacio europeo común como ámbito de dimensiones territoriales, demográficas y económicas de cierta envergadura mundial. La integración económica, la existencia de una moneda común, la mejora de la fluidez de las relaciones entre los países componentes y la legislación y reglamentación en proceso de homogeneización ayudan también al desarrollo de este turismo residencial.

Como activo fundamental de la nueva oferta turística cabe destacar las favorables condiciones climáticas: bonanza térmica, gran insolación diaria, etc.; en definitiva, circunstancias propicias y específicas demandadas por amplias capas de la población y que escasean en sus lugares de origen. La costa propiamente dicha no es ahora el ámbito exclusivo y central de ubicación de sus instalaciones. Conforme se ha masificado el litoral, se han ido construyendo nuevos centros residenciales en ámbitos prelitorales (Vera Rebollo, 1994). Además, la competitividad creciente que impone la mundialización es un aspecto esencial, aplicable aquí sin duda alguna. A pesar de las alzas tremendas de precios registrados por este sector —en especial en el apartado inmobiliario—, todavía representan cifras atractivas para muchos compradores, acostumbrados a pagar sumas mayores en sus territorios de procedencia, a la vez que las favorables formas de financiación existentes han ayudado a realizar operaciones de adquisición (Balmaseda *et al.*, 2002).

Lograr una oferta de escala apropiada también constituye un requisito esencial para el desarrollo del turismo residencial. Esto se ha alcanzando con exceso. Las cifras de visados de nuevas viviendas finalizadas no han dejado de incrementarse, lo que supone una mayor capacidad de alojamiento (aunque, lógicamente, no todas deben asociarse a esta finalidad de turismo residencial). Todo indica y justifica, por tanto, la plena fase de expansión de este mercado

inmobiliario sufrida, orientada en buena medida hacia ese sesgo del turismo residencial. Además, con las cifras de nuevas viviendas proyectadas (cuadro 59), no sorprende que puedan emprenderse economías de escala, con fases de promoción, venta y demás aspectos operativos, que permitan situar el producto final de modo sencillo dentro del amplio mercado hacia donde se dirige (países nórdicos, en gran medida hacia el Reino Unido).

Cuadro 59. Viviendas libres visadas en algunos municipios del Guadalentín y R. Murcia

Municipios Valle Guadalentín	2002	2003	2004	2005	2006 (ene-ago)
Aledo	10	11	10	20	18
Alhama	178	302	528	278	456
Librilla	14	78	154	129	201
Lorca	437	975	1.204	1.887	1.480
P. Lumbreras	152	277	300	439	323
Totana	251	309	315	496	380
R. Murcia	19.843	28.231	36.157	34.990	29.430

Fuente: Colegio oficial de Arquitectos de Murcia

En la medida en que existan amplias superficies de suelo, con escasas alternativas de otros usos rentables —parajes de *El Saladar* en Totana o *Las Salinas* en Alhama—, muchas se convierten en áreas de reserva, en espera de que llegue el momento propicio para orientarse hacia el uso de turismo residencial (Andrés Sarasa, 2004). Para iniciar ese camino se precisan ciertos aspectos favorables: legislación permisiva, voluntad política que lo favorezca y empresarios dispuestos a presentar propuestas concretas. Los tres parecen concurrir de forma sobrada en este territorio.

- a) *Legislación*. A pesar de que desde la firma de los acuerdos de Amsterdam y Postdam la U.E. (Unión Europea) tiene como misión el desarrollo sostenible y como una de sus prioridades asegurar “un elevado nivel de protección del medio ambiente”, en tanto que marcos de referencia, la actual ley estatal española contempla una clasificación

del suelo permisiva, de acuerdo con su consideración de urbano, urbanizable y no urbanizable (eliminando los conceptos de urbanizable programado y no programado). Otro elemento básico que permite entender mejor cuanto sucede radica en la gran capacidad de actuación que tienen al respecto las correspondientes legislaciones autonómicas (Carrasco, 2005). Por limitarnos al caso que nos ocupa, las referencias esenciales a tener en cuenta son las siguientes: la Ley 1/2001, de 24 de abril, del Suelo de la región de Murcia, que marca un punto de inflexión en la evolución de la normativa regional, abarcando por primera vez conjuntamente los títulos competenciales, el urbanismo y la ordenación del territorio, y siguiendo su propio tenor, se orientan hacia tendencias liberalizadoras del mercado del suelo. Posteriormente, la primera modificación de la ley regional del suelo se produce mediante la Ley 2/2002, de 10 de mayo, y la segunda con la Ley 2/2004, de 24 de mayo. Así, el Boletín de día 9 de diciembre de 2005 publica el Decreto Legislativo 1/2005, de 10 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 1/2001, de 24 de abril, del Suelo de la Región de Murcia, con las dos modificaciones anteriormente mencionadas. En la actualidad son el marco de referencia en las materias de urbanismo, ordenación del territorio y ordenación litoral.

Además, y dentro de esa mínima referencia básica, interesa recordar el gran protagonismo que tienen los respectivos ayuntamientos para, a través de sus PGOU (Planes Generales de Ordenación Urbana) y demás actuaciones complementarias, ser instituciones impulsoras, con notable capacidad decisoria en cuestiones del planeamiento municipal. Dada la existencia de esos tres niveles de actuación y decisión, resulta muy difícil intervenir sobre situaciones concretas.

- b) *Voluntad política*. El funcionamiento democrático refuerza las decisiones de las autoridades elegidas. En el caso concreto de la cuenca del Guadalentín basta cotejar la dimensión y envergadura de los programas diseñados en diferentes municipios de signo político disímil. No sólo

resulta difícil establecer diferencias de unos a otros, sino que, en numerosas ocasiones, los resultados prácticos realizados contradicen las doctrinas oficiales que se argumentan como referencias emblemáticas generales o de alternativas de gobierno.



Fig. 121. Artículo publicado en La Verdad Digital: <http://www.laverdad.es/murcia> (03/11/2006). Alianza entre PP y PSOE en Lorca para defender los convenios urbanísticos.

- c) *Empresarios decididos a invertir*. Las fáciles expectativas de ganancia económica han impulsado numerosos proyectos de actuación urbanística en los que la construcción de viviendas representa un aspecto esencial.

Además de la conjunción de estos tres factores determinantes para el desarrollo de la construcción de viviendas de segunda residencia, existen otros que propician en mayor medida su auge. Por un lado cabe destacar su **localización**, en pleno centro del espacio mediterráneo español. Esta situación entre las regiones septentrionales donde se han acumulado mayores

densificaciones y las meridionales que encuentran significativas dotaciones en torno a la Costa del Sol, convierten a las áreas litorales y prelitorales murcianas en un espacio estratégico, escasamente utilizado y con un gran potencial de suelo útil y óptimo clima —bonanza térmica y gran número de horas de sol—. De otro, señalar el **escaso beneficio económico** de buena parte de estas tierras que carecen de alternativas reales para ser dedicadas a otros menesteres. Tras un ciclo donde el incremento del regadío, con el ascenso creciente de las superficies dedicadas a cultivos forzados, ha sido la tónica dominante (Herin, 2003), nada impide, en teoría, que se recorra ahora un camino opuesto. Actualmente muchos agricultores ven amenazada la continuidad de sus explotaciones tras largos esfuerzos e importantes inversiones, y encuentran en estos fines relacionados con el turismo residencial una alternativa fácil con la que obtener sustanciosas plusvalías mediante su cesión. Igualmente, la nueva política hidráulica, basada en la construcción de numerosas plantas desaladoras, ofreciendo el recurso a elevados precios, ayuda bastante al *boom* que registra la edificación de viviendas orientadas hacia el turismo residencial.

En definitiva, si el contexto general, en sus escalas territoriales europea y nacional, es favorable para el auge del turismo residencial, las condiciones regionales aportan y constituyen en estos momentos toda una serie de circunstancias aún más favorables para hacer de él una realidad creciente. Pero la cuestión es si el mercado puede demandar todo lo que se le oferta, y los interrogantes en este caso son numerosos.

### **12.3. Análisis de las contingencias inmediatas**

El incremento de las viviendas secundarias en el conjunto del territorio nacional ha sido notable en las últimas décadas. En la Región de Murcia esta cifra también ha crecido. En 1950 el porcentaje regional era del 3,91% (un punto superior al promedio español), y en el último censo (2001) subía al 17,25% (1,27 puntos por encima de la media española). Todo ello viene a

confirmar la ligera especialización regional en esta dotación funcional, si bien queda varios puntos por debajo de aquellas regiones que encabezan esa jerarquía —Alicante, Baleares, etc.— (Serrano Martínez, 2004). De la misma manera, como puede verse en la figura 122, el número de viviendas libres en los municipios englobados por la cuenca del Guadalentín, en los últimos años, sigue una evolución claramente ascendente, mientras que las viviendas de protección oficial presentan una evolución opuesta.

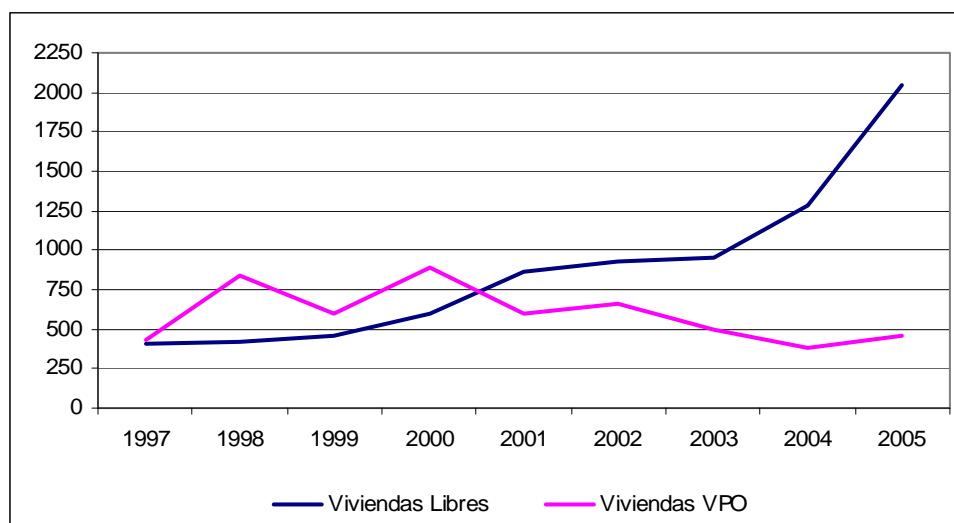


Fig. 122. Evolución de las viviendas libres visadas y viviendas de protección oficial en la cuenca del Guadalentín.  
Fuente: Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transportes. Dirección General de Vivienda, Arquitectura y Urbanismo.

Se podría advertir que una de las razones fundamentales que motiva este incremento tan considerable de visados para edificar nuevas viviendas radica en esta finalidad prioritaria en auge de construcción de viviendas dirigidas al turismo residencial.

A fin de proseguir con su análisis, nada mejor que contemplar el número y dimensión de las urbanizaciones previstas para iniciar en los próximos años (cuadro 60). Además, para que sirva de mayor aclaración, se aportan las cifras municipales de población, correspondientes a la rectificación del Padrón de 2005, junto a una previsión demográfica efectuada por el Centro Regional de Estadística de Murcia. Todo ello ayuda a comprender mejor, con más elementos de juicio, la dimensión del fenómeno abordado.



Cuadro 60. El proceso *resorts*/urbanizaciones en la cuenca del Guadalentín: estimación del número de viviendas y residentes

Municipios	Padrón 2005	Previsión 2014	Variación %	Viviendas estimadas en urbanizaciones autónomas	Residentes estimados (3 hab./vivienda)	Campos de Golf
Alcantarilla	37.536	48.707	29,6	-	-	-
Aledo	1.083	1.089	0,5	-	-	-
Alhama	18.429	40.709	120,9	30.500	91.100	6
Librilla	4.151	4.483	8,0	-	-	-
Lorca	86.856	124.946	43,8	69.730	209.190	4
P. Lumbreras	12.500	15.634	25,0	-	-	-
Totana	27.698	36.722	32,6	-	-	-
R. Murcia	1.334.371	1.824.509	36,7	308.959	938.959	61

Fuente: Serrano Martínez (2007); Díez de Revenga *et al.* (2006); La Verdad, 20 de mayo de 2006. Previsión del Centro Regional de Estadística de Murcia.

En valores globales, el conjunto del patrimonio inmobiliario existente en la Región de Murcia se ha incrementado, por término medio, como lo ha hecho el conjunto de España. Si en 1950 representaba el 2,74 % del total español, en 2001 suponía una proporción casi similar, el 2,76 %. Igualmente, si se coteja esa proporción regional y el total español con otra magnitud que puede servir de referencia, como ocurre con los efectivos humanos, estos han tenido mejor resultado en el ámbito regional, ya que en esas mismas fechas se incrementa desde el 2,68 % al 2,93 % (Serrano Martínez, 2007). Es espectacular la cantidad de nuevas viviendas previstas con la futura puesta en servicio de las nuevas urbanizaciones. Ahora bien, queda por ver si esas previsiones realizadas se llevarán a cabo o, en su caso, en qué proporción lo harán.

La dinámica seguida durante los últimos años por el sector de la construcción ha dado lugar a multitud de estudios, análisis y proyecciones, a menudo, algo desorbitadas. La confusión se acrecienta cuando desde ciertas fuerzas políticas con mayor representación y, por tanto, probable alternativa, intentan contradecir o minimizar las propuestas que los responsables municipales de gobierno ofrecen como planes a llevar a cabo (caso de Lorca). Las viviendas estimadas como realizaciones futuras no son más que el compendio de los contenidos de sus PGOU. También conviene recordar que esto hace referencia a posibilidades máximas a realizar, si todo acompaña.

Pues, en definitiva, será el mercado quien termine permitiendo su nivel y grado de realización y cumplimiento. De materializarse lo previsto, las transformaciones de la organización del sistema urbano territorial serán significativas, afianzándose una morfología urbana propia de ciudad dispersa, con los problemas que ello conlleva para los sistemas de distribución de todo tipo (en este caso del recurso agua).

La propia variedad de las mismas encierra morfologías heterogéneas y organizaciones distintas. Sin embargo, es posible advertir algunos aspectos comunes, muy frecuentes en casi todos: la construcción de un campo de golf, activo básico central. A partir de estos se organiza la construcción de miles de viviendas. Al tratarse de dimensiones elevadas, el volumen de espacio afectado abarca extensiones espectaculares. Sólo a través de un planeamiento acorde con tales premisas permite emprender la plasmación concreta de esos *resorts*. En tal sentido, el reciente incremento de la utilización de los convenios urbanísticos en la Región de Murcia debe ser motivo de reflexión. A pesar de ser esta figura una herramienta adecuada para conseguir un desarrollo ágil de los planes urbanísticos, desde finales de la década de los noventa del pasado siglo, *ha dejado de ser usada para fijar las condiciones de ejecución de los Planes Parciales para ser usada, cada vez más, para la reclasificación del suelo no urbanizable a suelo urbanizable. La problemática del uso extensivo de esta herramienta urbanística radica en los efectos de coherencia territorial de actos administrativos y contractuales entre entidades locales y promotores privados para los cuales no están definidos desde el principio los criterios o límites de tamaño y alcance territorial* (Díez de Revenga et al., 2006, p. 111). Por consiguiente, las actuaciones contempladas en estos suelen ser, a menudo, de tipo *urbanizaciones autónomas*, con dimensiones incluso superiores a los núcleos urbanos municipales. Hay quien considera esta práctica como *un uso inadecuado de los instrumentos de desarrollo urbanístico, ya que son el hilo conductor, de forma puntual, de cambios sustanciales en los escenarios planteados en los planeamientos vigentes en revisión* (Ibídem, p. 112).

#### **12.4. Inconvenientes derivados del incremento de este modelo de turismo residencial: la escasez del recurso agua**

Es oportuno considerar algunas de las cuestiones que conlleva este inusitado relanzamiento del turismo residencial en este territorio. En principio cabría citar algunas de las ventajas que reporta. Las más destacadas son:

- a) Incentivo generalizado de los servicios vinculados con este proceso (restauración, transporte, asesorías, servicios de atención personal, comercio, etc.).
- b) La desestacionalización que implica, que rompe de manera clara la fuerte concentración temporal que conlleva el desarrollo del turismo convencional.
- c) Efecto multiplicador asociado a las inversiones realizadas, en la medida en que estos sujetos se convierten en activos de ingreso, más continuados, frente a los propios asociados al mero uso (impuestos municipales, cuotas regulares de servicios, etc.).

Recientemente, la pretensión que sufre el Sureste Peninsular, con las limitaciones que se le imponen para contar con los debidos y necesarios recursos hídricos, para el mantenimiento y, en su caso, progresivo desarrollo agrario, constituye una tremenda losa que hipoteca el futuro de este sector económico, hasta ahora destacado. La disputa entre agricultura y turismo se resuelve en muchos casos a partir de la utilización del agua, puesto que, en lugares caracterizados por el déficit del recurso, sólo sistemas agrarios muy intensivos pueden soportar la competencia que plantea el turismo, a través del mecanismo de precios. La rentabilidad, en términos económicos, obtenida de los recursos de agua en el turismo es considerablemente mayor y puede pagarse a un precio que hace impracticable el mantenimiento de las explotaciones agrarias (Vera Rebollo, 2001).

Ante esta nítida realidad, aprovechar lo que puede encerrar de positivo este modelo turístico residencial es legítimo. Sin embargo, y a pesar de los numerosos aspectos positivos, interesa tener presente la siguiente cuestión: ¿durante cuánto tiempo es posible y conviene continuar con una expansión en

la edificación de estas nuevas urbanizaciones dado el ritmo que siguen? Las dudas acerca de su sostenibilidad son evidentes.

Tras el ciclo de expansión agrícola de cultivos forzados, y la escasez perentoria de agua, esta nueva opción quizás no debe ser una alternativa exclusiva. Las demandas que precisa el turismo residencial con respecto al recurso agua son destacadas, aunque puedan asumirse si procede de otras nuevas vías (desalación), asumiendo sus mayores costes (Espejo Marín, 2004).

Un hecho fundamental para la gestión del agua en destinos turísticos responde a las nuevas tendencias en el desarrollo de la actividad, especialmente los procesos de cualificación y diversificación (territorial y funcional) del producto turístico. Los efectos de nuevas ofertas en áreas especializadas (caso del golf en las áreas litorales y prelitorales), la puesta en marcha de grandes proyectos urbano-turísticos en espacios hasta ahora no afectados, o la diversificación que justifica el despegue de municipios rurales, e incluso situados dentro de espacios naturales protegidos, son realidades a valorar en la proyección de demandas en horizontes futuros. Por tanto, las previsiones de evolución de oferta y demanda y sus diferentes escenarios constituyen un dato básico para la planificación hidrológica a diferentes escalas espaciales (Morales Gil, 2001).

El consumo de agua relacionado con el desarrollo turístico y las actividades de ocio (campos de golf, piscinas, fuentes, parques...), si bien en la mayoría de los municipios murcianos están integrados en las demandas urbanas, existen algunos, en la oferta complementaria, que son suministrados recurriendo a aguas subterráneas, depuradas o desaladas (Morales Gil, 2001).

Uno de los nuevos usos del agua en el ámbito mediterráneo es el abastecimiento de campos de golf. Muchos de estos campos de golf están en zonas con escasos recursos superficiales donde las aguas subterráneas poseen un carácter estratégico. Algunas instalaciones se riegan con aguas subterráneas, aunque muchos de ellos lo hacen con aguas depuradas tratadas. Los consumos de agua en los campos de golf españoles no se conocen con precisión, aunque pueden hacerse unas estimaciones aceptables. La media de consumo de un campo de golf estándar de 18 hoyos puede situarse entre 1.500 y 2.000 m<sup>3</sup>/día en los meses de máxima irrigación, lo que totaliza entre 150.000 y 300.000 m<sup>3</sup>/año (Durán *et al.*, 2001).

El artículo 38 de la Ley de Aguas (29/1985 de 2 de agosto) fija como objeto general la planificación hidrológica para obtener un incremento de las disponibilidades del recurso, proteger su calidad y racionalizar sus usos en armonía con el medio ambiente. Este principio ha llevado al desarrollo de legislación autonómica con la finalidad de regular la posible incidencia sobre los recursos hídricos subterráneos de los campos de golf. Distintas son las posibilidades que se plantean a la hora de suministrar al golf los recursos hídricos que necesita. La legislación actual prohíbe el uso de agua potable para riego de campos de golf, ya que es poco recomendable al ser un bien escaso y de elevado coste. Los pozos son el sistema más utilizado, debiendo existir un caudal mínimo constante de 20 l/s para asegurar el suministro; el problema es la sobreexplotación de los mismos, que en áreas costeras favorece intrusiones marinas y por consiguiente implica la salinización progresiva del pozo. Atendiendo a lo dispuesto en el Artículo 47 de las *Directrices del Litoral* y a la modificación del artículo 17 de la Ley 10/2001 del PHN, se prohíbe la utilización de agua procedente de trasvases de otras cuencas para regar campos de golf, debiéndose usar exclusivamente aguas residuales depuradas o bien desaladas.

- *Consumo de agua en campos de golf y viviendas asociadas*

El consumo de agua en cada campo de golf depende del grado de eficiencia de los sistemas de riego utilizados y de otras circunstancias, como el tipo de hierba empleado<sup>20</sup>. En la actualidad son fundamentalmente dos los mecanismos utilizados para conseguir una máxima eficiencia: el diseño de la red de riego y la incorporación de sistemas de monitorización de las necesidades de los cultivos. Otro conjunto de instrumentos que permiten la optimización del recurso hídrico son los ordenadores de riego, las estaciones meteorológicas y las sondas de humedad, que en conjunto adaptan la dosis de riego a las necesidades diarias de agua de los cultivos. La función de la estación meteorológica es determinar, a partir de la temperatura, la insolación

---

<sup>20</sup> En la actualidad, un campo de golf de 18 hoyos con césped tipo *Bermuda* —el más usual— consume unos 320.000 m<sup>3</sup> de agua al año. Sin embargo, si se utilizara la variedad *Paspalum*, originaria de África, ese consumo global se reduciría a 250.000 m<sup>3</sup>. Hoy día, también se está tratando de reducir las zonas de césped de los campos plantando especies autóctonas, que necesitan menos riego. De esta forma, un campo de 55 hectáreas puede ver reducida su zona de césped a 28 sin que mermen las condiciones de juego (La Verdad, 23/10/2007).

diaria y el viento, la evapotranspiración diaria potencial, de forma que la dosis de riego se adapte a ella. Las sondas de humedad son soluciones menos utilizadas, debido a que las condiciones del suelo de un campo de golf pueden variar mucho de unas zonas a otras. El ordenador de riego recibe e interpreta los datos suministrados por la estación meteorológica y las sondas de humedad, y calcula la dosis de agua que es preciso aplicar.

Además, los actuales sistemas de riego integran satélites de mando situados en lugares estratégicos del campo, de tal forma que la dosis de agua es modificable por el operario, ante averías y roturas del sistema. Todos estos sistemas de control permiten la aproximación a los consumos teóricos de agua de un campo de golf, de forma que se puede llegar a eficiencias en todo el sistema de hasta un 90 % (Sanz-Magallón, 2005).

Al margen de la procedencia del agua, los gestores de los campos de golf deben procurar reducir al máximo este consumo utilizando todos los medios técnicos a su alcance. La Unidad Ecológica de la Asociación Europea de Golf (Committed to Green) presenta como propuestas para el ahorro de agua las siguientes: comprobar regularmente el sistema de riego con el objetivo de minimizar las fugas, utilizar en la medida de lo posible recursos hídricos alternativos que tengan menor impacto sobre el suministro de agua local y considerar la posibilidad de obtenerla por la capacidad de almacenamiento, y crear pantallas y rompevientos en lugares expuestos para reducir las pérdidas por evaporación.

Según Tapias *et al.*, (2001), la mejor forma de fijar las necesidades mínimas de agua en el suelo, manteniendo una cubierta vegetal adecuada, es mediante el control sistemático de las variaciones de humedad de las distintas zonas del campo. En la actualidad, entre los métodos disponibles, la técnica de la reflectometría en el dominio de tiempos (TDR) es la que ofrece mejores perspectivas debido a la relación existente entre la permisividad dieléctrica de los suelos y su contenido de humedad.

La cantidad de agua consumida no es la misma en toda la superficie del campo de golf. De las 50 ha. de extensión media de un campo de golf, sólo 26 corresponden a pradera verde o zona de césped, y de esa superficie sólo 2 ha. requieren un especial cuidado y mayor riego (los *greens* y los *tees*). Las calles que median entre espacios singulares suman 24 ha., en las que se pueden utilizar otras especies de césped con un menor consumo de agua. El resto del

campo, las otras 24 ha. constituyen el denominado *rough* que no requiere cuidados especiales, y es la zona en la que el riego no es imprescindible debido a que suele estar cultivada con árboles y arbustos autóctonos (Gómez-Lama *et al.*, 1994).

En cualquier caso, el consumo del campo de golf depende de su emplazamiento geográfico, del tipo de césped utilizado o del empleo de gestión del césped. Según Vera Rebollo y Torres Alfosea (1999) sobre el consumo de agua de los campos de golf pesan dos enfoques recurrentes —uno optimista y otro pesimista— sobre sus efectos, si bien el análisis de casos concretos pone de manifiesto una enorme diversidad de situaciones argumentadas en las condiciones del entorno en que se localizan y en el grado de preocupación existente por la gestión del agua.

Desde el punto de vista hidrológico, el golf puede considerarse tanto como amenaza, por la sobreexplotación de acuíferos, como oportunidad, debido a la utilización de aguas residuales. El agua es un bien escaso susceptible de uso alternativo, sin embargo, las opciones de empleo se reducen cuando se trata de aguas residuales. En el caso concreto del golf éstas pueden implicar un ahorro considerable de este recurso. A ello hay que añadir que hay aguas residuales que no son idóneas para su uso agrícola por la contaminación que aportan al fruto, y en cambio son aptas para el riego de un campo de golf (Blanquer, 2002).

Miranda y Muñoz (2007) exponen algunas razones por las que los campos de golf deberían usar exclusivamente agua reciclada:

- Acatamiento de los Decretos de Sequía, dado que cuando éstos se promulgan los campos de golf son los primeros afectados.
- Es un “seguro de vida”, ya que en mayor o menor medida siempre habrá agua reciclada, a pesar de sufrir periodos de sequía intensos y prolongados.

Las legislaciones autonómicas suelen manifestar el interés de los gobiernos regionales por una buena gestión medioambiental de los campos de golf. Insisten en la necesidad de utilizar aguas depuradas para el riego de los mismos. En cambio, no suelen existir infraestructuras básicas capaces de abastecer los campos de golf con este tipo de recursos (Espejo Marín y Cànoves Valiente, 2008).

A modo de ejemplo, el 7 de septiembre de 2005 aparece en el Boletín Oficial de la Región de Murcia (BORM. Número 206, página 19.867) la

Declaración de Impacto Ambiental de la Dirección General de Calidad Ambiental relativa al proyecto de transformación de terrenos, campo de golf y estación depuradora de aguas residuales en el paraje de Villarreal, en el término municipal de Lorca, a solicitud de Blue Lor S.L.

A los solos efectos ambientales se informa favorablemente este proyecto por parte de la Consejería de Industria y Medio Ambiente. Según la citada Consejería las aguas tratadas se destinarán a los lagos de los campos de golf, que servirán como reservorio para llevar a cabo los riegos de éstos, tal y como se indica en el Estudio de Impacto Ambiental propuesto por la empresa constructora. El requerimiento hídrico de los campos de golf tendrá que ajustarse a las necesidades reales durante su explotación, y deberá satisfacerse mediante aguas residuales depuradas hasta los niveles que establezca el Órgano de Cuenca (Confederación Hidrográfica del Segura) en su concesión y/o autorización. En las medidas específicas relativas a la EDAR., se comunica que en la reutilización de aguas residuales quedará totalmente prohibido el mezclar o diluir el agua residual depurada con agua potable para la utilización de ésta como riego, baldeo, etc.

No obstante, y a pesar de las medidas dispuestas, el 28 de junio de 2007 se publica en el BORM. (número 147, página 19.879) el Expediente APM 44/2006 de concesión de aguas subterráneas por modificación de las características de un aprovechamiento de aguas subterráneas inscrito en el Registro de Aguas de la cuenca. La Confederación Hidrográfica del Segura tramita expediente de concesión consistente en el cambio parcial del uso y destino de las aguas de dicho aprovechamiento para su nueva aplicación en uso recreativo: riego de campo de golf y jardines de la urbanización (14,47 ha) promovida por Blue Lor S.L., en Villarreal-Purias (Lorca).

Cabe apuntar, además, que ninguna de las legislaciones menciona un límite al permiso para la construcción de nuevos campos de golf. No hay tope a la construcción de este tipo de infraestructuras deportivas, asociadas en los últimos años a grandes complejos urbanísticos, que generan aguas residuales insuficientes para el riego de campos de golf dado el carácter estacional que en la mayoría de los casos tiene su uso residencial (Espejo Marín y Cànoves Valiente, 2008). Pero, además, no se detallan alternativas en casos de sequía grave.

Desde el sector profesional dedicado a la gestión de los campos de golf, en los últimos años, se promueven auditorías que certifiquen las buenas



prácticas de mantenimiento mediante una marca que acredita su calidad. La marca de garantía *Protocolo Q-Plus de Campos de Golf* se crea con el objeto de diferenciar aquéllos en los que las buenas prácticas de gestión y el respeto ambiental son un punto de referencia para cumplir eficazmente la normativa de aplicación (norma europea EN-45011).

En lo referente al uso del agua, en el cuadro 61 se exponen los puntos de control y los criterios de cumplimiento que recoge el Reglamento Técnico sobre el mantenimiento del *green, calle y tee*.

Cuadro 61. PROTOCOLO Q-PLUS CAMPOS DE GOLF  
Reglamento Técnico de riego. Mantenimiento de *green, calle y tee*

Puntos de Control	Criterios de cumplimiento
El programa de riegos se ajusta a las condiciones climáticas, a las distintas zonas de uso y a las especies cespitosas utilizadas en el campo de golf	Hay documentos justificativos de los cálculos de las cantidades de agua aportadas, que tienen en consideración variables como la E.T., CU., etc. Así como las necesidades de las distintas zonas ( <i>green, calle y tee</i> )
Se controla la cantidad de agua aportada a cada zona	Existen registros que evidencian las cantidades de agua aportadas, a partir de caudalímetros o de tiempo de riego y tipo de aspersor,...
Los riegos se aplican en los horarios más convenientes, preferentemente en momentos del día de baja ETP	Se deja constancia de las horas de riego, lo que permite comprobar que se ha realizado en los horarios más convenientes
La instalación de riego permite realizar riegos extras y de forma localizada a zonas del campo que lo necesiten ( <i>green,...</i> )	La instalación de riegos dispone de los elementos necesarios que permiten realizar riegos extras y localizados en cualquier parte del campo
Se realizan inspecciones periódicas del sistema de riego y sus elementos para controlar su eficacia y las deficiencias que puedan surgir, y así detectar con urgencia posibles averías	Se registran las incidencias encontradas en las inspecciones periódicas de la instalación de riego
Se realiza un mantenimiento preventivo del grupo de bombeo de la instalación de riego	Hay una instrucción técnica del mantenimiento del equipo de bombeo (comprobación y ajuste de fugas, comprobación de acoplamientos, etc.) y se registran las inspecciones de mantenimiento
Se realiza un mantenimiento preventivo de la instalación de riego (satélites, tuberías, aspersores, válvulas,...)	Existen instrucciones técnicas para el mantenimiento de los distintos elementos de la red de riego y se conservan facturas de piezas repuestas, comprobación de tiempos de riego, registro de limpieza de filtros, etc.
Para el riego en áreas geográficas con escasa pluviometría se tiene en cuenta la posibilidad de utilizar recursos hídricos alternativos	Existen estudios justificativos del uso de recursos hídricos alternativos en zonas de escasa pluviometría (<400 mm/año). Ej: aguas residuales, desaladas, etc. En tal caso, se conservan evidencias de su uso

Fuente: *Protocolo Q-Plus de Campos de Golf*

Vera Rebollo y Torres Alfosea (1999) señalan como dato básico de partida que el consumo de una instalación de 18 hoyos, con las lógicas variaciones de uno y otro caso, se cifra entre 300.000 m<sup>3</sup>/año (caso del litoral de Orihuela) hasta 500.000 m<sup>3</sup>/año (costa occidental de Huelva), diferencias que se explican por la disponibilidad de recursos de agua e incluso por las especies vegetales del campo. Con estos datos estiman que los m<sup>3</sup> por ha y año se sitúan entre los 9.000 y 12.000 aproximadamente, es decir, el consumo de una extensión similar de regadío (alfalfa o algodón), pero con unas enormes diferencias en generación de empleo y renta (Santos, 1998). Así, para Islantilla (Huelva) se señala que un campo de golf aporta 24 millones de euros y 1.100 empleos, mientras que esa misma extensión en regadío supone tan sólo 3 millones de euros y 167 empleos, incluso para cultivos tan competitivos como la fresa o el pimiento (Morales Gil, 1997). Hay que tener en cuenta que en bastantes casos estas instalaciones reutilizan aguas de estaciones depuradoras y que se han construido embalses para almacenar las aguas tratadas, que de otro modo se perderían.

Desde la Federación de Golf de la Región de Murcia se señala que el agua necesaria para regar un campo de golf de 18 hoyos, con una superficie aproximada de 60 hectáreas, de las que 40 son regables, asciende a 300.000 m<sup>3</sup>/año, es decir 0,3 hm<sup>3</sup>/año. La demanda de agua de los campos existentes en la Región era de 1,5 hm<sup>3</sup>/año en 2003 (Aranda y Pineda, 2003). Si se atiende al número de proyectos de construcción de nuevos campos de golf —algunos de ellos ya en ejecución— (cuadro 60), el consumo del recurso agua por éstos podría ascender en un futuro próximo a 18,3 hm<sup>3</sup>/año en la Región de Murcia, de los que, aproximadamente, 3 hm<sup>3</sup>/año se consumirían en la cuenca del Guadalentín, donde hasta ahora esta demanda era inexistente.

Pero, estas futuras demandas no son el mayor inconveniente que se presenta, sobre todo si se exige el empleo de aguas residuales. El gran conflicto que plantea el incremento de los campos de golf en este territorio no reside en su consumo de agua, sino en las miles de viviendas anejas a los mismos, lo que requiere la necesidad de planificar racionalmente la expansión de los campos de golf y de otros equipamientos turísticos en relación con la

escasez de recursos hídricos, estableciendo con carácter obligatorio el empleo de fuentes no convencionales (Rico Amorós, 2002).

Las 100.230 viviendas dedicadas a turismo residencial pronosticadas para la cuenca del Guadalentín suponen una ocupación media de 300.290 habitantes. De tal cantidad se estima un consumo mensual de 2,25 hm<sup>3</sup> (2.252.175 m<sup>3</sup>), que si se multiplica por 3 (meses considerados como ocupación media anual en una segunda residencia) vaticina un consumo de 6,75 hm<sup>3</sup>/año.

Según Gil Olcina y Rico Amorós (2007), el modelo de desarrollo urbanístico por el que se ha apostado en los últimos años ha duplicado el consumo hídrico hasta alcanzar cotas de 600 litros por habitante y día en el caso de las viviendas unifamiliares con piscina y jardín. La llamada “ciudad difusa” dispara el consumo de suelo y de agua frente al modelo compacto de capitales municipales, donde la estructura de los edificios permite una gestión más eficiente de la distribución del agua, el saneamiento y depuración. El desarrollo urbanístico de la cuenca del Guadalentín —y Región de Murcia en general— se está caracterizando por la ocupación de grandes superficies de territorio donde se han construido cientos de viviendas unifamiliares, asociadas en muchos casos a campos de golf, que obligan a construir redes de distribución de agua donde se multiplican las dificultades para detectar las fugas. En el caso de las nuevas casas unifamiliares con casa y jardín se pueden alcanzar consumos por persona y día de más de 600 litros, una cantidad que duplica a la que se necesita para núcleos de veraneo importantes como La Manga, Águilas o Mazarrón, donde la configuración urbanística se basa en bloques de apartamentos o adosados sin jardín ni piscina, que reducen el uso del agua a una horquilla que oscila entre los 150 y los 200 litros al día, según el mes.

Frente a la “ciudad difusa” cabe destacar el denominado modelo compacto. La concentración de la edificación rentabiliza de manera más eficiente las infraestructuras hidráulicas de distribución del agua potable y saneamiento, a la vez que el modelo de apartamentos y hoteles justifica una utilización intensiva del espacio urbano-turístico y contribuye a explicar la menor estacionalidad frente al resto de los destinos litorales. Parece existir, por

tanto, una buena relación entre hoteles y consumo de agua, pese a las críticas que reciben de partidos políticos y, sobre todo, grupos ecologistas. Un hotel de 3 estrellas con piscina necesita 255 litros diarios por plaza aproximadamente —cantidad en la que se incluyen todos los usos—, mientras que en establecimientos de lujo —4 y 5 estrellas— el consumo asciende a 289 litros; números éstos muy alejados de los 600 litros por habitante y día estimados para los residentes de viviendas unifamiliares con piscina (Gil Olcina y Rico Amorós, 2007).

### **12.5. Algunas consideraciones ante los nuevos productos turísticos asentados**

Considerando que el incremento del gasto de agua que determina este nuevo proceso urbanizador turístico-residencial se hace, básicamente, a costa de los recursos allegados por el Acueducto Tajo-Segura, no cabe duda de que los conflictos entre agricultores regantes y promotores-edificadores están servidos, dado que el mayor consumo urbano repercute en una merma de las disponibilidades de agua para riego. Se trata, por tanto, de conflictos espaciales y sectoriales que obligan a establecer una adecuada coordinación entre políticas económicas diversas dentro de un mismo territorio.

En esta línea se hace necesario establecer instrumentos de control mediante aprobación de leyes de ordenación del territorio que contemplen la necesidad de resolver y garantizar el abastecimiento de agua, siempre como paso previo ante cualquier cambio en el uso del suelo.

Parece evidente, ante este nuevo despegue económico-urbanístico auspiciado por las administraciones locales y autonómicas, que en un futuro reciente se justifique la construcción de nuevas infraestructuras que incrementen la oferta de recursos hídricos (nuevas desaladoras, trasvases, etc.) y el privilegio más incondicional del uso urbano y turístico del agua.

Por otro lado, ante las notables demandas de servicios públicos y de infraestructuras que genera este nuevo producto turístico, será preciso encontrar insólitas fórmulas factibles de financiación y de gestión que comporten acciones integradas y coordinadas de distintas administraciones y

del mismo sector privado, pues el papel de los Consistorios municipales no es el de proveedores exclusivos de bienes y servicios para las actividades económicas que se desarrollan en el municipio. Es por este motivo por el que los Ayuntamientos deben establecer nuevas pautas y criterios racionales para el crecimiento económico de su territorio, con la finalidad de llevarlo a cabo mediante un proceder lo más sostenible posible.

### 13. MARCO JURÍDICO Y POLÍTICO DEL RIESGO DE SEQUÍA

El marco jurídico reviste una gran importancia y es factor determinante de la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía, es decir, la existencia o no de regulaciones legales encaminadas a paliar los efectos del riesgo y su adecuación a la realidad que se pretende ordenar (Calvo García-Tornel, 1997). La política de aguas está en un momento de transición en la Unión Europea a través de la Directiva Marco del Agua<sup>21</sup>. Este nuevo marco jurídico refleja una concepción del recurso agua como elemento del que dependemos y con el que convivimos, frente a la concepción anterior que lo percibía como un mero recurso natural disponible para el desarrollo socioeconómico.

Probablemente, este cambio de concepción se debe al estado de sobreexplotación y deterioro al que hemos sometido a numerosos ecosistemas acuáticos, con la consiguiente dificultad para utilizarlos en el progreso económico o disfrutarlos en el desarrollo lúdico y emocional. Por esta razón, la finalidad primordial de la nueva política de aguas es la protección de los ecosistemas hídricos 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 año 2015.

La nueva política de las aguas ha de dirigirse tanto hacia el modelo de la sostenibilidad como al crecimiento económico, sustituyendo como función primordial el 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 sólo es posible si todos los agentes sociales se responsabilizan, y para ello la participación pública constituye un papel especialmente relevante. Pero también es necesario un cambio de modelos en esta participación, de manera que 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 el proceso de arbitraje, cuando aún todas las opciones son posibles y hasta la toma de la decisión final. Por lo tanto, la participación no puede reducirse a los afectados con

---

<sup>21</sup> 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.

intereses sociales y económicos, sino a todos los interesados y al público en general.

En esta nueva política el fenómeno 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 climáticas de duración e intensidad inusual, que no debe confundirse con la aridez o la escasez producida por la explotación humana de las aguas. Por otro lado, su gestión como riesgo natural recurrente en clima mediterráneo también tiene que ser objeto de profundos cambios. Es necesario, por tanto, que la gestión reduzca la fragilidad ante este riesgo, es decir, la cantidad de personas y bienes expuestos a los daños que produce (Olcina Cantos, 1995b). 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 acuáticos 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. Además del análisis del contenido de la Directiva Marco de Aguas respecto al fenómeno sequía, es de interés conocer las diferentes leyes de aguas articuladas para paliar los efectos de la sequía y los instrumentos legales que han dejado en el Derecho español. Del mismo modo, se analizan las medidas regionales y locales encaminadas a minimizar los impactos ocasionados por episodios de déficit pluviométrico y, en consecuencia, de desequilibrio hidrológico.

### **13.1. La sequía en la nueva estrategia comunitaria**

En el espacio geográfico europeo, la Carta Europea de Ordenación del Territorio, aprobada en 1983, estableció, entre los objetivos fundamentales de los procesos de ordenación del territorio, la gestión responsable de los recursos

naturales, la protección del medio ambiente (punto 16º) y la utilización racional del territorio (punto 17º). No obstante, en ningún momento hacía mención a la peligrosidad natural como condicionante de la planificación del territorio. Ha sido necesario esperar a la aprobación de la Estrategia Territorial Europea (ETE), en 1999, para encontrar un documento oficial para la ordenación del territorio en el espacio geográfico europeo, donde se incluyan referencias específicas a la cuestión de los extremos pluviométricos (sequías e inundaciones). En efecto, entre los «temas importantes para el desarrollo territorial europeo» se incluye un epígrafe específico a los «riesgos para los recursos hídricos» (apartado 2.4.2). La Estrategia Territorial Europea señala que sequías e inundaciones son cuestiones importantes para una gestión sostenible del territorio. Se indica en el texto de este apartado que ambos son problemas estructurales, raramente resultado del azar y por tanto efecto de una inadecuada ordenación del territorio. En la Estrategia Territorial se afirma que las experiencias vividas durante los últimos años han demostrado que no es posible conseguir una utilización eficaz y sostenible del agua ni prevenir las grandes crecidas sin integrar las medidas de gestión del agua en la ordenación del uso del suelo y del desarrollo urbano. El documento no avanza más. Se reconoce, pues, el problema y se señalan posibles soluciones generales, pero remite a la planificación a desarrollar por los estados y las regiones para plantear soluciones específicas.

En septiembre de 2000 la Conferencia Europea de Ministros responsables de ordenación del territorio (CEMAT) aprobó los Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo. En dicho documento se establecen 10 principios generales para una política de ordenación sostenible para Europa entre los que destacan dos directamente relacionados con los riesgos naturales: la reducción de las agresiones al medio ambiente (objetivo 5) y, de forma más específica, la limitación preventiva de los efectos de las catástrofes naturales (objetivo 10). En este último aspecto se indica que en el espacio europeo deberán adoptarse medidas preventivas en el marco de la ordenación territorial para limitar el volumen de los daños y hacer menos vulnerables los asentamientos humanos. Y se señala que ello incluye



medidas en materia de limitación del uso del suelo y de la edificación (Olcina Cantos, 2004).

Los principios rectores de la política de ordenación sostenible europea son los siguientes (CEMAT, 2000):

1. Promoción de la cohesión territorial mediante un desarrollo socioeconómico más equilibrado y de la mejora de la competitividad
2. Fomento del desarrollo generado por las funciones urbanas y mejora de las relaciones campo-ciudad
3. Promoción de una accesibilidad más equilibrada
4. Desarrollo del acceso a la información y el conocimiento
5. Reducción de las agresiones al medio ambiente
6. Valoración y protección de los recursos y del patrimonio natural
7. Valoración del patrimonio cultural como factor de desarrollo
8. Desarrollo de los recursos energéticos y mantenimiento de la seguridad
9. Promoción de un turismo de calidad y sostenible
10. Limitación preventiva de los efectos de las catástrofes naturales

Sin embargo, la Unión Europea carece de una directiva marco de riesgos naturales que concilie las políticas a adoptar por los países miembros en el campo de la prevención de catástrofes naturales. Y ello a pesar de que la necesidad de adopción de medidas de planificación racional del territorio se reconoce como política básica a impulsar durante los años venideros. Así se contiene en «*La segunda evaluación del Medio Ambiente en Europa*» (1998), adoptada por los Ministros europeos del medio ambiente y que ha actualizado el denominado informe Dobris de 1994. En este informe se dedica un apartado a los *Riesgos naturales y tecnológicos* (capítulo 13) y se señala que el daño originado por catástrofes de causa atmosférica es cada vez mayor en toda Europa “*a consecuencia probablemente de intervenciones humanas*”, de manera que la acción del hombre puede influir tanto en la génesis como en las consecuencias de las sequías. El incremento de la vulnerabilidad que lleva vinculado el crecimiento de la superficie humanizada a partir de la ocupación de espacios poco seguros está en el origen del aumento de los daños

económicos que se registra en el espacio europeo a consecuencia de los peligros naturales durante los últimos lustros.

Algún país europeo ha ido más allá en la gestión integral de los riesgos naturales mediante políticas concretas de ordenación territorial. Es el caso de Francia, donde la aprobación de la Ley 95-101, de 2 de febrero de 1995, relativa al reforzamiento de la protección del medio ambiente, conocida como “Ley Barnier”, ha supuesto un hito en el contexto de la normativa europea de protección del medio ambiente y un ejemplo a seguir en aquellos Estados que carecen de una normativa marco sobre peligrosidad natural. Sin embargo, esta novedosa ley se olvida de mencionar la sequía como riesgo natural. La sequía, por su carácter de riesgo no inminente, parece no tener cabida en esta y otras normativas de prevención de los riesgos naturales.

En el último informe sobre el estado del medio ambiente en territorio europeo, publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, “*Señales medioambientales 2002*”, se pone de manifiesto que en los últimos veinte años la superficie edificada de Europa ha crecido un 20%, y este hecho es muy evidente en algunos ejes de crecimiento económico europeo como el mediterráneo. Tan sólo en el sector español del Arco Mediterráneo, en el período 1992-2000, se han construido más de un millón doscientas mil nuevas viviendas residenciales con lo que ello supone de ocupación, a veces, de terrenos poco aptos para la urbanización y necesidad de dotación ulterior de agua potable. El desconocimiento, en el mejor de los casos, o la imprudencia por afán de enriquecimiento supone la implantación de usos (urbano, turístico, industrial) en el territorio poco acordes con los rasgos que presenta su medio físico.

Durante el pasado mes de mayo del 2006, el Parlamento Europeo aprobó una serie de informes que insisten en la necesidad de elaborar una estrategia europea para prevenir y paliar los daños ocasionados por las sequías. El primero de los informes, realizado por el portugués Capoulas Santos (PSE) para la comisión de Agricultura, señala las consecuencias de las sequías, entre otros riesgos con origen natural, en las zonas rurales. La Cámara afirma que las mismas acentúan la despoblación rural, agravan los problemas de erosión y desertización, dañan los ecosistemas y ponen en

peligro la biodiversidad y seriamente en riesgo la calidad de vida de las poblaciones rurales. En lo que atañe a la sequía, el Parlamento pide el establecimiento de un Observatorio Europeo para la Sequía como centro de conocimiento, mitigación y seguimiento de sus efectos.

El segundo de los informes aprobados, del que es ponente el español Gerardo Galeote (PPE), reconoce el carácter específico de catástrofes naturales como son la sequía y los incendios forestales, consecuentes estos en gran medida de la primera, en la región mediterránea, e insta a la Comisión a que adapte los instrumentos comunitarios en los ámbitos de la prevención, la investigación, la gestión de riesgos, la protección civil y la solidaridad, con el fin de mejorar la respuesta a este tipo de catástrofes. El pleno también opinó que el Parlamento Europeo debería comenzar a controlar las insuficiencias en materia de medios y equipos para luchar contra la sequía en los Estados miembros, así como todos los problemas conexos.

El tercer informe aprobado por el pleno ha sido elaborado por la portuguesa Edite Estrela (PSE) en nombre de la comisión de Medio Ambiente. La resolución pone de manifiesto que las catástrofes naturales, entre ellas los episodios de sequía, agravan los problemas de erosión, salinización y desertización, perjudican a los ecosistemas y la biodiversidad, afectan al desarrollo sostenible y ponen en peligro la cohesión social. El texto aborda de forma particular el tema de la sequía y propone que se adopten en la Unión Europea medidas destinadas a garantizar una utilización más sostenible, racional y eficiente del agua, abogando por la aplicación de principios de imputación causal (quien contamina paga, y quien usa paga). En este sentido, pide a la Comisión que presente una estrategia sobre la sequía que permita desarrollar una política europea de prevención y gestión de riesgos de sequía y que se cree un Observatorio europeo sobre la sequía.

En la nueva estrategia comunitaria se plantea, por tanto, la gestión del riesgo de sequía entendido como conjunto de criterios, plasmados en planes, normas o programas, que orientan y regulan las actuaciones y procesos de asentamiento sobre el territorio, de manera coordinada con la planificación socioeconómica y la protección de la naturaleza. La ordenación del territorio se

presenta, por ende, como un instrumento eficaz, económico y ambientalmente sostenible para la reducción de este riesgo natural.

*- La sequía en la Directiva Marco del Agua*

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. 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. 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.

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. Sólo las sequías de origen natural y carácter excepcional (persistente duración y elevada 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.

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.

*“El deterioro temporal del estado de las masas de agua no constituirá infracción de las disposiciones de la presente Directiva si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones y sequías prolongadas, o al resultado de circunstancias derivadas de accidentes que no hayan podido preverse razonablemente cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*

*a) que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose ese estado y para no poner en peligro el logro de los objetivos de la presente Directiva en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias;*

*b) que en el plan hidrológico de cuenca se especifiquen las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados;*

*c) que las medidas que deban adoptarse en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de la masa de agua una vez que hayan cesado las circunstancias;*

*d) que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y, teniendo en cuenta las razones establecidas en la letra a) del apartado 4, se adopten, tan pronto como sea razonablemente posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias; y*

*e) que en la siguiente actualización del plan hidrológico de cuenca se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las medidas que se hayan adoptado o se hayan de adoptar de conformidad con las letras a) y d)”.*

Sería conveniente, por tanto, 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: uno de los instrumentos previstos en el Programa A.G.U.A., que recoge numerosas actuaciones dirigidas a optimizar y mejorar la gestión del agua, a generar nuevos recursos (depuración y reutilización) y actualizar, definitivamente, los Registros de Aguas de las Confederaciones españolas, que quedarán interconectadas a través de un potente servicio informático, sistema clave para realizar estadísticas que posibiliten una gestión eficaz de los recursos hídricos y contribuir notablemente a agilizar la tramitación de expedientes sobre derechos del agua.

Es necesario, además, revisar el sistema de indicadores actual para que queden nítidamente diferenciados los índices 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 humana. También será necesario el establecimiento de indicadores que determinen los requerimientos ambientales en situación de sequía, según su intensidad y umbrales, que lleven aparejada la necesidad de adoptar medidas de protección para satisfacer dichas exigencias. Es igualmente preciso 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 disposiciones que 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 los mandatos a contemplar por estos planes se encuentran los de protección ambiental, que determinarán de forma concreta y progresiva una adaptación a las necesidades ambientales en los distintos grados de intensidad de sequía, unas medidas de protección adecuadas a dichas necesidades y otras de restauración de su estado para el cumplimiento de los objetivos medioambientales una vez concluya la situación excepcional. Estos planes deberán establecer órdenes concretas de fomento de la participación activa de las partes interesadas y del público en general, también de forma progresiva a la intensidad de la sequía.

### 13.2. La sequía en la Ley de Aguas española

En la Ley de 1879<sup>22</sup> se concibe 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. Así, en épocas de sequía “*extraordinaria*”, el Gobernador de la provincia podía, una vez admitida por la Comisión provincial, acordar la expropiación temporal del agua necesaria para el abastecimiento de una población, mediante la indemnización correspondiente en favor del particular. También establecía 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.

La Ley de 1985<sup>23</sup> continuó con una concepción similar, matizando que la sequía “*extraordinaria*” es un estado de necesidad, urgencia o situación anómala o excepcional, sin embargo, se amplían las facultades de la Administración ante la materialización del riesgo. Mientras que la Ley de 1879 sólo permitía la expropiación temporal del agua necesaria para el abastecimiento de una población, con la Ley de 1985 se autoriza al Gobierno a 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. Las repetidas medidas también son de aplicación a los aprovechamientos de aguas privadas aunque en estos casos la Ley habla de sequía “*grave*”. En el apartado 4º de las disposiciones transitorias 2ª y 3ª se recoge lo siguiente:

*“En todo caso, a los aprovechamientos de aguas (privadas) a que se refiere esta disposición transitoria, les serán aplicables las normas que regulan la sobreexplotación de acuíferos, los usos del agua en caso de sequía grave o de urgente*

---

<sup>22</sup> Ley de 13 de junio de 1879.

<sup>23</sup> Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas.

*necesidad, y en general, las relativas a las limitaciones del uso del dominio público hidráulico”*

Con motivo de la sequía de comienzos de los noventa del siglo XX, la Ley 9/1996 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 sancionadora en el caso de no aplicar las medidas que se adopten en caso de sequía *extraordinaria* y estados similares. Por lo que respecta a la falta de eficiencia, se 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 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. Por otra parte, en cuanto 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.

Gracias a la experiencia obtenida con la grave sequía padecida durante los años 1994 y 1995, la Ley 46/1999<sup>24</sup> 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 se 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

---

<sup>24</sup> Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.



excepcionales; 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.

La Ley del Plan Hidrológico Nacional<sup>25</sup> recoge en su exposición de motivos que “*la gestión de las sequías*” es una de las medidas que reflejan 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 insta 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. El instrumento para la gestión de sequías que establece es un *sistema global de indicadores hidrológicos* para su previsión y referencia en la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía y en los planes de emergencia ante situaciones de sequía que habrán de realizarse en el sistema de abastecimiento de poblaciones con número de habitantes igual o superior a veinte mil.

El texto refundido de la Ley de Aguas de 2001<sup>26</sup> también introduce 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 confirmadas por la Junta de Gobierno del Organismo de cuenca y de acuerdo con el Plan de ordenación para la recuperación del acuífero.

La Ley 62/2003<sup>27</sup>, 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 recoge una 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*”.

---

<sup>25</sup> Ley 10/2001, de 5 julio, del Plan Hidrológico Nacional.

<sup>26</sup> Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

<sup>27</sup> Artículo 129, término 25, objetivo e. Ley 62/2003.

*- Los instrumentos legales en la gestión de sequías*

Analizando la evolución del tratamiento del fenómeno sequía en la Legislación de Aguas puede comprobarse cómo la sociedad ha incorporado a esta Ley instrumentos jurídicos para permitir que la Administración pública pueda paliar los efectos de las sequías. Hasta ahora (2007) se percibe un predominio del intento de mitigar la catástrofe una vez materializado el riesgo de sequía, promulgando reales decretos y adoptando disposiciones apremiantes para disminuir los perjuicios producidos de forma inmediata, a corto plazo, y sin ofrecer medidas preventivas para paliar futuras catástrofes, dado que los episodios de sequía son recurrentes. Un repaso histórico de los instrumentos legales se ofrece a continuación.

Las especiales condiciones climáticas de sequía mantenidas desde 1976 hicieron necesaria la promulgación del Real Decreto-ley 18/1981, de 4 de diciembre, sobre medidas excepcionales para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, con la finalidad de dotar a la Administración de los instrumentos legales precisos para llevar a cabo una ordenación de los recursos hidráulicos de la forma más conveniente para el interés general, durante un período crítico de escasez en algunos territorios del país y para acelerar sus actuaciones directas encaminadas a incrementar los recursos hidráulicos y mejorar su aprovechamiento.

Las circunstancias que determinaron la necesidad de dicho Real Decreto-ley experimentaron poca variación en el año hidrológico 1981-82, lo que motivó la promulgación del Real Decreto-ley 25/1982, de 29 de diciembre, que prorrogaba hasta el 31 de diciembre de 1983 la vigencia de aquél, y que, tramitado como ley, dio lugar a la Ley 6/1983, de 29 de junio. Tras un año hidrológico 1982-83, con pluviometría también inferior a la media, la situación de las reservas de agua siguió deteriorándose, resultando ser, con muy singulares casos de excepción, menores que las que había habido el año anterior, lo cual hizo necesario ampliar por doce meses más la vigencia de las normas excepcionales reguladas por la referida Ley 6/1983.

La mejora de la pluviometría durante el año hidrológico 1983-84 en la mayor parte del territorio nacional aconsejó que la prórroga de las medidas

excepcionales, reguladas por la citada Ley de 1983, se limitase a aquellas zonas en que seguía persistiendo la escasez de recursos hidráulicos: Confederaciones Hidrográficas del Júcar, Segura y Sur de España, así como las provincias de Baleares, Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife. La Ley 15/1984, de 24 de mayo, estableció en su artículo 3. las normas necesarias para regular la ejecución de las obras de alumbramiento y captación de aguas subterráneas para la regulación integral de la cuenca del Segura, entre otras actuaciones consideradas de interés general.

La sequía que venía afectando de forma continuada desde finales de 1991 a gran parte de España, especialmente al SE Peninsular, había alcanzado en el año hidrológico 1994-1995 extremos de inusitada gravedad. En amplias extensiones de esta región climática, entre ellas la cuenca del Guadalentín, las precipitaciones habidas hasta el momento habían sido del orden de 150-200 milímetros frente a una precipitación en un año normal superior a 350 milímetros.

El Gobierno había venido adoptando todas las medidas a su alcance desde el primer momento en que pudo apreciarse la gravedad de esta situación meteorológica; así, a partir de principios de 1992 y hasta el final del período seco, se aprobaron dos Reales Decretos (Real Decreto-Ley 8/1993 y Real Decreto-ley 2/1994) que articulaban medidas contra la sequía para dotar a los Organismos de cuenca de los recursos hidráulicos que estaban previstos en el artículo 56 de la Ley de Aguas. Asimismo, se aprobaron cinco Reales Decretos-leyes de ayudas económicas y sociales al sector agrícola, y en coordinación con las Comunidades Autónomas, el Gobierno invirtió una cantidad del orden de 360,5 millones de euros en infraestructuras específicas para mejorar y asegurar el abastecimiento de las principales ciudades y comarcas afectadas por la sequía.

En el Real Decreto-Ley 8/1993, de 21 de mayo, se habían adoptado ya decisiones, en este marco legal, con el propósito de mantener la estructura productiva de las explotaciones de regadío, mediante la aplicación de dotaciones de agua para riegos de socorro, en el caso de cultivos permanentes, previas las reservas mínimas necesarias para el abastecimiento al consumo humano. Estos riegos, caso de persistir las actuales condiciones,

se seguirán produciendo en el futuro con la cadencia que permitieran los condicionamientos impuestos por la prioridad del consumo humano antes señalada.

Igualmente, y con el propósito de favorecer los ingresos o reducir los gastos en las explotaciones de las áreas afectadas, se habían desarrollado actuaciones tendentes a lograr una aplicación de las ayudas a las rentas, previstas en la Política Agrícola Común (PAC), adecuada a las excepcionales circunstancias de déficit hídrico. Asimismo, por lo que se refiere a las ganaderías de bovino y ovino, se gestionó la concesión anticipada de las primas correspondientes, en el caso de las explotaciones de las áreas afectadas.

En cuanto a la reducción de gastos, se consiguieron las pertinentes autorizaciones para poner a disposición de los ganaderos afectados, cereal-pienso, a bajo coste, y con pago aplazado.

Con la independencia de estas actuaciones, de carácter excepcional y de gran repercusión económica y financiera para las explotaciones de las áreas afectadas, se instrumentaron las siguientes medidas:

- a) Mantener la estructura productiva de las explotaciones que puedan tenerla en riesgo.
- b) Reducir los flujos de gasto, de carácter financiero, fiscal y laboral de las explotaciones de las áreas afectas.
- c) Crear opciones de empleo alternativo a los trabajadores agrarios eventuales en los que pueda incidir la disminución de la actividad productiva de las explotaciones de las referidas áreas; en particular las que, de manera habitual, se dedican a cultivos intensivos en mano de obra.

En relación con el objetivo de reducir los gastos de las empresas agrarias afectadas, entre otras medidas, se establecieron moratorias para las obligaciones de pago de las amortizaciones de los préstamos y créditos, que vencieran dentro de los doce meses siguientes a la entrada en vigor de la norma, tal como ha venido sucediendo en situaciones asimilables a la presente, y reguladas, entre otros, por los Reales Decretos-leyes 4/1987, de 13 de

noviembre; 5/1988, de 29 de julio; 6/1989, de 1 de diciembre, y 2/1993, de 15 de enero.

Igualmente, merecen señalarse las medidas establecidas para la modificación del Plan de Empleo Rural, a efectos de su ampliación, así como las relativas a las condiciones a requerir a los trabajadores eventuales, incluidos en el Régimen Especial Agrario de la Seguridad Social, a efectos de posibilitar su acceso al subsidio de desempleo, a tenor de las circunstancias excepcionales de sequía que concurren en el presente año agrícola.

Al objeto de sufragar las actuaciones extraordinarias que así lo requerían, el Gobierno puso a disposición de estas actuaciones un conjunto de recursos financieros adicionales a los contemplados en los Presupuestos Generales para 1993, en forma de créditos extraordinarios.

El Real Decreto-Ley 8/1993 establecía en su artículo cuarto la condonación del pago de las cuotas y recargos devengados por el Impuesto sobre Bienes Inmuebles, afectos a las explotaciones agrarias, situados en las zonas afectadas por la sequía. La compensación a favor de los Ayuntamientos de los beneficios fiscales señalados se haría efectiva en base a lo dispuesto en el artículo 9.2 de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de las Haciendas Locales y, a tenor de lo regulado en el artículo 81 del texto refundido de la Ley General Presupuestaria, siguiendo el procedimiento que en la Orden de 22 de febrero de 1994, por la que se desarrollaba el Real Decreto-Ley 8/1993, de 21 de mayo, en relación con la compensación de los beneficios fiscales a los ayuntamientos afectados por la sequía.

La persistencia de las adversas condiciones climáticas durante el invierno del año hidrológico 1993-94 recomendaron adoptar medidas que ayudaran a paliar los efectos producidos por la escasez pluviométrica, especialmente desde el punto de vista económico, en las explotaciones de riego. Surge así el Real Decreto-Ley 2/1994. En su artículo 1. (Moratorias en el pago de tarifas de utilización de agua), el pago de las tarifas de utilización de agua, diferido hasta 1994 por el artículo 3.3 del Real Decreto-ley 8/1993, de 21 de mayo, quedó aplazado hasta 1995. El Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente determinaría, a partir de 1995, el sistema de

amortización plurianual de las deudas acumuladas por las moratorias aplicadas a las tarifas de las diferentes campañas de riego de este período.

La disminución de ingresos que, para las Confederaciones Hidrográficas afectadas, puede resultar como consecuencia de dichos aplazamientos sería compensada en su integridad por una transferencia de fondos a realizar con cargo al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. En su artículo 2. se autorizó una transferencia de hasta 10 hectómetros cúbicos de volumen de agua durante 1994 desde el embalse de Almanzora en la cuenca hidrográfica del Sur hasta los regadíos meridionales de la cuenca hidrográfica del Segura, para compensar el déficit de riego.

El Real Decreto-ley 6/1995, de 14 de julio, por el que se adoptaban medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía, se constituyó en el instrumento normativo necesario y adecuado para el cumplimiento de esos objetivos. En su virtud, en uso de la autorización contenida en el artículo 86 de la Constitución, a propuesta del Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 14 de julio de 1995, se dispusieron los siguientes artículos:

Artículo 1. Modificación excepcional y transitoria del caudal del río Tajo establecido en la Ley 52/1980.

1. El caudal del río Tajo establecido en el párrafo tercero de la disposición adicional primera de la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura, se podrá reducir hasta tres metros cúbicos por segundo.
2. El período de vigencia de la modificación a que se refiere el apartado anterior comenzará el día de la publicación de este Real Decreto-ley y finalizará el 30 de septiembre de 1996, último día del año hidrológico 1995-1996.
3. Los recursos hídricos que se generen en el sistema Entrepeñas-Buendía como consecuencia de lo dispuesto en el apartado 1, se

asignarán por el Consejo de Ministros prioritaria y fundamentalmente para el abastecimiento de poblaciones, tomando en consideración las necesidades existentes, sus prioridades y urgencias y las previsiones para el siguiente bienio hidrológico.

Artículo 2. Modificación del artículo 109 de la Ley de Aguas. Se añade un nuevo párrafo al apartado 2 del artículo 109 de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, con la siguiente redacción:

«La comisión reiterada de infracciones muy graves, en los territorios y momentos en que haya sido declarada por el Gobierno la aplicación de las medidas previstas en el artículo 56, podrá ser sancionada por el Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente con la caducidad de la concesión del infractor».

Artículo 3. Modificación del artículo 63 de la Ley de Aguas. Se modifica el artículo 63 de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, que quedará redactado del siguiente modo:

1. Las concesiones podrán ser revisadas: a) cuando se hayan modificado los supuestos determinantes de su otorgamiento, b) en casos de fuerza mayor, a petición del concesionario, y c) cuando lo exija su adecuación a los Planes Hidrológicos.

2. Asimismo, las concesiones para el abastecimiento de poblaciones y regadíos podrán revisarse en los supuestos en los que se acredite que el objeto de la concesión pueda cumplirse con una menor dotación o una mejora de la técnica de utilización del recurso, que contribuya a un ahorro del mismo.

A estos efectos, las Confederaciones Hidrográficas realizarán auditorías y controles de las concesiones, a fin de comprobar la eficiencia de la gestión y utilización de los recursos hídricos objeto de la concesión.

3. Sólo en el caso señalado en la letra c) del apartado 1, el concesionario perjudicado tendrá derecho a indemnización, de

conformidad con lo dispuesto en la legislación general de expropiación forzosa.

4. La modificación de las condiciones concesionales en los supuestos del apartado 2 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 la Disposición transitoria única se autoriza una transferencia anual de hasta 10 hectómetros cúbicos de agua desde el embalse de Almanzora, en la cuenca hidrográfica del Sur, hasta los regadíos meridionales de la cuenca hidrográfica del Segura, con efectos hasta el 31 de diciembre de 1996.

La persistencia de la sequía obligó, no obstante, a tomar otra serie de medidas extraordinarias que debían ser acometidas con la máxima urgencia si no se quería comprometer gravemente el abastecimiento en 1996 de una población próxima a los diez millones de habitantes. Entre esas medidas excepcionales destacaban:

- Con carácter extraordinario y validez limitada hasta el 30 de septiembre de 1996, se autorizó la reducción temporal y provisional del caudal establecido por la Ley 52/1980 para el río Tajo a su paso por Aranjuez, como forma de poder reducir sin afecciones significativas los desembalses de Entrepeñas-Buendía y de garantizar un uso más racional de los recursos hídricos existentes en la cuenca del Tajo.
- También con carácter excepcional se autorizaron determinadas medidas extraordinarias que se consideraban imprescindibles si se quería garantizar la eficaz gestión de los recursos hídricos tan gravemente escasos en estas circunstancias de prolongada e intensa sequía. Esas medidas se materializaban en la posibilidad de castigar con la caducidad de sus concesiones a quienes persistieran en la comisión de infracciones muy graves. Además se preveía la posibilidad de revisión de las concesiones para obtener un mejor



aprovechamiento de los recursos hídricos, de acuerdo con el principio de economía del agua recogido en los artículos 13.1 y 48.4 de la Ley de Aguas.

- Finalmente se articularon determinadas medidas excepcionales hidrológicas de carácter transitorio para la transferencia de caudales desde el río Almanzora, que ya fueron previstas en el Real Decreto-ley 2/1994.

La gravísima sequía que afectaba desde hacía cuatro años a gran parte de las regiones meridionales de España acarrió que los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Segura fueran prácticamente inexistentes, con la consecuente imposibilidad de desarrollo de la producción agrícola de regadío e incluso el riesgo de la pérdida de considerables extensiones de cítricos y otros frutales no cítricos. Todo ello supuso una afección social y económica extraordinariamente grave en la Región de Murcia y Alicante, que pudo alcanzar caracteres catastróficos de no haberse aportado un mínimo de recursos hídricos (55 hectómetros cúbicos) a través del acueducto Tajo-Segura. La cabecera de la cuenca del Tajo se hallaba también afectada por la situación de sequía, lo que repercutía en los recursos disponibles en el sistema Entrepeñas-Buendía. Ello motivó la aprobación del Real Decreto-ley 6/1995, de 14 de julio, que, al reducir el caudal establecido en la Ley 52/1980 para su circulación por el río Tajo con fines no consuntivos, permitiría una mayor acumulación de recursos hídricos con los que hacer frente con mayor garantía a una hipotética prolongación de la sequía.

Un 70 % aproximadamente de estos nuevos recursos permitiría reforzar la garantía del abastecimiento suministrado a unos 2.000.000 de personas por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, objetivo fundamental previsto en el artículo 1.3 del mencionado Real Decreto-ley. La parte restante de estos recursos, equivalente a 31 hectómetros cúbicos, aun habiendo sido generados por una reducción del caudal predestinada fundamentalmente a garantizar abastecimientos humanos, se destinaron a resolver el problema de riego planteado en la Cuenca del Segura. Además, éstos fueron complementados con los obtenidos gracias a una reducción de 24 hectómetros cúbicos en los

abastecimientos que Murcia y Alicante recibían por el acueducto Tajo-Segura. Por otra parte, para hacer frente a esta persistente sequía, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente acometió la realización de diversas obras y actuaciones de carácter hidrológico destinadas a asegurar el abastecimiento de agua a numerosas poblaciones y a paliar en lo posible los gravísimos efectos de la sequía. Por su número e importancia, la ejecución de dichas obras supuso un coste muy cuantioso, que rebasaría las disponibilidades presupuestarias de ese Departamento ministerial.

La prolongada sequía que de forma continuada persistía produjo como efecto directo una situación sin antecedentes en cuanto al nivel de las reservas hídricas de los embalses de Entrepeñas, Buendía y Bolarque, de los que se alimenta el acueducto Tajo-Segura, infraestructura básica para el suministro hídrico a importantes aprovechamientos en el Sureste español. Esta situación extrema era fuente de problemas territoriales que podían y debían evitarse, mediante la adopción de determinadas medidas de mejora en el régimen de uso del mencionado acueducto. Por otra parte, la complejidad del proceso de planificación hidrológica y las prescripciones contenidas en las mociones aprobadas por las Cortes Generales (Acuerdos del Congreso de los Diputados de 22 de marzo de 1994 y del Senado de 28 de septiembre de 1994), habían exigido un análisis más profundo del futuro Plan Hidrológico Nacional, pero también habían demorado su aprobación definitiva. Este retraso en la promulgación de la norma legal que debía aprobar aquél, hacía necesario afrontar con carácter de urgencia la regulación de determinadas actuaciones y medidas para la mejora de la utilización del acueducto Tajo-Segura mediante una normativa específica: RDL 8/1995, de 4 de agosto, por el que se adoptaban medidas urgentes de mejora del aprovechamiento el trasvase Tajo-Segura.

La potencialidad del acueducto Tajo-Segura como vertebrador territorial del Sureste de la Península Ibérica debía ser reforzada, no sólo para superar la situación coyuntural de sequía, sino para paliar parte del problema estructural de desequilibrio hídrico. En este sentido, la Comisión de Infraestructuras y Medio Ambiente del Congreso de los Diputados adoptó una resolución por

unanimidad, el 14 de marzo de 1995, en la que se solicitaba expresamente del Gobierno la presentación de un proyecto de ley para mejorar la explotación del acueducto Tajo-Segura. La evidente urgencia en la adopción de las medidas adecuadas para obtener dicha mejora, incrementada por la extrema sequía que en esos momentos padecían las tierras surestinas, hacía necesario un Real Decreto-ley para conseguir un acortamiento, vital en esos momentos, del tiempo que había de transcurrir hasta la promulgación de la norma. Con las medidas establecidas en el Real Decreto-ley 8/1995 se pretendía incrementar el rendimiento de las infraestructuras existentes con su utilización para resolver los graves problemas de abastecimiento urbano y mejorar al mismo tiempo el sistema de aporte al Parque Natural de la Tablas de Daimiel desde el acueducto Tajo-Segura. De este modo, con la presente norma se posibilitaba el trasvase a La Mancha de hasta 50 hectómetros cúbicos anuales y se creaba una reserva de hasta 3 hectómetros cúbicos por año para atender demandas de abastecimiento menores en las inmediaciones del acueducto Tajo-Segura. Todo ello exigía la modificación parcial de la normativa reguladora del acueducto Tajo-Segura sin alterar los 600 hectómetros cúbicos de volumen máximo anual trasvasable de una cuenca a otra, fijados por las normas en vigor, exigiendo asimismo el establecimiento del régimen económico aplicable al uso de las nuevas infraestructuras.

Las explotaciones agrícolas y ganaderas que venían desarrollando su actividad en condiciones de sequía prolongada, tanto por lo que se refiere a los cultivos y aprovechamiento de secano como a los de regadío, vieron mermadas sus producciones considerablemente. Con el fin de paliar, en la medida de lo posible, los efectos de la sequía sobre la marcha normal de las explotaciones afectadas se habilitaron un conjunto de medidas en el marco de las posibilidades que ofrece la Política Agraria Común en relación con las ayudas directas a los cultivos herbáceos, en secano y en regadío. Asimismo se gestionó la puesta a disposición de los ganaderos de cereal y pienso en condiciones económicas tales que permitieran reducir o contener los costes de alimentación de la ganadería, con perspectivas al alza a causa de la reducción de las cosechas esperables. No obstante, resultó preciso adoptar un conjunto

complementario de medidas dirigidas a mantener la estructura productiva de las explotaciones y de las cooperativas agrarias de producción y comercialización, aligerar las cargas financieras, fiscales y laborales a que se veían comprometidas, promover la obtención de recursos financieros alternativos a los ingresos derivados de la actividad productiva habitual, así como coadyuvar a que, dentro de los plazos habilitados por la normativa nacional y comunitaria, se adelantasen los pagos correspondientes a los regímenes de ayuda a las rentas previstos por la PAC y los correspondientes a las indemnizaciones a que tenían derecho las explotaciones acogidas a las líneas de los seguros agrarios, a cuyo fin se habilitaba un crédito extraordinario en favor de la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA).

Además de las actuaciones diseñadas para ayudar a afrontar los efectos de la sequía en el ámbito de la empresa agraria, se precisó también atender al problema que se derivaba de la falta de empleo para la mano de obra eventual de las áreas afectadas por la misma. A este respecto se instrumentaron medidas tendentes a generar opciones de empleo alternativo, mediante la inversión en obras de infraestructuras, y a regular las condiciones requeridas para que se pudieran obtener prestaciones por desempleo. Con el fin de mejorar las condiciones de aprovechamiento y gestión del agua en las áreas afectadas por la sequía, se desarrolló la Ley 8/1996, de 15 de enero. Mediante la habilitación de un crédito extraordinario se realizaron un conjunto de obras de infraestructura hidráulica y, por otro lado, se declaró de interés general un conjunto de obras necesarias para corregir el déficit hídrico y consolidar y modernizar determinados regadíos. Igualmente, para promover la participación de los usuarios en las tareas de mejora y modernización de los regadíos tradicionales, con vistas al ahorro de agua, se introdujeron modificaciones en la legislación sobre ayudas a las comunidades de regantes.

Por otra parte se procedió a la ampliación del ámbito territorial establecido en el Real Decreto 134/1994, de 4 de febrero. En relación con la condonación del pago del Impuesto sobre Bienes Inmuebles, la Ley establecía la compensación a favor de los Ayuntamientos que tuvieron que concederla, conforme a las previsiones que figuraban en la Ley de Presupuestos Generales

del Estado para 1995. Independientemente del contenido de esta Ley, el Gobierno solicitó de las Instituciones de la Unión Europea el establecimiento de una ayuda directa con cargo a los fondos comunitarios para las hectáreas de cultivos leñosos y cabezas de ganado afectados por la sequía, para paliar la disminución de ingresos que la misma había originado en las explotaciones agrarias.

El Gobierno que venía adoptando una serie de medidas a su alcance desde el primer momento en que pudo apreciarse la gravedad de esta situación climática, desde principios de 1992 y hasta 1996, había aprobado dos Reales Decretos que articulaban medidas contra la sequía para dotar a los organismos de cuenca de las facultades especiales de administración de los recursos hidráulicos que estaban previstas en el artículo 56 de la Ley de Aguas, y se habían autorizado otros cinco Reales Decretos-leyes de ayudas económicas y sociales al sector agrícola. Además de todo ello, y en coordinación con las Comunidades Autónomas, el Gobierno había invertido una cantidad del orden de 420 millones de euros en infraestructuras específicas para mejorar y asegurar el abastecimiento de las principales ciudades y comarcas afectadas por la sequía. La persistencia gravísima de la sequía obligaba, no obstante, a tomar otra serie importante de medidas extraordinarias que debían ser acometidas con la máxima urgencia si no se quería comprometer gravemente el abastecimiento en 1996 de una población próxima a los 10.000.000 de habitantes. Por todo ello se hizo imperativa la adopción de las siguientes medidas excepcionales (de acuerdo con la nueva ley que se promulgaba: Ley 9/1996, de 15 de enero):

- Con carácter extraordinario y validez limitada hasta el 30 de septiembre de 1996, se autorizó a la reducción temporal y provisional del caudal establecido por la Ley 52/1980 para el río Tajo a su paso por Aranjuez, como forma de poder reducir sin afecciones significativas los desembalses de Entrepeñas-Buendía y de garantizar un uso más racional de los recursos hídricos efectivamente existentes en la cuenca del Tajo.

- También se articulaban determinadas medidas excepcionales hidrológicas de carácter transitorio para las transferencias de caudales desde el río Almanzora que ya fueron previstas en el Real Decreto-Ley 2/1994.

Con la promulgación de esta nueva Ley 9/1996, de 15 de enero, finalizaba el angustioso capítulo de medidas urgentes establecidas para paliar los efectos provocados por el bienio más seco del siglo XX (1994-1995). Tras una fase pluviométrica normal (1996-1999), de nuevo la penuria de lluvias durante el año hidrológico 1999-2000 provoca la publicación de un nuevo Real Decreto para la adopción de medidas de carácter urgente para mitigar los efectos provocados por la sequía y otras adversidades climáticas: el Real Decreto-Ley 8/2000, de 4 de agosto.

La evolución climática del año agrícola 1999-2000 se caracterizó por una acusada falta de precipitaciones durante el primer trimestre, unida a inusuales temperaturas altas en el mes de febrero, lo que produjo una situación de sequía en gran parte del territorio nacional, que afectó tanto a las actividades productivas agrarias de secano, como a las de regadío, debido, en este caso, al importante déficit en el volumen de agua embalsada. Sin embargo, las abundantes precipitaciones que se sucedieron durante la primavera del 2000 provocaron un cambio ostensible en el desarrollo de los cultivos y de los pastos, mejorando notablemente las perspectivas productivas agrarias con carácter general. No obstante lo anterior, las condiciones climáticas del primer trimestre produjeron daños irreversibles, con carácter localizado, en algunas Comunidades Autónomas, y la situación de sequía persistía en los territorios de las Islas Baleares y Región de Murcia, que no se vieron favorecidas por las precipitaciones indicadas, lo que agravaba considerablemente el grado de afectación y la incidencia negativa en la economía agraria y del medio rural de estos territorios.

La escasez de precipitaciones perjudicó especialmente a los agricultores cuyos cultivos no tenían cubierto el riesgo de sequía en la regulación vigente y, sin embargo, habían suscrito pólizas para otros riesgos asegurables (lluvias

torrenciales, granizo y heladas), lo que hizo necesario establecer indemnizaciones paliativas de los daños ocasionados, no acogidos a la cobertura del seguro agrario, por causas ajenas a su voluntad. Igualmente, la economía de las explotaciones de ganadería extensiva en los territorios afectados por la sequía, al carecer de sistemas de aseguramiento específico contra este riesgo, resultó gravemente afectada, ya que la falta de pastos y forrajes obligó a los ganaderos a realizar desembolsos extraordinarios para la alimentación del ganado. Por ello, se estableció una línea de préstamos de interés bonificado en apoyo de la ganadería extensiva y, en su caso, de las explotaciones agrarias con pólizas en vigor de seguro agrario, afectadas por la sequía o por otras adversidades climáticas no previstas en las condiciones de aseguramiento.

A título excepcional, dado el carácter inicial y experimental de la cobertura del riesgo de sequía por el seguro agrario, que se acababa de implantar en el cultivo del almendro, se contemplaba, con carácter general, la acogida de los daños ocasionados por la sequía en este cultivo a la línea de préstamos de interés bonificado anteriormente citada, aun cuando el titular de la explotación no hubiese suscrito la nueva póliza de cobertura del riesgo de sequía en dicho cultivo leñoso. Además, con el fin de reducir el flujo de gastos de naturaleza fiscal y laboral en las explotaciones agrarias afectadas por las adversidades climáticas, se contemplaban medidas dirigidas a reducir la fiscalidad que gravaba a estas explotaciones, así como moratorias sin interés en los pagos a la Seguridad Social.

Uno de los últimos mandatos publicados ha sido el Real Decreto Ley 10/2005, de 20 de junio, por el que se adoptaban medidas urgentes para suavizar los daños producidos en el sector agrario por la sequía y otras adversidades climáticas. La evolución climática del año agrícola 2004-2005 se caracterizó por un acusado déficit de precipitaciones, de tal manera que en muchas zonas del territorio nacional se registró la más baja pluviometría conocida en muchos lustros. Esta situación de sequía especialmente intensa afectó, en muchos casos, a la nascencia y el normal desarrollo de los cultivos de secano, así como a los cultivos de regadío bien por insuficiencia del agua

embalsada para atender la demanda de riego, bien por la fuerte reducción de las reservas en los acuíferos que proporcionan el agua de riego. También la falta de precipitaciones tuvo efectos nocivos en los cultivos leñosos, que se han sumado en muchas áreas a los ya ocasionados por las heladas primaverales.

Particularmente desfavorable fue la incidencia de la sequía climática en la ganadería extensiva, en la que la ausencia de lluvia impidió el desarrollo de los pastos que constituyen la base de su alimentación, por lo que se tuvo que recurrir a la compra de alimentos sustitutivos, piensos y forrajes, y, en determinadas zonas (cuenca del Guadalentín), al transporte de agua para el ganado, lo que ha incrementado de manera notable los costes de producción. Es preciso señalar que la insuficiente floración derivada de la sequía tuvo una singular incidencia en la apicultura que, con mayores gastos de alimentación, tendrá descensos acusados de producción de miel y de polen, en unas circunstancias de mercado especialmente desfavorables para estos productos.

Las extremadas condiciones climáticas de sequía que padeció este año el sector agrario español, sobre todo en el SE Peninsular, amenazaron la viabilidad económica de muchas explotaciones agrarias y su propia pervivencia como unidades productivas, lo que afectó seriamente a la economía de las comarcas agrarias y al desenvolvimiento de otros sectores de actividad económica relacionados con la agricultura. En consecuencia, para posibilitar la continuidad de la actividad productiva de las explotaciones agrarias que sufrieron los efectos de la sequía, el Gobierno consideró necesario adoptar un conjunto de medidas, con carácter inminente, destinadas a minimizar las consecuencias de esta importante adversidad climática, en el marco de la necesaria cooperación con las comunidades autónomas afectadas.

Si bien es cierto que el Plan de seguros agrarios combinados, subvencionados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y, en su caso, por las Administraciones autonómicas, constituyó la referencia obligada en la lucha contra las adversidades climáticas, la extraordinaria incidencia de esta sequía aconsejó la adopción de medidas, a título excepcional, que complementasen la acción de los seguros agrarios en orden a aminorar los



serios quebrantos ocasionados en la economía de las explotaciones agrarias afectadas. En este orden de ideas, se estableció una línea de préstamos de mediación del Instituto de Crédito Oficial (ICO) con dos modalidades, una de intereses bonificados, y otra reservada a situaciones de excepcional gravedad en ámbitos territoriales y producciones agrarias limitados, en la que se preveían, además, subvenciones a las amortizaciones de principal. Asimismo, se establecían medidas dirigidas a adecuar las cargas tributarias a la capacidad adquisitiva de los titulares afectados y a flexibilizar el cumplimiento de las obligaciones de pago a la Seguridad Social, así como a eximir a los titulares de las explotaciones de regadío afectadas por la sequía de los pagos derivados de la utilización del agua de riego.

Con el fin de reducir el impacto negativo de la sequía en los regadíos y mejorar las condiciones de aprovechamiento y gestión del agua, se pronosticó la realización imperiosa de determinadas obras hidráulicas para la modernización y mejora de los regadíos existentes en las zonas afectadas que posibilitaran considerables ahorros en las dotaciones de agua necesarias para regadío. A tal fin, se declararon de interés general numerosas obras que se realizaron en el marco de previsiones del Plan nacional de regadíos aprobado por el Real Decreto 329/2002, de 5 de abril. Entre estas obras destacaban, en la cuenca del Guadalentín, la modernización de regadíos en la comarca de Los Vélez, términos municipales de Vélez Rubio, Vélez Blanco, Chirivel y María, en la provincia de Almería, con 2.037 has afectadas y 3.220.000 euros de presupuesto, y la electrificación e instalación de un sondeo de sustitución, impulsión, recogida de pluviales, ampliación de embalse regulador y arquetas de puesta en riego por goteo, en la Comunidad de Regantes de Puerto Lumbreras (provincia de Murcia), con 1.023 has de superficie afectada y 1.031.000 euros de presupuesto. Además, para atender las necesidades de agua de las explotaciones ganaderas en régimen extensivo, en las que se agotaron sus fuentes de suministro habituales, se anunció la construcción de abrevaderos o puntos de suministro de agua y, en su caso, la mejora de los realizados con motivo de anteriores sequías.

Al año siguiente surge el Real Decreto-Ley 9/2006, de 15 de septiembre, por el que se acordó la realización de otra serie de medidas perentorias para atenuar los daños producidos por la sequía, que continuaba azotando al SE español, en las poblaciones y en las explotaciones agrarias de regadío. Las escasas precipitaciones habían dado como resultado que algunos territorios tuvieran acusados problemas para el suministro de agua, tanto para los abastecimientos a poblaciones, como para las explotaciones agrícolas y ganaderas, por lo que fue necesario adoptar determinadas medidas extraordinarias y de urgente necesidad. La persistencia de la sequía aconsejó reducir el impacto negativo en los regadíos y obligó a mejorar la gestión del agua buscando, principalmente, un ahorro de la misma. Para ello se manifestó la realización de determinadas obras hidráulicas para la modernización y mejora de los regadíos perjudicados. Con ese fin, se declararon de interés general obras que se están realizando en el marco de las previsiones del Plan Nacional de Regadíos aprobado por el Real Decreto 329/2002, de 5 de abril. Igualmente, fue conveniente conceder un año más la exención de las imposiciones relativas a la disponibilidad de agua para riego, con la adición de igual medida para la de los abastecimientos afectados por la escasez de recursos. Se retrasó, además, la desaparición de las tarifas eléctricas específicas para riegos agrícolas prevista en el Real Decreto 809/2006, de 30 de junio, por el que se revisaría la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2006, con el fin de compensar el incremento de costes del suministro de electricidad a los regadíos que se había producido por la escasez de agua.

El agravamiento de la situación obligó a realizar en la cabecera del Tajo una reserva estratégica por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, mediante contratos de cesión de derechos de agua, que originó un imprevisto e importante desequilibrio presupuestario en sus operaciones comerciales. Consecuentemente fue necesario restablecer su normalidad económica mediante las exenciones de las exacciones correspondientes a los gastos fijos y variables de funcionamiento de la tarifa de conducción de las aguas, correspondientes al año 2006. Los mismos motivos aconsejaron la prórroga del Real Decreto-Ley 15/2005, de 16 de diciembre, de medidas urgentes para la

regulación de las transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas, ya que había revelado como un instrumento útil para la reasignación voluntaria de derechos de agua. Se prorrogó también la vigencia de los Reales Decretos 1265/2005, de 21 de octubre, y 1419/2005, de 25 de noviembre, por los que se adoptaron medidas administrativas excepcionales para la gestión de recursos hídricos en las cuencas del Júcar, Segura y Tajo, y Guadiana, Guadalquivir y Ebro, respectivamente.

Finalmente, se ha establecido el Real Decreto 598/2007, de 4 de mayo, por el que se regula la concesión directa de ayudas para paliar las consecuencias de daños excepcionales por condiciones climáticas adversas, ocurridas en el año 2006, que han afectado a la producción de uva de mesa en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, y al aprovechamiento de pastos en distintas comunidades autónomas. En este caso, la producción de uva de mesa de la Región de Murcia, correspondiente a la campaña 2006-07, se vio seriamente afectada por las lluvias persistentes que tuvieron lugar en diversos momentos de la campaña, de forma especial en la primera semana de noviembre que, unidas a las condiciones de alta temperatura y humedad, provocaron daños excepcionales en un número muy significativo de explotaciones dedicadas a la producción de uva de mesa. Estas condiciones en la fase final de la campaña dieron lugar a la aparición generalizada de rajado de bayas y a la proliferación de podredumbre ácida y otras podredumbres secundarias, con presencia de *botrytis*, originando las consiguientes pérdidas de la cosecha en aquellas variedades próximas a la madurez.

Sin embargo, la sequía estuvo presente en diferentes comarcas de las Comunidades Autónomas de Andalucía, Aragón, Islas Baleares, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura y Región de Murcia, que han ocasionado daños excepcionales en las explotaciones extensivas. Los daños registrados han afectado principalmente a los cereales de invierno y a los pastos aprovechados por el ganado en régimen de pastoreo. Por tanto, la campaña agrícola del 2006 registró un desigual desarrollo de los pastos y de otros sistemas forrajeros utilizados para la alimentación del ganado extensivo, de tal forma que, en ciertas comarcas (cuena del Guadalentín), se verificaron

pérdidas extraordinarias en cuanto a la disponibilidad de alimento para los animales, lo que originó un impacto negativo sobre la renta de las explotaciones. Dada la tipología de las pérdidas que se registraron y las coberturas contenidas en el seguro de pastos incluido en el sistema de seguros agrarios, se constató una falta de cobertura por el seguro agrario en determinadas áreas. Teniendo en cuenta que las pérdidas anteriormente mencionadas tuvieron lugar como consecuencia de las condiciones climáticas adversas (sequía), que los daños producidos en las explotaciones afectadas revisten las condiciones para ser considerados como desastres naturales y que, por las circunstancias que han concurrido en la presentación de dichas pérdidas, no se encuentran amparadas por el sistema de seguros agrarios, se consideró necesario compensar a los agricultores y ganaderos por los daños extraordinarios que afectaron a las explotaciones de uva de mesa de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y a las explotaciones ganaderas extensivas de las diversas comunidades autónomas.

Igualmente, considerando las razones de interés público, económico, social y humanitario, y la necesaria compensación para los agricultores y ganaderos de los daños producidos en sus explotaciones, que afectaron gravemente a sus rentas, así como las especiales características de las ayudas que se regulan en este real decreto y la necesidad de amparar las situaciones originadas, se justifica la regulación de esta línea de ayudas en régimen de concesión directa, con carácter excepcional y de acuerdo con lo previsto en el artículo 22.2.c) de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones.

La regulación legal de la planificación hidrológica parece haber prestado poca atención al riesgo de 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, no obstante, la Ley del Plan Hidrológico Nacional si la recoge entre las materias a tener en cuenta en la revisión de dichos planes, por lo que sería lógico que los planes hidrológicos de cuenca hicieran alguna mención a este riesgo natural. Los diferentes planes hidrológicos de cuenca no han sido uniformes en el

tratamiento de la sequía, algunos han dedicado una mayor atención, como es el caso del Plan hidrológico de cuenca del Ebro<sup>28</sup>, que la trata en la asignación de recursos disponibles en el horizonte de diez años y en la protección del Delta del Ebro, o el caso del Plan hidrológico de cuenca del Guadalquivir<sup>29</sup>, que considera la sequía en la regulación de los caudales ambientales, la protección de las aguas subterráneas y establece criterios de actuación en situación de sequía, entre otros; o simplemente ni siquiera la mencionan como en el caso del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura<sup>30</sup> (La Calle Marcos, 2007).

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

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. 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

---

<sup>28</sup> PHC Ebro (Orden 13-08-1999, BOE 16-09-1999).

<sup>29</sup> PHC Guadalquivir (Orden 13-08-1999, BOE 27-08-1999).

<sup>30</sup> PHC Segura (Orden 13-08-1999, BOE 27-08-1999).

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; la de limitar o condicionar los usos de las aguas para garantizar su explotación racional, y la de sustituir el origen de los caudales concedidos para garantizar la asignación de las aguas de mejor calidad a los abastecimientos.

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

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. Las repetidas medidas también son de aplicación a los aprovechamientos de aguas privadas. 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. Por último, la Ley establece ante el incumplimiento reiterado de estas medidas un régimen sancionatorio agravado.

Recientemente, se ha aprobado la Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los Planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias, como es el caso de la cuenca del Segura, donde queda inserta la subcuenca del Guadalentín.

Como se ha mencionado anteriormente, la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, recoge en su artículo 27 las bases de la gestión planificada de las sequías. El apartado 1 de dicho artículo establece que 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. Dicha declaración implicará la entrada en vigor de Planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía. El apartado 2 del mismo artículo encomienda a los Organismos de cuenca la elaboración de dichos planes, en los ámbitos de los planes hidrológicos de

cuenca correspondientes, y que los mismos incluirán las reglas de explotación de los sistemas y las medidas a aplicar en relación con el uso del dominio público hidráulico. Los citados planes, previo informe del Consejo del Agua de cada cuenca, se remitirán al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación.

Atendiendo a estos requerimientos, la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, en el año 2006, desarrolló un sistema global de indicadores hidrológicos que permite prever las situaciones de sequía y que sirve de referencia general a los Organismos de cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía. Asimismo, los Organismos de cuenca han redactado, para sus respectivos ámbitos, propuestas de «Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía» siguiendo, para alcanzar su integración ambiental, el procedimiento previsto en la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

La propuesta de cada Plan es el resultado de un proceso de elaboración que se inició con la redacción y sometimiento a consulta pública del Documento Inicial, exigido por la Ley 9/2006, por el que cada Organismo de cuenca, como órgano promotor, comunicaba a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, como órgano ambiental, el inicio del proceso de redacción del Plan, exponiendo los parámetros básicos del plan: objetivos, ámbito de aplicación, aproximación al diagnóstico ambiental y territorial, efectos ambientales previsibles, alternativas de actuación y de medidas y criterios estratégicos para el desarrollo de la evaluación ambiental y estratégica del Plan.

Como resultado del proceso de consulta pública del Documento Inicial, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental elaboró un Documento de Referencia, fijando los criterios para la redacción del Informe de Sostenibilidad Ambiental de cada Plan.

A partir de este documento, cada Organismo de cuenca redactó la versión preliminar del Plan y el Informe de Sostenibilidad Ambiental exigido por la Ley 9/2006, sometiendo ambos documentos a información y consulta pública entre el 13 de noviembre de 2006 y el 14 de enero de 2007, anunciado en el Boletín Oficial del Estado del 8 de noviembre de 2006. Asimismo, en los casos de las cuencas hidrográficas compartidas con Portugal, los planes fueron



sometidos a consulta internacional a través del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación y de los cauces habituales establecidos por el Convenio de Albufeira.

Teniendo en cuenta las alegaciones presentadas en este proceso de consulta pública, se han introducido modificaciones en las versiones preliminares de los Planes, dando lugar, como resultado final, a la propuesta de planes especiales de sequía. Las propuestas de Plan, que incorporan los resultados del proceso de información y consulta pública desarrollado de acuerdo con la citada Ley 9/2006, fueron remitidas a los miembros de los Consejos del Agua de cada cuenca, que fueron convocados durante los días 12 y 14 de marzo de 2007 para informar sobre la propuesta de Plan Especial. Como se establece en el artículo 27 de la Ley 10/2001, los Planes Especiales, una vez informados por el Consejo del Agua de cada cuenca, se han remitido al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación.

El precedente análisis de los instrumentos jurídicos que permiten a la Administración nacional llevar a cabo una gestión de la sequía, más como crisis que como riesgo potencial, ha de completarse con el estudio de las normas legales introducidas por la Administración regional y local.

### **13.3. El riesgo de sequía en el Sistema de Seguros Agrarios Combinados**

El desarrollo de los Seguros Agrarios en España, en su configuración actual, tiene como base las peculiares condiciones agroclimáticas que la Península Ibérica y los territorios insulares ofrecen a la producción agraria. En efecto, situada en la confluencia del Atlántico y el Mediterráneo, la Península presenta climas adecuados para una producción agraria muy variada, pero como contrapartida y seguramente condicionados por su especial configuración y elevada altitud media, los factores climáticos son de una variabilidad extrema. Esta variabilidad es la responsable de que a las sequías, a veces de duración plurianual, sucedan inundaciones que arrasan materialmente los cultivos o que a épocas de heladas o pedriscos intensos se sigan otras con golpes de calor que hacen inútil el esfuerzo de todo un año de trabajo.

En estas condiciones de producción no es raro que a lo largo de nuestra reciente historia, en que la población rural representaba una gran parte de la población total, se hayan vivido situaciones sociales muy convulsas que han seguido prácticamente el ritmo de las oscilaciones climáticas, traducidas por las cosechas. Esta repercusión del clima sobre la producción agraria, y de ésta sobre la población que vivía de ella, está en el origen de la búsqueda de instrumentos con los que paliar los efectos devastadores del clima sobre los ingresos de las familias dedicadas a la actividad agraria, con el fin de evitar sus enormes fluctuaciones, generadoras de incertidumbre y abandono de la actividad, cuando no de problemas sociales que abocaban a la ruptura de la cohesión que toda sociedad necesita para su normal desarrollo (Ayala Carcedo *et al.*, 2003). En ese sentido, durante todo el siglo XIX y principios del XX los Gobiernos pusieron en marcha actuaciones paliativas, con posterioridad a la ocurrencia de los daños. Pero su carácter discrecional y su excesiva tardanza en la aplicación concreta de los recursos que se ponían a disposición de los agricultores y ganaderos, hicieron ver que estas medidas resultaban poco eficaces y no podrían ser el instrumento apropiado y, desde luego, no el único con el que abordar los problemas que las condiciones de producción imponían a las economías de las explotaciones agrarias españolas.

Medidas de carácter técnico —transformaciones en regadío para paliar las sequías— se han desarrollado en España y aún se seguirán desarrollando, pero estas medidas no cubren todo el territorio productivo ni evitan siempre el fatal desenlace del riesgo, por lo que se ha hecho imprescindible ir a la búsqueda de soluciones interdisciplinares que de manera reglada, y no discrecional, fueran capaces de hacer llegar a los afectados por condiciones climáticas adversas, los recursos económicos suficientes para mantenerse en actividad, en el momento en que los precisan. La solución propuesta, desde los inicios del Siglo XX, fue la de los Seguros Agrarios por entender y comprobar que era la más apropiada al fin que se perseguía: evitar las fluctuaciones que, sobre los ingresos, generaban las pérdidas de las cosechas, proporcionando indemnizaciones en tiempo y forma predeterminados.

Durante todo el Siglo XX se desarrollaron en España, casi a razón de uno por década, sistemas de aseguramiento agrario de carácter privado,

público o mixto, siendo éstos últimos —y, en particular, el actualmente vigente— los que más adecuadamente se ajustan a los propósitos perseguidos. En efecto, las iniciativas de aseguramiento de carácter privado tienden, en defensa de sus legítimos intereses, a atender a clientes de bajo riesgo o a riesgos muy específicos, de cuya incidencia se tiene una amplia información y experiencia. Esto hace que a través de la iniciativa privada, en el aseguramiento agrario, no haya sido posible, ni en España ni en ningún país, universalizar la protección.

En sentido contrario, las iniciativas de aseguramiento de carácter público, en su afán generalizador, no han podido mantenerse por mucho tiempo en condiciones de prestar el servicio demandando con la suficiente solvencia económica. En España, después de numerosos intentos fallidos, se llega, en 1978, a concebir un sistema mixto que da cabida al interés privado, de asegurados y aseguradores, y al interés público, del conjunto de la sociedad, que pone de su parte recursos técnicos y económicos, para preservar un sector agrario que ejerce su actividad en condiciones difíciles y que es soporte de una dieta reputada como una de las más saludables del mundo (Ley 87/1978 de 28 de diciembre de Seguros Agrarios Combinados).

Este sistema tiene vocación de universalización del Seguro abarcando todos los cultivos y todos los riesgos derivados de adversidades no controlables por los agricultores y ganaderos, y así se viene desarrollando desde su puesta en marcha, en 1980, acentuando cada vez más su carácter universal, en cuanto a riesgos y producciones, si bien diferenciando zonas, según su mayor o menor propensión a la siniestralidad, con la consiguiente repercusión en el coste del Seguro.

En el año 1980, primer año de aplicación del Sistema, el seguro tenía una gran similitud con muchos de los sistemas que en la actualidad existen en otros países comunitarios, es decir, prácticamente solo se garantizaban los daños ocasionados por el pedrisco y el incendio y el riesgo de helada, con carácter experimental, en cítricos. Desde ese momento se comenzaron a realizar los estudios de viabilidad previstos, de tal forma que en la actualidad podemos decir que se cubren la totalidad de los riesgos de la naturaleza, si

bien, como se comentará posteriormente, no todas las producciones pueden ser aseguradas contra todos los riesgos.

La relación de riesgos actualmente asegurables incluye los siguientes fenómenos naturales:

Producciones agrícolas		
Pedrisco.	Sequías.	Enfermedades derivadas de factores climatológicos no controlables.
Helada.	Siroco.	
Incendio.	Golpe de calor (asurado).	Imposibilidad de recolección por causas climatológicas.
Viento.	Lluvias torrenciales.	
Inundaciones.	Lluvias persistentes.	

Producciones ganaderas		
Accidentes.	Problemas relacionados con el parto.	Las consecuencias económicas derivadas de algunas enfermedades como Tuberculosis, Brucelosis, Perineumonía o EEB.
Muerte o sacrificio de urgencia.	Sacrificios por pérdida de la capacidad productiva.	
Ataque de animales Salvajes.	Nacimiento de terneros muertos.	Muerte por ciertas enfermedades.
Inundaciones.		
Incendios forestales.		

En los Planes de seguros se incluyen diferentes líneas de seguro, que pueden clasificarse en seis modalidades de protección:

- Seguro Combinado de Daños, el más común, donde se incluyen los riesgos básicos (pedrisco, inundación, lluvia torrencial, incendio, helada y viento huracanado). La sequía, sorprendentemente, no se considera como un riesgo con origen natural esencial.
- Seguros Integrales —donde sí se incluye el riesgo de sequía—, que garantizan un rendimiento medio a cada agricultor en base a su situación geográfica.

	Se garantizan los daños producidos por cualquier riesgo natural, susceptible de producir daños no controlables por el asegurado, de acuerdo con el siguiente procedimiento:
Riesgos amparados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se garantizan los daños directos producidos por el Pedrisco y el Incendio en cada parcela de la explotación.</li> <li>Los restantes riesgos (Sequía, Heladas, Asurado, Inundaciones, Lluvias torrenciales, Vientos, etc.) se cubren como diferencia entre la producción garantizada en el conjunto de las parcelas de la explotación y la producción final obtenida en la misma.</li> </ul>

Producciones que disponen de este tipo de seguro	Sólo disponen de esta modalidad de seguro algunas de las producciones cultivadas en secano: cereal de invierno, leguminosas para grano y viñedo (en Rioja y Lanzarote).
Coberturas	Habitualmente el porcentaje de cobertura es del 65% para todos los riesgos, excepto para los riesgos de Pedrisco e Incendio que es del 100%.
Umbral mínimo de daños y Franquicias	Variable según riesgos: Pedrisco e Incendio: Franquicia relativa del 10%. Los restantes riesgos: Franquicia absoluta del 35%.

- c) Seguros de Rendimientos —los de más reciente introducción en el sistema de seguros—, que presentan como aspecto más destacado el garantizar a cada asegurado un rendimiento personalizado, establecido a partir de la información que se dispone de los rendimientos históricos obtenidos en la explotación del propio asegurado. La aplicación de esta modalidad de seguro sólo es posible llevarla a cabo en producciones para las que se dispone de dicha información, por ello, en la actualidad, solo las principales producciones extensivas desarrolladas en régimen de secano disponen de este seguro.

Riesgos amparados	<p>Se garantizan los daños producidos por cualquier riesgo natural, susceptible de producir daños no controlables por el asegurado, de acuerdo con el siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se garantizan los daños directos producidos por el Pedrisco y el Incendio en cada parcela de la explotación.</li> <li>• Los restantes riesgos (Sequía, Heladas, Asurado, Inundaciones, Lluvias torrenciales, Vientos, etc.) se cubren como diferencia entre la producción garantizada en el conjunto de las parcelas de la explotación y la producción final obtenida en la misma.</li> </ul>
Producciones que disponen de este tipo de seguro	<p>Disponen de esta modalidad de seguro las principales producciones cultivadas en secano: cereal de invierno, leguminosas para grano, girasol, colza, olivar, viñedo de vinificación, almendro y remolacha azucarera.</p> <p>También disponen de un seguro experimental de estas características zonas frutícolas de especiales características.</p>
Coberturas	El porcentaje de cobertura es del 70% para todos los riesgos, excepto para los riesgos de Pedrisco e Incendio que es del 100%.
Umbral mínimo de daños y Franquicias	Variable según riesgos: Pedrisco e Incendio: Franquicia relativa del 10%. Los restantes riesgos: Franquicia absoluta del 30%.

- d) Seguros para Producciones Pecuarias (no incluyen el riesgo de sequía).
- e) Seguros para Producciones Acuícolas.

Riesgos amparados	Agua dulce: se cubren las consecuencias de <u>acontecimientos meteorológicos excepcionales</u> , contaminación química, rayo, avenida e inundación. Hay garantía adicional para enfermedades bacterianas, viróticas y parasitarias.
Producciones que disponen de este tipo de seguro	Disponen de esta modalidad de seguro las producciones de trucha
Coberturas	La cobertura es del 100%.
Umbral mínimo de daños y Franquicias	La franquicia es variable según especies y modalidades, pudiendo llegar al 20%.

- f) Seguros de Costes Fijos para Organizaciones de Productores y Cooperativas, diseñados para hacer frente al conjunto de sus costes fijos (mano de obra, amortizaciones, energía, etc.) cuando, a consecuencia de los diferentes riesgos amparados por el sistema de seguros, los productores integrados en las mismas sufran pérdidas en sus producciones que den lugar a una reducción significativa de la producción que recibe la Organización para su comercialización.

Riesgos amparados	Los mismos riesgos amparados en las pólizas formalizadas por los agricultores pertenecientes a la Organización.
Producciones que disponen de este tipo de seguro	Disponen de esta modalidad de seguro los frutales, cítricos y viñedo.
Coberturas	El 100% de los costes fijos asegurables.
Siniestro indemnizable	Según el grado de aseguramiento, el 25 o 30%, de la producción total asegurada por los socios de la Entidad.
Umbral mínimo de daños y Franquicias	Franquicia absoluta del 20%.

Entre las perspectivas de futuro del sistema español de seguros combinados se encuentra el reto de completar la cobertura contra todos los riesgos climatológicos. En este sentido, se ha avanzado enormemente en los últimos años con la inclusión de riesgos como la sequía o las lluvias

torrenciales y persistentes. Pero se debe continuar con estudios que permitan dar una cobertura global contra el conjunto de riesgos climáticos, completando las necesidades de protección de los agricultores.

Como consecuencia del elevado grado de desarrollo alcanzado en los últimos años, posible por el permanente proceso de perfeccionamiento a que se encuentra sometido, el sistema español de seguros agrarios destaca entre los sistemas de garantía existentes en los países de la Unión Europea. Para lograr el importante desarrollo alcanzado ha sido necesario el concurso de múltiples voluntades y circunstancias. Entre los principales elementos que han favorecido de manera decisiva a este desarrollo sobresale la extensión de la cobertura del seguro a diversos riesgos. Uno de los factores que contribuyó al fracaso de los sistemas de aseguramiento puestos en marcha en nuestro país, a lo largo de muchos años, fue la incapacidad de las entidades aseguradoras para ofrecer a los agricultores otras coberturas diferentes al pedrisco o el incendio. Con la puesta en marcha de la vigente Ley de seguros agrarios se ha procedido a ampliar la protección del sistema al conjunto de riesgos climáticos que afectan a las producciones agrarias, integrando el seguro para el auxilio ante daños por sequía en pastos y el seguro para la cobertura de sequía e incendio en apicultura.

#### **13.4. El riesgo de sequía desde la Protección Civil**

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias, dependiente del Ministerio del Interior, ha elaborado una serie de textos y normas legales para prevenir determinados riesgos naturales (riesgo de inundaciones, riesgo sísmico y volcánico e incendios forestales) y minimizar su impacto una vez concretados éstos en desastres. Respecto al riesgo de sequía, este organismo sólo ha desarrollado y publicado una serie de consejos útiles a realizar en situaciones de sequía:

- Revisar el estado de las tuberías, para evitar las pérdidas por averías.
- Cerrar ligeramente las llaves de paso de su vivienda para disminuir el caudal que sale por los grifos.

- Almacenar agua y hacer acopio de líquidos sustituibles: aguas minerales, refrescos, etc.
- Ahorrar consumo en las labores de limpieza del hogar y de utensilios.
- Sólo utilizar la lavadora y el lavavajillas cuando esté completa la carga. Procurar recuperar el agua de las mismas y emplearla en usos que no sean de posible contagio.
- Usar el inodoro sólo por motivos imprescindibles. Podría introducirse botellas o similares en la cisterna, para reducir su capacidad y ahorrar consumo.
- Evitar regar las plantas y jardines.
- Procurar no tener el grifo abierto constantemente mientras realiza las labores de higiene y aseo personal; el lavabo se puede utilizar taponando el desagüe, siendo suficiente con una tercera parte de su capacidad.
- Es preferible ducharse a bañarse, y abriendo el grifo sólo cuando se proceda a eliminar el jabonado.
- Evitar los ejercicios físicos que causen gran fatiga y sudoración.
- Cuidar sus ojos, pues pueden verse afectados por una atmósfera seca.
- Si el agua que consume no es de suministro controlado, ni envasada, hervir durante quince minutos antes de beber.
- Vigilar el perfecto estado de conservación e higiene de sus alimentos.
- El agua del lavabo, de la vajilla y otros utensilios de cocina, debe ser tan segura como la bebida.
- La sequía afecta a todos los sectores en general (población, agricultura, ganadería, industria, servicios sanitarios, turísticos y sociales) de una forma negativa.
- Las ciudades sufren considerablemente la escasez de agua, debido a la concentración de población y a los altos consumos producidos por las industrias y servicios.
- Intensificar la cloración del agua en piscinas y lugares proclives a sufrir contaminación.
- No bañarse en lugares donde el agua pueda estar contaminada.



- Las autoridades velarán en todo momento por la salubridad pública estableciendo, en cada caso, las correspondientes ayudas y controles epidemiológicos.

Además de esta serie de consejos, el organismo hace referencia a la posible aparición de una serie de circunstancias obvias en situaciones de sequía:

- Falta de agua potable y de riego.
- Propagación de enfermedades.
- Desecación de tierras y zonas húmedas.
- Alteración de flora y fauna con reducción de la producción agrícola.
- Poca disponibilidad de agua para usos industriales.

Según el organismo de Protección Civil, existen distintas situaciones de sequía, según grados de alerta y alarma:

- a) Situación normal, con previsión de pasar a situación azul en un plazo comprendido entre 10 y 20 días.
- b) Situación en la que se requieren medidas de reducción de suministro de agua a la población sobre el consumo normal y se establecen controles sanitarios.
- c) Situación en la que se establecen inmediatamente restricciones de abastecimiento de agua del 50% sobre el consumo normal, como mínimo, y controles sanitarios de prevención de epidemias, tanto para la población como para la ganadería.
- d) Situación que obliga al suministro de agua mediante recursos ajenos a las localidades afectadas, adoptando medidas sanitarias sobre la población y ganadería.

Por último se insiste en recordar que las emisoras de radio y televisión facilitan información del Instituto Meteorológico y de Protección Civil, a las que hay que prestar atención, y se pide que no se propaguen rumores o informaciones exageradas sobre la situación de sequía.

Si bien instituciones internacionales como la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y una buena parte de países iberoamericanos contemplan el riesgo de sequía como un motivo de intervención ante episodios catastróficos, en España la implicación de Protección Civil en cualquier ámbito competencial con respecto a las sequías ha ido desapareciendo con el paso del tiempo. Tanto es así que el Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Meteorología Adversa (METEOALERTA) ni siquiera lo considera, quizá atendiendo a dos razones fundamentales como son el hecho de ser difícilmente predecibles y su lenta gestación (Aparicio Florido, 2007). Una de las alegaciones principales que intentan justificar esta disyunción o inhibición de Protección Civil frente al riesgo de sequía es que «estos episodios ya no son causa de muerte y abandono del territorio» (González y Lorente, 2002), pero lo cierto es que tampoco lo son los vendavales, ni los incendios forestales, ni el riesgo volcánico, y sin embargo sí cuentan con una planificación específica.

No obstante, no debemos olvidar que el riesgo se define como la existencia de un peligro capaz de producir daños o pérdidas y, por tanto, la sequía lo es y en alto grado. Y no sólo lo es en sí mismo sino que se trata de un fenómeno potenciador de otros riesgos naturales como son los incendios forestales. Además, una situación extrema y prolongada puede derivar en otros riesgos de tipo sanitario, epidemiológico, fitosanitario, medioambiental, socioeconómico, etc., que tendrán que ser atendidos por servicios de emergencia articulados dentro de la estructura de Protección Civil.

Por esta razón, entre otras cuestiones, el riesgo de sequía no puede dejar de ser objeto de atención por parte del sistema nacional de Protección Civil desde el primer escalón de sus atribuciones, es decir, la previsión, hasta la rehabilitación final, aun cuando supone la participación necesaria e imprescindible de otras administraciones e instituciones como son el Instituto Nacional de Meteorología (INM), las Confederaciones Hidrográficas, los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente, las correspondientes Consejerías autonómicas, etc. Esta percepción era muy clara en 1983 por parte del Gobierno español cuando se aprobó el Plan Especial de Emergencia por Sequía para paliar sobre todo la del período 1979-1983, en el que se asignaba a la Dirección General de Protección Civil la labor de coordinación de las

medidas propuestas. Ese Plan, denominado «Agua Roja», nació además con el carácter de norma básica para el desarrollo obligatorio de los planes de emergencia correspondientes de ámbito provincial. Se trataba por tanto de un Plan Director y no de una simple disposición provisional para salvar una situación coyuntural (Aparicio Florido, 2007).

Por desgracia, este plan vio la luz, al igual que ocurrió con el posterior «Plan Metasequía», al final de una secuencia seca, con lo cual no tuvo demasiada repercusión ni su eficacia pudo ser debidamente probada ni valorada. Es más, dos años después se reestructura todo el sistema español de Protección Civil y se promulga la Ley 2/1985, sobre Protección Civil, que, si bien no anula la Orden de 23 de junio de 1983, en cierto sentido hace que pierda vigencia, sobre todo con la aprobación en 1992 de la Norma Básica (R.D. 407/1992, de 24 de abril), que reduce por omisión a un planteamiento de mínimos el capítulo de riesgos que serían objeto de elaboración de una Directriz Básica de planificación especial, entre los que no quedó incluida la sequía.

Pero a pesar de este desentendimiento, la relación entre Protección Civil y este tipo de fenómenos naturales catastróficos sigue estando ahí, y prueba de ello es el hecho de que el Plan Territorial de Emergencias de la Región de Murcia reconozca que, en situaciones extremas, será necesario decretar situaciones de emergencia por sequía desde la perspectiva de este servicio público.

La estructura de un plan específico o procedimiento de actuación desde la perspectiva de Protección Civil, según Aparicio Florido (2007), no tiene por qué variar con respecto al de los planes especiales descritos por la Norma Básica. El principal inconveniente es que, al no existir una Directriz Básica ante el riesgo de sequía, no se dispone de criterios de referencia ni de premisas básicas para su elaboración, aunque sí se puede adaptar su esquema al de otro riesgo de índole hidrometeorológica, como es la directriz básica ante el riesgo de inundaciones. En consecuencia, un Plan Territorial de Emergencia por Sequía debería constar al menos de los siguientes apartados:

1. *Información territorial*: donde se describirán los datos geográficos y demográficos que caracterizan el espacio físico abarcado por el plan, con

especial significación de los rasgos climáticos, la distribución y flujos poblacionales, las estructuras geológicas más destacadas, la información hidrológica de los acuíferos y de los caudales circulantes, la existencia, ubicación y capacidad de las plantas desaladoras y de los centros de depuración y reciclado de aguas residuales, las redes más importantes de distribución de agua para consumo urbano y regadío, los canales de trasvase, los aspectos más relevantes de la vegetación, los espacios protegidos y los usos del suelo, así como los procesos industriales con mayor dependencia de los recursos hídricos, entre otros datos de interés.

2. *Tipología y clasificación de las sequías*: describiendo e identificando sobre el territorio la sequía climática o meteorológica, hidrológica, agrícola y socioeconómica.

3. *Análisis y zonificación del riesgo*: en el que habrá que tener en cuenta no sólo la frecuencia de repetición de los episodios de sequía, sino también su duración media, su intensidad máxima histórica, los recursos hídricos disponibles, la densidad poblacional, los sectores de actividad económica y producción energética basadas en el agua, etc. El análisis del riesgo valorará las pérdidas potenciales, las emergencias secundarias derivadas de la propia escasez de agua, el impacto social y las consecuencias negativas que pueda conllevar para el medioambiente, sobre todo, para los espacios naturales que gozan de una mayor protección y valor ecológico.

4. *Sistema de previsión y vigilancia*: que permita adoptar las medidas de protección y prevención adecuadas con la suficiente anticipación al momento de mayor incidencia de la sequía, así como controlar la administración de los recursos hídricos, con objeto de minimizar en lo posible el impacto del fenómeno. Estas medidas deben ir encaminadas también a controlar el uso irregular o ilegal de las aguas tanto de las redes de distribución, potable o reciclada, como de los cauces naturales. Es esencial vigilar además la calidad de las aguas que pueden llegar a ser utilizadas en cualquier actividad humana y que pueda perjudicar a la salud, la de la vida animal o al medioambiente. Deben contemplarse medidas estrictas para el control de las pérdidas de las redes de distribución, especialmente la de consumo urbano, así como su derroche y gasto desmesurado.

5. *Definición de fases y situaciones de emergencia:* aportando aquí un modelo similar al empleado en los planes de emergencia ante el riesgo de inundaciones, como puede ser el siguiente:

a) *Fase de preemergencia:* que se iniciaría a partir de los primeros indicios de los expertos, fundamentados en el análisis de los registros pluviométricos, su reducción con respecto a la media interanual y comparándolo con su repercusión sobre los acuíferos, su evolución volumétrica, su deterioro y su capacidad de recuperación.

b) *Fase de emergencia:* el escaso nivel de los registros pluviométricos durante el año hidrológico en curso o los anteriores, la notable disminución del nivel de las reservas y su inevitable afectación sobre la economía, la sociedad y el medioambiente permitirá hablar ya de sequía, llevando aparejado pérdidas y actuaciones de emergencia que necesitarán de la intervención de la Administración pública a distintos niveles.

I. SITUACIÓN 0: los primeros efectos son inminentes para una parte considerable de la sociedad en una o varias zonas más o menos amplias dentro del ámbito considerado por el plan. Se constata al menos el inicio de la sequía climática.

II. SITUACIÓN I: la sequía ya ha producido sus primeros efectos negativos en una o varias zonas amplias del territorio y provocan pérdidas económicas en determinados sectores de producción, esencialmente agrícolas, ganaderos y de producción energética, que obligan a la aplicación de medidas de intervención, compensación y suministro alternativo a la población. Las restricciones en el suministro urbano se dan en localidades de pequeña entidad, son puntuales y duran pocas horas al día. Se constata el inicio de las sequías de tipo climático, agrícola e hidrológico.

III. SITUACIÓN II: la sequía ya es perceptible por casi toda la población y es tanto de carácter climática, agrícola, hidrológica como urbana, con cortes muy restrictivos sobre el suministro de agua, grave alteración de las pautas sociales y provocando

impactos indeseados y muy importantes sobre el medioambiente. Se generalizan los efectos negativos para los distintos sectores de producción y provocan cuantiosas pérdidas económicas. Se constata el inicio de la sequía urbana en las grandes ciudades, que se suma a la climática, agrícola e hidrológica.

IV. SITUACIÓN III: la situación de sequía y su repercusión sobre la población, sus bienes y el medio ambiente es tal que el Estado pasa a declararla de interés nacional.

c) *Fase de normalización*: la llegada de nuevas precipitaciones y la normalización del ciclo hidrológico permiten la recuperación de los acuíferos y embalses hasta el punto de permitir el levantamiento de las restricciones y, progresivamente, del resto de medidas de emergencia tomadas previamente. En este sentido conviene observar el nivel de recuperación de los acuíferos subterráneos, ya que durante el episodio de sequía han podido sufrir un deterioro difícilmente reversible por efectos tan perjudiciales como la salinización o la subsidencia del terreno.

6. *Estructura y organización del plan*: en la que deben figurar el responsable de ejercer la dirección del plan y los responsables y componentes de los distintos grupos de acción nombrados en cada uno de los ámbitos territoriales de planificación (autonómico, provincial y local). Al menos debería contar con los siguientes cargos y órganos de decisión y actuación:

a) *Dirección del plan*: donde se designará al responsable del gobierno que ejercerá este cometido y donde se especificarán sus funciones, entre las que figurarán la de activar el plan, constituir el Centro de Coordinación Operativa (CECOP) y declarar la fase y situación de la emergencia que corresponda a la gravedad de la sequía, además de dirigir y coordinar las actuaciones de los distintos grupos de acción.

b) *Comité de Operaciones o Comité Asesor*: en el que quedarán integrados los responsables de Protección Civil, además de los representantes de las distintas Consejerías y Delegaciones municipales, del Instituto Nacional de Meteorología y de las Confederaciones Hidrográficas, u otras instituciones de administración y gestión

hidrológica, entre otros. Todos estos miembros tienen por misión ejecutar las instrucciones que sean comunicadas por el Director del Plan, asistido debidamente por este Comité de Operaciones.

*c) Gabinete de Prensa o Información:* que se encargará de facilitar la información disponible a los medios de comunicación, así como divulgar a través de todos los canales disponibles las recomendaciones básicas dirigidas a la población, además de las medidas de autoprotección que conviene adoptar.

*d) Centro de Coordinación Operativa (CECOP):* se establecerá la identidad y ubicación del centro de comunicaciones que ejercerá la labor de emisión y recepción de llamadas de emergencia, coordinación de las actuaciones, transmisión, evaluación y ampliación de la información, localización y puesta en servicio de medios y recursos, elaboración de informes, etc.

*e) Puesto de Mando Avanzado (PMA):* las características de una emergencia por sequía hacen casi inviable e inútil el establecimiento de uno o varios PMA. No obstante, en el caso de que fuera necesario se establecerá en el plan su ubicación, dirección e integración.

*f) Grupos de Acción:* que, como en el resto de los planes, se resumen en cinco:

- I. Grupo de Intervención
- II. Grupo Sanitario
- III. Grupo de Seguridad
- IV. Grupo de Apoyo Logístico
- V. Grupo de Acción Social

Resulta obvio, por tanto, que el sistema español de Protección Civil también debería iniciar un proceso de actualización, ampliando el catálogo de riesgos que son objeto de planificación especial, como así lo han entendido algunas Comunidades Autónomas en su correspondiente ámbito territorial. El riesgo de sequía es uno de esos riesgos climáticos que, por afectar a todo el territorio nacional con consecuencias graves para las personas, bienes y medio ambiente, debe quedar recogido en ese catálogo, de manera que sean

atendidas las cinco fases de la emergencia: previsión, prevención, planificación, intervención y rehabilitación. Este nuevo Plan de Emergencias ante el Riesgo de Sequías, por el que se aboga, deberá ir acompañado de una correcta cartografía de riesgos y zonificación de los mismos. En este sentido, será esencial conciliar los mapas de riesgos con los planos donde se representa la ordenación urbanística, de tal forma que, desde la Administración y la Autoridad Civil, pueda impedirse la expansión irresponsable e irreflexiva fuera de ese «cinturón de seguridad» que supone el Plan General de Ordenación Territorial. ¿De qué sirve diseñar una completa cartografía de riesgos si no se impide rigurosamente el establecimiento de asentamientos humanos en aquellas zonas marcadas como potencialmente peligrosas?

En definitiva, si no se ve a la sequía como un riesgo, si no se asocia a los planes de Protección Civil, y si no se disponen herramientas preventivas eficaces e integradoras, difícilmente se podrá contribuir a minimizar sus efectos en el presente y en el futuro.

### **13.5. La sequía en la escala regional y municipal: el P.G.O.U.**

El análisis global de la normativa de ordenación territorial sobre la planificación territorial en la Región de Murcia sólo ofrece una única referencia en cuanto al fenómeno sequía se refiere. La Ley 4/1992, de 30 de julio, de ordenación y protección del territorio de la Región de Murcia, en su exposición de motivos, se refiere al fenómeno sequía cuando dice:

*“Son importantes, en este sentido y como otro ejemplo de la necesidad de una ordenación general particularmente importante en la Región de Murcia, las actuaciones de prevención de desastres naturales, inundaciones, sequías o fenómenos sísmicos, cuyo nivel de riesgo es un efecto social con origen en las peculiares circunstancias del territorio murciano”.*

Alude también esta ley, cuando establece las características del instrumento denominado Sistema Territorial de Referencia, a que éste, con carácter prioritario, debe incluir información detallada sobre las condiciones del medio natural de la Región de Murcia que supongan riesgos potenciales para la



población o equipamientos de todo tipo. Igualmente, al regular la ley murciana las Directrices de Ordenación Territorial, establece que éstas han de incluir una evaluación de los riesgos geofísicos —entre ellos el fenómeno sequía— y biológicos que para personas y bienes supongan los cambios previsibles. No cabe duda de que se trata de una ley con la pretensión de que los problemas derivados de los procesos de riesgo con origen natural se tengan en cuenta, aunque no se tiene noticia de que en los años que lleva vigente esta preocupación se haya concretado.

En los últimos treinta años los episodios de sequía han causado la pérdida de miles de millones de euros en España, sobre todo en el SE Peninsular. Superada la etapa de las grandes obras de infraestructura como actuación principal para la mitigación del riesgo, la ordenación del territorio se presenta como medida racional, económica y sostenible de reducción del peligro ante sequías en la escalas menores (regional, comarcal y, sobre todo, local).

Entendida como conjunto de criterios, plasmados en planes, normas o programas, que orientan y regulan las actuaciones y procesos de asentamiento sobre el territorio, de manera coordinada con la planificación socioeconómica y la protección de la naturaleza y del patrimonio histórico y cultural, la ordenación del territorio se presenta, bien entendida, como un instrumento eficaz, económico y ambientalmente sostenible para la reducción del riesgo natural (Ayala Carcedo, 2000). Los procesos de ordenación del territorio comprenden todas las escalas de trabajo, desde el ámbito internacional (directrices) hasta la esfera de lo local (planeamiento urbano) y están, por lo común, amparados en normativa legal específica sobre la cuestión. En efecto, en las diversas escalas de análisis territorial es posible encontrar experiencias de planificación del territorio en las que la peligrosidad natural ocupa un destacado papel a la hora de asignar, con posterioridad, usos al suelo. El peligro natural que ha merecido mayor número de actuaciones de ordenación territorial es el de las inundaciones, aunque no faltan recomendaciones para la implantación de actividades y asentamientos orientadas a reducir el riesgo que suponen otros episodios naturales de rango extraordinario como sequías (Olcina Cantos, 2004).

Una vez analizados los Planes Generales de Ordenación Urbana de cada uno de los municipios que quedan insertos en la cuenca del Guadalentín, es posible afirmar que la preocupación por incorporar la defensa contra situaciones de riesgo en la ordenación del territorio, en este caso concreto frente a la inseguridad del suministro de agua que proporcionan los episodios de indigencia pluviométrica, no está apenas desarrollada.

En ninguno de estos Planes municipales se alude al fenómeno sequía, a excepción del P.G.O.U. del municipio de Totana, el cual se refiere al riesgo de sequía en la descripción física del municipio, aludiendo a la periodicidad de aparición de episodios de sequía en la caracterización climática. Además, este Plan ofrece un capítulo relacionado con las “*perspectivas sobre el aprovechamiento de los recursos hídricos en Totana*”, donde se hace referencia a los antecedentes históricos del agua en dicho municipio, al posible “*banco del agua*” como forma de cesión del recurso, al agua como activo social y propiedad común, y como recurso reciclable. Plantea igualmente algunas infraestructuras hidráulicas con el fin de minimizar o atenuar el desequilibrio hidrológico provocado por sequías plurianuales:

- Proyecto Estratégico nº 1. Acueducto sumergido. Propuesta supramunicipal para dotar al municipio de agua procedente de trasvases de otras cuencas.



Fig. 123. Lámina PPEE nº 1. Acueducto sumergido (PGOU Totana)

- Proyecto Estratégico nº 2. Abastecimiento de agua desalada. Propuesta supramunicipal para dotar al municipio de agua procedente del Mediterráneo con tratamiento de desalación.
- Proyecto Estratégico nº 3. Regulación de aguas pluviales por acumulación. Propuesta de regulación, acumulación y distribución de aguas pluviales.
- Proyecto Estratégico nº 4. Trazado y canalización alternativas de ramblas. Propuesta de regulación, acumulación y distribución de aguas pluviales.

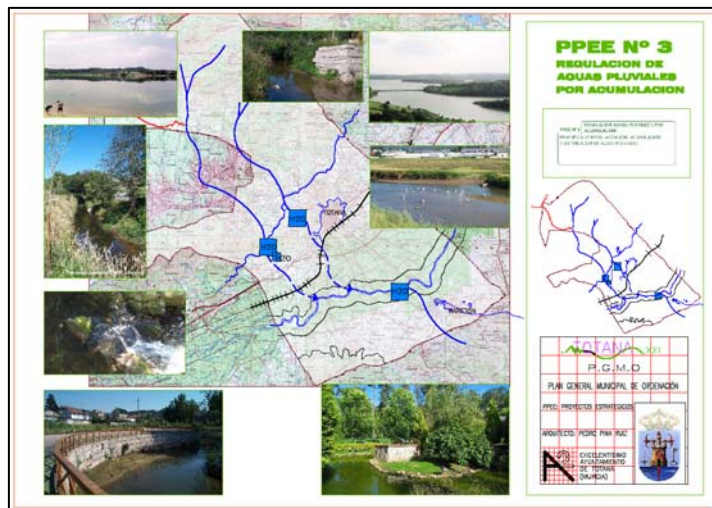


Fig. 124. Lámina PEE nº 3. Regulación de aguas pluviales por acumulación (PGOU Totana)

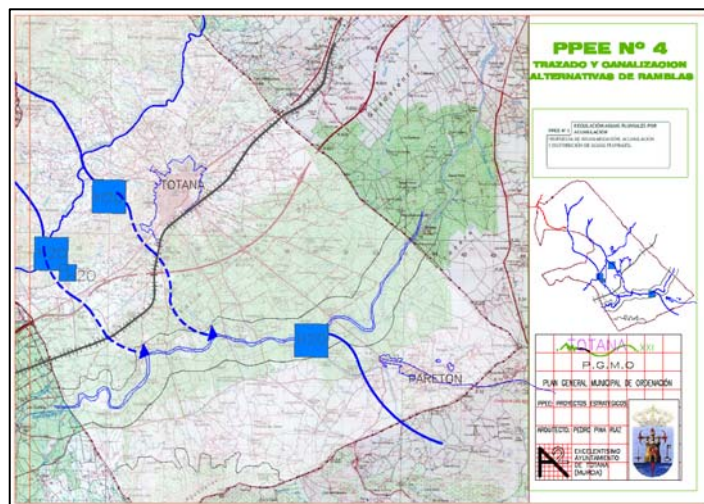


Fig. 125. Lámina PEE nº 4. Trazado y canalización de ramblas para regulación de recursos hídricos (PGOU Totana)

En los demás Planes de ordenación municipal sólo se hace referencia a la Ley de Aguas y a su debido cumplimiento, a la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de aguas residuales

urbanas y a su calendario de aplicaciones y a la necesidad de proteger las aguas subterráneas de la contaminación y salinización, no localizando actividades contaminantes a menos de 200 metros de cualquier acuífero. En Puerto Lumbreras, Librilla y la comarca de los Vélez, además, se insiste en que para obtener la licencia urbanística o de apertura correspondiente a actividades industriales o extractivas, y de conformidad con lo previsto en el Decreto 928/79, de 16 de marzo, será necesario justificar la existencia de la dotación de agua necesaria, así como la ausencia de impactos negativos sobre los recursos hídricos de la zona.

Ante el análisis de los Planes urbanísticos municipales queda patente el desigual tratamiento que reciben los aspectos relativos a los procesos que incorporan riesgo con origen natural, si bien la carencia de normativa aplicable ante el riesgo de sequía resulta bastante común.

### **13.6. Algunas consideraciones finales**

A pesar de la importancia territorial y socio-económica de los riesgos naturales, España carece —incomprensiblemente— de una ley marco sobre riesgos naturales y debe acudir a la legislación sectorial para encontrar referencias a la cuestión de la peligrosidad natural. Para el riesgo de sequía, la Ley de Aguas y los Decretos urgentes para paliar daños son la referencia básica de escala nacional, a las que se suma la normativa autonómica del suelo y la ordenación del territorio. Toda ella es de incidencia en el municipio, escala en la que destaca, sobre todo, el papel del planeamiento municipal como herramienta principal de ordenación del territorio.

Es cierto que las menciones a la necesaria inserción de estudios del medio físico son escuetas, y a ello se une el desinterés y la falta de formación de los equipos redactores de los documentos de ordenación del territorio y planeamiento municipal a la hora de analizar y valorar la importancia del medio físico para el desarrollo socioeconómico de la población. La legislación estatal y, desde la década de los años noventa, las normas autonómicas sobre ordenación del territorio y planificación del suelo han ido incorporando esta cuestión en sucesivos textos vinculantes (Ley 4/1992). Sea como fuere, las

legislaciones del suelo y ordenación del territorio, estatal o autonómicas, otorgan un protagonismo de primer orden al nivel local; de hecho, los planes generales de ordenación urbana se han convertido en un instrumento clave para la plasmación de políticas del territorio y para la prevención de la peligrosidad natural.

En España la Ley del Suelo del año 1956 ya articulaba la necesidad de incluir en la memoria de los planes generales de ordenación los rasgos del medio físico. Este aspecto se reitera en los diferentes textos legales del suelo vigentes en nuestro país en la segunda mitad de siglo (Ley 2 de mayo 1975, art. 9; Decreto 9 de abril 1976: R.D.L. 1/1992 de 26 de junio, Título III; y el Reglamento de Planeamiento de 23 de junio de 1978). El art. 38 de este último Real Decreto señala que en la Memoria de Plan General Municipal de Ordenación se debe incluir un documento de información básica donde se explique, entre otros aspectos, las «características naturales del territorio tales como las geológicas, topográficas, climáticas y otras análogas». Idéntico contenido se presume para los Planes Directores Territoriales de Coordinación contemplados en la Ley del Suelo de 1976 y mantenidos en el texto de 1992 (art. 68). No hay que olvidar que la legislación nacional del suelo sufrió un proceso de revisión tras la sentencia del Tribunal Constitucional de 20 de marzo de 1997. El nuevo texto legal surgido tras dicha decisión (Ley 6/1998, de 13 de abril) es particularmente interesante por lo que a la consideración de la peligrosidad natural en los procesos de ordenación del territorio se refiere (Quintana López y Ballesteros Moffa, 2000). Igualmente, la nueva Ley 8/2007, de 28 de mayo, de Suelo, mantiene el objeto de prevenir los riesgos naturales en la ordenación que se haga de éste. No obstante, parecen ser aquellos riesgos con origen natural que presentan un desenlace fatal inminente a los que se presta más atención.

El análisis del riesgo natural —entre ellos el peligro de ocurrencia de secuencias de sequía— a incluir en un documento de ordenación del territorio en la escala local debe incluir los siguientes aspectos (Olcina Cantos *et al.*, 1998, Olcina Cantos, 2004):

- a) Conocimiento de los elementos geográficos significativos del medio en cuestión. Este apartado es esencial en un análisis de riesgos puesto que,

- en un planteamiento racional, del buen conocimiento del medio físico dependerá el proceso posterior de asignación de usos del suelo.
- b) Reconocimiento de los peligros naturales que afectan a un territorio y que pueden condicionar su desarrollo futuro.
  - c) Valoración inicial del grado de riesgo a partir de análisis históricos de catástrofes (consulta de crónicas, referencias bibliográficas, datos de archivo, hemeroteca o informes de daños elaborados por la Administración).
  - d) Establecimiento de calendarios de riesgo para cada uno de los peligros naturales que concurren en un territorio. Este aspecto tiene particular importancia para la ordenación de los usos agrarios y la actividad turística en el territorio.
  - e) Delimitación de territorios de riesgo. A partir del análisis de las variables precedentes es posible elaborar una cartografía primera de espacios geográficos con riesgo en virtud del grado de ocupación humana del suelo. El manejo de sistemas de información geográfica resulta particularmente útil para los análisis de riesgo por las enormes posibilidades de relación entre las capas de información. En la delimitación de territorios con riesgo debe incluirse una gradación del riesgo en cada uno de ellos; este aspecto puede realizarse con criterios cuantitativos, cualitativos, o resultantes de la combinación de ambos.
  - f) Trabajo de campo y percepción del riesgo. En esta fase se comprueba y matiza sobre el terreno la valoración de espacios de riesgo realizada en la etapa anterior. El trabajo de campo y la encuesta personal con grupos sociales potencialmente vulnerables ante un peligro natural es una herramienta esencial de cualificación del análisis de riesgo. El conocimiento de la percepción social del riesgo puede orientar sobre las estrategias de reducción o de gestión de las emergencias.
  - g) Análisis de políticas y prácticas de defensa. Es necesario conocer las medidas puestas en marcha, oficiales y privadas, para reducir el riesgo, valorar su efectividad con vistas a proponer mejoras en las mismas o completarlas con nuevas propuestas. Ello incluye también la revisión de la legislación existente para la prevención de los desastres naturales.

h) Elaboración de cartografías de espacios de riesgo. La cartografía es la plasmación gráfica del análisis de riesgo, por tanto exige precisión a la hora de delimitar territorios con riesgo y claridad en la confección de simbología. La cartografía de riesgo debe incluir, al menos, los siguientes mapas:

- cartografía de causas
- cartografía de espacios de riesgo con su grado de riesgo
- cartografía de prácticas de defensa

i) El análisis de riesgo culmina con la redacción de una memoria que incluye conclusiones y recomendaciones finales.

La consideración del medio físico y de su funcionamiento extraordinario en los procesos de ordenación territorial es una cuestión inexcusable, máxime cuando la normativa legal contempla dicho supuesto y, por encima de ello, cuando se puede poner en peligro la vida de las personas (Pita López, 1999). El estudio de la peligrosidad natural en las diversas escalas de planificación debe realizarse desde una postura ético-geográfica, que tenga al ser humano, como eje central del análisis. Sorprende como en todo el ámbito europeo existe legislación para la protección de especies y espacios de componente natural que obliga a evaluar el impacto de determinadas implantaciones de usos y actividades en el territorio (impacto ambiental), pero no tengamos una normativa similar para la protección de la vida de las personas cuando se planifican usos y actividades en territorios afectados por peligros naturales de forma evidente (Olcina Cantos, 2004). A falta de un procedimiento técnico-administrativo para la evaluación del riesgo (Ayala-Carcedo, 2000) debemos emplear las bazas legales existentes a la hora de considerar el riesgo natural en los procesos de planificación territorial; esto es, incluir análisis precisos de peligrosidad natural en los documentos de ordenación territorial de escala regional, comarcal y, sobre todo, local.

Desde la Administración se señala que la peligrosidad natural es un tema de la Protección Civil y corresponde, por tanto, a este organismo tener preparada la respuesta ante la catástrofe. No preocupa la prevención; al menos desde la aproximación territorial. Se ignora que los peligros naturales forman

parte del medio y sólo desde una concepción integral de éste es posible abordarlos racionalmente. Sólo desde la prevención es posible evitar pérdidas irreparables, finalidad fundamental de las actuaciones de defensa ante los peligros naturales. Y la ordenación del territorio debe fomentarse como medida racional y eficaz de defensa frente a los riesgos naturales.

En cuanto al Sistema de Seguros Agrarios Combinados, resulta de interés sintetizar las notas que consideramos características:

- La integración en el sistema de todos los sectores interesados: los agricultores, los aseguradores y el conjunto de la sociedad, representada por las instituciones.
- La integración en el sistema de todos los riesgos y producciones.
- Las posibilidades de perfeccionamiento continuo del sistema, propiciado por su especial organización, a todos los niveles.
- La confianza que han depositado en él los agricultores y ganaderos, como se pone de manifiesto por el grado de aseguramiento alcanzado.
- Su equilibrio financiero, fruto de una combinación apropiada del esfuerzo de los agricultores, las entidades aseguradoras y del conjunto de la sociedad.

Todo ello ha contribuido a que el Sistema de Seguros Agrarios Combinados haya alcanzado un importante nivel de desarrollo como medio eficaz para paliar los daños ocurridos en las producciones agrarias por causas no controlables por los agricultores y ganaderos.



## **14. LAS ESTRATEGIAS DE DEFENSA ESTABLECIDAS ANTE EL RIESGO DE SEQUÍA**

### **14.1. El Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura (P.E.S.)**

La cuenca del río-rambla Guadalentín, afluente del Segura, es considerada como subcuenca de la principal: la cuenca del Segura, de manera que se ve beneficiada por el recién instaurado Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura al quedar englobada en su ámbito territorial de actuación. La incertidumbre es característica en lo que respecta a la disponibilidad de recurso de agua en la cuenca del Segura, con un régimen pluviométrico marcadamente mediterráneo, donde las aportaciones hídricas hacen que los recursos disponibles sean claramente insuficientes para atender a las demandas (déficit estructural). Estos episodios cada vez con más frecuencia muestran el desequilibrio existente entre actividad humana y naturaleza, episodios secos que, según algunos responsables de la administración en materia de aguas, parecen haberse hecho más frecuentes y persistentes en los últimos tiempos. Aparte polémicas, resulta urgente acometer una serie de estudios y actuaciones que permitan reducir la incidencia de las sequías sobre los diferentes usos del agua en la Cuenca. Dichas actividades han de estar principalmente orientadas a conseguir una optimización de la gestión de los recursos disponibles, antes y durante los estados de sequía.

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional estableció en su artículo 27 sobre Gestión de Sequías la necesidad de llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- a) Establecimiento para las cuencas hidrográficas intercomunitarias, por parte del Ministerio de Medio Ambiente, de 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 de eventual sequía.

- b) La elaboración, por los Organismos de cuenca, en los ámbitos de sus Planes Hidrológicos, de Planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, incluyendo las reglas de explotación de los sistemas y las medidas a adoptar en relación con el uso del dominio público hidráulico. Estos planes serían aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente, previo paso por el Consejo del Agua de la cuenca correspondiente.
- c) La elaboración por las administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20.000 habitantes, 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 referidos en la actuación b).

Del mismo modo, en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, aprobado por R.D. de 1664/1998, de 24 de julio, se proponen un conjunto de actuaciones encaminadas a:

- La identificación de los períodos de sequía.
- El establecimiento de las acciones a aplicar en caso de sequía.
- Determinar las modificaciones en las reglas de operación de los embalses y acuíferos, así como las asignaciones de los recursos.
- Graduar las restricciones a imponer en los distintos usos.
- Predeterminar el momento y forma en que se incorporarán las reservas estratégicas.
- Establecer un sistema de predicción de aportaciones y de demandas orientado a la programación de campañas.
- Elaborar los Planes de Sequía.

Por todo lo anteriormente expuesto, se ha redactado y aprobado por la Orden MAM/698/2007 de marzo, el Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura (PES), que será también incluido en

el Programa de medidas de la Directiva Marco del Agua para este año 2008. Este Plan determina qué mecanismos se adaptan mejor al hacer previsiones meteorológicas con horizontes medios y próximos, en qué condiciones de disponibilidad de recurso el Organismo de cuenca, como administración competente, tiene que determinar situaciones de precaución/alerta o, incluso, sequía, y qué medidas o actuaciones es necesario emprender para gestionar mejor los recursos en cada uno de los escenarios, estableciendo los mecanismos de coordinación e información oportunos.

#### *14.1.1. Objetivos generales, específicos e instrumentales del P.E.S.*

Los objetivos generales del P.E.S consisten en minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía, así como mejorar la gestión del recurso hídrico durante las situaciones de escasez en la cuenca y tratar de definir tanto la Organización de los medios humanos y técnicos de la Confederación, su interrelación con los usuarios y público en general afectado por estas situaciones y las actuaciones tanto de carácter administrativo como las estructurales de emergencia (para la provisión de recursos extraordinarios) y las de gestión de la demanda.

Entre estos objetivos generales pueden desglosarse otros específicos bastante definidos:

- Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población.
- Evitar o minimizar los efectos negativos de las sequías sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, esquivando, en todo caso, posibles consecuencias negativas permanentes sobre dicho estado, de acuerdo con lo previsto en el artículo 4.6 de la Directiva Marco del Agua.
- Disminuir los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.
- Minimizar las consecuencias negativas sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la

legislación de aguas y en los planes hidrológicos y las estrategias sectoriales y de ordenación territorial.

Además de estos propósitos generales y específicos, se distinguen varios objetivos instrumentales:

- Definir mecanismos para la previsión y detección de situaciones de sequía.
- Fijar umbrales de fases de gravedad progresiva de episodios secos.
- Definir medidas para conseguir los objetivos específicos en cada fase de sequía.
- Asegurar la transparencia y participación pública en la elaboración y aplicación de los Planes.

#### *14.1.2. Documentos contenidos en el P.E.S.*

Entre los documentos contenidos en el P.E.S., diseñados para cumplir con los objetivos indicados anteriormente, destacan los siguientes:

- Memoria.
- Anejo 1. Caracterización de los recursos superficiales de la cuenca.
- Anejo 2. Caracterización de unidades hidrogeológicas.
- Anejo 3. Demandas y usos consuntivos del agua.
- Anejo 4. Requerimientos medioambientales.
- Anejo 5. Validación de los indicadores de sequía. Trabajos de simulación de la explotación en distintos escenarios.
- Anejo 6. Análisis de sequías históricas y medidas adoptadas.
- Anejo 7. Catálogo de actuaciones de emergencia emprendidas en anteriores sequías y funcionalidad de las mismas.
- Anejo 8. Validación de las medidas propuestas.
- Anejo 9. Documento inicial ambiental.
- Lámina 1. Situación de la cuenca del segura.
- Lámina 2. Mapa de parámetros climáticos.
- Lámina 3. Mapa geológico.
- Lámina 4. Red hidrográfica y embalses principales.

- Lámina 5. Unidades hidrogeológicas y acuíferos.
- Lámina 6. Masas de agua definidas según la DMA.
- Lámina 7. Principales infraestructuras hidráulicas.
- Lámina 8. Restitución al régimen natural.
- Lámina 9. Mapa de recursos superficiales.
- Lámina 10. Mapa de U.U.H.H. sobreexplotadas.
- Lámina 11. Mapa de U.U.H.H. salinizadas.
- Lámina 12. Mapa de recursos subterráneos.
- Lámina 13. Mapa de demandas de abastecimiento urbano.
- Lámina 14. Infraestructuras de abastecimiento urbano.
- Lámina 15. Mapa de demandas de regadío.
- Lámina 16. Mapa de caudales ambientales.
- Lámina 17. Mapa de demandas totales.
- Lámina 18. Mapa de déficit del sistema global.
- Lámina 19. Mapa de balances por subsistemas.

La memoria del Plan en cuestión consta de unos diez capítulos donde se analiza la situación en la que se encuentra la cuenca del Segura, tanto desde un punto de vista físico como desde la perspectiva humana (cap. 2 y 3), se estudian episodios secos históricos y se caracterizan dichas fases secas con el fin de establecer umbrales de sequía (cap. 4, 5 y 6), se establecen las actuaciones que permitirán gestionar el déficit hídrico (cap. 7 y 8), se fijan los enlaces que se llevarán a cabo con los sistemas de abastecimiento urbano (cap. 9), y se dispone de una evaluación ambiental estratégica como instrumento de prevención para integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente. Los capítulos de la memoria técnica son los siguientes:

1. Introducción.
2. Características físicas de la cuenca y elementos para el diagnóstico ambiental.
3. Recursos y demandas. balances hídricos.
4. La experiencia de la cuenca sobre sequías históricas.
5. Caracterización de sequías en la cuenca.

6. Los indicadores de sequía.
7. Gestión de las sequías y actuaciones de carácter administrativo.
8. Actuaciones de aplicación en cada fase de la sequía.
9. Conexión con los planes de emergencia para los sistemas de abastecimiento urbano de más de 20.000 habitantes.
10. Evaluación ambiental.

Con el objetivo de realizar un seguimiento del episodio de sequía y caracterizarla desde un punto de vista hidrológico, se han ideado una serie de “índices de estado” que se calculan de forma periódica, evaluando tanto ofertas de recursos hídricos —independientemente de cual sea su procedencia— como demandas (agrarias, urbanas e industriales). Los índices de estado se realizan para el sistema de cuenca y sistema trasvase, y una vez se elaboran éstos, se ejecuta un índice del estado global de la cuenca hidrográfica, que depende tanto de sus propios recursos como de los externos procedentes del Alto Tajo.

Por medio de estos indicadores, se trata de cuantificar de algún modo la intensidad de la sequía, basándose en un análisis estadístico de dos datos o variables: existencias y aportaciones para el sistema concreto que se quiere analizar. Este índice, a su vez, clasifica el estado del sistema de explotación en cuatro situaciones: situación de normalidad, prealerta, alerta y emergencia.

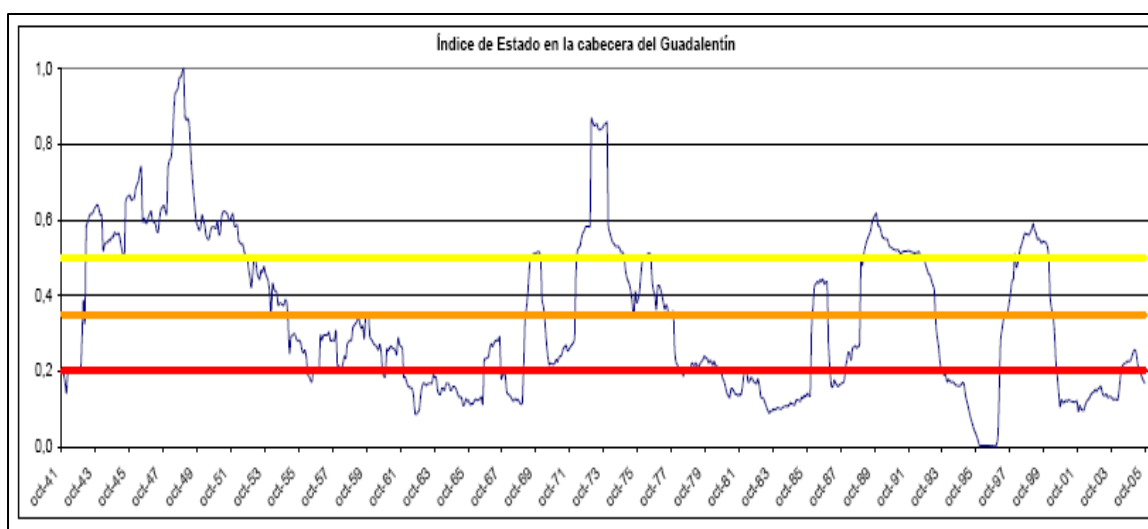


Fig. 126. Índice de Estado en la cabecera del Guadalentín. Para elaborar el índice de estado del sistema cuenca del Segura se tienen en cuenta las situaciones en cabecera de los principales afluentes. En este caso quedan representadas las líneas de prealerta (amarilla), alerta (naranja) y emergencia (roja) como umbrales de referencia. Destaca como período de máxima intensidad de sequía hidrológica el comprendido entre finales de 1993 y comienzos de 1997.

### 14.1.3. Evaluación ambiental estratégica del P.E.S.

La evaluación ambiental estratégica (E.A.E.) del Plan es un instrumento de prevención para integrar los aspectos ambientales que puedan tener efectos significativos sobre el medio en la toma de decisiones. La E.A.E. es un instrumento previsto en la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, cuya transposición al Derecho español se ha realizado a través de la Ley 9/2006, de 28 de abril.

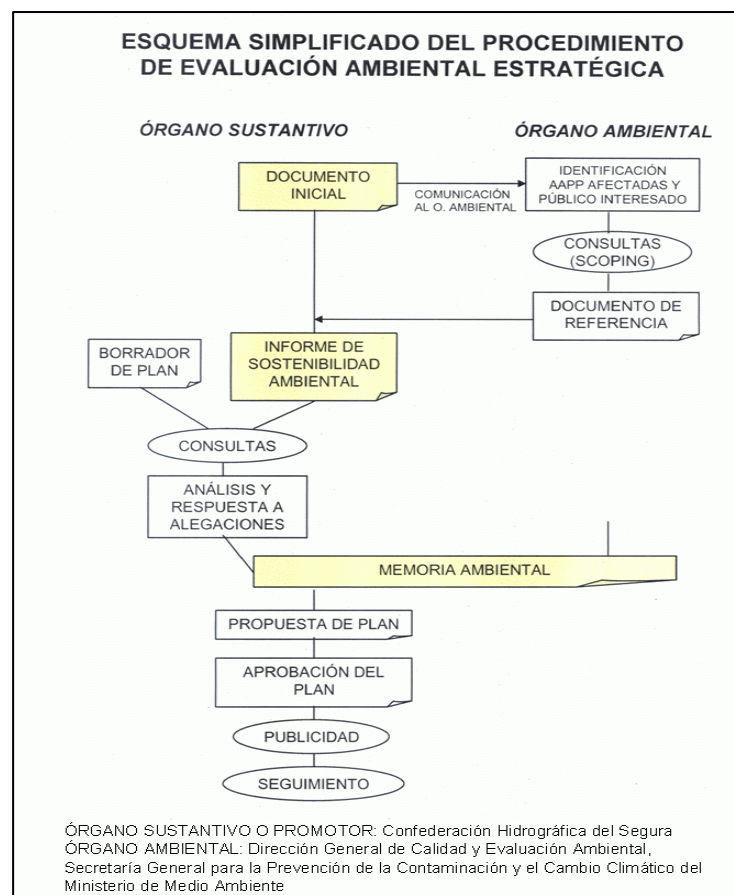


Fig. 127. Esquema del procedimiento de E.A.E. dentro del P.E.S. (CHS, 2007)

La E.A.E. se desarrolló de forma paralela a la elaboración del P.E.S., de forma interactiva a lo largo de todo su proceso de desarrollo y toma de decisiones (CHS, 2007). En la E.A.E. se incluye un Informe de Sostenibilidad Ambiental (I.S.A.), cuyo objetivo es el de identificar, describir y evaluar los posibles efectos sobre el medio que puedan derivarse de la aplicación del P.E.S., con el fin de conseguir su integración ambiental, teniendo en cuenta sus objetivos y el ámbito territorial.

El I.S.A. es uno de los documentos a través del cual se explicita el proceso de evaluación ambiental estratégica del P.E.S., con lo que además de dejar constancia de la citada integración de los aspectos ambientales, facilita la consulta y participación pública en su elaboración.

*- Participación pública*

La Confederación Hidrográfica del Segura, como órgano sustantivo y promotor del P.E.S., junto con la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, sometieron, a tenor de lo dispuesto en los artículos 10 y 11 de la Ley 9/2006 sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, a una fase de consultas preceptivas la versión preliminar del P.E.S. Para ello ha participado el público interesado por medio de los mecanismos establecidos en la legislación de régimen jurídico de las Administraciones Públicas y del procedimiento administrativo común (Ley 30/1992 y modificaciones posteriores).

La fase de consultas sobre el P.E.S., incluido el informe de sostenibilidad ambiental, presentó las siguientes actuaciones:

- Puesta a disposición del público
- Consulta a las administraciones públicas afectadas y al público interesado, disponiendo de 45 días para examinarlo y formular observaciones.

Por público interesado se entiende toda persona física o jurídica en la que concurra cualquiera de las circunstancias previstas en el artículo 31 de la Ley 30/1992, y cualquier persona jurídica sin ánimo de lucro que tenga como fines acreditados en sus estatutos la protección del medio ambiente y que lleve al menos dos años legalmente constituida. Además, las entidades locales consultadas incorporaron el pronunciamiento oportuno acerca de las sostenibilidad ambiental del P.E.S.

Finalizado el período de consulta y alegaciones, se convocó al Consejo del Agua de la C.H.S. con el fin de someter a su consideración el informe preceptivo sobre este Plan. Finalmente, el P.E.S. fue aprobado por la Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo.



## **14.2. Protocolo ante Situaciones de Sequía de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla**

### *14.2.1. Antecedentes y objetivo*

Anteriormente han sido mencionadas las actuaciones establecidas en el artículo 27 sobre Gestión de Sequías de la Ley 10/2001 de 5 de Julio. Entre éstas se cita la siguiente medida:

*Las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20 mil habitantes (Lorca y Totana en la cuenca del Guadalentín) 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 ante situaciones de alerta y eventual sequía que realizarán los organismos de cuenca, en este caso la Confederación Hidrográfica del Segura, encontrándose operativos en un plazo máximo de cuatro años.*

La Mancomunidad de los Canales del Taibilla es un Organismo Autónomo de la Administración General del Estado, adscrito al Ministerio de Medio Ambiente y encargado del abastecimiento de agua potable en red primaria (alta) a 77 municipios pertenecientes al ámbito territorial de 3 Comunidades Autónomas (Murcia, Valencia y Castilla-La Mancha) y 2 cuencas hidrográficas (Segura y Júcar), así como a una serie de abastecimientos oficiales y entidades públicas ubicadas en la zona geográfica atendida.

Desde su creación en 1927, la Administración del Estado le ha ido asignando los recursos precisos para atender la demanda creciente de los municipios abastecidos: inicialmente las totales aportaciones del río Taibilla, posteriormente la dotación para abastecimientos del Trasvase Tajo-Segura y,

más recientemente, los recursos procedentes de las concesiones otorgadas por el Ministerio de Medio Ambiente para la construcción y explotación de las desaladoras de Alicante I y San Pedro del Pinatar I. En la actualidad, además, gestionan los recursos procedentes de actuaciones de desalación del Programa AGUA (Ampliación de Alicante I, Alicante II, San Pedro del Pinatar II) y parte de los de la desalación de Valdelentisco, incluidas en el plan de inversiones de la sociedad estatal "Aguas de la Cuenca del Segura, S.A.". Durante los episodios de sequía de los años ochenta y noventa del siglo pasado y, con carácter constante desde el año hidrológico 1999/2000, los recursos asignados han sido inferiores a la demanda a atender, debido al comienzo de un período de extraordinaria sequía de aportaciones del río Taibilla y al continuo incremento de la propia demanda, lo que ha requerido aportaciones extraordinarias de las cuencas del Segura y Júcar, en proporción a los volúmenes suministrados a los municipios de sus ámbitos territoriales.

En el año hidrológico 2004-05 se inició un período de extraordinaria sequía en las cuencas hidrológicas conectadas a este sistema hidráulico a través de la infraestructura del Trasvase y Postrasvase Tajo-Segura (Alta del Tajo, Júcar y Segura) que requirió disponer, en línea con lo actuado por la Confederación Hidrográfica del Segura, de un Protocolo ante situaciones de sequía, al objeto de suplir transitoriamente al Plan de Emergencia exigido por la legislación vigente, que tenía en cuenta las reglas y medidas previstas en los Planes Especiales de las cuencas del Segura y Júcar, en relación con el abastecimiento urbano e industrial atendido dentro de sus ámbitos territoriales por la Mancomunidad, en situaciones de alerta y eventual sequía.

Este Protocolo comienza con la descripción de la infraestructura básica de la Mancomunidad, los sistemas de explotación derivados de ella, los recursos hidráulicos disponibles y su evaluación, así como, la evolución y evaluación de la demanda. Define, posteriormente, un coeficiente de disponibilidad al comienzo de cada mes del año hidrológico, equivalente al indicador de estado establecido en la Guía para la Redacción de los Planes Especiales de los Organismos de la cuenca, y las reglas para su determinación

en los dos sistemas de explotación establecidos. Establece las distintas situaciones (normalidad, prealerta, alerta y emergencia) en función de los valores del coeficiente de disponibilidad y finaliza estableciendo las actuaciones a realizar en las distintas situaciones.

Respecto de las actuaciones a realizar por el organismo para la gestión de la demanda, es de destacar que se encuentran significativamente limitadas por su condición de suministrador en alta, que le impide realizar las medidas de reducción de los distintos consumos derivados de las redes de distribución (domésticos, comerciales, industriales, municipales, etc.) que cada situación requiera, y que habrán de ser definidos en los planes de emergencia de cada una de las administraciones municipales abastecidas, en función del porcentaje de la demanda a reducir, correlativo con el correspondiente déficit de los recursos disponibles por la Mancomunidad, una vez agotadas las posibilidades generadas por las actuaciones administrativas y sobre los recursos.

#### *14.2.2. La adecuación de los recursos hídricos a la demanda a atender.*

##### *Conceptos y situaciones previsibles*

La extraordinaria infraestructura de la Mancomunidad y la proximidad al mar de la mayor parte de los centros de demanda, hacen posible poner a disposición del territorio los recursos hidráulicos precisos para atender la demanda derivada de su ordenación, decidida por los órganos competentes (municipios y comunidades autónomas). Con los recursos procedentes del programa de desalación actualmente en ejecución, y su ampliación futura en caso de necesidad, adicionales a los convencionales asignados (río Taibilla y dotación del Trasvase Tajo-Segura), se pretende resolver la situación deficitaria iniciada en el año hidrológico 1999-2000, intentando garantizar que los abastecimientos sean prácticamente independientes de las situaciones de mayor o menor sequía, con excepción del centro de demanda constituido por los 20 municipios que solamente se abastecen con las aguas del río Taibilla.

*- Disponibilidad global y situaciones previsibles según recursos utilizables*

Como coeficiente de disponibilidad debe entenderse el cociente entre los valores previsibles de los recursos disponibles (R) y la demanda (D) a atender hasta la finalización del año hidrológico. La disponibilidad global es la correspondiente al sistema global de explotación constituido por todos los centros de demanda y la totalidad de los recursos hidráulicos disponibles.

Teniendo en cuenta que a igualdad de coeficiente de disponibilidad el déficit de recursos en valor absoluto decrece a lo largo del año, se consideran las siguientes situaciones:

Cuadro 62. Situaciones previsibles en función de la disponibilidad de recursos hídricos (índice= R/D)

	Octube-marzo	Abril-Junio	Julio-Septiembre
<b>NORMALIDAD</b>	>1,02	>1,02	>1,02
<b>PREALERTA</b>	0,98-1,02	0,96-1,02	0,94-1,02
<b>ALERTA</b>	0,92-0,98	0,90-0,96	0,88-0,94
<b>EMERGENCIA</b>	< 0,92	< 0,90	< 0,88

Fuente: Mancomunidad de los Canales del Taibilla

*- Gestión de las distintas situaciones*

El Protocolo ante situaciones de Sequía realizado por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, expone las medidas a adoptar en cada uno de los estados o situaciones establecidas, y se indican el tipo de actuaciones posibles a llevar a cabo por las administraciones municipales para la limitación de los consumos derivados de la red de distribución (gestión de la demanda) que cada situación requiere, en cumplimiento del artículo 27.3 de la Ley de Aguas.

El Protocolo de Actuaciones en Sequía de la Confederación Hidrográfica del Segura, que necesariamente se utiliza como referencia, clasifica las medidas para la limitación de situaciones o estados de sequía (de insuficiencia de recursos en este caso) del siguiente modo:

- Estratégicas. A desarrollar en actuaciones de Normalidad y Prealerta.
- Tácticas. A desarrollar en actuaciones de Alerta.
- De emergencia. A desarrollar en actuación de emergencia.

Las medidas estratégicas se desarrollan en estado de normalidad o prealerta y tienen por finalidad básica incrementar las disponibilidades, reducir las demandas y mejorar la eficiencia en el uso del agua. Es el período adecuado para planificar y preparar las medidas que deben activarse en fases de menor disponibilidad de recursos.

Las medidas tácticas tienen por finalidad conservar los recursos mediante mejoras en la gestión, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas y ahorros voluntarios en las grandes unidades de consumo. Para ello es necesario tener informados a los administrados a través de los medios mediante campañas de concienciación y fomento de un uso de agua sostenible. Conforme avanza la sequía puede ser necesario incorporar restricciones en usos no esenciales y penalizar consumos excesivos.

Las medidas de emergencia se activan en estado de igual denominación y tienen por finalidad alargar el máximo tiempo posible los recursos disponibles, por lo que es necesario establecer restricciones a los usos menos prioritarios e incluso generalizar las restricciones en fases avanzadas.

En lo referente al abastecimiento urbano, las principales medidas contempladas en el Protocolo de referencia en las diferentes situaciones son las siguientes:

A) Situaciones de normalidad y prealerta. medidas estratégicas:

A.1. Sobre la oferta:

- Redacción planes de emergencia (MCT y Ayuntamientos).
- Redacción y ejecución de proyectos en desaladoras (MCT).

A.2. Sobre la demanda:

- Detección y corrección de fugas en redes urbanas (Aytos.).
- Redacción de planes de ahorro de grandes consumidores urbanos e industriales (Aytos.).
- Estudio de reestructuración de tarifas (Aytos.).
- Diseño de campañas de educación y concienciación al ahorro (MCT y Aytos.).

### A.3. Administrativas:

- Aprobación ordenanzas municipales de sequía (Aytos.).
- Aprobación planes de emergencia de abastecimiento (MCT y Aytos.).
- Tramitación decreto sequía (CHS).
- Ensayo modelo bancos de agua (CHS).

### B) Situación de alerta. Medidas tácticas:

#### B.1. Sobre la oferta:

- Activación de desaladoras (MCT).
- Activación de intercambios y mercados del agua (CHS).
- Activación de transferencias externas (CHS).

#### B.2. Sobre la demanda:

- Activación planes de ahorro de grandes consumidores urbanos e industriales (Aytos.).
- Limitación usos urbanos no esenciales (laminas de agua, riego de jardines, baldeos, etc.) (Aytos.).
- Control y penalización consumos abusivos (Aytos.).
- Activación campañas concienciación-educación (MCT y Ayto).

#### B.3. Administrativas:

- Activación del decreto de sequía (art. 56) (CHS).
- Activación de intercambios y bancos de agua (CHS).
- Intensificación de control y penalización (Aytos.).

### C) Situación de emergencia. Medidas de emergencia:

#### C.1. Sobre la oferta:

- Transferencias de recursos externos de socorro (CHS).
- Transferencias de recursos internos de socorro (CHS).
- Suministros de cisternas y barcos cisterna (Aytos. y MCT).
- Intensificar usos recursos no convencionales (MCT).

#### C.2. Sobre la demanda:

- Reducción de presiones en redes urbanas (Aytos).
- Limitación temporal del suministro urbano (restricciones) (CHS y Aytos.).
- Reforzamiento de campañas concienciación-educación (MCT y Aytos.).

### C.3. Administrativas:

- Activación de la Comisión Permanente de la Sequía (CHS).
- Activación de Planes de Emergencia (MCT y Aytos.).
- Intensificación del Control y penalización por consumos abusivos (Aytos.).
- Resoluciones administrativas especiales de fuerza mayor (CHS).
- Renovación y actualización de decretos de sequía (CHS).

- *Plan progresivo de implantación de medidas de actuación*

#### A) Estado de Prealerta

El inicio de esta actuación conlleva la reunión urgente del Comité Ejecutivo de la Mancomunidad, al objeto de su análisis e intensificación, en su caso, de medidas para la más urgente obtención de recursos adicionales procedentes de la desalación o del mercado del agua. El inicio de la actuación de prealerta y el correspondiente valor del coeficiente de disponibilidad será comunicado oficialmente a la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, a los Organismos de cuenca y administraciones municipales para la realización de las medidas estratégicas contempladas en el Protocolo de Sequía, Plan Especial o Plan de Emergencia correspondientes, tendentes a conseguir la reducción precisa para elevar el coeficiente de disponibilidad hasta el valor mínimo correspondiente a situación normalidad (1,02). Se realizan, además, notas de prensa y comunicados públicos de situación.

El área de Explotación del Organismo valora con periodicidad quincenal la evolución de la demanda total y de los consumos individuales de los municipios abastecidos con población superior a los 20.000 habitantes.

#### B) Estado de Alerta

El inicio de esta situación comporta, asimismo, la reunión urgente del Comité Ejecutivo del Organismo y su comunicación al Ministerio de Medio

Ambiente (Dirección General del Agua), Organismo de cuenca, Ayuntamientos y Entidades abastecidas para la realización de las medidas tácticas contempladas para esta situación en los correspondientes Protocolos de Sequía, Planes Especiales o Planes de Emergencia, tendentes a conseguir la reducción del consumo precisa para elevar el coeficiente de disponibilidad hasta el valor mínimo correspondiente a situación de normalidad (1,02). Se solicitan recursos adicionales a los Organismos de cuenca, una vez agotadas las posibilidades de la desalación y del mercado del agua. La valoración de la demanda total y de los consumos municipales por el Área de Explotación se realiza semanalmente.

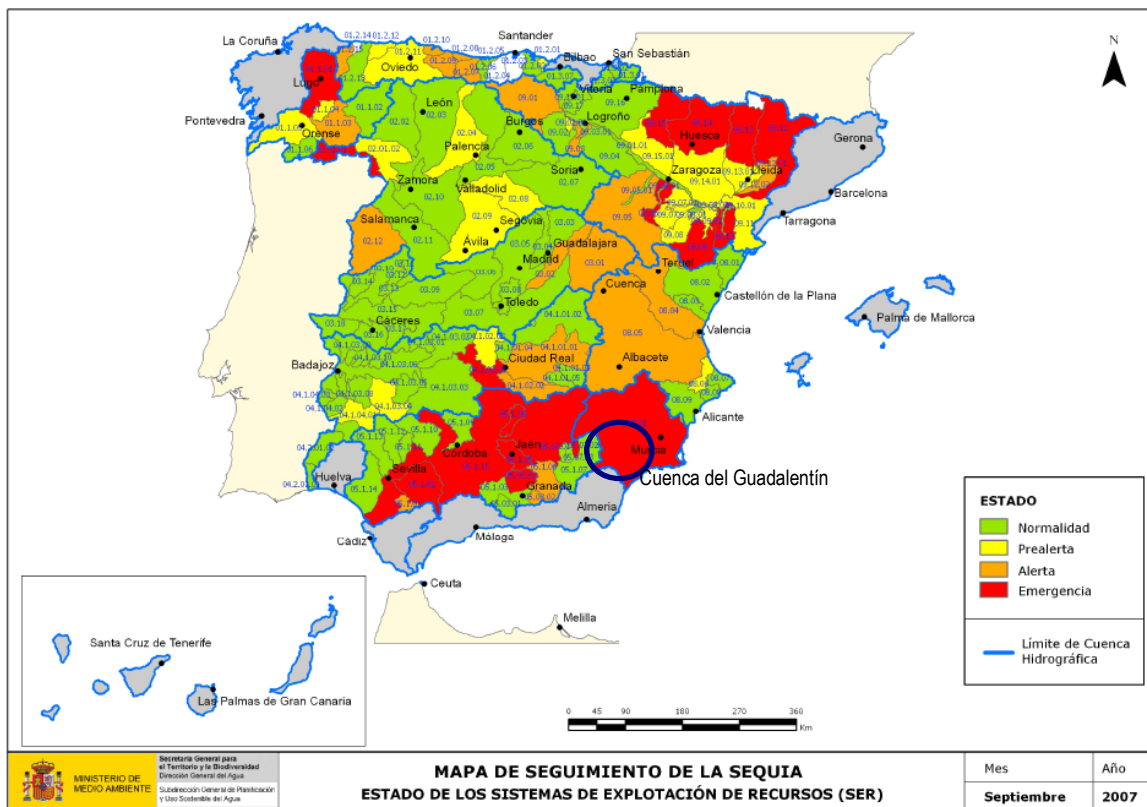


Fig. 128. Mapa de seguimiento de la sequía (Septiembre de 2007). Obsérvese como la cuenca del Segura en su conjunto, donde se incluye la del Guadalentín, sufre el estado de Emergencia. MMA.

### C) Estado de Emergencia

El inicio de esta situación implica la reunión urgente del Comité Ejecutivo de la Mancomunidad y su comunicación, con indicación del valor del coeficiente de disponibilidad, a los entes señalados en los anteriores estados. Se solicita la promulgación de norma de rango adecuado para la prohibición del uso del



agua potable en usos suntuarios, tanto públicos (prohibidos en la fase anterior) como privados.

En caso de imposibilidad de obtención de recursos adicionales precisos para atender la demanda hasta el final del año hidrológico, se adopta el tipo de medida extraordinaria para la reducción imperativa del consumo que haya acordado el Consejo de Administración del Organismo a la aprobación del Plan de Emergencia, de entre:

- Establecimiento de cupos a los Ayuntamientos, ó
- Cortes generalizados del suministro (restricciones), con el calendario y horario, común a todos los entes abastecidos, precisos para conseguir el porcentaje de ahorro requerido.

La valoración de la demanda total y de los consumos municipales por el Área de Explotación se realiza diariamente.

El objetivo básico del Plan de Emergencia coincide con el del Plan Especial (PES), es decir, persigue la articulación de las medidas de control, evaluación de riesgos, organización de la toma de decisiones e implantación de medidas mitigadoras necesarias para disminuir la frecuencia e intensidad de las situaciones de escasez de recursos hídricos, así como reducir los efectos de estas situaciones extremas en los sistemas de abastecimiento público de aguas de poblaciones mayores de 20.000 habitantes.

El Plan de Emergencia debe de resolver tres cuestiones fundamentales:

- ¿Cuándo actuar?
- ¿Cómo actuar?
- ¿Quiénes son los responsables de la gestión?

En situación de emergencia crítica, es de aplicación, además, la orden de 27 de junio de 1983 del Ministerio del Interior por la que se aprueba el Plan Especial de Emergencia por Sequía, que establece directrices de acción coordinada de Protección Civil.

Las actuaciones de la Dirección General del Agua (Administración Central), en el terreno de los abastecimientos urbanos, se encuentran limitadas por el hecho de que las competencias sobre la materia corresponden exclusivamente a los municipios, que cuentan con una acción subsidiaria de Diputaciones Provinciales y Comunidades Autónomas. Por consiguiente, sólo es posible actuar dentro de un acuerdo previo con dichos entes locales, al

amparo de una Declaración de Interés General. No obstante lo anterior, en el ámbito geográfico de la cuenca del Segura gran parte de los municipios son abastecidos en alta por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, organismo autónomo de la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, correspondiéndole al igual que al resto de municipios de mas de 20.000 habitantes la redacción de los citados Planes de Emergencia.

La cooperación de la Administración central debe centrarse en tres capítulos:

- Selección y evaluación de la solución a adoptar
- Financiación de la obra
- Asistencia técnica para la ejecución de la misma

En definitiva, es posible advertir cuatro tipos de actuaciones encaminadas a conseguir los objetivos del actual Protocolo:

- Actuaciones sobre la demanda. Las actuaciones sobre la demanda persiguen la reducción de la misma de forma progresiva y ordenada. Dichas actuaciones van desde simples medidas de concienciación y eliminación de usos superfluos, hasta la imposición de la reducción de consumos o restricciones, así como la implantación de mejoras para incrementar la eficiencia hidráulica de la red.
- Actuaciones sobre los recursos. Las actuaciones sobre los recursos buscan la incorporación progresiva, en un porcentaje adecuado, de recursos complementarios al sistema, de forma que suplan los déficits que se van produciendo.
- Actuaciones de carácter legal y administrativo. Las actuaciones de carácter legal y orgánico están referidas al apoyo legal que la Administración debe prestar al resto de las actuaciones llevadas a cabo.
- Actuaciones de otros colectivos e instituciones. Actuaciones cuya finalidad es obtener la colaboración de otras entidades relacionadas directa o indirectamente con la gestión preventiva de la sequía, como comunidades de regantes, asociaciones de consumidores, compañías eléctricas, etc.

El Consejo de Administración, órgano superior de gobierno de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, el cual se reúne al menos una vez al año para refrendar todos los acuerdos adoptados por su órgano delegado (Comité Ejecutivo) y ser informado de las circunstancias destacables acaecidas a lo largo del año —situación económica, avance de los recursos hidráulicos utilizados y consumos atendidos, previsión de la demanda para el año hidrológico venidero, previsión de cierre del ejercicio presupuestario, etc.—, anunció el pasado 11 de diciembre de 2007 que desde el 27 de septiembre de 2005 se mantiene la situación de Alerta según el Protocolo analizado. Sin embargo, los temidos cortes en el suministro del recurso no han llegado a darse durante este período de sequía, como sí sucedió en anteriores episodios.

A pesar de las escasas aportaciones desde la cabecera del Tajo, durante este último año hidrológico 2006-07, se generó una reserva estratégica de 36 hm<sup>3</sup> mediante contrato de cesión de derechos de agua del río Tajo con la Comunidad de Regantes del Canal de las Aves (Aranjuez), por importe de 8,5 millones de euros y financiado por la exención durante 2007 de los conceptos b) y c) de la tarifa del Trasvase Tajo-Segura, establecida en el Real Decreto-Ley 9/2007, de 5 de Octubre. También se ha recurrido a Convenios de Encomienda de Gestión con la Confederación Hidrográfica del Segura para la explotación de pozos de emergencia en la provincia de Albacete, a la aportación de recursos hidráulicos extraordinarios del río Júcar (embalse de Alarcón), con destino al normal abastecimiento de los municipios de su cuenca, a la ejecución durante los meses de julio y agosto de una campaña publicitaria para la optimización del consumo de agua potable en toda el área geográfica abastecida por la Mancomunidad y al empleo de un volumen de 61 hm<sup>3</sup> de agua desalinizada, lo que supone un incremento del 45% (19 hm<sup>3</sup>) respecto del año anterior (42 hm<sup>3</sup>).

Fruto del esfuerzo de concienciación ciudadana y de las medidas adoptadas por las administraciones municipales, la demanda global no ha sufrido aumento alguno derivado del incremento experimentado por la población abastecida.

El menor volumen de agua desalinizada empleado (26 hm<sup>3</sup>) durante el año hidrológico 2006-07, respecto de las previsiones realizadas durante la fase

final del anterior año hidrológico, debido, esencialmente, a la demora en la puesta en servicio de la desalinizadora de Valdelentisco (Mazarrón), ha posibilitado el mantenimiento de la tarifa actual (43,26 cent€/m<sup>3</sup>) hasta la plena puesta en producción de dicha desalinizadora y la de Alicante II (2º trimestre de 2008), de manera que es muy probable que, en un futuro muy próximo, el precio del agua ascienda, si bien gracias a estos recursos adicionales no convencionales podrá mantenerse el abastecimiento humano sin restricciones.

### **14.3. Las aguas subterráneas: recurso indispensable en situaciones de sequía**

Sobre la protección y sostenibilidad de los recursos hídricos subterráneos, 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”*.

Los aprovechamientos de las aguas subterráneas en la cuenca del Guadalentín han sufrido una serie de fluctuaciones a lo largo de los siglos, motivadas por factores muy diversos. El principal ha sido su aumento debido al incremento 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 dos elementos de análisis. Uno 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 otro 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 períodos 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.

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; y el uso agrícola, cuya demanda era también muy reducida por las limitaciones técnicas, teniendo en cuenta que predominaba la agricultura de secano. 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 hidrológica en términos similares a como se puede hacer hoy en día (López-Geta, 2007).

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 actividad industrial y de servicios asociados. Las aguas subterráneas 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 demandaba para la realización de una nueva captación que ésta no afectase a los caudales de las ya existentes (Llamas Madurga, 2005). No obstante, esta cuestión legal fue modificada por el artículo 54 del Texto Refundido de la Ley de Aguas<sup>31</sup> (TRLA, 2001), donde se establece el «*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<sup>3</sup>.

---

<sup>31</sup> Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas

Esta permisividad legislativa da lugar a que, en muy pocos años, la cifra de pozos en la cuenca del Guadalentín se sitúe próxima a los 790<sup>32</sup>, con los consiguientes problemas derivados del aumento de las extracciones en algunos acuíferos.

Actualmente la sociedad no acepta que, por parte de los poderes públicos, no le aseguren un suministro de agua continuo, sin ningún tipo de restricción y con calidad óptima. No obstante, esto no se cumple en todos los casos, ya que es frecuente que algunos sistemas de explotación sean muy vulnerables a las sequías climáticas, al originarse restricciones en el abastecimiento urbano y suspensión del riego en determinados espacios agrícolas. Ante estas situaciones es muy común recurrir a una mayor utilización de las aguas subterráneas.

Este hecho 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 del Real Decreto 1265/2005, de 21 de octubre, *por el que se adoptan medidas administrativas excepcionales para la gestión de los recursos hidráulicos y para corregir los efectos de la sequía en las cuencas hidrográficas de los ríos Júcar, Segura y Tajo*, donde se autoriza a los Presidentes de las Confederaciones Hidrográficas para que acuerden la realización o impongan la ejecución de aquellas obras de control o de medición de caudales y de evolución de acuíferos que sean necesarias para una mejor distribución del agua, así como para ejecutar obras de captación, transporte o adecuación de infraestructuras.

Sin embargo, hasta ahora, la ineficacia de las medidas paliativas de los efectos provocados por episodios de sequía ha repercutido de forma negativa en las aguas subterráneas (López-Geta *et al.*, 2004):

- 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.

---

<sup>32</sup> Cifra ofrecida por la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Segura, número de sondeos localizados en el conjunto de la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería).

- 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.

A la vista del diagnóstico realizado en el apartado anterior, el estado actual de los recursos de agua subterráneos existentes en la cuenca del Guadalentín no puede ofrecer un panorama más desfavorable. El desequilibrio que existe entre oferta y demanda de agua es dramático.

#### *14.3.1. ¿Existen alternativas para paliar o solucionar la situación de sobreexplotación de recursos hídricos subterráneos?*

Las posibilidades de intervenir con herramientas eficaces sobre los negativos efectos que ha inducido la sobreexplotación de acuíferos en la cuenca del Guadalentín no son abundantes, y tampoco se les puede presuponer una total eficacia. Lo cierto es que se superan los umbrales a partir de los cuales se hace muy difícil restituir la reserva, y en esa situación se encuentran ya varios sistemas acuíferos del Guadalentín (figura 129).

Por esta razón, no son suficientes las medidas habituales contempladas en los Planes de ordenación de extracciones de acuíferos declarados administrativamente sobreexplotados. A las conocidas medidas que contienen estos Planes —límites de protección, reubicación de sondeos en posición central del acuífero, liberación de caudales mediante reutilización de aguas

residuales, etc.— se podría añadir una técnica compleja como es la recarga artificial de acuíferos destinada a la creación inducida de reservas.

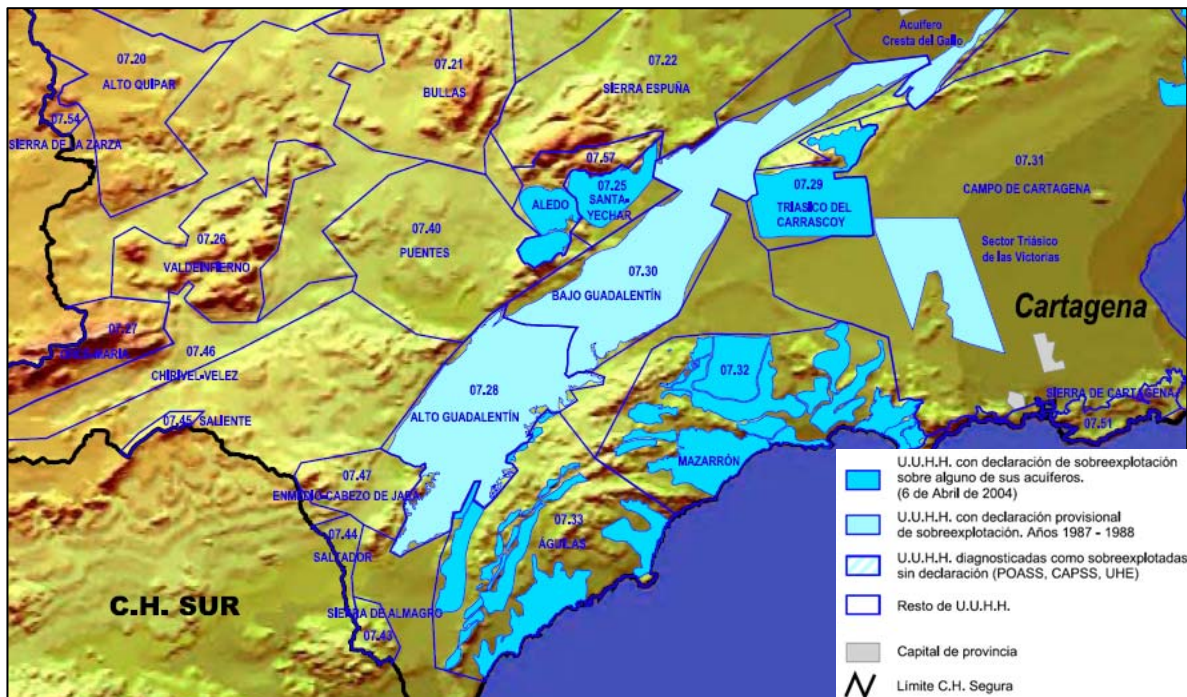


Fig. 129. Sector ampliado del Guadalestín. Mapa de acuíferos y unidades hidrogeológicas sobreexplotadas (CHS, 2007)

Sin embargo, esta intervención directa en el ciclo natural del agua exige disponer de agua en cantidades apreciables, hecho que, por el momento, no se da en el Guadalestín. La única solución que cabría plantear es la recuperación de caudales de las aguas de avenida mediante técnicas que se asemejan a las empleadas en los desaparecidos riegos por boqueras, tan empleos antaño en estas tierras (Rico Amorós, 1994). No obstante, aún presuponiendo una coordinación eficaz de todas esas alternativas, la sobreexplotación de aguas hipogeas en la cuenca del Guadalestín no desaparecería, tan sólo se aliviaría.

Otra posible solución a dicho déficit corresponde a la importación de recursos de agua desde otras regiones excedentarias —es la medida más clásica que maneja la literatura convencional sobre planificación hidráulica—, pero suscita polémicas, tanto por las reticencias de las regiones cesionarias como, sobre todo, por los costes políticos que entraña su ejecución.



### 14.3.2. *El carácter estratégico de los recursos hipogeos durante episodios de sequía*

Según López-Geta y De la Orden (2003), el papel de las aguas subterráneas y su carácter estratégico en períodos 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:

- Son 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 permite la existencia de un acuífero próximo a cualquier centro de demanda (unidad hidrogeológica del Valle del Guadalentín).
- Se dispone de unas reservas hídricas subterráneas muy importantes, que temporalmente pueden ser explotadas de forma planificada. Se estiman en unos 600 hm<sup>3</sup> para el territorio objeto de análisis (cuadro 63). Este aprovechamiento no supone una mera 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 período de sequía, se procede a la recuperación del acuífero (natural o artificialmente), aprovechando los regímenes de lluvia más abundantes.

Rodríguez Estrella (1995) propuso la utilización conjunta de las aguas subterráneas y superficiales de pantanos como el de Valdeinfierno, dada su relación hídrica con el acuífero infrayacente de Pericay-Luchena, que cuenta con 1.000 hm<sup>3</sup> de reservas. La propuesta consistía en extraer unos 9 hm<sup>3</sup>/año (600 l/s en seis meses), pero durante la perforación del primer sondeo el proyecto se tuvo que suspender por la intolerancia de un grupo de ecologistas,

a pesar de que existían medidas respetuosas con el medio ambiente. Recientemente, y a propuesta del Ayuntamiento de Lorca, se ha intentado repetidamente regular el manantial “Ojos de Luchena”, nuevamente sin éxito a pesar de que la extracción a realizar era mucho menor.

Cuadro 63. Impacto de los pozos de sequía sobre la explotación de acuíferos en la cuenca del Guadalentín (CHS, 2007)

UH	Acuífero	Variaciones nivel piezométrico (m/año)		Volumen explotación (Hm <sup>3</sup> /año)			Reserva total estimada (Hm <sup>3</sup> )	Período estimado agotamiento (años)
		Antes sequía, período 1989-93	Situación sequía, período 1993-95	Antes sequía, período 1989-93	Pozos sequía 1993-95	Total		
Valle del Guadalentín	Alto Guadalentín	(1)	-6,9	50	1	51	200	4
	Bajo Guadalentín	(2)	(2)	36	5	41	400	10

(1) Se ha compartimentado por descenso de niveles. Sólo hay agua en algunos compartimentos.

(2) Es un acuífero con estructura de carácter lentejonar, por lo que, analizados los piezómetros disponibles, no se consideraron representativos.

Ya se sabe la irritación y malestar que provoca en la mayoría de la población asentada en cuencas hidrográficas excedentarias cuando se habla de ceder agua a otras consideradas deficitarias. Pero no se entiende esa falta de solidaridad dentro de una misma cuenca o región cuando se critica la falta de apoyo o ayuda interregional. La cuenca del Segura, y consecuentemente la Región de Murcia, de Oeste a Este, presenta propiedades físicas diferentes y contrapuestas: al Oeste existen escasas demandas hídricas en comparación con su flanco oriental, por su clima frío y menor luminosidad que impide un desarrollo agrícola competitivo; no dispone, además, de relieve suave ni suelo abundante. Por el contrario, presenta abundantes recursos que podrían ser trasvasados en épocas de sequía hacia esos sectores con mayores demandas.

Según Rodríguez Estrella (2004), se podrían realizar sondeos en esas áreas occidentales más húmedas y, en épocas de preocupante sequía, llevar el agua oportuna hacia las áreas más necesitadas. Lo pragmático sería conducir esta agua mediante una canalización artificial adecuada, con el fin de evitar pérdidas por infiltración o evaporación, aunque la instalación de la misma sería muy costosa dado el recorrido que habría que realizar. Sin embargo, si se arrojara el agua al río, además del ahorro en instalaciones que ello supondría,

se podría restituir el equilibrio ecológico del sistema, en esos momentos alterado por los efectos de la sequía.

Entre otras actuaciones posibles, se propone llevar a cabo este proceso en la unidad hidrogeológica del Anticlinal de Socovos, que presenta unos recursos de 50 hm<sup>3</sup>/año y unas reservas de 3.000 hm<sup>3</sup>, y en la unidad de Fuente Segura-Fuensanta en su sector nor-oriental, con unos recursos estimados en 45 hm<sup>3</sup>/año. Ya que en estos casos se trata de un agua de excelente calidad, lo lógico es que la Mancomunidad de los Canales del Taibilla se beneficiara de esta operación, arrojando primero los recursos al río Taibilla para luego introducirlos a su red de canales (Rodríguez Estrella, 2004).

Como señala Rodríguez Estrella (2006), se podría entender en última instancia, a pesar de pertenecer a una misma cuenca hidrográfica (la del Segura), que las actuaciones enunciadas encontrarán oposición entre la parte cedente, perteneciente a una comunidad autónoma distinta (Castilla-La Mancha) a las receptoras (Región de Murcia y Comunidad Valenciana). Pero lo que no se comprende es que se haya intentado trasvasar agua dentro de un mismo municipio (desde el acuífero Pericay-Luchena hasta el sector del Valle del Guadalentín en el término de Lorca) y no se haya podido conseguir por cuestiones políticas. Por tanto, sería preciso llevar a cabo, en primer lugar, y esto constituiría otra de las propuestas de actuación, una educación hídrica global, exenta de fervor patrioterero.

Se puede decir que, hasta el momento, el papel del agua subterránea en períodos de sequía ha consistido generalmente en resolver el problema de un modo puntual (apertura de pozos-sequía), con medidas de carácter coyuntural, poco eficaces en ciertos casos, y que han originado en ocasiones problemas adicionales de sobreexplotación o de contaminación. Es evidente que hay que resolver los problemas que puedan surgir en estas situaciones de déficit hídrico, 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 hidráulico.

Cuadro 64. Número de solicitudes para construcción de pozos-sequía y autorizaciones durante el episodio de sequía de los años 1993-1995

Año	1993	1994	1995	Total
Nº solicitudes y expedientes pozos-sequía	104	936	119	1.159
Nº de autorizaciones	42	235	17	294

Fuente: Turrión Pelaez, F. (1995). Accesible en: <http://www.prorio.org/informes/informepozossequiaborrel.DOC>

Por tanto, no se puede continuar con el error histórico de no incorporar las aguas subterráneas y los acuíferos a la planificación hidrológica y 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 las aguas residuales depuradas y desaladas (Murillo y López-Geta, 2001).

Para llevar a cabo la integración de las aguas subterráneas a la planificación hidrológica y gestión hídrica se recomiendan las siguientes actuaciones:

- Determinación de los criterios técnicos que permitan cuantificar la capacidad de almacenamiento de los acuíferos y su distribución tridimensional, estableciendo las curvas de regulación.
- Definición de las condiciones técnicas que deben reunir los acuíferos para su incorporación a los sistemas de explotación como embalses de regulación.
- 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 alternativas.
- Determinación de los criterios técnicos, económicos y ambientales para la selección del sistema de recarga adecuado a cada tipo de operación.

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

En definitiva, las aguas subterráneas pueden jugar un papel estratégico fundamental en la superación de los períodos de sequía, siempre y cuando se lleven a cabo toda una serie de medidas preventivas, es decir, disponer de las infraestructuras necesarias con suficiente anticipación y llevar un control y mantenimiento de las mismas, que aseguren la disponibilidad de estas aguas en el caso de ser necesarias.

## **15. LA DIFUSIÓN DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y LA CAPTACIÓN DE NUEVOS RECURSOS DE AGUA ANTE EL DÉFICIT HÍDRICO**

El usuario agrario constituye el mayor consumidor de agua dentro del país, yendo al regadío cerca de un 65% del total del agua consumida (MAPA, 2008). Uno de los principales objetivos que se intentan conseguir con la implantación de innovadores sistemas de riego es promover el ahorro de agua, cambiando la imagen del regadío, de derrochador y contaminador, a gestor eficiente del agua y garante del medio ambiente. Para ello se pretende optimizar el uso de agua disponible mediante actuaciones como son la modernización de los sistemas de transporte, distribución y aplicación del agua en parcela, la elección de cultivos con variedades menos exigentes en agua, o el empleo de recursos hídricos alternativos a los convencionales, como son las aguas desaladas y las aguas regeneradas.

La gestión eficaz del agua para riego constituye uno de los instrumentos disponibles más importantes en la actualidad para aliviar el profundo déficit existente para este uso. Aunque para mejorar dicha situación existen algunas alternativas, como el aumento de la eficacia de las redes de transporte y distribución, técnicamente las mayores posibilidades son atribuibles a los riegos localizados de alta frecuencia, y en concreto a la modalidad de riego por goteo, por ser, sin duda, la única que puede dar respuesta al derroche de agua que generan otros sistemas como el riego por inundación, cuya eficiencia es mucho menor y, en cualquier caso, hoy día inaceptable en territorios con balance hídrico negativo como el que nos ocupa.

En suma, son valiosos los argumentos que merecen ser expuestos en un capítulo que intentará evaluar, entre otros aspectos, cuál es la magnitud territorial de las explotaciones agrarias que han incorporado esta técnica de manejo del agua para regadío, las causas de su difusión y las ventajas que esta técnica tiene respecto a otros sistemas de riego.

Por otro lado, no resulta fácil el conocimiento preciso de volúmenes de agua “no convencional” que se estaría produciendo y consumiendo en la cuenca del Guadalentín, a pesar de la normativa legal que respalda el proceso de exposición y consulta pública de los datos ambientales, amparada ésta en la

Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medio ambiente, y de la propia Directiva 91/271, que ya recogía en su artículo 16 la obligación de publicación, por parte de los Estados miembros, de informes bianuales de la situación de la depuración de aguas residuales urbanas y de vertidos de lodos.

En cuanto a las aguas procedentes de desalación, con destino a abastecimiento urbano se conoce solamente la capacidad de producción de las plantas de desalación, nunca el volumen realmente generado cada año. Más difícil es aún estimar la cantidad de aguas salobres desaladas con destino a la agricultura donde, desde la última gran sequía ibérica de los años noventa del siglo XX, han proliferado numerosas instalaciones particulares que no se ajustan a lo contemplado en la legislación de aguas en lo que respecta a la solicitud de permisos para la puesta en marcha de la actividad o para la evacuación del residuo o salmuera.

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 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. Según Mujeriego Sauquillo (2007), la consecución de un gran acuerdo marco entre los usuarios agrícolas y 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.

Por su parte, la desalación de agua es una alternativa técnica en fase de consolidación. Aunque no es en estos momentos una solución definitiva a los problemas de escasez de 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.

### **15.1. La introducción del riego localizado en el Guadalentín. El ahorro como principal recurso de agua para el futuro del regadío**

La Memoria del Avance del Plan Nacional de Regadíos (PNR), elaborada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y aprobada por el Consejo de Ministros en febrero de 1996, definía por mejora de regadíos «el conjunto de actuaciones que permiten adecuar a las circunstancias actuales las infraestructuras de los regadíos existentes, pero sin que supongan un cambio significativo del sistema de riego». La modernización, sin embargo, incluiría todas aquellas actuaciones tendentes a una modificación o innovación sustancial del sistema de riego y su gestión en cuanto a instalaciones e infraestructuras. Con ella se logra una mayor eficiencia en el uso del agua, pero incluye cambio del método de riego (fertirrigación, riego automatizado, redes a presión, mecanismos de control y automatización del suministro, etc.). Al suponer un cambio profundo del sistema de riego, la modernización debe ir acompañada también de un cambio de actitudes y de una formación tecnológica de los distintos usuarios, entre ellos las comunidades de regantes (Gómez Espín, 1997).

Como mecanismos legales para modernización de regadíos y en el ámbito del Ministerio de Agricultura, sobresalen el Decreto 118/1973, de 12 de enero (BOE nº 30 de 3 de febrero de 1973), Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, donde se encargaba al IRYDA de esta tarea. Más tarde surge el Real Decreto 678/1993, de 7 de mayo sobre «obras para la mejora y modernización de los regadíos tradicionales» (BOE nº 132 de 3 de junio de 1993), modificado por la Ley 8/1996, de 15 de enero sobre «medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía» que, en su artículo 10, amplía las ayudas por parte de la Administración pudiendo alcanzar hasta el 60% de la inversión prevista en el proyecto, rebajando el límite de aplicación a superficies superiores a las 250 has. El actual marco legislativo viene constituido por la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural, que, sin duda, se tendrá en cuenta en el próximo Plan de Regadío Sostenible Horizonte 2013 (Martínez Medina y Gómez Espín, 2008).

Si se quiere racionalizar el uso del agua, se debe de actuar sobre las redes secundarias, cuyos titulares son, generalmente, comunidades de regantes o, en los términos más amplios recogidos por la Ley de Aguas, las



comunidades de usuarios. Por ello, las actuaciones deben hacerse en colaboración y con aportación de los regantes, que además tienen conocimientos sobre el regadío, sus usos y costumbres.

Los Programas y Planes han de ser de actuación conjunta entre Administraciones y regantes (Gómez Espín *et al.*, 2006). El objetivo de financiar las actuaciones destinadas a la mejora y modernización es obtener una mejor gestión y ahorro de los recursos hídricos y renovar parte de las envejecidas infraestructuras de riego. Para ello se elaboró el denominado Plan Nacional de Regadíos (2000/08), recientemente revisado y materializado por el conocido como Plan de Choque de Modernización de Regadíos (Real Decreto 287/2006, de 10 de marzo). Es obvio que la transformación de terrenos de secano en regadío aumenta la productividad agrícola y a veces también permite una mayor diversificación de los cultivos, demandando a su vez una mayor utilización de recursos humanos y generando una mejora en las rentas de los agricultores.

Las obras hidráulicas, de redes de distribución, cauces de tierra, acequias de hormigón, etc., existentes en parte de los regadíos del Guadalentín, presentan graves problemas de conservación y mantenimiento. La apuesta es, por tanto, establecer un programa de consolidación y mejora de los regadíos existentes, más que por la creación de nuevos regadíos, especialmente en espacios como el Sureste de la Península Ibérica, donde los recursos de agua son escasos.

Mediante la ejecución de estos programas, el PNR plantea conseguir un desarrollo del medio rural, integrando la conservación de los recursos naturales y el respeto por el medio ambiente en general con la actividad agrícola.

Entre los objetivos de la modernización de regadíos, destaca el mantenimiento del agricultor en el medio rural y la mejora de su nivel de vida. La necesidad de llevar a cabo estos cambios radica no sólo en lograr un ahorro en el consumo de agua y una mayor eficiencia en el uso de ésta en el regadío, sino también en la importancia que tiene respecto al sistema productivo, y en especial en cuanto al sistema agroalimentario, en cuanto que genera valor y empleo. Un ejemplo de ello lo constituyen territorios como el Valle del Guadalentín, donde las diferencias entre secanos y regadíos son muy acusadas. Más del 90% del valor de la producción agraria corresponde al regadío, y sus producciones son la base de una importante agroindustria, uno

de los principales sectores de empleo, así como la principal partida de los flujos comerciales al exterior.

El más reciente Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua) elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y aprobado por RD Ley 2/2004, de 18 de Junio, está dirigido a lograr una «mejora en la gestión y en la reutilización del agua, contribuyendo a obtener una mejor calidad de ésta, así como de los ecosistemas asociados, incrementando la oferta de recursos hídricos obtenidos de forma sostenible y garantizando la disponibilidad del agua racionalmente necesaria».

El Programa se centra en lograr una optimización de los recursos existentes y en aprovechar las nuevas tecnologías. El Programa contempla 105 actuaciones divididas en 3 grupos dirigidas a lograr:

- Un incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos.
- Una mejora en la gestión de los recursos hídricos.
- Una mejora de la calidad del agua, prevención de inundaciones y restauración ambiental.

La innovación tecnológica permite, cada vez más, un mayor ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como una mayor garantía de disponibilidad y de calidad en el suministro; y favorece, asimismo, la preservación y la restauración de los ecosistemas asociados al agua.

En la Región de Murcia la inversión total prevista (según A.G.U.A.) será de 876 millones de euros, destinando prácticamente la mitad del montante presupuestario (402 millones de euros) a lograr una mejora de la gestión de los recursos hídricos, siendo la modernización de los regadíos tradicionales una actuación primordial. Dentro de las obras destinadas a conseguir una mejor eficiencia y un mayor ahorro de agua en los regadíos murcianos destaca, entre otros, el proyecto de terminación de la modernización de las infraestructuras hidráulicas de las zonas regables de Lorca y Valle del Guadalentín, donde la inversión supera los 20 millones de euros.

De otra parte, la propia Administración Autonómica, en colaboración con las comunidades de regantes, viene desarrollando los llamados «Planes de mejora y modernización de los regadíos en la Región de Murcia», o planes de mejora de la explotación y conservación de los recursos hídricos de uso

agrícola según el Decreto nº 51/1992, de 21 de mayo de 1992 de la entonces Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM), que cumplen un destacado papel por el gran número de comunidades de regantes y usuarios que encuentran en él la posibilidad de mejorar algún aspecto de sus sistemas de riego. Este Decreto 51/1992, por el que se establecía un sistema de ayudas para “La Mejora de la Explotación y Conservación de los Recursos Hídricos de Uso Agrícola de la Región de Murcia”, fue modificado por el Decreto 42/1996, de 13 de junio; así como por la Orden Reguladora de 30 de mayo de 2003 sobre “Mejora, Modernización y Consolidación de los Regadíos en la Región de Murcia” (BORM nº 132, de 11 de junio de 2003).

En la actualidad, la mayor parte de las actuaciones están reguladas por la Orden de 7 de diciembre de 2006, de la Consejería de Agricultura y Agua, por la que se aprueba la convocatoria de las ayudas para la mejora, modernización y consolidación de los regadíos en la Región de Murcia (BORM nº 290, de 18 de diciembre de 2006).

Estas ayudas pueden alcanzar la cuantía máxima del 50% del presupuesto aprobado por la Administración, siendo las actuaciones más frecuentes la construcción de embalses reguladores como primeras infraestructuras para posibilitar un mejor ajuste de las disponibilidades de agua a las demandas de los cultivos.

#### *15.1.1. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de riego localizado por goteo*

Las múltiples ventajas que ofrece el riego localizado —en su modalidad de goteo— pueden agruparse en dos grandes conjuntos que englobarían, en primera instancia, las implicaciones de esta técnica de riego tanto sobre el manejo del agua de riego como sobre el rendimiento ecológico de los cultivos; y en segundo lugar, las ventajas del goteo como sistema global de explotación agraria.

Como sistema de administración del agua para riego, el goteo constituye una herramienta capaz de optimizar los recursos consumidos. Esta modalidad proporciona en frutales y hortalizas un riego que puede llegar a ser diario,

dosificando la cantidad de agua aplicada al suelo de tal manera que las pérdidas por infiltración profunda se ven prácticamente anuladas. Asimismo, al aplicarse en las líneas de plantación, protegidas por el follaje del cultivo, se disminuye la superficie mojada y, por tanto, las pérdidas por evaporación.

Como sistema de alta frecuencia de uso permite adecuar la oportunidad del riego a las características del cultivo —estado fenológico, edad, densidad de plantación, etc.— y a las características físico-químicas del suelo, permitiendo que tierras con baja capacidad de uso agrícola sean puestas en cultivo con notables resultados económicos.

En cuanto al ahorro de agua, existe la opinión generalizada de que el goteo permite ahorrar volúmenes superiores al 30% respecto al riego tradicional, no obstante, esta cifra parece ser demasiado elevada, aunque existen argumentos que pueden desmentir la equivocada opinión de algunos agricultores que afirman no ahorrar agua con este sistema de riego. Verdaderamente, la eficiencia de este sistema de riego, es decir, el agua que realmente es aplicada a la planta una vez descontadas las pérdidas por infiltración profunda, evaporación o escorrentía, supera el 90%, mientras que en el riego por inundación es tan sólo del 65% (Rico Amorós, 2001).

Otra de las ventajas se funda en el ahorro de costes de nivelación de parcelas de cultivo. En esta misma línea, el riego por goteo minimiza las tareas de labranza y laboreo de la tierra mediante herbicidas para erradicar las denominadas malas hierbas, aspecto este último que, además, repercute en una menor contaminación de las aguas subterráneas.

Este sistema de riego localizado genera un bulbo húmedo alrededor de la zona radicular de la planta; en el interior de dicho bulbo se crea una barbaza saturada de raíces a la que va dirigida el agua, que ya incorpora los elementos beneficiosos —nitratos, potasio, magnesio, etc.— o nutrientes que la planta necesita, desarrollándose en condiciones muy próximas a su óptimo ecológico, estado que ayuda al incremento de la calidad y cantidad de las cosechas (Gil Olcina, 1989). Con sustanciales mejoras en la eficacia del agua de riego y de los fertilizantes consumidos en la nombrada *fertirrigación*, lo lógico es esperar aumentos considerables de cosecha y calidad del producto con ahorro de recursos hídricos y menor contaminación de acuíferos, lo que redundará, en

definitiva, en una mejora de la gestión de este escaso recurso en la cuenca del Guadalentín.

Los únicos factores que podrían controvertir las indudables ventajas del riego localizado con respecto al riego por inundación son los siguientes:

- El elevado precio de la instalación si no se dispone de balsa, pozo o conducción a presión, inversión ésta que, por economías de escala, únicamente están al alcance de medianas y grandes explotaciones agrícolas.
- El riego localizado constituye una innovación agrotecnológica que exige una especialización profesional de sus usuarios. Según Gómez Espín *et al.* (2006), son numerosos los agricultores que utilizan incorrectamente su instalación de goteo, tanto en el abandono como en la duración y frecuencia de unos riegos que, en ocasiones, constituyen un infame complemento del riego tradicional. Para corregir el inadecuado manejo del goteo, además de impartir cursos de capacitación para los regantes, desde las comunidades de regantes se debería de imponer un asesoramiento agrotécnico que dispusiera calendarios de riego y abonado ajustados a las necesidades de cada cultivo.

#### *15.1.2. La modernización de los regadíos tradicionales en la cuenca del Guadalentín*

Los primeros riegos de alta frecuencia, como sistemas innovadores en el manejo del agua para regadío, se remontan, en el Guadalentín, a finales de la década de los años setenta. Aunque por definición el riego por goteo es un sistema de administración del agua para riego que permite aplicar ésta al suelo en cantidades constantes —gota a gota— y caudales escasos —de 2 a 4 litros/hora por gotero— suministrados con una elevada frecuencia, también es un riego localizado que afecta a franjas muy concretas de la superficie cultivada: las líneas de plantación.

A tenor de estas observaciones, y según las características específicas de cada cultivo, se puede afirmar que el riego por goteo y las demás

modalidades de riego de alta frecuencia son también una técnica de producción agraria, esto es, un bien de equipo que permite actuar sobre determinadas prácticas agroclimáticas como el laboreo, en este caso anulándolo por completo; sobre la mano de obra, al eliminar ciertas tareas complementarias del riego tradicional; y sobre la producción, ya que con un correcto manejo de la instalación se puede aumentar tanto la productividad como la calidad, abaratando costes de producción y consiguiendo ventas más remuneradoras (Rico Amorós, 2006).

Los empresarios agrícolas pioneros en la introducción de dichas innovaciones fueron titulares de grandes explotaciones —industriales y cosechero-exportadores—, que buscaban en el riego localizado una técnica de explotación que les permitiese liberar gastos en mano de obra y, sobre todo, sustituir el riego tradicional por el goteo con la intención de disponer de un sistema de riego frecuente conectado a un reservorio de agua —balsa o pozo—, capaz de dosificar su gasto, con vistas a soportar los entandamientos de riego de larga duración, muy frecuentes en el Guadalentín.

Sin embargo, cabe también indicar que la progresión de los eriales a costa de las superficies de regadío lo es tanto en perjuicio de explotaciones con riego por inundación como de otras que emplean riego localizado, si bien en menor proporción. Este hecho presupone la envergadura de una crisis a la que no escapan ni las unidades de explotación más capitalizadas y mejor dotadas técnicamente.

*- Ayudas para la modernización de regadíos contempladas en el denominado programa A.G.U.A.*

Durante el mes de junio del año 2004, en pleno ciclo de sequía, se declararon como actuaciones urgentes y prioritarias del Programa A.G.U.A. las obras de modernización de las infraestructuras hidráulicas de las zonas regables de Lorca y Valle del Guadalentín, mediante el RDL 2/2004 de 18 de junio. En consecuencia, se procedió a la adjudicación definitiva, con carácter inmediato, de las obras de los sectores III y IV de la zona regable de Alhama de Murcia con un presupuesto de casi 17 millones de euros, las actuaciones

técnicas, administrativas y financieras para desbloquear las correspondientes al sector VIII, Subsectores II y III, de Cazalla, Tamarchete y Marchena en el municipio de Lorca, que se encontraban paralizadas por el gobierno anterior desde 2002, con un presupuesto de 24,5 millones de euros y también la adecuación a las circunstancias actuales del proyecto del sector VII, subsector I, de La Tercia (Lorca), por un presupuesto estimado de 11 millones de euros.



Fig. 130. Mapa de las zonas regables de Lorca (C.R. de Lorca)

El 17 de noviembre de 2006, el Consejo de Ministros dio el visto bueno a las obras correspondientes al proyecto de terminación de la modernización de las infraestructuras hidráulicas del sector VIII de las zonas regables de Lorca y Valle del Guadalentín. Las obras contaban con un presupuesto de 24,9 millones de euros y su plazo de ejecución se estimaba en 18 meses.

Los objetivos de estas actuaciones son la modernización del actual sistema de riego basado en una red de canales y acequias que se encuentran en un alto porcentaje sobre tierras, con las consiguientes pérdidas por filtración. Las obras consisten, fundamentalmente, en la sustitución de la citada red por otra constituida por tuberías a presión, en la entubación de los brazos de turbias, abiertos en mampostería y tierra, mediante tubería de hormigón armado, en el acondicionamiento de la red de desagües existentes y en la mejora de la red de caminos de servicio.



Fig. 131. Embalse de La Hoya (C.R. de Lorca)

Cuando se realicen otras actuaciones pendientes de acuerdo entre la Administración y los regantes lorquinos se habrá logrado la modernización del 90% de las 12.500 hectáreas de regadío de esa zona, porcentaje que será del 100% una vez terminadas otras obras en la pedanía de Tercia (Lorca). Esas tuberías ahorrarán un 25% del agua que se pierde por rotura de las canalizaciones y en cuyo arreglo trabaja a diario una brigada de 25 personas de la comunidad de regantes de Lorca, un ahorro al que se sumará otro de igual cantidad cuando los comuneros instalen el riego por goteo a pie de parcela.

Además de estas actuaciones que se llevan a cabo en el Valle del Guadalentín, han dado comienzo toda una serie de obras de modernización de regadíos tradicionales en los sectores elevados de la comarca de Los Vélez, María y Chirivel (Almería), con propósito de reducir la sobreexplotación de los acuíferos y favorecer el mantenimiento de surgencias o manantiales naturales de agua, sistemas con elevado valor ecológico en estas tierras semiáridas.

El primer acuerdo de modernización se firmó en mayo de 2005, entre la empresa ACUAMED y los ayuntamientos de Vélez Rubio y Vélez Blanco. La actuación beneficiará a una extensión aproximada de 2.200 hectáreas de regadío localizadas en el norte de Almería, entre los citados municipios, pertenecientes a la cuenca del Guadalentín. Esta actuación promovida por el



Ministerio de Medio Ambiente, a través del Programa A.G.U.A., está contemplada en el Anejo IV del Real Decreto Ley 2/2004, y tiene la finalidad de mejorar la eficiencia de las infraestructuras existentes, así como la liberación de recursos hídricos en los riegos de la comarca de Los Vélez.

El Boletín Oficial del Estado del pasado 8 de mayo de 2007 publica la resolución del Ministerio de Medio Ambiente por la que se anuncia la salida a información pública del proyecto constructivo de “Modernización de las infraestructuras hidráulicas de los regadíos de la comarca de Los Vélez. B) Regadíos del acuífero rambla de Chirivel”. Esta actuación, encomendada a la sociedad estatal Aguas de la Cuenca del Mediterráneo (ACUAMED) está declarada de interés general y de ejecución prioritaria y urgente por la Ley 11/2005. Afecta al término municipal de Chirivel en la provincia de Almería, situándose toda la superficie implicada dentro de los límites territoriales de la cuenca del Guadalentín. El proyecto constructivo define y valora las actuaciones necesarias para modernizar y reparar las infraestructuras que conforman el sistema de riego, e incluye una red de tuberías de transporte, 6 estaciones de bombeo y 3 balsas de regulación.

Poco más de un mes más tarde, el 19 de julio de 2007, el B.O.E. informa de la resolución del Ministerio de Medio Ambiente por la que se anuncia la salida a información pública del proyecto de modernización en las infraestructuras hidráulicas de los regadíos de la comarca de Los Vélez, en los municipios de María, Vélez Blanco y Vélez Rubio. El proyecto, contemplado también por la Ley 11/2005, define y valora las actuaciones necesarias para modernizar y reparar las infraestructuras que conforman el sistema de riego en los mencionados municipios, e incluye, entre otras obras, la reposición de numerosas acequias, limpieza e impermeabilización de balsas y la instalación de dos estaciones de bombeo en las plantas depuradoras de María y Vélez Rubio, con sus respectivas tuberías de impulsión.

La modernización de este regadío, con la incorporación de una red de tuberías presurizada y un sistema de telecontrol, entre otras actuaciones, permitirá a los comuneros un ahorro del agua y un incremento de la productividad de los cultivos, además de afrontar en mejores condiciones las posibles carencias en periodos de sequía.

- *Obras de consolidación y mejora de regadíos de la cuenca del Guadalentín realizadas por la Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias del Sur y Este (SEIASA)*
- Modernización y Consolidación de Regadíos de la Comunidad de Regantes de Lorca. Sectores VII y VIII. Estado: en ejecución. Superficie afectada: 12.190 has. Número de regantes beneficiados: 6.807. Presupuesto: 7,56 mill. euros.
- Modernización y Consolidación de Regadíos de la Comunidad de Regantes de Totana. Estado: en ejecución. Superficie afectada: 5.792 has. Número de regantes beneficiados: 2.586. Presupuesto: 4,86 mill. euros.
- Modernización y Consolidación de Regadíos de la Comunidad de Regantes de Alhama de Murcia. Estado: susceptible de actuación. Superficie afectada: 4.040 has. Número de regantes beneficiados: 2.340. Presupuesto: en confección.
- Modernización y Consolidación de Regadíos del sector VIII, Cazalla, Tamarchete y Marchena de la C.R. de Lorca. Estado: en proceso de licitación. Superficie afectada: 4.583 has. Número de regantes beneficiados: 2.999. Presupuesto: 20,28 mill. euros.
  
- *Actuaciones de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia en materia de consolidación y modernización de regadíos*

#### Inversiones Directas:

- Modernización Regadío de la Comunidad de Regantes de Lorca. Sector de Las Riberas. Superficie afectada: 380 has. Número de regantes beneficiados: 555. Presupuesto: 3 mill. euros.
- Modernización de la Red Hidráulica de la Comunidad de Regantes Tajo-Segura de Totana. Superficie afectada: 5.792 has. Número de regantes beneficiados: 2.586. Presupuesto: 2,18 mill. euros.

### Convenios de colaboración con SEIASA del Sur y Este S.A.:

- Mejora y Consolidación de los regadíos de la Comunidad de Regantes de Lorca. Superficie afectada: 12.190 has. Número de regantes beneficiados: 6.807. Presupuesto: 1,89 mill. euros.
- Mejora y Consolidación de los regadíos de la Comunidad de Regantes de Totana. Superficie afectada: 5.792 has. Número de regantes beneficiados: 2.586. Presupuesto: 1,21 mill. euros.
- Obras de Modernización y Consolidación de regadíos del Sector VIII (Cazalla-Tamarchete y Marchante) de la Comunidad de Regantes de Lorca. Superficie afectada: 4.583 has. Número de regantes beneficiados: 2.999. Presupuesto: 5,7 mill. euros.

### Subvenciones a comunidades de regantes:

- Proyecto de Mejora de la explotación y conservación de los recursos hídricos de uso agrícola. Comunidad de Regantes Alhama de Murcia. Superficie afectada: 4.040 has. Número de regantes beneficiados: 2.340. Presupuesto: 1,58 mill. euros. Subvención: 545 mil euros.
- Proyecto de modernización de los regadíos de la Comunidad de Regantes de Lorca, Zona Sutullena. Superficie afectada: 141 has. Número de regantes beneficiados: 446. Presupuesto: 425 mil euros. Subvención: 169 mil euros.

#### *15.1.3. La organización de las superficies regadas y la distribución de las aguas de riego: el papel de las entidades de regantes*

La mayor parte de los nuevos regadíos creados en el Guadalentín durante la segunda mitad del siglo XX, lo fueron con agua hipogea, alumbradas, distribuidas y gestionadas por entidades de regantes a las que se adscribían las tierras transformadas. Mediante estas fórmulas asociativas se generaron economías de escala para poder acceder a una utilización colectiva del agua que, de otro modo, se hubiera visto impedida por el aumento excepcional de los costes finales de explotación del agua subterránea. Esta

condición conllevó que la adscripción de tierras a estas entidades se convirtiese en requisito indispensable para acometer las transformaciones de superficies de secano, eriales o montes en regadío.

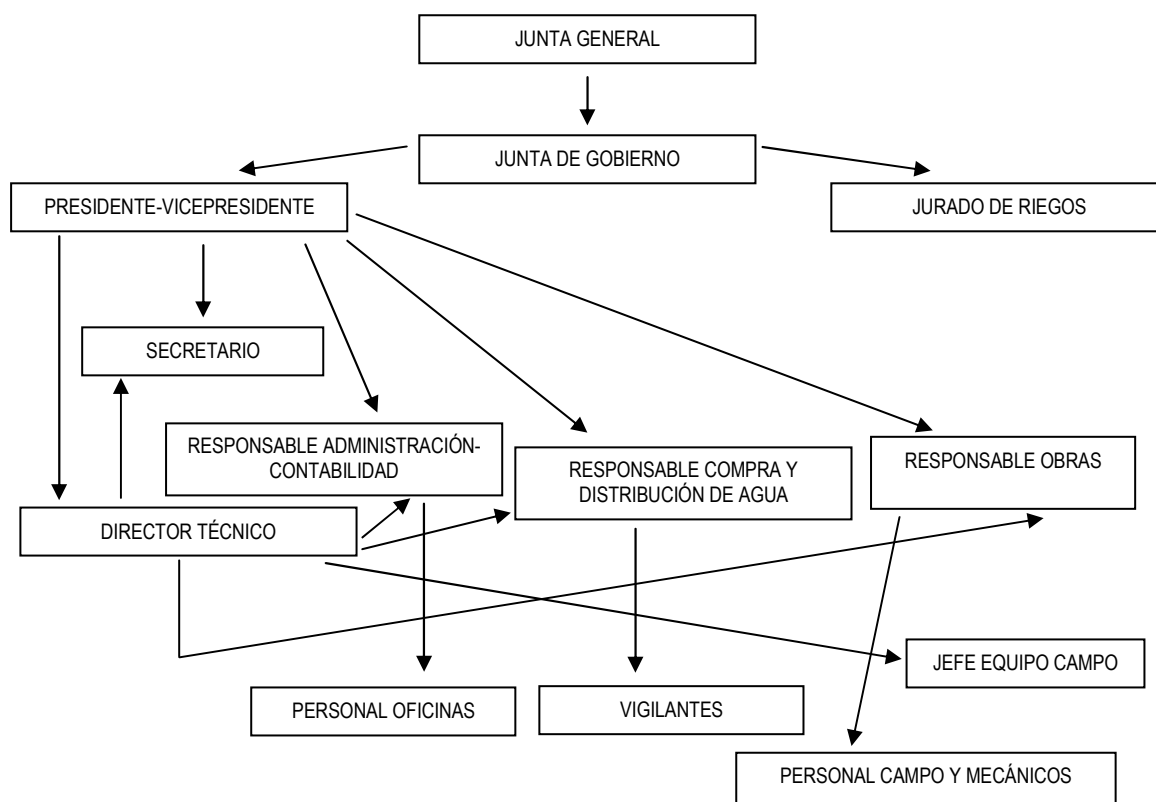


Fig. 132. Organigrama de una Comunidad de Regantes (C.R. Lorca)

Entre los objetivos y logros más sobresalientes de la organización de las superficies de regadío y distribución de las aguas para riego cabe citar las siguientes:

- Construcción de depósitos de almacenamiento de agua propios: embalses de gran capacidad reguladora. Este hecho ha favorecido el aumento de la disponibilidad de agua en los planos temporal y espacial, siempre y cuando se acompañen dichos reservorios de nuevas canalizaciones que refuercen la capacidad de gasto de las redes de distribución anteriores.
- Sobre esas balsas se articula un gran complejo de distribución hidráulico, donde la implantación de conducciones de agua para riego a presión se convierte en uno de los grandes logros

estratégicos acometidos, pues así se induce a la introducción de sistemas de administración del agua de riego de alta frecuencia, esenciales tanto por el aumento sustancial en la eficacia del agua aplicada a las plantas como por sus inestimables ventajas como sistemas de explotación agrícolas intensivos y óptimos.

Con estas mejoras en infraestructuras se estuvo en posición de eliminar los sistemas de venta por subasta —con entandamientos de hasta varios meses a veces—, lo cual constituye un objetivo prioritario en las Ordenanzas de Riego de la mayoría de las entidades que lo vienen practicando desde muy antiguo.

Cabe reflexionar sin embargo, sobre una cuestión que, tal vez, ayudaría a mejorar incluso las buenas situaciones que, en cuanto a gestión del agua para riego se refiere, presentan las distintas comunidades de regantes de forma particular: ¿No sería aún más provechoso y efectivo para los intereses de todos los regantes del Guadalentín constituir una Comunidad General de Usuarios?

Probablemente, con este tipo de foro de participación común se podrían corregir y evitar tantas posturas encontradas, tensiones y esfuerzos en estéril donde los mayores perjudicados son los propios regantes.

Las distintas comunidades de regantes, aglutinadas en torno a una Comunidad General de Usuarios, quizá lograrían lo que hasta ahora, con tanta distracción de esfuerzos, no han conseguido, es decir, la defensa de unos intereses generales que son, en definitiva, los particulares de cada uno, esto es, el legítimo derecho a la utilización de unos recursos de agua en cantidades y calidades acordes con sus necesidades. En cambio, al perder poder reivindicativo y de disuasión frente a la administración hidráulica, ésta última recoge con mayor diligencia en sus previsiones y actuaciones las demandas de otros usos consuntivos que cuentan con un mayor respaldo económico y político, lo cual, no significa necesariamente que respondan al interés general de toda la sociedad, sino más bien, como sucede a veces, a actuaciones superficiales que pretenden contener a diversos colectivos.

#### 15.1.4. Algunas reflexiones finales

En los últimos treinta años se están produciendo cambios significativos en los sistemas de riego, abandonando el riego a la oferta (especialmente modalidades de inundación) por riego a la demanda, más próximo a las necesidades de la planta, como el riego localizado en su modalidad de “goteo”. En estos actuales sistemas de riego a la demanda es imprescindible la utilización de embalses reguladores, sobre todo en explotaciones donde utilicen el riego localizado, para asegurar la disponibilidad de agua en función de la demanda hídrica de cada cultivo.

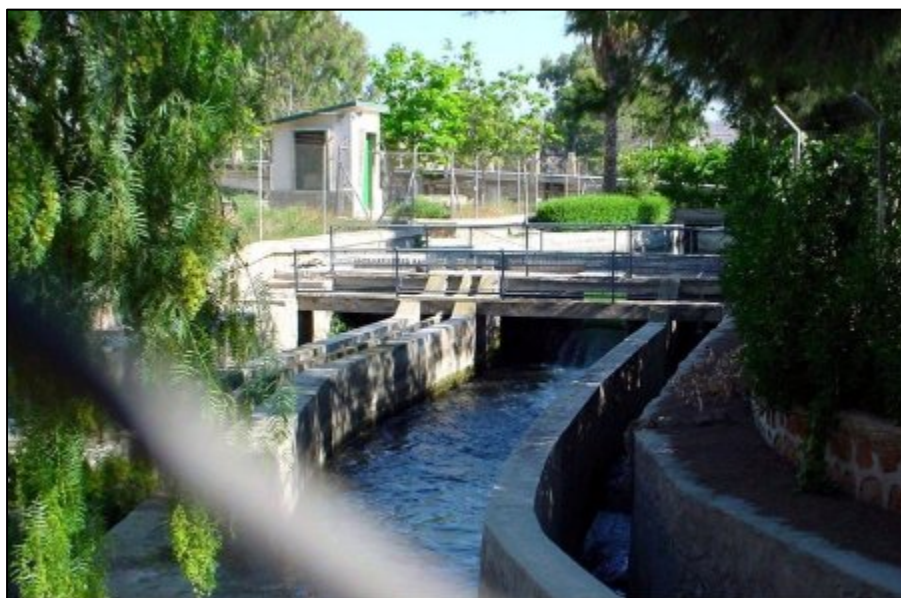


Fig. 133. Partidor general “Tres Puentes” (riego tradicional), Comunidad de Regantes de Lorca

Uno de los principales problemas que se presenta para los agricultores regantes en esta cuenca es la sobreexplotación de acuíferos. Pero, además de éste, se presentan otras dificultades en estas áreas de riego, como tener que regar durante las 24 horas del día, especialmente en verano, lo que supone un mayor gasto de energía eléctrica; caudal de riego variable a lo largo del año, en función de la aportación de los distintos sondeos; pérdidas en la red de transporte; falta de presión en las distintas tomas; etc.

Para solucionar algunos de estos inconvenientes se solicitan y programan planes de modernización que, entre otras cuestiones, les permita

aumentar la capacidad de embalse; mejorar la red de transporte para que a todas las tomas pueda llegar el agua con presión suficiente, consiguiendo así una buena distribución del agua al riego localizado; realizar en la red de distribución una serie de arquetas con agrupación de hidrantes, de los que partirán las tuberías particulares de cada regante a su parcela, instalando en ellas los filtros quitapiedras y los elementos de telecontrol; y realizar la automatización de todo el proceso; con el objetivo final de mejorar la gestión del agua y la calidad de vida del regante.



Fig. 134. Arqueta de contadores (C.R. Lorca)



Fig. 135. Batería hidrante (C.R. Lorca)

Con los planes de modernización, en estas comunidades de regantes se ha aumentado considerablemente la capacidad de embalse general,

especialmente interesante en aquellas comunidades relacionadas con importantes empresas cosechero-exportadoras, conscientes de que el calendario de riegos obliga a disponer de agua en los meses de verano por la orientación productiva de estos parajes, dedicados a hortalizas, cítricos, frutales de hueso y uva de mesa. La subida paulatina de las temperaturas se acompaña del crecimiento y maduración de las cosechas, y un aumento de las necesidades hídricas que alcanza su máximo en julio, igual que las temperaturas. El descenso de la demanda hídrica a partir de este momento no es tan acusado como su aumento desde primavera, pues aún falta la cosecha de uva de mesa, que se recoge en diciembre.

Junto a grandes y modernas fincas organizadas por un grupo cosechero-exportador, también existen las asociaciones de pequeños y medianos usuarios que se aprovechan, sobre todo, de recursos hipogeos y que se agruparon para captarlas y distribuir las en grupos sindicales de colonización, posteriormente sociedades agrarias de transformación (S.A.T.), donde en colaboración con la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia o con las sociedades de los ministerios como SEIASA del Sur y Este de España, en la forma de convenio, se han propuesto modernizar sus regadíos.

En estas comunidades con gran número de miembros es difícil tomar estas decisiones, pero es vital que todos participen y se impliquen para el buen desarrollo del Plan de Modernización (Gómez Espín *et al.*, 2007). Entre los Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente, actual Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MMARM), está previsto invertir en modernización de regadíos y en mejoras de la gestión de recursos hídricos más de 100 millones de euros, labor a la que hay que unir la de la Dirección General de Aguas y de Regadíos de la Comunidad Autónoma de Murcia, así como la de las propias comunidades de regantes. Un esfuerzo conjunto de Administraciones y Regantes con los objetivos de lograr un ahorro de agua, una mayor eficiencia por metro cúbico empleado y una mayor calidad de vida para el regante.

Gracias a la modernización de los sistemas de riego, solamente en los regadíos de Lorca y Valle del Guadalentín abastecidos por el Acueducto Tajo-Segura (cerca de 29.000 hectáreas), será posible ahorrar unos 12,9 Hm<sup>3</sup> de



agua al año (Plan de Choque de Modernización de Regadíos para mitigar la sequía<sup>33</sup>, MMARM), cifra ésta seguramente reducida al no incluir las obras de mejora realizadas por agricultores particulares.

Ante situaciones de sequía como las que atravesamos en los años agrícolas 2004/2005 y 2005/2006, las comunidades de regantes que se abastecen de acuíferos han respondido con la explotación individualizada de la captación, muy condicionada por la capacidad de almacenamiento de la comunidad y de las necesidades de sus regantes. En definitiva, frente a numerosos agricultores que dependen solamente de recursos trasvasados, los que utilizan aguas subterráneas pueden afrontar mejor la sequía si aún quedan aguas en el acuífero. Ahora bien, la explotación en el tiempo exige no sólo perímetros de protección, sino también Junta Central de Usuarios que facilite, programe y haga sostenible su explotación. Esta labor de planificación es la que falta en la mayor parte de los acuíferos: Planes de explotación sostenible. La realidad es que el mantenimiento de esta riqueza creada y el empleo que genera, campaña a campaña, hace que se continúe con los mismos volúmenes de explotación, aunque es verdad que mejor aprovechados gracias a la modernización del regadío.

## **15.2. Depuración y reutilización: beneficios, costes e impactos negativos.**

### **Su incidencia en la cuenca del Guadalentín**

La reutilización de aguas residuales es un componente intrínseco del ciclo natural del agua. Mediante el vertido de efluentes a los cursos de agua y su disolución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas de forma incidental en puntos aguas debajo de los cauces para aprovechamientos agrícolas, industriales y urbanos. La reutilización directa o planificada del agua a gran escala tiene un origen más reciente, y supone un aprovechamiento directo de efluentes, con un mayor o menor grado de

---

<sup>33</sup> Los anteriores Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente elaboraron conjuntamente el Real Decreto 287/2006 de 10 de Marzo, conocido como "Plan de Choque de Modernización de Regadíos para mitigar la sequía". El objetivo prioritario era y es regular las obras urgentes de mejora y consolidación de regadíos con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que ayude a paliar los daños producidos por la sequía".

regeneración, mediante su transporte hasta el punto de utilización, sin mediar para ello la existencia de un vertido o una dilución en un curso natural de agua (Mujeriego, 1990).

Entre otros factores, 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.

El desarrollo urbano de las últimas décadas, unido a la mayor consideración de las evidentes necesidades ambientales, anteriormente no contempladas o no debidamente respetadas, sin que paralelamente se hayan incrementado en la misma proporción los recursos disponibles, ha disminuido la proporción de los recursos aplicados en regadío sobre el total de usos hacia valores que deben estar ya por debajo del 75%.

Esta mayor aplicación a usos urbanos o industriales, menos consuntivos y por tanto generadores de importantes retornos, aumenta si cabe la eterna presión que la escasez de recursos provoca en la gestión del agua y contribuye a que el ahorro y la reutilización del agua sigan siendo, hoy más que nunca, una característica habitual en todas las formas del uso del agua en este territorio.

#### *15.2.1. Beneficios de la reutilización de aguas depuradas*

Cualquier actuación destinada a ahorrar agua y que consiga reducir pérdidas irre recuperables del recurso mejorará su disponibilidad para un posterior aprovechamiento. La reutilización planificada del agua, sobre todo para regadío, puede tener múltiples beneficios. Entre otros, los que se detallan a continuación:

- Constituye una nueva fuente de suministro, capaz de aportar recursos adicionales, ya sean netos o bien alternativos que permitan liberar otros tipos de recursos de agua de mejor calidad para destinarlos a usos más exigentes.

- Una reducción del aporte de contaminantes a los cursos de agua naturales, en particular cuando la reutilización se efectúa mediante riego agrícola, de jardinería o forestal. La reutilización de agua mediante riego permite que las sustancias orgánicas difíciles de mineralizar puedan ser degradadas biológicamente mediante su infiltración a través del suelo de cultivo.
- Un ahorro energético, al evitar la necesidad de aportes de agua adicionales desde zonas alejadas a la de la planta de regeneración, por lo que, además, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.
- Una mayor garantía de suministro que la mayor parte de las fuentes naturales de agua, especialmente en zonas semiáridas. La estacionalidad de la población en las zonas costeras y prelitorales hace que los mayores caudales de agua disponibles se registren durante la temporada estival, cuando, precisamente, se producen las mayores demandas de agua para riego.

En definitiva, la reutilización planificada del agua ofrece una garantía de suministro superior a las fuentes convencionales, asegurando la disponibilidad de caudales en épocas de mayor demanda de agua, potenciando una gestión más eficiente de los recursos hídricos que permite que aguas de calidad prepotable puedan ser destinadas para abastecimiento público.

#### *15.2.2. El coste de la reutilización de aguas residuales*

Los costes privados para la regeneración y reutilización de las aguas depuradas incluyen los costes de inversión, explotación y mantenimiento. Las instalaciones de saneamiento y depuración de aguas residuales existentes en la cuenca del Guadalentín están gestionadas por la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (ESAMUR), empresa pública regional creada por la Ley 3/2000, de 12 de julio, de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales e Implantación del Canon de Saneamiento, adscrita a la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia.

La Ley de Saneamiento le asigna a ESAMUR la tarea de recaudar y gestionar el Canon de Saneamiento, aplicando estos recursos económicos a las tareas de explotación, mantenimiento y control de las instalaciones públicas de saneamiento y depuración de aguas residuales. El Canon de Saneamiento, es un impuesto propio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, creado y regulado por la Ley 3/2000, destinado a cubrir los gastos de gestión, explotación y conservación de las instalaciones públicas de saneamiento y depuración. Éste un tributo de carácter finalista, que debe garantizar la correcta explotación y conservación de las instalaciones públicas de depuración de aguas residuales. Su aplicación se realiza conforme a los principios europeos de "recuperación de costes" y de "quien contamina paga", pues su cuantía es proporcional al consumo y, en el caso de aguas industriales, también a la contaminación aportada.

ESAMUR inició su actividad el 1 de Julio de 2002 fecha establecida por la Ley 3/2002, de 20 Mayo, de Tarifa del Canon de Saneamiento para el inicio de la exacción del Canon de Saneamiento.

Mediante convenios suscritos con los diferentes Ayuntamientos, que ostentan la titularidad de las infraestructuras, la Entidad ha asumido la gestión y control de las instalaciones de saneamiento y depuración existentes y la puesta en marcha de las nuevas obras que se construyen en el marco del Plan General de Saneamiento de la Región de Murcia.

La Tarifa vigente del Canon de Saneamiento es la establecida por la Ley 3/2002 de 20 de mayo, y sus valores numéricos modificados posteriormente por la Ley 10/2003, de Presupuestos Generales para 2004, por la Ley 9/2005, de Medidas Tributarias para 2006 y por la Ley 11/2007, de Medidas Tributarias para 2008.

Las tarifas del Canon de Saneamiento son las que siguen:

- Usos domésticos:
  - o Cuota de consumo: 0,23 €/m<sup>3</sup>
  - o Cuota de servicio: 27,9 €/abonado/año
- Usos No domésticos:
  - o Cuota de consumo: 0,29 €/m<sup>3</sup>
  - o Cuota de servicio: en función del volumen consumido:

Volumen consumido (m <sup>3</sup> /año)	Cuota de servicio (€/abonado/año)
1.500	27
1.501 - 2.500	66
2.501 - 4.000	102
4.001 - 6.700	168
6.701 - 10.000	258
10.001 - 18.500	444
18.501 - 37.000	828
37.001 - 65.000	1.608
65.001 - 100.000	2.550
100.001 - 200.000	4.242
200.001 - 400.000	6.756
400.001 >	10.398

### 15.2.3. Impactos negativos de la aplicación de aguas residuales depuradas

Desde el punto de vista agronómico, es la elevada salinidad de las aguas residuales depuradas el factor que le confiere, en ciertos casos, el aspecto más limitante para su correcta aplicación en regadío. El contenido salino de las aguas residuales no se altera en ninguno de los procesos unitarios que conforman la Estación de Depuración de Aguas Residuales, y tampoco se reduce en ninguno de los usos, domésticos o industriales, a los que hubiese pertenecido antes de su incorporación a las redes de saneamiento. Esta circunstancia determina el carácter acumulativo de las sales disueltas en el agua residual, que se acrecienta a partir de los valores iniciales del agua de suministro.

El agua potable suministrada a las redes de consumo conforma aproximadamente el 80% del volumen total de agua residual generada. En la cuenca del Guadalentín, aproximadamente dos tercios de estas aguas potables se originan en las tomas para potabilización que la MCT realiza sobre aguas del ATS, aportando ya en origen una conductividad superior a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El resto de las aguas, procedentes del río Taibilla, tienen menores contenidos salinos, con conductividades inferiores a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Las aguas procedentes de fuentes propias de suministro, generalmente de origen subterráneo, que algunas industrias incorporan a las redes municipales, son en general de calidad mediocre a mala con conductividades por encima de los 2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y en algunos casos muy superiores.

Los usos domésticos incorporan, según la bibliografía consultada, entre 0.15 y 0.4 mg/l de sales disueltas. La actividad industrial tiene un rango muy amplio de incorporación de sales al agua utilizada en sus procesos, por lo que los contenidos salinos de su vertido final pueden incrementarse, tanto por concentraciones debidas a evaporaciones, como por la aportación de salmueras saturadas que pueden generarse en determinadas instalaciones industriales o de tratamiento del agua. Incluso, vertidos de gran volumen aportan salinidades superiores a 4.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , resultando finalmente una media ponderada para todos ellos que supera los 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Más del 90% de las aguas depuradas supera los 2.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Este valor puede considerarse como un límite optimista para un uso general en regadío sin grandes problemas. Por otra parte, un valor de 3.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que todavía superan más del 37% de los volúmenes generados, indica la necesidad urgente de corregir en lo posible estos aportes salinos. Por ahora, las aguas depuradas suelen mezclarse con otras de origen diverso.

La minimización de las dosis de riego y el intenso grado de reutilización, si bien ahorra recursos, tiene graves contrapartidas puesto que la incorporación de sales solubles procedentes del suelo, o de la fertilización inorgánica, aumenta la conductividad del extracto de suelo, incrementa su presión osmótica y aporta iones fitotóxicos para cultivos sensibles. En los casos en que abundan las sales de sodio, se modifica y destruye de forma irreversible la estructura del suelo, dispersando y destruyendo los complejos arcillosos, base de su fertilidad. En efecto, la utilización de dosis de riego demasiado ajustadas, cuando se usan aguas de calidad mediocre o mala impide el arrastre y lixiviado de las sales, acumulándolas en los horizontes edáficos superficiales. Este es, por tanto, un tributo excesivamente caro que pagamos por el ahorro de los volúmenes que serían necesarios para el lavado periódico del perfil del suelo y por la utilización de aguas con contenidos salinos elevados.

La salinización es, junto con la erosión, a la que contribuye de forma muy importante, la causa de la *esterilización* de suelos, del abandono de cultivos y del avance de la desertización en muchas áreas.

Como consecuencia de este uso intensivo no cabe tanto discutir en Murcia sobre el porcentaje de volúmenes de aguas residuales de origen urbano, industrial o agrícola, reutilizadas en riego, sino sobre las fracciones de este recurso —que aquí podría decirse que es “convencional”— que es usado en condiciones agronómicas, sanitarias, o ambientales adecuadas.

De otra parte, la vulnerabilidad de los acuíferos frente a un foco de contaminación, como es el uso de aguas residuales y lodos en agricultura, puede ser muy alta, sobre todo si las características de la zona no saturada no son las idóneas para que los contaminantes presentes en estas aguas y lodos sufran procesos que den lugar a una disminución de su presencia.

#### *15.2.4. Características de las aguas residuales y depuradas en la Cuenca del Guadalentín*

Las aguas residuales urbanas, son objeto de definición por la Directiva europea 91/271, que recoge los siguientes conceptos:

- *Aguas residuales urbanas*: las aguas residuales domésticas o la mezcla de las mismas con aguas residuales industriales y/o aguas de correntía pluvial.
- *Aguas residuales domésticas*: las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.
- *Aguas residuales industriales*: todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial.

La presencia y concentración de los diversos parámetros presentes en las aguas residuales urbanas pueden variar mucho según la mayor o menor proporción de aguas residuales de procedencia industrial aportada al alcantarillado. También en algunos municipios la presencia dominante de ciertos tipos de actividad, sobre todo si produce grandes volúmenes de agua residual, determina la caracterización de sus aguas.



Fig. 136. Estación depuradora de aguas residuales de Librilla.

En cuanto a los vertidos industriales a la red de alcantarillado, La gran mayoría de las industrias del curtido y manipulación de pieles ubicadas en la ribera del río Guadalentín, en Lorca, disponen de depuración propia por lo que sus aguas no se incorporan a las redes de alcantarillado municipal. Quedan, sin embargo, algunas industrias de este tipo, en Lorca y Totana, conectadas a la depuración municipal incorporando en ocasiones a las aguas residuales tintes, materia orgánica, sales de cromo y otros metales, y también sal marina procedente de la conservación de las pieles crudas.

En la actualidad, existen trece plantas de depuración de aguas residuales en la cuenca del Guadalentín, no obstante, sólo ocho de ellas se encuentran en funcionamiento, mientras que las cinco que restan se hallan en estado de rehabilitación. Es posible advertir que de la capacidad de producción ( $m^3/año$ ) en diseño solamente se regenera el 54,7%, es decir, unos 7.184.757 de metros cúbicos, que se reducen a 6.515.067 (49,6% de la capacidad en diseño) si dejamos de sumar la producción de aquellas estaciones de depuración en fase de restitución o reparación (cuadro 65).

La escasa eficacia en saneamiento y depuración se vincula, entre otras causas, a la incapacidad que presenta la red de saneamiento para cumplir sus funciones, sobre todo cuando se producen lluvias, pues esta red actúa también en numerosas ocasiones como colectores pluviales. Además, parte de estas



redes están conectadas con viejas acequias de riego que surcan el subsuelo de núcleos urbanos. También hay que destacar que en este territorio, donde el poblamiento disperso cobra tanta importancia, existen numerosas entidades poblacionales que carecen de sistemas colectores.

Cuadro 65. Relación de E.D.A.R. existentes en la cuenca del Guadalentín (R. Murcia)

E.D.A.R.	Municipio	Capacidad (m <sup>3</sup> /año)		Tecnología	Funcionamiento	Uso agua	Cauce receptor
		Diseño	Actual				
El Cañarico	Alhama	18.250	15.330	Fangos activos	Rehabilitación	-	Guadalentín
Alhama de Murcia	Alhama	1.971.000	1.670.722	Fangos activos + Filtro de arena + Desinfección ultravioleta	Si	Riego	Canales de riego
El Berro	Alhama	18.250	12.410	Fangos activos	Rehabilitación	Riego	Canales de riego
Barqueros	Murcia	109.500	55.910	Fangos activos	Si	Riego	Canales de riego
Fuente Librilla	Mula	146.000	110.000	Fangos activos	Si	-	Rambla Algeciras
Librilla	Librilla	730.000	202.639	Fangos activos + Coagulación + Floculación + Filt Arena + Des. Ultravioleta	Si	Riego	Rambla Orón
Aledo	Aledo	73.000	73.000	Fangos activos + Bioreactor de membranas	Rehabilitación	-	Barranco Borrazán
Totana	Totana	2.190.000	1.465.512	Fangos activos	Si	Riego	Canales de riego
La Hoya	Lorca	7.300.000	2.933.931	Fangos activos + Des. Ultravioleta	Si	Riego	Canales de riego
La Paca	Lorca	73.000	39.818	Fangos activos	Si	Riego	Río Turrilla
Zarcilla de Ramos	Lorca	99.645	36.535	Fangos activos	Si	Riego	Canales de riego
La Estación	P. Lumbreras	36.500	77.239	Tratamiento Primario	Rehabilitación	-	Rambla Nogalte
Puerto Lumbreras	P. Lumbreras	378.505	491.711	Fangos activos	Rehabilitación	Riego	Canales de riego

Fuente: Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (ESAMUR)

Diseños técnicos obsoletos, no conformes a las exigencias comunitarias, emplazamientos poco adecuados, privación de tratamiento terciario, ciclos de vida limitados y explotación y mantenimiento precario a cargo de los ayuntamientos son, en apretado resumen, algunos de los aspectos que expresan la caótica situación en que se halla el saneamiento y depuración de residuales en la cuenca del Guadalentín en esta primera década del siglo XXI.

Una de las consecuencias inmediatas de estas disfuncionalidades es la padecida por el río-rambla Guadalentín, convertido con perjuicio de sus usuarios en un emisario de los vertidos urbanos e industriales sin depurar de las poblaciones localizadas en su cuenca.

El diagnóstico realizado sobre la situación en que se hallan la depuración y la reutilización de residuales demuestra que son todavía muchos los inconvenientes y retos pendientes en relación a estos recursos hídricos regenerados. Sin embargo, existen también razones que explican la apuesta por la reutilización de aguas residuales: existencia de administraciones o instituciones que han asumido competencias de saneamiento y depuración, aprobación de planes regionales de saneamiento y depuración, financiación y ayudas estatales y europeas, etc.

En la cuenca del Guadalentín, los fuertes déficits de recursos de agua, agravados en años de sequía, se intentan paliar con ayudas de la administración para la construcción de infraestructuras para el transporte de aguas residuales para fines esencialmente agrarios. Algunas comunidades de regantes hacen uso de estos recursos gracias a conducciones y estaciones de bombeo. Este es el caso, por ejemplo, de la Comunidad de Regantes de Campo Alto en la pedanía lorquina de La Paca, donde en su plan de mejora del regadío pretenden la instalación de un embalse de regulación que permitirá el aprovechamiento de las aguas residuales de la EDAR La Paca, a la vez que será capaz de atender la demanda en los meses punta de consumo, completando las necesidades de regulación totales de la Comunidad. Además, los pronosticados campos de golf que se instalarán en este territorio utilizarán aguas residuales con tratamientos adecuados por imperativo legal (Ley 6/2006, de 21 de julio, sobre incremento de las medidas de ahorro y conservación en el consumo de agua en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia).

Del cumplimiento de la normativa vigente depende un apartado fundamental como es la calidad de los vertidos y los diseños técnicos de las depuradoras encargadas de su tratamiento. En núcleos urbanos costeros, pero también prelitorales como los localizados en el Valle del Guadalentín, las depuradoras han de ser capaces de atender los fuertes incrementos estacionales del gasto de agua potable. La depuración se enfrenta, pues, a bastantes retos de futuro que deben ser atendidos globalmente mediante criterios técnicos, administrativos, económicos y jurídicos previstos en la Ley de Aguas, Directiva Comunitaria, Plan Hidrológico Nacional y Planes Regionales de Saneamiento y Depuración. De ello depende la regeneración de los

recursos hídricos consumidos, la calidad ambiental de los medios receptores y, asimismo, las posibilidades de reutilización de las aguas depuradas.

Una de las asignaturas pendientes en lo relativo a reutilización de residuales es la falta de una reglamentación sobre las condiciones de calidad que deben reunir estos recursos para atender diferentes demandas consuntivas. Basta advertir que este hecho propicia que algunos cultivos se estén regando con aguas, en ocasiones, sin depurar o sometidas a tratamientos secundarios que no logran eliminar todo su contenido en bacterias, virus y demás microbios patógenos.

En medios receptores catalogados como sensibles, en el riego de campos de golf, de parques y jardines públicos y en el baldeo de calles es de común aceptación aplicar a las aguas residuales tratamientos terciarios o más rigurosos que exigen mayores costes de explotación y avances técnicos en las depuradoras existentes.

En definitiva, la posible ampliación de la oferta de recursos hídricos depurados en condiciones óptimas de calidad y costes podría resultar esencial para aumentar su consumo en esta cuenca. No obstante, las actividades con mayores posibilidades de acceder a este tipo de aguas serían las que cuentan con capacidad para generar grandes valores añadidos, como sucede con el turismo asociado a campos de golf o con las agriculturas de vanguardia de vocación exportadora.

### **15.3. Recursos de agua procedentes de desalación**

La desalación en España encuentra sus antecedentes en los años sesenta, si bien ha experimentado un importante desarrollo desde comienzos de la década de los años ochenta del siglo XX, de consuno al desarrollo de importantes secuencias de sequía (1980-84 y 1990-95) que evidenciaron los graves problemas para el abastecimiento urbano generados con ocasión de estos episodios naturales (Rico Amorós *et al.*, 1998; Olcina Cantos y Rico Amorós, 1999).

El agua salada de origen marino se ha convertido en fuente principal de abastecimiento a poblaciones costeras. En estos casos pierde sentido la

expresión «no convencional» para apuntar el tipo de agua utilizado. En la cuenca del Guadalentín, el aprovechamiento de agua de origen marino de forma directa no tiene lógica alguna, debido al coste de transporte y elevación a realizar, sin embargo, si que liberaría recursos de agua con origen continental generados en este territorio de las demandas costeras cercanas (litoral de Águilas y del propio municipio de Lorca), de manera que, indirectamente, esta cuenca se vería beneficiada por la instalación de desaladoras en esos territorios costeros aludidos.

Nada despreciables son, también en este caso, los proyectos de construcción de nuevas plantas desaladoras de agua salobre que está previsto instalar en esta zona. Así, el 11 de julio de 2007, el Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad aprobó el informe de viabilidad para la construcción de la Desaladora de Valdelentisco. Esta macro-desaladora, con una capacidad de producción de 70 Hm<sup>3</sup>/año, persigue los objetivos de regar unas 6.000 hectáreas de cultivos intensivos del área comprendida entre el Campo de Cartagena y el Valle del Guadalentín que no se beneficia de la dotación del trasvase Tajo-Segura. La Mancomunidad de los Canales del Taibilla solicitó su incorporación al proyecto, con el fin de destinar unos 20 Hm<sup>3</sup> para el abastecimiento urbano de un área en expansión poblacional y otros 13 Hm<sup>3</sup> para uso turístico-residencial. La inversión asciende a los 141,5 millones de euros y el coste de mantenimiento y explotación es de 26,6 millones de euros.

¿Por qué la construcción de una planta desaladora? En principio, los acuíferos de la zona se encuentran ya sobreexplotados, no están previstos nuevos trasvases y son poco probables aumentos en los ya establecidos. No hay, por tanto, garantizado un caudal suficiente ni constante.

La política tarifaria del suministro del agua desalada es discriminada respecto a los usos, se trata de conseguir implementar las directrices del Ministerio de Medio Ambiente que diferencia las tarifas según el uso sea para regadío, abastecimiento y nuevas concesiones para usos turístico-residenciales, que pretende además que en el global de la explotación se produzca la recuperación total de los costes.

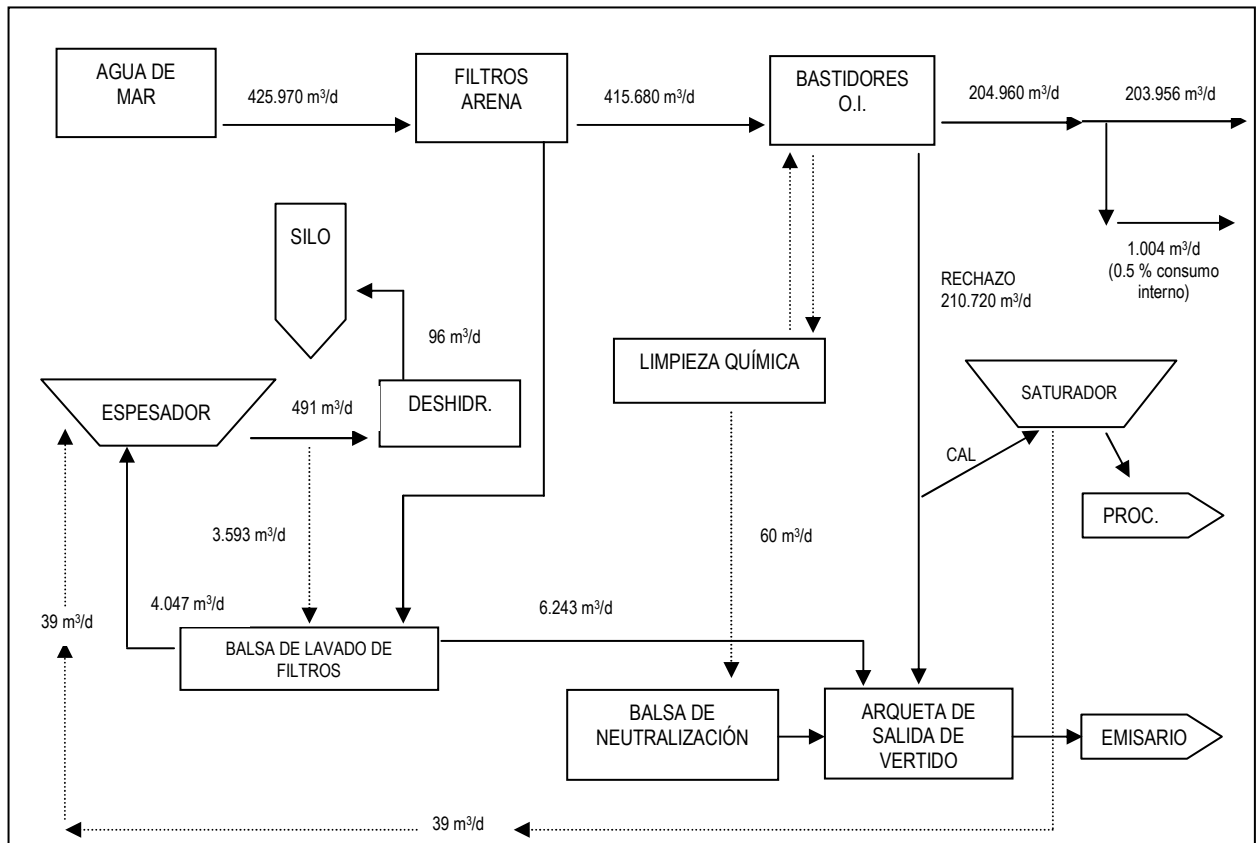


Fig 137. Esquema del proceso de desalación por ósmosis inversa (O.I.) de la Desaladora de Valdelentisco (Fuente: acuaSegura. MMA)

En los convenios se establecen, por tanto, distintos sistemas para la financiación de las infraestructuras y para la explotación, distinguiéndose una tarifa fija, independientemente del volumen de producción asignado anual, que sirve para la cobertura total de los costes fijos de mantenimiento, los costes de amortización del anticipo de usuario o préstamo en su caso, así como los gastos financieros correspondientes; y una tarifa variable, cuyo objeto es la cobertura de los costes variables de operación, mantenimiento y reposición de las infraestructuras o mantenimiento. Las tarifas incluyen un margen para la cobertura de los costes generales de la empresa y como supervisión y control de las infraestructuras. Por tanto, las tarifas a pie de planta según los usos son las siguientes:

- Abastecimiento: para atender el crecimiento vegetativo de las poblaciones (0,442 €).
- Regadío: se le aplica una reducción de la tarifa quedando establecida en 0,308 €.
- Nuevas concesiones para uso turístico residencial: 0,818 €.

Es de destacar que el cambio acaecido en la legislación de aguas ha afectado a los caudales que están comprometidos por Convenio para el regadío, ya que la conversión en públicas de las aguas procedentes de la desalación establece que sean objeto de concesión, siendo necesario un procedimiento de oferta pública en el que interviene el Organismo de cuenca.

Actualmente, ante la escasez de recursos hídricos, la desalación de aguas salobres o marinas está cobrando un gran protagonismo en la cuenca. Hasta ahora, estas iniciativas se centran en la desalación de aguas salobres extraídas de acuíferos que, en la mayoría de los casos, están afectados por procesos de degradación inducidos por su sobreexplotación y por actividades contaminantes en sus zonas de alimentación.

Este procedimiento no incrementa a medio plazo de forma importante los recursos disponibles de la cuenca, aunque puede resolver problemas locales en el abastecimiento de demandas muy productivas. Además, la desalación puede convertirse en una importante herramienta para la correcta gestión y protección de importantes acuíferos de la cuenca. Se estima que los acuíferos de Mazarrón y Águilas, Vega Media y Baja del Segura y Campo de Cartagena tienen reservas de aguas salobres de más de 750 Hm<sup>3</sup> (hasta 100 m de profundidad) y recursos salinizados cifrados en unos 50 Hm<sup>3</sup>/año. Actualmente, la mayor parte de estos recursos se aprovechan a pesar de su mala calidad. Las aguas del gravemente sobreexplotado acuífero del Valle del Guadalentín presentan igualmente elevadas concentraciones salinas.

Actualmente, tres tecnologías de desalación se pueden considerar viables en la práctica:

- Técnicas de evaporación y condensación, normalmente aprovechando energías residuales de otros procesos o de la generación de energía eléctrica.
- Ósmosis inversa: bajo muy altas presiones generadas por bombas eléctricas, membranas especiales dejan pasar el agua reteniendo los iones salinos en una salmuera concentrada.
- Electrodiálisis: baterías de membranas con carga eléctrica opuesta permiten generar agua desalada concentrando los iones en salmueras de rechazo.

Las dos primeras técnicas pueden emplearse tanto para aguas marinas como de acuíferos, siendo la ósmosis inversa la energéticamente más eficiente, mientras que la evaporación es especialmente recomendable para aprovechar el calor residual de otros procesos. La electrodiálisis se presta especialmente para la desalación de aguas con un elevado contenido de sólidos en suspensión (recursos reutilizados o difíciles de tratar mediante ósmosis inversa por contener sustancias con un elevado potencial de obstruir o dañar sus delicadas membranas).

A diferencia de la desalación de aguas superficiales o procedentes de acuíferos, la desalación de agua de mar sí puede incrementar de forma importante los recursos netos disponibles en la cuenca. Existen varios sistemas de desalación y los costes del agua producida dependen, en gran medida, de las tarifas de la energía eléctrica consumida.

En relación con lo anterior, de los precios de venta de la energía eléctrica sobrante en las condiciones vigentes actualmente, no parece posible alcanzar costes de desalación de agua del mar inferiores a 0,48 €/m<sup>3</sup>, con lo que la posibilidad de su utilización en la agricultura se limita a cultivos de muy alto valor. En consecuencia, las perspectivas de uso de este tipo de recursos se centran, sobre todo, en el abastecimiento urbano, lo que permite, además, su depuración y reutilización posterior.

A pesar de los múltiples inconvenientes, la desalación se está convirtiendo en una solución viable para muchos problemas de escasez de agua. El futuro de la desalación es francamente atractivo, máxime si se tiene en cuenta el descenso del coste de las plantas desaladoras de ósmosis inversa que recientemente se han adjudicado en EE.UU. (Florida y San Diego). El coste de desalación de O.I. se sitúa en unas 0,48 €/m<sup>3</sup>, lo que parece muy competitivo para abastecimiento a la población, a la industria y al turismo, sin embargo, no lo es tanto para usos agrícolas, salvo que se concedan ayudas estatales que puedan disminuir los costes de amortización y se aplique a cultivos de gran rentabilidad.

### 15.3.1. La oportunidad del negocio de la desalación

La necesidad de agua, si duda alguna, es ya la causa de uno de los más interesantes negocios. Está por tanto justificada la necesidad de aprovechar las tecnologías de la desalación y su empleo en la aportación de nuevos recursos. El 97% del agua existente sobre la superficie de la Tierra se encuentra en los océanos, o es salobre; así pues, parece lógico pensar en utilizar estas inmensas reservas.

La desalación es cara y por lo tanto es el último recurso cuando entra en competencia con aguas de otros orígenes. Sin embargo, el desarrollo tecnológico de los últimos años ha permitido un descenso continuado de los costes de producción del agua desalada. Frente a esta circunstancia, se ha producido paralelamente un progresivo y espectacular aumento del precio del agua en lo que podríamos llamar "mercado del agua". En la actualidad, y según Senent Alonso *et al.* (2000), puede afirmarse que el problema del agua ya no es tanto de escasez como de naturaleza económica.

Hoy, la viabilidad económica de la desalación se debe a una serie de circunstancias concatenadas que podrían definirse de la siguiente manera:

- Demandas de agua no satisfechas. Esta situación es muy evidente en la costa mediterránea. En estos casos es especialmente interesante los abastecimientos de población (núcleos urbanos y urbanizaciones) y la agricultura intensiva de amplias zonas de las provincias de Murcia, Alicante y Almería.
- Tendencia a la baja del coste de la desalación. Esta tendencia se está produciendo tanto para aguas salobres como para aguas marinas. El progreso de las técnicas de desalación se ha debido a la investigación de los materiales, métodos y sistemas cuya combinación ha dado lugar a instalaciones de bajo consumo de energía y alta eficiencia. Desde las membranas de acetato de celulosa, cuya presión de funcionamiento era de 32 kg/cm<sup>2</sup>, hasta las que en la actualidad se utilizan de poliamida aromática, que pueden funcionar a 14 kg/cm<sup>2</sup>, hay un evidente progreso en cuanto al ahorro energético.



Sin embargo, puede afirmarse que aún no se ha alcanzado la membrana de mínimo consumo energético. El desarrollo en este campo es tan acelerado que no sería extraño que en poco tiempo se disponga de membranas que funcionen a presiones del entorno de las 10 atmósferas. La mejora de las eficiencias energéticas en los procesos industriales, la reutilización de energías secundarias, que hasta hace poco se estaban perdiendo, la combustión de residuos urbanos, la producción dual y la cogeneración abren un interesante abanico de expectativas para reducir aquellos costos. Los costes presentados en el Libro Blanco están ajustados a la realidad actual, pero cabe hacer algunas “economías” en algunos componentes de coste, entre otros el energético (posibilidad de pactar con las compañías eléctricas un precio del kwh más bajo, dada la liberalización del mercado y la fuerte competencia actual), el de personal y de mantenimiento. Estos ajustes pueden reducir hasta un 20% el coste total.

- Precio del agua en alza. La escasez de recursos hídricos y la alta rentabilidad de algunos cultivos (frutas y hortalizas) hace que el coste del agua se dispare. Es frecuente que aguas subterráneas con 2-4 g/l de T.S.D. se vendan en el Valle del Guadalentín a precios superiores a los 0,36 €/m<sup>3</sup>.
- Financiación de la Administración. Las posibilidades de ayudas a la financiación de plantas desaladoras tienen su antecedente legal en el artículo 102 de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. De acuerdo con esta norma, se determinarán reglamentariamente las ayudas a quienes procedan a la desalinización de aguas.

En la Región de Murcia cabe solicitar ayudas de carácter público al amparo de lo establecido en el Real Decreto 1887/92 y sus modificaciones. Según esta norma, los agricultores a título principal pueden obtener una ayuda de hasta el 45% de la inversión, que incluye una subvención directa, bonificación de intereses, y una reducción de anualidades del pago de los préstamos necesarios para la adquisición de plantas desaladoras. Además, el Decreto 51/92, de 21 de mayo, de la Presidencia de dicha Comunidad

Autónoma, por el que se regula el sistema de ayudas para mejora de la explotación y conservación de los recursos hídricos de uso agrícola en la Región de Murcia, permite que las comunidades de regantes puedan acceder a ayudas para este tipo de proyectos con cuantía máxima del 40% de su presupuesto. El Real Decreto 678/93, de 7 de mayo, prevé ayudas para las comunidades de regantes que promuevan proyectos de plantas desaladoras.

Asimismo, también existe la posibilidad de obtener una "subvención" del 50% de la inversión en la planta desaladora a través del Ministerio de Medio Ambiente. Estas ayudas se otorgan en base a la Ley 13/96, de 30 de diciembre, sobre medidas fiscales, administrativas y de orden social, de acompañamiento a la Ley de presupuestos del Estado, que versa casi en su totalidad sobre la creación de las sociedades para la construcción y explotación de carreteras estatales; si bien en el apartado 5º del artículo 158 se dice: "*la autorización prevista en el apartado 1 se extiende igualmente a la constitución de sociedades estatales que tengan por objeto la construcción, explotación o ejecución de obra pública hidráulica.*". Esta legislación abre unas expectativas muy interesantes para la financiación de las desaladoras.

Por último, y en base a las entrevistas realizadas, en todos los casos, tanto de abastecimiento humano como de regadío, los usuarios prefieren generalmente desentenderse de los problemas financieros, de gestión administrativa, de mantenimiento, etc., y pactar un precio del m<sup>3</sup> de agua, por un volumen de agua anual y durante un período determinado de años.

### 15.3.2. El coste del agua desalada

En la desalación de aguas de mar o salobres continentales pueden diferenciarse dos tipos principales de plantas: las *pequeñas plantas*, que intentan resolver específica y cuantitativamente problemas poco importantes (plantas instaladas en barcos, abastecimiento de hoteles y urbanizaciones costeras, etc.); y *grandes plantas* (capacidad  $\geq 10.000$  m<sup>3</sup>/día) construidas para resolver graves problemas de abastecimiento a poblaciones o de regadío, que requieren disponer de toma de agua de mar y/o fuerte pretratamiento antes de que sea tratada en sentido estricto y de embalses de regulación, sistemas de

elevación y transporte por tubería para que el agua pueda ser utilizada en el lugar deseado.

El siguiente esquema es el representativo de las denominadas grandes plantas y muestra la forma en que se descomponen:

1. Toma del agua de mar.
2. Pretratamientos.
3. Planta desalinizadora, s.str.
4. Embalses de regulación.

Cada unidad exige el estudio de la inversión total inicial y los costes anuales, constantes o variables (energía, conservación, vigilancia, etc.) durante su vida útil. Todos estos desembolsos se capitalizan a un determinado interés durante un período igual al de su vida útil. Si se calcula la anualidad capaz de financiar ese capital a lo largo de la vida útil de esa unidad de obra y se divide ésta por el volumen anual de agua producida, se obtiene la incidencia de esta unidad de obra sobre el precio del metro cúbico de agua. Procediendo análogamente con las restantes unidades de obra y sumando los costes parciales, se obtiene el coste total del metro cúbico de agua, en el supuesto teórico de que no existan intereses intercalares.

COSTES TOTALES	COSTES FINANCIEROS O DE CAPITAL	INVERSIÓN	AMORTIZACIONES del capital ajeno para financiar la inversión
	COSTES DE OPERACIÓN O DE EXPLOTACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Toma de agua de mar.</li> <li>2. Pretratamiento.</li> <li>3. Planta de Osmosis Inversa</li> <li>4. Embalses de regulación.</li> <li>5. Equipos de elevación.</li> <li>6. Tuberías de conducción.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Personal.</li> <li>b. Mantenimiento.</li> <li>c. Reposición de membranas.</li> <li>d. Reposición de cartuchos.</li> <li>e. Productos químicos.</li> <li>f. Energía.</li> </ol>	

Fig. 138. Esquema del coste de desalación del agua de mar por ósmosis inversa

### Costes de Capital (Inversión)

La inversión necesaria para instalar una planta de ósmosis inversa incluye el valor final de la ejecución del correspondiente proyecto, así como el

de todas las infraestructuras complementarias necesarias: evacuación de salmueras y almacenamiento del agua producto.

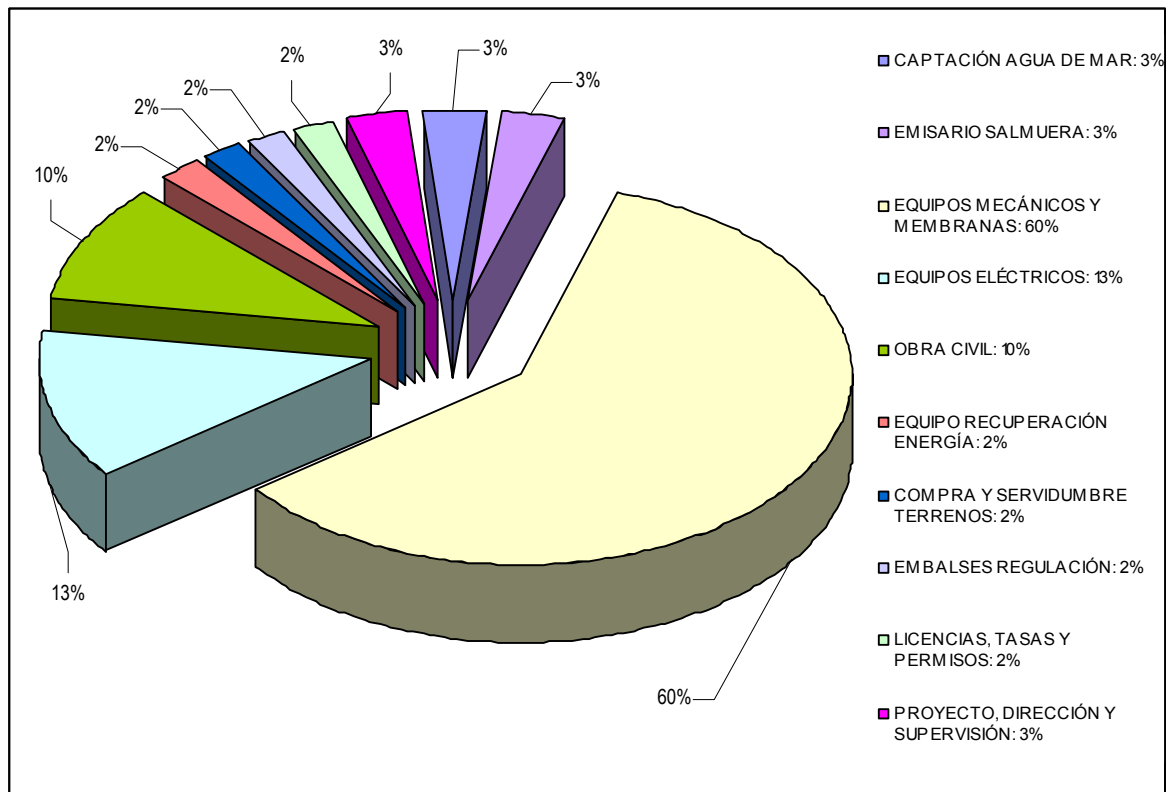


Fig 139. Estructura de costes medios de inversión de una planta desaladora de agua de mar por O.I. (Martínez Vicente *et al.*, 2000)

Según Martínez Vicente *et al.* (2000), y tras consultar algunos concursos públicos de los últimos años, como cifra orientadora puede utilizarse para grandes plantas de O.I. (Producción  $\geq 10.000 \text{ m}^3/\text{día}$ ) la inversión de 601,01 euros por  $\text{m}^3/\text{día}$  de agua desalada. Esta cifra es la más frecuente entre las plantas presupuestadas durante los últimos años por las principales empresas desaladoras del mundo.

El período de amortización de una desaladora es de 20 años. Sin embargo, la evolución tecnológica puede dejar obsoleta una planta en un tiempo menor. La experiencia ha demostrado que los tiempos de amortización tienden a disminuir por la mencionada amortización técnica y que los valores residuales al finalizar el período de amortización suelen ser cero, ya que nada es aprovechable por desgaste o por desfase tecnológico.

Considerando un valor residual cero y una financiación del 100% de la inversión al 5% de interés a devolver en 20 años, los costes debidos a la amortización serían los establecidos en el cuadro 66.

Cuadro 66. Repercusión sobre el coste del m<sup>3</sup> de agua desalada debido a la amortización

PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /día)	PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /año)	INVERSIÓN (€/m <sup>3</sup> ·día)	INVERSIÓN (€)	ANUALIDAD DE AMORTIZACIÓN (€)	€/m <sup>3</sup>
500	182.500	1004,2	505.111,24	40.531,6	0,22
1.000	365.000	841,9	841.852,07	67.552,7	0,19
2.000	730.000	751,7	1.503.307,28	120.629,9	0,17
5.000	1.825.000	661,5	3.307.276,01	265.385,7	0,15
10.000	3.650.000	613,3	6.133.493,69	492.169,9	0,13
20.000	7.300.000	571,3	11.425.135,30	916.787,1	0,13
30.000	10.950.000	553,2	16.596.512,33	1.331.753,9	0,12
40.000	14.600.000	541,2	21.647.624,77	1.737.070,4	0,12
50.000	18.250.000	541,2	27.059.530,97	2.171.337,9	0,12
54.800	20.000.000	541,2	29.657.245,94	2.379.786,4	0,12
60.000	21.900.000	541,2	32.471.437,16	2.605.605,5	0,12
82.200	30.000.000	541,2	44.485.868,91	3.569.679,6	0,12
137.000	50.000.000	541,2	74.143.114,85	5.949.466,0	0,12

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

### Costes de Explotación (Operación)

Los costes de operación, también llamados de explotación, suelen descomponerse en: personal, productos químicos, cartuchos de filtro, mantenimiento, reposición de membranas y coste energético.

*Personal.* El personal necesario para la operación y mantenimiento de la planta depende en gran medida del tamaño de la planta y de su grado de automatización. La plantilla de personal puede dividirse en tres categorías: personal de dirección, personal de operación y personal de mantenimiento. Hay que recordar que en plantas de desalación de agua de mar por ósmosis inversa

no son convenientes las paradas en la planta, por lo que será necesario mantener tres turnos del personal de operación y mantenimiento.

Cuadro 67. Repercusión sobre el coste del m<sup>3</sup> de agua desalada debido al personal de trabajo

Producción		Coste de personal	
m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año	€/año	€/m <sup>3</sup>
500	182.500	33.493,69	0,183
2.000	730.000	101.864,10	0,140
5.000	1.825.000	193.505,71	0,106
10.000	3.650.000	294.167,17	0,081
20.000	7.300.000	447.203,85	0,061
30.000	10.950.000	509.861,70	0,046
40.000	14.600.000	516.656,64	0,035
50.000	18.250.000	490.859,89	0,027
54.800	20.000.000	537.943,48	0,024
60.000	21.900.000	447.745,04	0,020
82.200	30.000.000	806.915,21	0,018
137.000	50.000.000	1.344.858,69	0,017

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

*Mantenimiento.* En este capítulo se incluyen las reparaciones para conservación de las instalaciones, consumibles y materiales de mantenimiento, como son: repuestos, lubricantes, etc. No se consideran los costes del personal dedicado a estas reparaciones porque ya se han tenido en cuenta en su correspondiente apartado.

El coste de mantenimiento de la planta es variable a lo largo de su vida, por lo que en este tipo de estudios se suele utilizar el coste medio anual de mantenimiento. Actualmente, los costes de mantenimiento de los equipos mecánicos y eléctricos son relativamente bajos debido a la alta calidad de los materiales y diseños usados en este tipo de instalaciones. Por analogía con otras plantas desaladoras se estima que el coste por este concepto está comprendido entre el 1 y el 2 % del valor de los equipos instalados, que en este caso se asimilará al valor de la inversión.

Cuadro 68. Repercusión sobre el coste del m<sup>3</sup> de agua desalada debido al mantenimiento

Producción		Inversión	Mantenimiento	
m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año	€	1,5 (%)	€/m <sup>3</sup>
500	182.500	499.098,0	7.516,5	0,041
1.000	365.000	841.852,1	12.627,8	0,035
2.000	730.000	1.503.307,3	22.549,6	0,031
5.000	1.825.000	3.307.276,0	49.609,1	0,027
10.000	3.650.000	6.133.493,7	91.942,3	0,025
20.000	7.300.000	11.413.108,8	171.196,6	0,023
30.000	10.950.000	16.590.499,1	248.887,6	0,023
40.000	14.600.000	21.653.638,0	324.834,6	0,022
50.000	18.250.000	26.632.591,7	399.458,8	0,022
54.800	20.002.000	29.025.856,9	435.417,9	0,022
60.000	21.900.000	31.431.148,5	471.437,2	0,022
82.200	30.003.000	42.579.675,3	638.665,1	0,021
137.000	50.005.000	70.162.357,2	1.052.435,4	0,021

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

*Reposición de membranas.* Hasta hace unos pocos años la vida media de las membranas se estimaba en 5 años, es decir, un grado de reposición de un 20% anual. En la actualidad se ha mejorado considerablemente la calidad de las membranas y también su precio, por lo que se ha reducido sensiblemente su coste y, por lo tanto, también su repercusión sobre el coste del metro cúbico de agua desalada producido.

Actualmente, los proyectos de plantas desaladoras se realizan teniendo en cuenta una tasa del 5 al 10 % de reposición anual de membranas, siempre que los procesos de protección hayan sido bien diseñados y que las aguas de alimentación procedan de un pozo costero sin problemas de contaminación bacteriana. Cuando se trabaja en una toma directa de agua de mar se considera una tasa del 10 al 20%, dependiendo de su contenido en materia orgánica. En el caso de utilizar agua de mar muy contaminada, estas cifras

aumentan debido a las frecuentes limpiezas de las membranas que hay que realizar, lo que también reduce notablemente su vida media.

Como se ha visto, el coste de reposición de membranas depende, sobre todo, de las características químicas y bacteriológicas del agua bruta y muy poco del tamaño de la planta. El cálculo estimado de las membranas necesarias para una planta desaladora de agua de mar se ha realizado bajo la hipótesis de que un tubo de 6 membranas produce un filtrado medio de 60 m<sup>3</sup>/día, y que el coste oscila entre 841,42 y 540,91 €/ud.

Cuadro 69. Repercusión sobre el coste del m<sup>3</sup> de agua desalada debido a la reposición de membranas

Producción		Inversión			Coste reposición	
m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año	Nº membranas	€/membrana	€	10% (€)	€/m <sup>3</sup>
500	182.500	55	841,9	46.301,9	4.630,2	0,025
2.000	730.000	200	841,9	168.370,4	16.837,0	0,023
5.000	1.825.000	480	811,8	389.657,2	38.965,7	0,021
10.000	3.650.000	927	781,7	724.594,1	72.459,4	0,020
20.000	7.300.000	1.781	751,7	1.339.146,1	133.914,6	0,018
30.000	10.950.000	2.761	691,5	1.909.801,6	190.980,2	0,017
40.000	14.600.000	3.824	631,4	2.414.311,5	241.431,1	0,017
50.000	18.250.000	4.991	589,3	2.941.070,4	294.107,0	0,016
54.800	20.000.000	5.889	541,2	3.187.011,4	318.701,1	0,016
60.000	21.900.000	6.375	541,2	3.450.390,9	345.039,1	0,016
82.200	30.000.000	8.333	541,2	4.509.921,8	450.992,2	0,015
137.000	50.000.000	13.722	541,2	7.426.337,9	742.633,8	0,015

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

Los datos obtenidos en diversas plantas desaladoras de aguas salobres indican que este coste se sitúa en el intervalo de 0,006 a 0,012 €/m<sup>3</sup> de agua desalada. En el caso de agua de mar, el coste de reposición de las membranas se sitúa entre 0,012 y 0,024 €/m<sup>3</sup> de agua desalada, siempre que no se produzcan frecuentes contaminaciones, con lo que este coste podría aumentar sensiblemente.



*Reposición de cartuchos de filtro.* La reposición de cartuchos se realiza cada tres meses. Su repercusión económica por metro cúbico de agua desalada se sitúa, según la experiencia obtenida para otras instalaciones, en torno a los 0,006 y 0,009 € en el caso del agua de mar, y en el caso de aguas salobres sobre los 0,001 €/m<sup>3</sup>.

*Productos químicos.* El consumo de reactivos es, en principio, directamente proporcional a la producción de agua, por lo que el coste por metro cúbico es independiente del tamaño de la planta. Sin embargo, puede conseguirse un abaratamiento de los productos químicos al aumentar la cantidad de reactivos consumidos. Los productos químicos a utilizar en la desalación (coagulante, hipoclorito sódico, bisulfito, detergente, ácido cítrico, ácido sulfúrico) dependen de las características del agua de alimentación. El único producto usado en cualquier circunstancia es el ácido sulfúrico. Según Martínez Vicente *et al.* (2000), el coste unitario por este concepto se encuentra entre 0,015 y 0,04 €/m<sup>3</sup> de agua desalada, en el caso de que la toma sea de pozo. Estas cifras pueden elevarse considerablemente si la toma es superficial y el agua del mar está bastante contaminada.

Debe hacerse constar que el coste de reactivos que aquí se menciona se refiere básicamente a los necesarios para el pre-tratamiento y limpieza de la planta. No se consideran los reactivos para el acondicionamiento del filtrado porque no es necesario en el caso de su utilización en la agricultura. Sin embargo, cuando el agua desalada vaya a utilizarse para abastecimiento humano será necesario un post-tratamiento consistente en una desinfección con cloro y una corrección de la dureza y del pH, cuyos costes ascienden a una cantidad que varía entre 0,02 y 0,03 €/m<sup>3</sup>.

*Energía.* El consumo energético para desalar agua de mar por Ósmosis Inversa es del orden de 5,1 Kwh/m<sup>3</sup>, que se descompone así:

a) Bombeo agua de mar:	0,2 Kwh/m <sup>3</sup>
b) Bombeo intermedio:	0,3 Kwh/m <sup>3</sup>
c) Bombeo alta presión:	3,3 Kwh/m <sup>3</sup>
d) Bombeo producto (a 300 m.s.n.m.):	<u>1,3 Kwh/m<sup>3</sup></u>
Total:	5,1 Kwh/m <sup>3</sup>

El consumo energético del apartado c) es de difícil estimación puesto que cada instalación suele requerir presiones diferentes en función de las peculiaridades de la planta desaladora y, sobre todo, de la altura de elevación.

El consumo energético condiciona el coste final del agua desalada en más de la mitad de su valor. De ahí que el abaratamiento de la energía consumida en desalación sea un objetivo permanente de proyectistas y usuarios de agua desalada. Según las tarifas vigentes y mediante una correcta gestión del abastecimiento energético, pueden plantearse las siguientes formas de suministro a las plantas desaladoras:

a) *Suministro de electricidad de la red con tarifa normal.* El precio de la electricidad, correspondiente a la tarifa general de media utilización, incluyendo los términos de potencia y energía, tiene un valor medio de 0,07 euros el Kwh.

b) *Suministro de electricidad de la red con tarifa 3.1 tipo 5.* Esta modalidad aprovecha las ventajas económicas derivadas de la distribución de los días de suministro eléctrico en categorías temporales denominadas pico, alto, medio y bajo. A su vez, cada uno de estos días está dividido en horas valle, llano y punta. La distribución horaria y los coeficientes modificadores a efectos de la discriminación horaria se señalan en el cuadro 70. Además, cabe considerar un descuento de hasta el 4% por energía reactiva, si la instalación tiene un adecuado factor de potencia.

Cuadro 70. Distribución horaria en la tarifa eléctrica 3.1 tipo 5 y coeficientes correctores a efectos del complemento de discriminación horaria

Tipo de horas	Número de horas	Coefficiente corrector
Supervalle	1.080	-50
Valle	4.640	-43
Llano	2.020	---
Punta	320	+100
Superpunta	700	+300

Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE)

La tarifa señalada se refiere al suministro en alta tensión, por lo que el cálculo del coste de la energía consumida debe tener en cuenta un rendimiento del 97% por transformación. Estas condiciones permiten consumir energía eléctrica durante 5.720 horas al año, supervalle y valle, a un precio de 0,024 euros por cada Kwh. Si el consumo se extiende también a las horas llano, 2.020 horas al año, el precio puede ser de 0,035 €/Kwh. En suministro continuo, el precio se sitúa en torno a 0,061 €/Kwh. Estos precios permiten, a su vez, optar entre las siguientes soluciones:

- 1.- Instalar una planta desaladora capaz de producir en 5.720 horas el volumen de agua necesario durante todo el año. Para ello hay que sobredimensionar las instalaciones y disponer de infraestructura de acumulación de agua. En este caso se rebajan los costes energéticos a costa de aumentar el coste de inversión.
- 2.- Instalar una planta desaladora capaz de producir en 7.740 horas el agua necesaria durante todo el año. En este caso la necesidad de sobredimensión es menor, así como la de infraestructura para acumular agua.
- 3.- Instalar una planta desaladora que funcione durante las 8.760 horas que tiene el año.

c) *Suministro energético mixto*. Energía de la red y autogeneración, alternándolo en función de la discriminación temporal de precios de la energía eléctrica. Esta solución permite el funcionamiento de la planta durante todo el año con un precio final de la energía que es el valor de la media ponderada entre el de la energía eléctrica suministrada por la red y la autogenerada en la planta.

Una planta que consuma electricidad de la red durante 7.740 horas al año y el resto, 1.020 horas al año, autogenera su propia electricidad a un coste de 0,042 €/Kwh, tendrá un coste medio de 0,036 €/Kwh. El coste energético de la desalación, en euros por metro cúbico, teniendo en cuenta aquellas opciones, se resume en el siguiente cuadro<sup>34</sup>:

---

<sup>34</sup> Coste energético de la desalación de aguas, en euros por metro cúbico de agua desalada, de acuerdo con las tarifas establecidas en el RD 20016/1997, de 26 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 1998.

Cuadro 71. Coste energético de desalación de aguas

Suministro de electricidad	Aguas salobres (€/m <sup>3</sup> )	Agua de mar (€/m <sup>3</sup> )
Horas valle	0,017-0,029	0,085-0,097
Horas valle + llano	0,025-0,043	0,124-0,142
Mixto (red y autogeneración)	0,025-0,043	0,127-0,145
Continuo de la red	0,043-0,074	0,215-0,245

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

El elevado coste de la energía eléctrica hace que para medianas y grandes plantas sea interesante auto-producirla a partir de fuel, mediante motores diesel, que comprársela a la empresa eléctrica distribuidora. En este caso, los datos actuales sobre la producción de energía eléctrica para el autoconsumo serían los que se especifican en el cuadro 72:

Cuadro 72. Características de la producción de energía eléctrica para el autoconsumo

Consumo específico (g Fuel/Kwh)	Costo de generación (€)	Costo del mantenimiento (€/Kwh)	Costo de amortización (€/Kwh)	Costo total (€/Kwh)
195	0,022	0,007	0,023	0,051

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

La reciente “liberalización” del mercado eléctrico español permite llegar a acuerdos entre las compañías eléctricas y las plantas desaladoras. Fruto de estos pactos se ha llegado recientemente a un acuerdo entre compañías eléctricas para ofrecer el Kwh para desalación a 7 euros. Sin embargo, algunas empresas eléctricas ofrecen menores precios del Kwh para circunstancias muy concretas. Parece, por lo tanto, que el momento es propicio para llegar a acuerdos puntuales sobre el coste de la energía; lo que puede hacer viable económicamente la construcción de plantas de desalación de agua de mar para la solución de problemas de abastecimiento concretos próximos a la costa.

### 15.3.3. *Algunas consideraciones acerca del coste final de desalación y su funcionalidad*

A la vista de la metodología expuesta pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- La economía de escala es importante, por lo que conviene concentrar la producción de agua desalada y situarse sobre grandes tamaños de planta.
- Siempre que sea posible, es conveniente la captación de agua de mar, escasamente contaminada, a través de un pozo cercano a la costa. Así se reduciría el consumo de productos químicos y el coste de reposición de membranas y filtros.
- Con costes de energía eléctrica a 0,042 €/Kwh no parece ser muy interesante la autogeneración de energía eléctrica, puesto que, como se ha visto (cuadro 72), ésta se sitúa en unos 0,05 €/Kwh.
- La desalación de agua de mar, con los costes actuales, no parece viable para usos agrícolas, salvo que puedan reducirse los costes más importantes, como son: la energía eléctrica y la amortización de la inversión, mediante ayudas financieras o mediante una reducción de tarifas eléctricas. Este último aspecto parece posible dado el carácter de gran consumidor que poseen las plantas de desalación de agua de mar.

Merced a la escasez natural de recursos hídricos, la mala situación de los acuíferos y la desastrosa experiencia sufrida durante la grave sequía de 1992-1996, cuando fallaron, incluso, las previsiones de transferencia de recursos foráneos (trasvase Tajo-Segura), la desalación ha tenido gran acogida en los últimos años.

Las plantas de desalación deberían de localizarse en zonas donde el impacto sobre las comunidades bentónicas sea mínimo (verter preferentemente los residuos en fondos sin vegetación). Es importante evitar bahías cerradas y sistemas de gran valor ecológico, como las praderas de angiospermas marinas.

Además, los vertidos de salmueras habría que situarlos en zonas con hidrodinamismo medio o elevado, que facilite la dispersión de la sal vertida al mar. Se debería intentar también que el agua de origen fuera de buena calidad para minimizar el tratamiento químico posterior.

Cuadro 73. Coste total del m<sup>3</sup> de agua de mar desalada (€)

Producción (m <sup>3</sup> /día)	500	2.000	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	54.800	60.000	82.200	137.000
<i>COSTES DE INVERSIÓN</i>												
<i>Inversión (Mill. €)</i>	0,505	1,503	3,307	6,133	11,425	16,597	21,648	27,060	29,657	32,471	44,486	74,143
<i>Amortización<sup>1</sup></i>	0,222	0,165	0,145	0,135	0,126	0,122	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119
<i>COSTES DE OPERACIÓN</i>												
Personal	0,183	0,140	0,106	0,081	0,061	0,046	0,035	0,027	0,024	0,020	0,018	0,017
Mantenimiento	0,041	0,031	0,027	0,025	0,023	0,023	0,022	0,022	0,022	0,022	0,021	0,021
Rep. membranas	0,023	0,023	0,022	0,021	0,021	0,019	0,017	0,016	0,016	0,015	0,015	0,015
Productos químicos	0,039- 0,064	0,037- 0,062	0,036- 0,060	0,033- 0,055	0,030- 0,049	0,027- 0,044	0,024- 0,040	0,021- 0,035	0,019- 0,032	0,018- 0,029	0,016- 0,025	0,015- 0,023
Energía Eléctrica <sup>2</sup>	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
<i>Total costes de operación</i>	0,502- 0,527	0,445- 0,470	0,406- 0,429	0,375- 0,397	0,350- 0,369	0,330- 0,347	0,314- 0,329	0,301- 0,315	0,296- 0,308	0,290- 0,302	0,285- 0,294	0,282- 0,291
<i>COSTE TOTAL DEL m<sup>3</sup></i>	0,724- 0,749	0,611- 0,635	0,551- 0,575	0,510- 0,531	0,476- 0,495	0,451- 0,469	0,433- 0,448	0,420- 0,434	0,415- 0,427	0,409- 0,421	0,404- 0,413	0,401- 0,410

Notas: 1. Amortización sin subvenciones; 2. Energía Eléctrica: 0,04 €/kwh.

Fuente: modificado de Martínez Vicente *et al.* (2000)

Existen diversos factores que hacen de la desalación de agua del mar una aplicación atractiva para las energías renovables. Por un lado, muchas zonas con escasez de agua desalada poseen un buen potencial de alguna de dichas energías, especialmente la solar en la cuenca del Guadalentín. Un factor positivo es la simultaneidad estacional entre la época de mayor demanda de agua potable y la disponibilidad de dichas energías. En numerosas localidades la demanda de agua potable crece en verano, motivada por el gran aumento que experimenta la población debido al turismo, precisamente cuando la disponibilidad de la radiación solar es máxima.

Parece ser que las aguas del mar desaladas, sobre todo con fines urbanos, tendrán un carácter complementario de las fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas habituales. Las actuaciones que lleva a cabo el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino surgen con el objetivo de abastecer a concentraciones de población superiores a los 100.000 habitantes en situaciones de escasez de recursos por sequía o, en períodos de abundancia, para reducir la presión sobre los recursos subterráneos o servir a su recarga.



Fig. 140. Activistas de Greenpeace y ANSE (Asociación Naturalista del Sureste) se manifiestan en contra de la construcción de la desaladora de Valdelentisco, junto a la pradera de *Posidonia* que existe en su desembocadura

Por último, existe la posibilidad de que tras la culminación del Programa AGUA exista un exceso de capacidad de desalación en varias áreas costeras de la vertiente mediterránea, de la cual se pueden derivar indirectamente algunos efectos negativos, como un cierto estímulo para la expansión de actividades altamente demandantes de agua y que generan gran presión ambiental sobre el territorio, tales como el desarrollo urbanístico. El peor escenario posible sería aquel en el que para evitar eventuales desequilibrios financieros en el sistema de explotación del agua desalada, por insuficiencia de la demanda, se acabase promoviendo el consumo con criterios de tipo comercial, continuando con una política de oferta que no se diferenciaría de la que ha prevalecido en siglos anteriores.

## 16. PERCEPCIÓN DEL RIESGO SEQUÍA: INTERPRETACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS POSIBLES EFECTOS, PELIGROS Y MEDIDAS PALIATIVAS

La población española está concienciada de la problemática existente entorno a la disponibilidad de agua, y existe un amplísimo consenso en cuanto a la idea de que se trata de un bien escaso (82 %). Al mismo tiempo, existe también la percepción generalizada de que es un recurso que se derrocha: casi ocho de cada diez habitantes cree que los hogares tienden a despilfarrar agua, siete de cada diez opinan lo mismo en el caso de la industria y, aunque algo menos acusada, también es mayoritaria la percepción de derroche en la agricultura (seis de cada diez consideran que se malgasta agua en este sector de actividad). Respecto al precio que pagan los hogares por el agua, un 52 % de los españoles lo considera adecuado, un 37 % lo considera alto y apenas un 5 % considera que el precio del agua es bajo (FBBVA, 2007).

Durante el actual periodo de sequía (2005-2007) se ha puesto de nuevo en evidencia que la oferta de agua es escasa en relación a las demandas. Esta vez el evento climático no ha venido acompañado de restricciones importantes, quizás porque se ha mejorado en la gestión del recurso, pero gran parte de la población española tiene aún en mente las caóticas situaciones que se produjeron en la sequía de los primeros años de la década de los noventa del siglo XX (Llamas, 1995), debido a la falta de previsión de las administraciones que olvidan que la sequía nunca falta a su cita (López Martos, 2006).

Resulta sorprendente la percepción de que el uso que menos agua derrocha es la agricultura. Si comparamos la eficiencia de las redes urbanas con las de las redes de distribución para la agricultura, se aprecia que las primeras son infinitamente más eficientes. Algo lógico por otra parte, ya que el agua potable es mucho más costosa que el agua utilizada en la agricultura. Quizás tengan algo que ver las campañas publicitarias en televisión como “El total es lo que cuenta” del Ministerio de Medio Ambiente, en la que los derrochadores son sólo los usuarios domésticos (Maceira, 2007).

En cuanto a la percepción de los precios, la realidad es que el importe del agua en España es bajo en los usos domésticos e industriales. En concreto, la factura que pagan los españoles por el agua urbana de consumo, a razón de



1,28 euros el metro cúbico, es la tercera más baja de la Unión Europea, y la quinta en el marco continental. Entre los comunitarios, sólo los lituanos (0,64 euros) y los italianos (1,14 euros) cotizan menos por abrir el grifo en sus hogares. Los suizos (2,38 euros/m<sup>3</sup>), y los alemanes (2,15 euros), en cambio, soportan los mayores gastos por este concepto (AEAS, 2006). Además, los precios para el uso agrícola son ínfimos en comparación con los usos urbanos —alrededor de los 0,02 euros por metro cúbico utilizado (MMA, 2007)—. No obstante, según el estudio de la FBBVA (2006), se observa un claro rechazo a medidas de ahorro o uso eficiente de este recurso que intervienen directamente sobre sus hábitos de consumo personal (restringiendo el uso, aumentando los impuestos o interviniendo en el precio). Un 53 % se coloca en contra de que se regule o restrinja el uso de agua en el hogar, y aún es mayor el rechazo hacia el incremento en los impuestos sobre el uso de agua (62 %) o directamente el incremento sobre el precio (61 %).

Frente a la ausencia de cambios en los hábitos de consumo los entrevistados se muestran claramente a favor de soluciones tecnológicas para conservar el agua en España como construir más presas y pantanos (76 %), desalinizar agua del mar (74 %) y trasvasar agua de un río a otro (71 %). La población española no queremos que nos cobren más por el agua, pero estamos encantados con las nuevas infraestructuras. En opinión de Maceira Rozados (2007), *“quizás no nos damos cuenta de que las infraestructuras (y más ahora que se acaban los fondos europeos) salen también de nuestro bolsillo. Aunque como nos enteramos sólo una vez al año, parece que nos duele menos que los recibos mensuales”*.

Todas estas cuestiones y actitudes sociales hacia el problema del agua devienen, en última instancia, por la ocurrencia de episodios de indignancia pluviométrica, es decir, sequías climáticas que desembocan en sequías hidrológicas y provocan un desequilibrio entre demanda y oferta de recursos hídricos. El fenómeno sequía, al contrario de esta percepción consensuada respecto al problema del agua, ofrece apreciaciones muy diversas y disímiles, generando incluso enfrentamientos entre vecinos que la padecen. Así, por ejemplo, un agricultor de regadío con una explotación modernizada no ansia el agua de lluvia, la cual puede incluso perjudicar su producción, prefiere que llegue desde otros lugares a través de conducciones o canales; pero su

colindante, agricultor de secano, necesita esa agua de lluvia para poder subsistir y sacar su cosecha adelante. Existe, sin embargo, entre ambos, una reflexión común: que no falte el recurso agua, no obstante, su pensamiento difiere en cuanto al modo de disponibilidad y llegada.

### **16.1. El ser humano frente al peligro: diversidad de actitudes**

Debido a la siempre convivencia del ser humano con los peligros que manifiesta la naturaleza, cuyos efectos desoladores atemorizaban y sobrecogían a la población, surgió, ya desde tiempos remotos, la idea de intentar buscar las causas del origen de fenómenos naturales catastróficos. A este respecto y como consecuencia de la intensa actividad que estos fenómenos manifestaban en torno al Mediterráneo, sabios y filósofos en el mundo clásico intentaron explicar, a través de distintas teorías, la existencia de los riesgos naturales catastróficos y la convivencia de la sociedad con ellos. Ya desde la teoría Organícista, de origen presocrático, se consideraba que la naturaleza funcionaba como un organismo vivo, pero será Platón el que manifestará que “el mundo es un ser vivo, provisto de alma y entendimiento”, de manera que podría concebirse un riesgo natural como una amenaza intencionada de la naturaleza, formulación ésta que permaneció vigente entre científicos hasta comienzos del siglo XIX.

En principio, la materialización del riesgo de sequía puede percibirse como una amenaza hostil de la naturaleza hacia el ser humano, sin embargo, y según Burton *et al.* (1978), “los fenómenos naturales no son ni benignos ni adversos, son neutros y solamente es la localización humana, sus acciones y su percepción, lo que identifica los fenómenos naturales como recursos ó como peligros y que estos puedan llegar a convertirse en riesgos naturales”. Es, por lo tanto, la percepción de los riesgos naturales la que determina su profundo conocimiento —o desconocimiento— de los mismos, a partir del cual el grupo social ofrece una respuesta más o menos adecuada para acostumbrarse a convivir con ellos. Según Smith (1992), “los riesgos naturales son elementos intrínsecos de la naturaleza (ó a las actividades del hombre en el desarrollo de

la sociedad), que no se pueden erradicar. La población no puede sino aprender a vivir con ellos y, únicamente, adoptar medidas para mitigar y reducir sus efectos negativos".

Existen numerosos elementos que influyen en la percepción convivencial con el riesgo de sequía, aunque destacan los dos siguientes:

- *Valoración económica: relación pérdidas-ganancias*

El económico es uno de los principales factores que ayudan a entender este sentido positivo que la población posee de su convivencia con este riesgo catastrófico. En efecto, la población cavila entre los beneficios y las pérdidas económicas que pueden obtener, y si el balance es positivo, constituirá el principal factor a tener en cuenta para no irse de ese lugar. Este hecho ya fue señalado por Kates y Burton (1986): "las ganancias sociales por la localización sobre de riesgo se ha asumido y se ha descrito, pero nunca se ha calculado. El beneficio es sustancial. La gente, no sólo se localiza en áreas de alto riesgo natural, recurrente, sino que sobrevive y prospera allí". También fue observado por Smith (1992), al señalar que, "...la población pone de manifiesto su querencia a residir en zonas de riesgo, porque si es verdad que están expuestos al peligro, también obtienen beneficios económicos y sociales". En este caso concreto, el fenómeno sequía genera numerosas pérdidas económicas, sin embargo, esta escasez pluviométrica acontece de la sucesión de días despejados, con alta luminosidad y bonanza térmica, base de la productiva agricultura localizada en la cuenca del Guadalentín y Sureste español en su conjunto.

- *Relación sentimental de la población con el espacio en el que habita*

Otro factor que determina a la población a seguir ocupando el mismo espacio que habita, tan conocido y familiar aunque en él exista este riesgo, es la relación sentimental que mantiene con él. Este hecho fue analizado por Bryant (1991) "...la reducción de cualquier riesgo natural y la supervivencia dependen en última instancia del individuo, la familia o la colectividad. Es el *sentido de lugar* ó *el hogar* lo que supera el sentido común sobre la amenaza de riesgo catastrófico y ha puesto de manifiesto que las personas nacen en la zona y tienden a querer

permanecer en el sitio. El hogar es familiar, tiene personas a las que uno conoce y con las que nos asociamos a nivel personal. Existe de alguna forma una identidad histórica con la zona, en la que vivimos, que es difícil rechazar y que se protege contra el cambio. Existe una necesidad de mantener los vínculos con el pasado o con los antepasados para mantener las raíces personales. La población necesita asociarse con el lugar y con la Historia. Ninguna amenaza de riesgo les va a hacer abandonar el lugar y ellos deberán racionalizar la amenaza para minimizar su ocurrencia. Si un sitio es atractivo desde el punto de vista climático, tiene un grato modo de vida o promete mejores oportunidades económicas, entonces continuará creciendo, a pesar de cualquier calamidad que pueda estar asociada con él”.

Quizás el económico y el sentimental son los grandes factores que determinan la percepción subjetiva de la catástrofe ante una posible presencia del riesgo, sin embargo, existen otros estrechamente unidos a los anteriores con una gran influencia en la toma de decisiones. En general, las personas aprecian sobre todo aquellos fenómenos de riesgo de baja probabilidad/altas consecuencias, como es el caso de inundaciones o terremotos. Sin embargo no se aprecian adecuadamente los sucesos comunes que se presentan con una alta probabilidad pero que tienen bajas consecuencias (Cutter, 1993), como es el caso de la ocurrencia de episodios de sequía. Respecto de la sequía, su impacto demorado e indirecto en numerosas ocasiones, junto a las muertes aleatorias en el espacio y en el tiempo, son factores que tienden a disminuir la percepción de este riesgo.

Entre los primeros trabajos realizados sobre la percepción ante el peligro de sequía, destacan el estudio elaborado por Saarinen (1966) en las Grandes Llanuras de Estados Unidos y, más tarde, el de Heathcote (1969), que profundizó en estos estudios sobre percepción y mecanismos humanos de ajuste a la sequía en Australia meridional. Tras este último trabajo se abrió un interesante debate sobre el papel de las ideas psicológicas en la investigación geográfica y la utilidad de sus métodos aplicados.

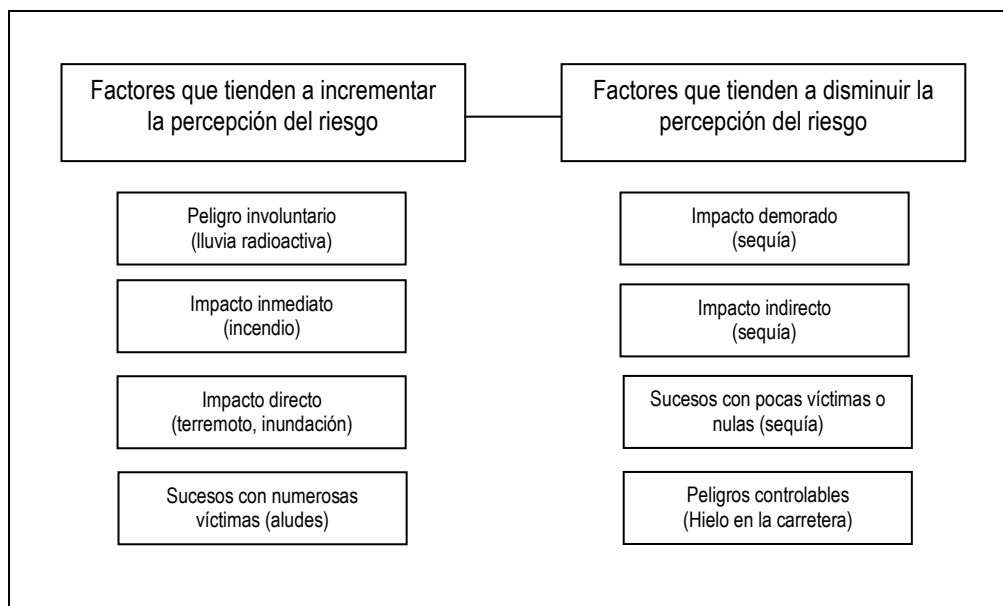


Fig. 141. Algunos factores que influyen en la percepción del riesgo (modificado de K. Smith, 1992: a su vez retocado de White y Burton, 1982)

La investigación de cualquier peligro, como el de sequía, implica, por un lado, tener en cuenta las características intrínsecas del fenómeno (frecuencia, magnitud, intensidad, duración, etc.) en el área donde se produce, y, por otro, conocer la percepción que tiene la población acerca de dicho peligro. Esto permite entender la respuesta de la sociedad, que generalmente no es uniforme y varía según las costumbres, la capacidad de ajuste y respuesta del grupo, la intensidad de ocupación humana, los bienes y la tecnología disponible. Todos los aspectos de la cultura contribuyen a la adaptación y reajuste ecológico de un grupo humano a su medio. Los estudios realizados por Burton *et al.* (1978) confirman que cuando la gente se enfrenta al medio en situaciones especiales, de peligros extremos, manifiestan comportamientos que combinan la *adaptación* —biológica y cultural— con el *ajuste* —intencional o incidental—. Estas formas de relación son muy variadas. El modo más elemental, llamado *absorción de la pérdida*, es la capacidad que tiene el individuo para asimilar los daños provocados por un fenómeno peligroso sin ser consciente del evento.

Cuando la capacidad de absorción de la pérdida es excedida por algún peligro, los individuos pasan el *umbral de la conciencia*. En este caso la respuesta es pasiva. La pérdida es reconocida y tolerada, de ahí la denominación de "aceptación de la pérdida". La gente tiene cierta capacidad

para aprender a vivir con los peligros. Cuando el grupo humano alcanza los límites de aceptación de la pérdida cruza el *umbral de la acción*. Esto significa que se produce la búsqueda de ajustes más efectivos y rápidos con el objeto de lograr la "reducción de las pérdidas". Cuando ya se han agotado todos los métodos de reducción de pérdidas, se alcanza el *umbral de intolerancia*, en cuyo caso el grupo humano se abre a considerar un "cambio radical" con distintas alternativas tales como cambiar el uso de recursos o cambiar de lugar, o ambos a la vez. Esto es lo que suelen hacer los grupos humanos cuando son afectados por sequías prolongadas. De estas dos alternativas mencionadas, se opta frecuentemente por la primera, es decir, se produce una alteración en el uso del agua, ya que el apego a la comarca siempre es muy fuerte. El cambio en el uso de los recursos hídricos implica una relocalización que siempre se prefiere al cambio total. El abandono completo del medio rara vez ocurre. Emigrar significa perder todo y empezar de nuevo. De producirse, el grupo tiene que realizar importantes cambios para adaptarse a otro lugar, por ello representa la solución más extrema y escasamente adoptada por los grupos humanos. La respuesta más frecuente en la mayoría de las sociedades es quedarse en el lugar y esperar ayuda o sufrir las pérdidas en lugar de emigrar (Aneas de Castro, 2000).

Generalmente suele ocurrir que mientras mayor número de ajustes se producen en una sociedad, menor es la cantidad de esfuerzos de adaptación necesarios para enfrentar los peligros. El sentimiento de certeza de ocurrencia de un fenómeno aumenta el número de ajustes y previsiones ante el mismo; la incertidumbre repercute en la no adopción de medidas y en el aumento de las pérdidas. Ello se relaciona también con el nivel de conocimientos acerca del peligro. En esto son importantes la comunicación de la información por parte de fuentes oficiales o no y la motivación individual, particularmente la creencia de que un evento de baja probabilidad no ocurrirá en un futuro inmediato. La respuesta de la sociedad al riesgo ambiental difiere marcadamente según el peligro sea de origen natural o tecnológico. En el primer caso se advierte, en general, una actitud más de resignación; en el segundo, de indignación.

La percepción de cualquier fenómeno natural está fuertemente influenciada por la experiencia. La respuesta al peligro, además de ser un

fenómeno social, tiene también implicaciones políticas. Según cómo los gobiernos enfrenten los peligros, aumenta o disminuye la confianza pública en su autoridad y ello puede provocar su caída o permanencia. Si bien los peligros naturales siempre serán parte de la existencia humana, su potencial destructivo se puede reducir si se usan los resultados de las investigaciones y se incorporan a las medidas de gobierno y a los procesos de desarrollo.

Difícilmente los habitantes de un área afectada intermitentemente por episodios de sequía disponen de información precisa sobre el riesgo real que corren, y su percepción de este hecho está fuertemente condicionada por la lejanía en el tiempo y la magnitud del último acontecimiento catastrófico que han experimentado. Algo similar ocurre por la sobrevaloración de las infraestructuras existentes para minimizar el riesgo, de manera que la percepción de éste se reduce o difumina y el riesgo se enaltece. Se comprueba con frecuencia que la existencia de un riesgo, incluso importante, no es suficiente para abandonar o acondicionar suficientemente un área, cuando esta es, por alguna razón (fertilidad, situación, etc.), de un interés económico alto. Numerosos factores de diversa índole se combinan para dar lugar a que determinados riesgos, como el de sequía, produzcan efectos cada vez más graves sobre las poblaciones. Ante todo, el proceso de acumulación de poblaciones, actividades e inversiones en un área de extensión limitada, en relación con la intensificación agrícola y la urbanización. El desarrollo económico y humano está ligado a la gravedad del riesgo, puesto que la noción de catástrofe es relativa más a la amplitud de sus efectos humanos que a los caracteres físicos que presente. En directa relación con este proceso está la aparición del llamado "sentimiento de falsa seguridad" (Calvo García-Tornel, 1984), que en el Sureste peninsular y con respecto al fenómeno sequía provocó la ejecución del proyecto de acueducto Tajo-Segura.

El riesgo ambiental es una circunstancia de la existencia social cuya naturaleza y significado depende de la experiencia, del desarrollo socioeconómico y de las estrategias con que se enfrentan los peligros. Los diversos estudios realizados hasta el momento han demostrado que la imagen que tienen los habitantes de lugares peligrosos sobre sus riesgos y el abanico de posibilidades para evitarlos o paliarlos suele ser bastante diferente de la que

tienen técnicos y políticos. La percepción adecuada de las características del peligro es un elemento decisivo a la hora de dar respuestas al evento, situación que influye no sólo en los costos que este provoca sino en todas las actividades de la vida del grupo social. Ello muestra la necesidad e importancia de la educación pública respecto del tema. Lograr que la gente tome conciencia sobre los riesgos que plantea el ambiente y enseñarles la mejor manera de enfrentar los peligros implica trabajos de investigación y acciones de gobierno o de instituciones civiles. Las investigaciones, además, sirven para mejorar los procesos de planificación con vistas al ordenamiento territorial o a políticas públicas. Así, a la trascendencia socioeconómica se añade la trascendencia política. En el momento actual no cabe duda del valor de estos estudios como herramienta básica en cualquier política de gobierno.

## **16.2. Evolución de la percepción frente al fenómeno sequía**

La percepción del fenómeno climático de la sequía ha evolucionado en relación con la transformación económica y social sufrida durante los últimos cincuenta años. Según Morales Gil *et al.* (1999) la secuencia de sequía sufrida en los años 1966 y 1967, de consecuencias económicas graves en las tierras del Sureste peninsular, marcó el cambio de la tradicional adaptación a estos episodios de indigencia pluviométrica a su consideración de suceso catastrófico, consolidándose esta nueva percepción durante los períodos de sequía más recientes. El incremento descomedido de las demandas de recursos hídricos y la poco eficaz planificación hidrológica está en el origen de este modo de entender un hecho con origen natural.

Desde que se sufriera la secuencia de sequía durante la primera mitad del decenio de los años noventa de la pasada centuria, se ha avanzado en el análisis de la vulnerabilidad ante episodios de escasez pluviométrica, sin embargo, menos abundantes han sido las aproximaciones a las formas diferentes de vivir estas secuencias en relación con las formas de vida, costumbres, hábitos, etc., lo que permitiría conocer, en un territorio determinado, la vivencia real que se experimenta cuando se presentan estas situaciones de déficit hídrico.



### 16.2.1. Percepción tradicional de las sequías: adaptación al déficit hídrico

La sensación de sequía no supone la misma disminución de precipitaciones en todas las regiones españolas. La organización del territorio y gestión del recurso agua realizada por la sociedad es un factor decisivo que modifica la percepción de pertenencia a una secuencia de sequía. García de Pedraza y García Vega (1989) establecieron umbrales de sequía o valores de reducción de precipitaciones con respecto a la normal, en diferentes regiones españolas, para señalar cuando se consideraba un año como seco. Morales Gil *et al.* (1999), a partir de medidas cuantitativas de precipitación e informaciones cualitativas (fuentes documentales), proponen valores porcentuales de mengua de lluvias también para la consideración de un año seco. Estos valores dejan ver como las regiones pluviométricamente mejor dotadas de España son las más sensibles a una disminución de los aportes anuales, mientras que, al contrario, las que sufren una mayor aridez soportan reducciones más acusadas de lluvias. A esta cuestión ya se aludió en la página 31 (Cap. 2) al considerar los umbrales de sequía.

¿Cuál es el origen de este hecho paradójico? El verdadero umbral de sequía en una región o territorio cualquiera debe establecerse en función de los valores de precipitación acumulada, pero también en función de los recursos de agua disponibles, superficiales y subterráneos, y de las demandas existentes para los diferentes usos. La percepción de la sequía no depende sólo de la reducción de precipitaciones, sino que viene condicionada por la adaptación que la sociedad ha realizado sobre el medio en el que se asienta, ordenando los usos del suelo para poder resistir a los períodos de sequía. De esta forma, los usos agrarios y urbanos en el Sureste ibérico (donde queda inserta la cuenca del Guadalentín) disponen de mejores redes de distribución de aguas, balsas de almacenamiento, aljibes, etc., es decir, toda una serie de infraestructuras que, junto a una selección de especies de cultivo y de ganado adaptadas al déficit hídrico, hacen que, a pesar de ser el sector más árido de la Península Ibérica, disfrute de un umbral de sequía —reducción de precipitaciones respecto a su normal en la que se desarrolla la sociedad cómodamente— más elevado.

En el establecimiento de umbrales de sequía en la cuenca del Guadalentín no deben considerarse sólo las cantidades de lluvia recogida en su propia cuenca hidrográfica, tampoco las acopiadas en la cuenca del Segura, sino que, además, hay que contar con las precipitaciones caídas en el Alto Tajo y con la gestión que de éstas se haga, dada la existencia del sistema de trasvase Tajo-Segura, el cual suministra importantes volúmenes de los que se abastecen los nuevos regadíos y poblaciones asentadas. En este caso concreto, el sistema de trasvase mencionado puede modificar la percepción de pertenencia a un episodio seco de la que existe realmente en este territorio surestino. Así, los efectos de la sequía 1981-84 en las tierras del Sureste peninsular se vieron agravados por los desembalses desmesurados efectuados en la cuenca del Tajo durante los años 1979 y 1980, años de normalidad pluviométrica en este sector sureste. De manera que de no haberse producido esos desembalses excesivos las consecuencias económicas de los años de sequía posteriores hubiesen resultado mucho menores, merced a la posible existencia de caudales para abastecer el canal Tajo-Segura que no existieron por aquella circunstancia (Morales Gil *et al.*, 2000). Posiblemente, el sentimiento de pertenencia a este período de sequía se hubiera atrasado gracias al suministro que se hubiera efectuado desde los embalses de Entrepeñas y Buendía (cabecera del Tajo).

#### *16.2.2. Evolución en la percepción de las sequías: diversidad de apreciaciones*

Tradicionalmente, y de acuerdo con Morales Gil *et al.* (2000), la percepción que ha suscitado el fenómeno sequía, sobre todo en el medio rural, ha estado relacionada con el grado de incidencia en las cosechas; se consideraba un año seco cuando las precipitaciones no bastaban para fructificar la producción agraria ni mantener al ganado con los pastos desde la primavera hasta el otoño. Ya hace años que en los cultivos pluviales se abandonó el sistema de rotación —bienal o trienal—, sin dejar tiempo suficiente para una óptima hidratación del suelo a cultivar. Desde entonces, cuando las lluvias son inferiores a los registros medios, la reducción de los rendimientos

agrarios se atribuye a la sequía, cuando lo cierto es que la causa se encuentra en un cambio cualitativo en la forma de producción y en el abandono de sistema tradicional de cultivo adaptado a los escasos recursos de agua procedentes de la atmósfera.

La expansión de las superficies de regadío y los procesos de urbanización y desarrollo turístico e industrial durante el siglo XX, junto con los nuevos valores ambientales, han propiciado los cambios cualitativos en la percepción de sequías. Este fenómeno con origen natural, hoy día, se valora por el mayor o menor volumen de agua disponible en los embalses para atender las demandas actuales, de manera que aunque el año pluviométrico sea normal, si no se almacenan los volúmenes suficientes —tanto en reservorios artificiales como en acuíferos subterráneos—, ya sea por motivos naturales —chubascos de fuerte intensidad horaria con escorrentías rápidas no infiltradas— o humanos —desembalses mal gestionados—, se considerará como seco. Es, por este motivo, que la población afectada por la insuficiencia de recursos hídricos adquirirá una percepción errónea del fenómeno sequía como riesgo natural, cuando en realidad no existe tal período de indigencia pluviométrica.

Ante esta evolución socioeconómica, se pasa de considerar los episodios de sequía como propios de las condiciones climáticas de este territorio, a los que hay que adaptarse, a su apreciación como sucesos catastróficos, al perturbar el funcionamiento cotidiano de sus actividades económicas y sociales.

Existe una sensación propia y diferente de pertenencia a una sequía en relación con las consecuencias que causa la carencia temporal de precipitaciones en diferentes actividades económicas y sociales. Conviven distintas percepciones respecto a las sequías en este territorio, es decir, diversas maneras de entender este fenómeno natural. La percepción queda condicionada por la ubicación geográfica y formas contrarias de vivir estos episodios meteorológicos en relación con las actividades socioeconómicas desarrolladas. Coexisten, entre otras, una percepción rural y otra urbana de las secuencias de sequía completamente distintas, y una consideración también muy diferente del fenómeno para el ciudadano y la Administración (cuadro 74).

Cuadro 74. Diferentes percepciones del riesgo de sequía

Percepción tradicional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación a las condiciones naturales de cada territorio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- selección de cultivos resistentes a la sequía.</li> <li>- Aprovechamiento de aguas pluviales en los domicilios (aljibes).</li> <li>- Aprovechamiento de aguas de avenida.</li> </ul> </li> </ul>
Administraciones públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La «pertinaz» sequía es un fenómeno que permite justificar la ausencia de actuaciones necesarias para paliar la falta de agua en una región.</li> <li>• No se desea que se produzca una sequía, pero cuando tiene lugar se remite a su consideración de fenómeno natural «extraordinario».</li> </ul>
Agricultura pluvial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La sequía provoca abandono de campos.</li> <li>• Si las parcelas se sitúan en laderas se activan los procesos de erosión.</li> </ul>
Regadíos extensivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ante una secuencia de sequía es preciso encontrar recursos de agua.</li> <li>• Se acude a la explotación de aguas subterráneas.</li> <li>• Se demandan aguas foráneas (trasvases).</li> </ul>
Agricultura de ciclo manipulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta agricultura requiere agua pero no lluvia <i>in situ</i> porque mancha los frutos, activa plagas y reduce, en definitiva, el valor comercial de la producción.</li> <li>• Se recurre al procedimiento de «siembra de nubes» con sustancias hielógenas para evitar la lluvia en sus parcelas.</li> </ul>
Sequía en la ciudad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se percibe el problema de la sequía mientras salga agua del grifo.</li> <li>• Las restricciones de agua provocan protestas en demanda de soluciones.</li> </ul>
Actividad turística	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El turismo de sol y playa, y, en general, cualquier actividad de ocio al aire libre, valora la abundancia de días despejados, sin lluvia.</li> <li>• No se percibe el problema de la sequía mientras esté asegurado el abastecimiento domiciliario.</li> <li>• La mala planificación de recursos de agua provoca problemas de restricciones.</li> </ul>
Percepción ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se vinculan los episodios de sequía a la cuestión del cambio climático.</li> <li>• Se aprovechan las épocas secas para crear un estado de opinión sensible al problema de la desertización.</li> </ul>

Fuente: Morales, Olcina y Rico (2000); Olcina (2001).

En definitiva, la percepción del fenómeno climático de la sequía ha evolucionado en relación con la transformación económica y la modificación de los hábitos de vida y de consumo ocurridos desde mediados del siglo XX en la sociedad afectada. Posiblemente, la secuencia seca de 1966-67, de consecuencias económicas trágicas en todo el Sureste peninsular español, determinó el cambio de la tradicional adaptación a la reducción de lluvias a su consideración como fenómeno calamitoso, consolidándose esta percepción durante los episodios de sequía posteriores (1978-84 y 1992-96) y la actual secuencia de indigencia pluviométrica (2005-2007).

La acentuación descomedida de las demandas hídricas y una poco eficaz planificación del escaso recurso agua en este territorio está en el origen de este modo de entender un hecho natural.

### **16.3. La encuesta como instrumento eficaz para conocer la percepción ante el riesgo de sequía: elaboración y análisis**

Al ser el objetivo de esta parte de la investigación sobre el riesgo de sequía determinar el discurso social sobre dicho fenómeno más difundido entre la población del área, se ha optado por abordar la cuestión desde dos perspectivas distintas y complementarias. Realizar, por una parte, una encuesta general amplia y, por otra, completar los resultados mediante la técnica de entrevista destinada a un grupo mucho más reducido de “testigos privilegiados”. La combinación de ambas técnicas, aunque complica la interpretación de los resultados, sin duda proporcionará una imagen más completa de la actitud de la población del área frente al riesgo, conocimiento indispensable para la potencial implementación de cualquier política al efecto.

#### *16.3.1. Elaboración de encuestas encaminadas a determinar la percepción, valoración y criterios que sobre el riesgo de sequía se manifiestan entre los habitantes del área de estudio*

Sobre la base de las encuestas realizadas por Beyer *et al.* (1979) y Lavell *et al.* (1995), respectivamente para investigaciones sobre el riesgo de inundación en EE.UU. y Costa Rica, así como por Conesa García (1985) para Lorca y su campo (Valle del Guadalentín), se ha elaborado un cuestionario general adaptado a la realidad social del área estudiada. Igualmente, pero con un carácter más específico, se ha elaborado otro cuestionario-guía para orientar las entrevistas que se han de realizar a responsables de distinto carácter en la prevención y gestión del riesgo de sequía, particularmente autoridades municipales, de Protección Civil, distintas ONG, etc.

- *Proceso de selección de encuestados*

El proceso de elección de encuestados se ha realizado a partir de los datos del Padrón Municipal de Habitantes de 2007; para los municipios de Lorca, Totana, Alhama de Murcia, Puerto Lumbreras, Librilla, Aledo (Región de Murcia) y comarca de Los Vélez (provincia de Almería) se ha establecido una población total del área de estudio de 197.040 habitantes. Seguidamente se ha seleccionado una muestra de un total de 261 individuos (0'20% de la población a encuestar) que se ha estratificado de acuerdo con dos criterios:

- *Estratificación demográfica:* se prescinde como destinatarios de la campaña de encuestas de los habitantes menores de 20 años, al considerar que de forma muy mayoritaria carecen de juicio propio para valorar este tipo de fenómeno, con lo que sus encuestas reflejarían opiniones influenciadas. Esta población representa el 28 % por ciento de total, con lo que el universo a encuestar queda reducido a 130.643 individuos.
- *Estratificación espacial:* Se analiza la distribución de efectivos entre asentamientos rurales y urbanos por municipios, asignando proporcionalmente a su población total el número de encuestas a realizar en unos y otros. Con esta premisa se ha procedido a la localización de la ubicación objeto de encuesta, tratando al mismo tiempo de cubrir de forma coherente con su poblamiento la totalidad del área, a la vez que se presta mayor atención a aquellos sectores concretos donde el fenómeno sequía tiene una incidencia evidente y existe población e instalaciones que pueden verse afectadas. Dentro de estas subzonas la muestra tiene carácter aleatorio. La violación técnica de los criterios de aleatoriedad que la estratificación conlleva, se ha tratado de paliar realizando un pequeño porcentaje de encuestas (nunca superior al 3 por ciento) fuera de las subzonas indicadas.

Cuadro 75. Distribución del número de encuestados

Lugar (municipio, comarca)	Núcleos compactos	Disperso
Lorca	93	47
Totana	29	15
Alhama de Murcia	19	10
Puerto Lumbreras	13	7
Librilla	5	2
Aledo	1	1
Comarca de Los Vélez	13	6
Total encuestas	173	88

Entre los meses de mayo a septiembre de 2007 se procedió a la tarea de realización de encuestas. Concluida ésta se realizó la depuración de las mismas, resultando válidas 256 (98 % de las realizadas) que suponen un margen satisfactorio de fiabilidad (cuadro 76).

Cuadro 76. Número de encuestas válidas

Lugar (municipio, comarca)	Encuestas válidas	% sobre total
Lorca	138	53,9
Totana	44	17,2
Alhama de Murcia	28	10,9
Puerto Lumbreras	20	7,8
Librilla	7	2,7
Aledo	2	0,8
Comarca de Los Vélez	17	6,6
Total encuestas	256	100,0

Los municipios de Lorca, Totana, Alhama de Murcia y Puerto Lumbreras en razón de su mayor número de habitantes, concentran gran parte de la muestra (el 89,8 %). La población de estos términos municipales se aglutina en una elevada proporción dentro del valle o depresión prelitoral, relacionada en numerosos casos una actividad agrícola, ya sea directa o indirectamente a través de ascendencia, a veces ejerciendo una agricultura de ocio.

**ENCUESTA: PERCEPCIÓN SOBRE RIESGOS NATURALES. EL RIESGO DE SEQUÍA**(MARQUE CON UNA  DONDE CORRESPONDA Y ESPECIFIQUE CUANDO SEA NECESARIO)**1. IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO:**

- A) GÉNERO: MASCULINO (  ) FEMENINO (  )
- B) EDAD: < 30 (  ) 31-65 (  ) > 65 (  )
- C) LUGAR DE RESIDENCIA (MUNICIPIO).....  
 C.1. CAMPO (  ) CIUDAD (  )
- D) NIVEL DE ESTUDIOS: SIN ESTUDIOS (  ) PRIMARIOS O ELEMENTALES (  ) BACHILLERATO (  )  
 SUPERIORES (  )
- E) ¿MANTIENE USTED ALGUNA ACTIVIDAD RELACIONADA CON EL SECTOR AGRÍCOLA?  
 SÍ (  ) NO (  ). En caso afirmativo indique si está relacionada con un sistema de regadío o secoano.  
REGADÍO (  ). ¿DISPONE DE AGUA SUFICIENTE PARA OBTENER UNOS RENDIMIENTOS ADECUADOS?.....  
SECANO (  ). ¿LE PERMITE EL CLIMA DE SU ZONA OBTENER UNOS RENDIMIENTOS ADECUADOS?.....  
 ¿ES ESE RENDIMIENTO ACEPTABLE TODOS LOS AÑOS O CADA VARIOS AÑOS?..... ¿CUÁNTOS?.....

**2. DESASTRES NATURALES:**

- A) ¿CUÁL DE ESTOS DESASTRES NATURALES CREE QUE HA SIDO MÁS PELIGROSO Y PERJUDICIAL?  
 TERREMOTOS Y TEMBLORES (  ) DESLIZAMIENTOS (  ) INUNDACIONES (  ) SEQUÍAS (  )  
 INCENDIOS FORESTALES (  ) OTROS —especifique— (  ).....
- B) POSIBLES CAUSAS DE ADVENIMIENTO DE EPISODIOS NATURALES CATASTRÓFICOS:  
 NATURALES (  ) SOBRENATURALES O ACTO DIVINO (  ) CAMBIO CLIMÁTICO (  ) ACCIONES DEL  
 SER HUMANO QUE ALTERAN EL MEDIO AMBIENTE (  )  
 OTROS —especifique— (  ).....
- C) ¿CREE USTED QUE LOS GOBIERNOS PODRÍAN HACER ALGO PARA EVITAR DESASTRES  
 NATURALES?  
 SÍ (  ) ¿QUÉ PODRÍAN HACER? :  
 EDUCACIÓN POPULAR (  ) MAYOR INFORMACIÓN (  ) CONFIAR EN DIOS (  )  
 CREAR INFRAESTRUCTURAS (  ) CONTROLAR EL MEDIO AMBIENTE (  ) FINANCIAR A LA POBLACIÓN  
 PARA MEJORAR SU PROTECCIÓN (  ) OTROS (  ).....  
 NO (  ) ¿POR QUÉ?:  
 POR SER ACTOS DIVINOS (  ) POR SER NATURALES (  ) POR FALTA DE RECURSOS (  )  
 OTROS —especifique— (  ).....



## 3. RIESGO DE SEQUÍA

- A) ¿CREE USTED QUE LLUEVE MÁS O MENOS QUE ANTIGUAMENTE? MÁS ( ) MENOS ( )
- B) ¿CREE USTED QUE HAY MÁS O MENOS SEQUÍAS QUE ANTIGUAMENTE? MÁS ( ) MENOS ( )
- C) ¿RECUERDA USTED CUAL HA SIDO EL PERÍODO DE SEQUÍA MÁS GRAVE OCURRIDO EN LOS ÚLTIMOS VEINTE AÑOS? —indique fechas aproximadas (años)—.....
- D) ¿POR QUÉ CREE USTED QUE APARECEN LOS EPISODIOS DE SEQUÍA?  
CASTIGO O VOLUNTAD DE DIOS ( ) RAZONES PURAMENTE NATURALES ( ) CAMBIO CLIMÁTICO ( )  
RAZONES HUMANAS ( ) —especifique—.....
- E) PRINCIPALES CONSECUENCIAS DE EPISODIOS DE SEQUÍA (ORDENAR NUMÉRICAMENTE SEGÚN IMPORTANCIA DE LA GRAVEDAD):

Consecuencias medioambientales (incendios, sobreexplotación acuíferos,...)	
Consecuencias sociales (restricción agua potable, enfrentamientos por usos de agua,...)	
Consecuencias políticas (conflictos políticos,...)	
Consecuencias económicas (pérdida de cosechas y empleo, escasez de turistas,...)	

- F) CONSECUENCIAS DE EPISODIOS DE SEQUÍA. SECTORES MÁS PERJUDICADOS (ORDENAR NUMÉRICAMENTE):  
SECTOR AGRARIO ( ) SECTOR INDUSTRIAL ( ) SECTOR TURÍSTICO ( ) ABASTECIMIENTO URBANO ( )
- G) ¿QUÉ OPINA USTED QUE DEBERÍAN HACER LAS AUTORIDADES, ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES, LA COMUNIDAD Y SU FAMILIA PARA EVITAR UN FUTURO DESASTRE POR SEQUÍA? (INDICAR, SI ES POSIBLE, QUÉ INSTITUCIONES Y MEDIDAS CABRÍA TOMAR):

NIVEL OFICIAL.....

.....

NIVEL NO GUBERNAMENTAL.....

.....

NIVEL COMUNAL.....

.....

NIVEL FAMILIAR.....

.....

- H) ADECUACIÓN DE INSTRUMENTOS PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL AGUA (ORDENAR NUMÉRICAMENTE SEGÚN IMPORTANCIA):

Aplicación de una política estricta que controle el uso de sustancias contaminantes	
Mejoras en la gestión y control público del uso de agua (mejora de la red de tuberías,...)	
Quitar las concesiones de agua a los regantes que no utilicen el agua adecuadamente	
Modernización de los regadíos	
Actividades formativas para los regantes	
Puesta en marcha de instrumentos que permitan la cesión de agua entre regantes y otros usuarios del agua	
Aplicación de precios del agua más elevados	
Hacer desaparecer la subvenciones agrarias	

- I) SOLUCIONES PARCIALES O MÉTODOS APLICABLES PARA MINIMIZAR EL IMPACTO POR SEQUÍAS  
(ORDENAR NUMÉRICAMENTE SEGÚN IMPORTANCIA):

Modernización de Regadíos	
Depuración y Reutilización de Aguas Residuales	
Desalación o Desalobración	
Trasvases Intercuencas	
Construcción de grandes embalses	
Otras —especifique—	

- J) ¿SABE USTED SI, EN SU COMUNIDAD, LOS MENORES DE EDAD RECIBEN EN LA ESCUELA O INSTITUTO ALGUNA EDUCACIÓN O INSTRUCCIÓN SOBRE CÓMO REACCIONAR O COMPORTARSE DURANTE UNA SEQUÍA?

SÍ ( ) NO ( )

¿EN QUÉ DEBERÍA CONSISTIR ESTA PREPARACIÓN?.....

- K) ¿QUÉ TIPO DE INFORMACIÓN CONSIDERA USTED QUE ES NECESARIO ADQUIRIR, COMPARTIR U OBTENER PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL RIESGO DE SEQUÍA?.....

- L) ¿CONOCE USTED CUÁLES SON LOS ORGANISMOS COMPETENTES EN LA GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DE ESTE TIPO DE RIESGO? NO ( ) SÍ ( ). DE SER AFIRMATIVA ESTA RESPUESTA, ¿CUÁL CONSIDERA QUE DESARROLLA UNA LABOR MÁS EFECTIVA?

( ) Ministerio de Medio Ambiente

( ) Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior

( ) Dirección General de Protección Civil de la Comunidad Autónoma

( ) Delegación del Gobierno de la Comunidad Autónoma

( ) Confederación Hidrográfica del Segura

( ) Consejerías de Agricultura y Agua e Industria y Desarrollo Sostenible de la Comunidad Autónoma

( ) Ayuntamiento implicado

( ) Mancomunidad de los Canales del Taibilla

( ) Otros (especificar).....

( ) Ninguno

- M) ¿QUÉ ASPECTOS LE INTERESARÍA CONOCER PARA MEJORAR SU CONOCIMIENTO ACERCA DE LOS RIESGOS DE SEQUÍA?

( ) Características del medio físico (Clima, hidrología superficial y subterránea,...)

( ) Características de las Demandas (agrarias, turísticas, urbanas, industriales y medioambientales)

( ) Usos del suelo expuestos a posibles sequías y su vulnerabilidad

( ) Estado de las obras de abastecimiento tanto agrícola como industrial y urbano

( ) Planes, programas y proyectos para minimizar los impactos generados por sequías

( ) Directrices, planes, programas y actuaciones de Ordenación del Territorio

( ) Otro tipo de información ¿Cuál?.....

N) ¿EXISTE VOLUNTAD POLÍTICA PARA SOLUCIONAR EL DÉFICIT DE RECURSOS HÍDRICOS EN SU MUNICIPIO? SÍ ( ) NO ( ). ¿QUÉ SOLUCIONES PROPONEN?.....

O) ¿QUÉ POLÍTICA PREFERE QUE SE ESTABLEZCA PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS PROVOCADOS POR SEQUÍAS?:

- ( ) Ordenación del Territorio, ordenar y organizar usos del suelo en función de disponibilidades de agua (pase a punto P)
- ( ) Crecimiento de la oferta de recursos hídricos o creación de infraestructuras para aumentar las disponibilidades de agua (pase a punto Q)

P) ORDENE NUMÉRICAMENTE SEGÚN IMPORTANCIA PARA USTED LAS SIGUIENTES POLÍTICAS DE ORDENACIÓN Y GESTIÓN:

Modernización de Regadíos	
Mejora de la red urbana de agua potable	
Reasignación de usos del agua en función de su rentabilidad	
Educación para la sostenibilidad en el uso del agua	
Otras —especifique—	

Q) ORDENE NUMÉRICAMENTE SEGÚN IMPORTANCIA PARA USTED LAS SIGUIENTES POLÍTICAS PARA EL CRECIMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS DE AGUA:

Trasvases o acueductos intercuenca	
Desaladoras	
Depuración y reutilización	
Otras —especifique—	



### 16.3.2. Análisis de las encuestas y entrevistas realizadas

Prescindiendo del análisis de datos relativos a la distribución de la muestra (sexo, edad, lugar de residencia, etc.), que se comentarán a la par de los resultados obtenidos en las preguntas sobre percepción de los distintos riesgos con origen natural que conviven con la población en este territorio, fundamentalmente el de sequía, y que, de forma general, ofrecen cifras relativas similares en su reparto, se centra la explicación en las respuestas conseguidas en los puntos 2 y 3 de la encuesta-guía presentada en las páginas inmediatas anteriores.

En cuanto a la peligrosidad y efectos perniciosos que desencadenan los diversos riesgos con arranque natural en la zona de estudio, la población

parece tener bastante claro que son aquellos riesgos de origen climático (sequías e inundaciones) los que dejan secuelas más gravosas sobre la sociedad establecida (figura 142). Esta percepción mayoritaria viene seguida por la idea de que son los daños ocasionados por incendios forestales y terremotos (no hay que olvidar que en fecha reciente, el 29 de enero de 2005, un temblor de 4,7<sup>o</sup> en la escala Richter sacudió las pedanías de Zarcilla de Ramos y La Paca, municipio de Lorca, con más de 1.100 viviendas dañadas y medio centenar de familias desalojadas) los que siguen en importancia a los primeros.

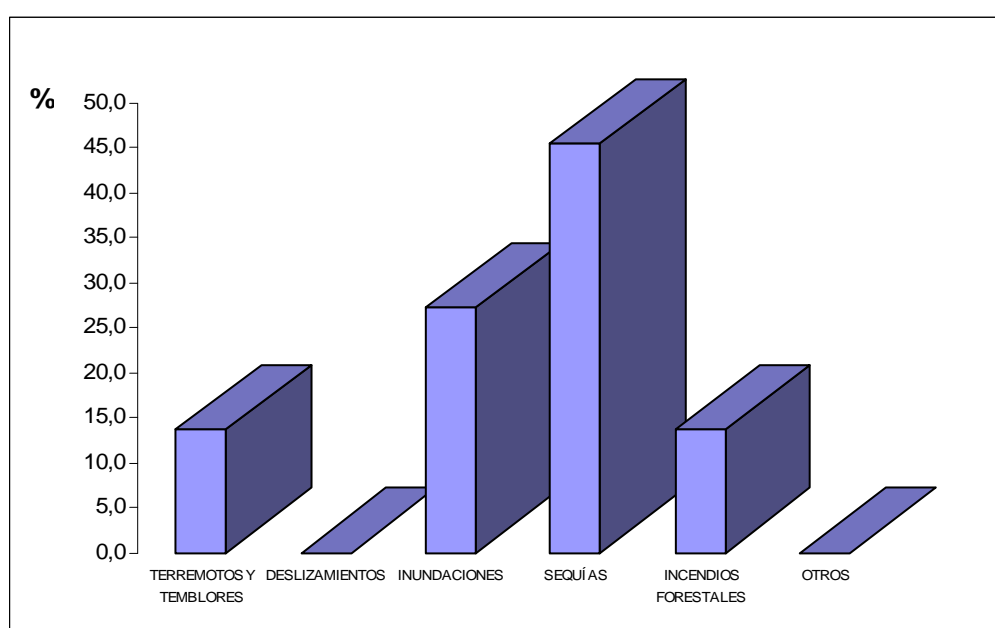


Fig. 142. Percepción sobre la peligrosidad que implican diversos riesgos con origen natural

Al interrogar sobre las posibles causas generadoras de episodios naturales catastróficos, existe un alto porcentaje de respuestas (53,8 %) que coinciden en afirmar que es la propia naturaleza, en función de su variabilidad, la que genera estos acontecimientos, a veces, con desenlaces trágicos. La pésima actuación antrópica sobre el medio físico y el tan de moda cambio climático siguen a distancia a las declaraciones que manifiestan como causa de estas adversidades la simple dinámica natural del Planeta (figura 143). Riesgo inducido y *cambio climático*<sup>35</sup> van unidos de la mano, por ello no resulta raro encontrar respuestas donde como razones de la manifestación de estos sucesos se apunte a estos dos hechos. En las respuestas políticas se

<sup>35</sup> La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término *cambio climático* sólo para referirse al cambio por causas humanas.

encuentran numerosas menciones al cambio climático como precursor de sequías y diluvios de fuerte intensidad horaria que generan inundaciones. Un aspecto de notable interés reside en aquellas respuestas que apuntan causas sobrenaturales o acto divino en represalia al mal comportamiento humano respecto de Dios. En este caso, son sobre todo mujeres de elevada edad (superior a 65 años) las que coinciden en esas afirmaciones, personas con una visión teológica dominante en las que aún predomina la mentalidad del determinismo religioso.

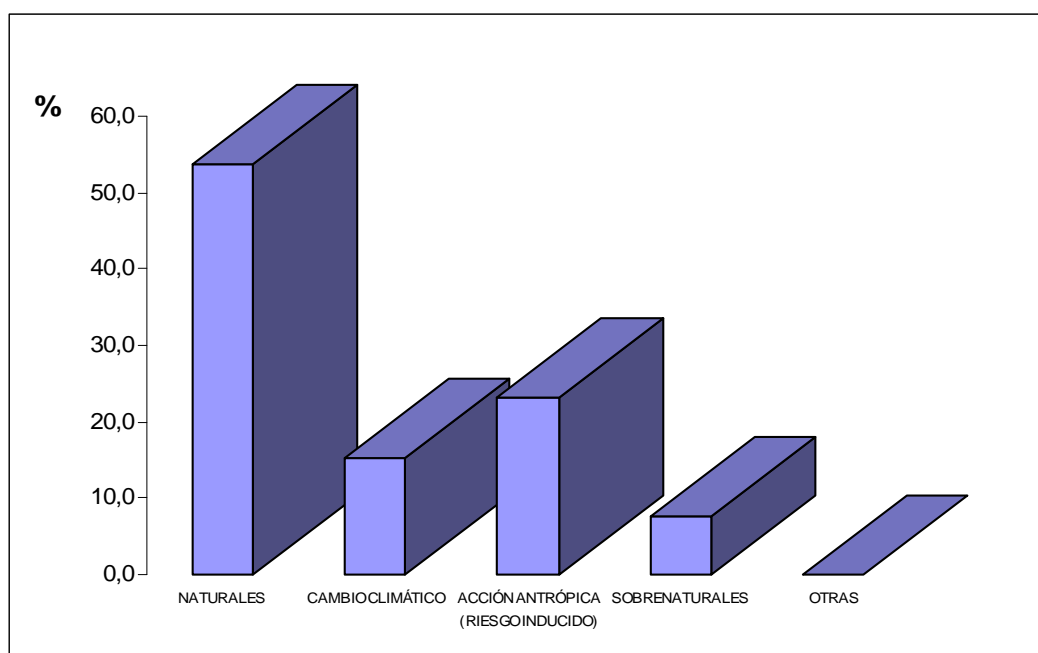


Fig. 143. Percepción sobre las causas de episodios naturales catastróficos

Catorce de cada cien encuestados expresan que nada se puede hacer para evitar un desenlace catastrófico del riesgo, pero el resto (86 %) afirma que los gobiernos podrían impedir sus consecuencias fatales. Además de aquellas personas que creen que las catástrofes naturales son castigos divinos, existen algunas otras respuestas que afirman que no hay ningún tipo de interés político por eludir el desastre.

Entre los que aseguran que sí que se pueden llevar a cabo medidas para paliar los efectos dramáticos provocados por la materialización del riesgo en calamidad, parece existir una mayoría de afirmaciones que creen que la solución reside en crear más infraestructuras (figura 144). En proporción le siguen aquellas respuestas que expresan que se debe de controlar más y

mejor el medio natural y financiar a la población para que mejore su nivel de seguridad. Muy pocas contestaciones hablan de mejorar el nivel de educación y que se proporcione mayor información a la sociedad afectada. En definitiva, parece existir una mayor confianza en aquellas medidas paliativas de carácter estructural sobre las de perfil no estructural.

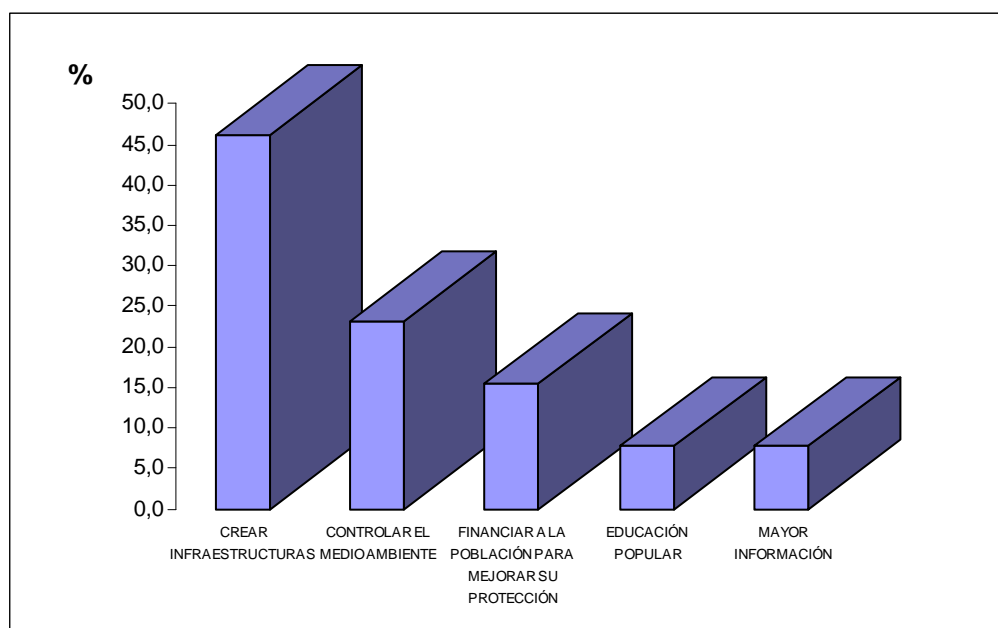


Fig. 144. ¿Qué pueden hacer los gobiernos para evitar episodios naturales catastróficos?

Prácticamente la totalidad de los encuestados piensa que las precipitaciones actuales son inferiores a las que se contabilizaban antiguamente (figura 145). Ya se comentó en su momento que la variabilidad, tanto anual como interanual, de las lluvias es una característica primordial del clima en la Cuenca del Guadalentín. En este territorio, las secuencias de sequía van precedidas y sucedidas por años lluviosos y normales, son ciclos naturales y característicos de las condiciones climáticas de la zona. No obstante, el incremento notable de las demandas de agua favorece ésta percepción, al generarse un déficit hídrico crónico que impide atender las numerosas peticiones de uso del recurso. En efecto, este hecho se percibe cuando a pesar de presentarse un año pluviométrico normal, o ligeramente húmedo, siguen produciéndose conflictos entre usuarios del recurso agua. Ante esta situación se debe de hablar de sequía inducida y no de natural, manifestada por unas demandas hídricas superiores a las ofertas.

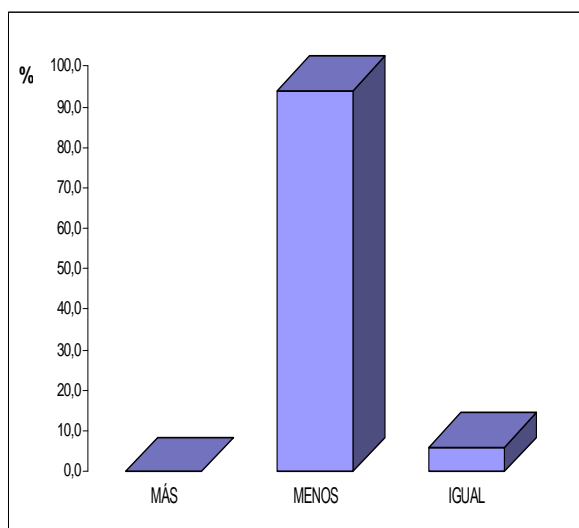


Fig. 145. ¿Llueve más o menos que antiguamente?

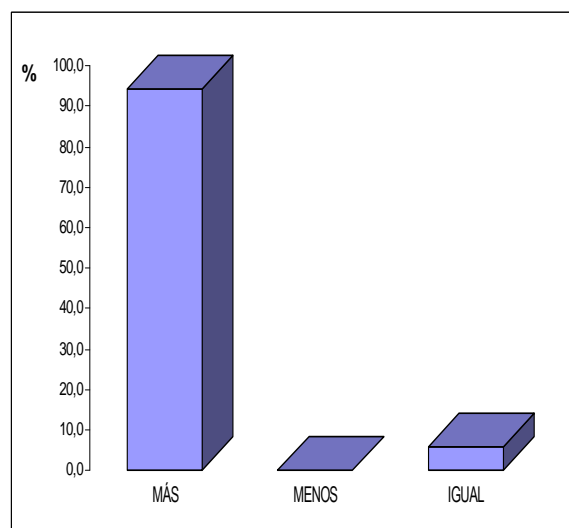


Fig. 146. ¿Cree usted que hay más o menos sequías?

La creación de numerosas infraestructuras de almacenamiento de agua, acueductos como el Trasvase Tajo-Segura y la confianza en el progreso técnico, que ha dado lugar a la obtención de nuevos recursos de agua por desalación y depuración, ha generado entre la sociedad asentada en este territorio del Sureste Peninsular una sensación de seguridad ante los periódicos episodios de sequía que se manifiestan. No obstante, este sentimiento de confianza ha concebido un continuo aumento de las actividades demandantes de agua (regadío, turismo, industria) y un incremento de la población asentada que cada vez solicita un mayor volumen hídrico para llevar a cabo sus tareas hogareñas. En definitiva, una sensación de seguridad que ha originado, paradójicamente, una percepción sobre la existencia de un mayor acaecimiento de episodios de sequía (figura 146).

La población encuestada, en gran medida, cree que la causa principal de la mayor ocurrencia de secuencias de sequía reside en el denominado y tan de moda cambio climático (figura 147). No obstante, el análisis de las series pluviométricas realizado para diferentes observatorios de la Cuenca del Guadalentín, como se advirtió anteriormente (capítulo 3, cuadro 8), no muestra una tendencia nítida de cambio en el registro de lluvias totales anuales. Posiblemente, el ligerísimo incremento de secuencias de sequía superiores a 60 días observado para la estación de primavera en gran parte de estos observatorios, y el traslado de parte de la precipitación otoñal a la estación de

invierno, provoque un incremento de esta apreciación. Sin embargo, esta percepción sólo sería padecida por los agricultores de secano, puesto que la agricultura de regadío se administra según los recursos de agua almacenados.

Es más que probable, que este elevado porcentaje de respuestas que transmiten la percepción del cambio climático como causa del incremento en la periodicidad de ocurrencia de fases de sequía, se deba al gran alarmismo suscitado por los medios de comunicación. Prensa, televisión, radio, y demás medios, conscientes del interés y debate que genera la cuestión del cambio climático antrópico, a veces con ayuda de grupos ecologistas y de forma no objetiva, transmiten a la población ideas que preconiben y que ante la duda o ignorancia hacen suyas.

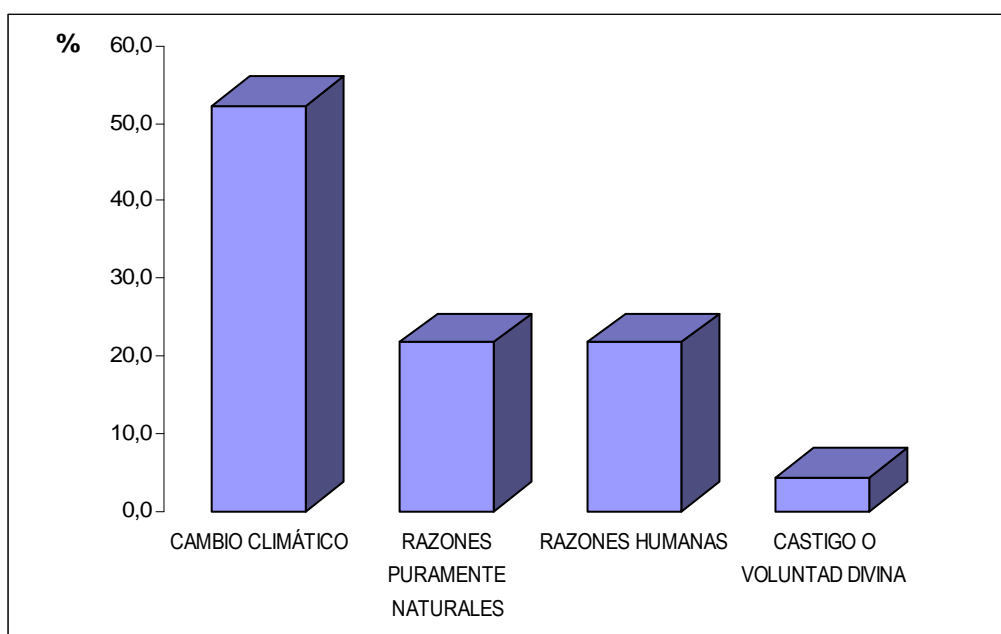


Fig. 147. ¿Qué origina la ocurrencia de episodios de sequía?

Es posible advertir también un porcentaje similar entre respuestas que apuntan como causa de las sequías a razones puramente naturales y razones humanas. Cabe pensar aquí que se está dando un cambio de concepción del suceso sequía, y que cada vez se percibe con mayor medida que el riesgo natural de sequía, el cuál convive con la sociedad asentada desde siempre, pasa a ser más a menudo inducido, como se comentaba anteriormente.

En cuanto al recuerdo de la secuencia de sequía más catastrófica, la mayoría de las respuestas anotan el periodo 1994-1995 como el más doliente.



Ciertamente fue el bienio más seco de todo el siglo XX, con gravísimas consecuencias económicas y sociales. En las áreas cercanas al municipio de Puerto Lumbreras, la población recuerda como periodo seco más contundente el acaecido durante los años sesenta del pasado siglo, y la estadística confirma que, efectivamente, ésta fue la secuencia de sequía más intensa y más duradera en esa zona (capítulo 5, cuadro 14). Otro gran porcentaje de respuestas, sobre todo aquellas correspondientes a diversos cargos políticos y de administración del recurso agua, afirman que estamos inmersos en el periodo de sequía más grave que ellos recuerdan, quizá para evadir responsabilidades en su gestión.

Respecto a las consecuencias que acarrea el fenómeno sequía toda vez que se concreta el riesgo en desastre, la mayor parte de las respuestas (47%) afirman que son las consecuencias ambientales las más preocupantes, seguidas de cerca por las económicas (41 %) y a cierta distancia por las sociales (12 %). Al parecer, son las secuelas políticas las que menos interesan, pues un 88 % de las personas entrevistadas colocan en última instancia este tipo de repercusiones. Se puede advertir, de este modo, una sucesión según importancia de las consecuencias o repercusiones que la sequía tiene sobre la población afectada. En primer lugar interesan los daños ambientales. Hay que tener en cuenta ante esta afirmación que una reducción considerable de las precipitaciones provoca en gran medida el descenso de los niveles piezométricos, lo que conlleva la desaparición, circunstancial o terminante, de humedales o manantiales históricos. También origina la entrada en un estado de marchitamiento de la vegetación natural, incremento y mayor agresividad de determinadas plagas, descenso de los caudales circulantes superficiales, entre otros efectos. Pero quizá, y enlazando con la que se considera como segunda consecuencia más grave (pérdida económica), el descenso del volumen de agua almacenado en acuíferos conlleva la tarea de tener que profundizar los sondeos o pozos para obtener el caudal que riegue sus cultivos (gran parte de la superficie de regadío en este territorio, sobre todo el establecido en piedemontes y laderas, se abastece de agua subterránea).

La población encuestada considera los perjudiciales daños económicos como los segundos en importancia, especialmente sobre la actividad agrícola, que constituye la base económica en la Cuenca del Guadalentín. Las multitudinarias manifestaciones y quejas que los regantes practican en

demanda de una mayor aportación de recursos hídricos sobre las autoridades políticas, haya o no sequía, generan este estado de opinión sobre la población no vinculada a este sector de actividad.

A las secuelas económicas le siguen las sociales, aunque no tiene por que ser este un orden categórico. La ruina en las cosechas, por ejemplo, genera desempleo y reducción de la calidad de vida, con especial incidencia en los sectores de la población más desfavorecidos económicamente, emigración de la mano de obra del campo hacia otros lugares con carácter temporal o definitivo en busca de nuevas oportunidades, recortes en el abastecimiento de agua potable a la población, obligándola a adaptarse a unos horarios determinados para favorecer su ahorro, etc. Por último, existe una menor preocupación por los efectos políticos ocasionados por las sequías. Destituciones de cargos políticos encargados de la gestión del recurso agua o las denominadas “guerras del agua”, como la que se vive actualmente entre los gobiernos de la Comunidad Valenciana y Murcia contrarios a la política del gobierno de la nación, o entre la Región de Murcia y Castilla-La Mancha por el Trasvase Tajo-Segura son algunos ejemplos.

Prácticamente el cien por cien de los encuestados y entrevistados responde que el sector de actividad más perjudicado por la sequía es el agrario. En segundo lugar, y también contando con la casi totalidad de las contestaciones, se sitúa el abastecimiento urbano. El sector turístico se valora como el tercero más perjudicado, y, por último, el industrial.

¿Qué hacer para evitar futuros desastres? ¿Quién debe articular las medidas necesarias para minimizar el riesgo de sequía? Las respuestas a estas cuestiones son variadas, relacionadas con la óptica o punto de vista del encuestado. Según los interrogados, a nivel oficial, se deberían de interconectar las cuencas hidrográficas como principal medida. Se apuesta, por tanto, por las transferencias de agua entre cuencas para corregir el desequilibrio hidrológico existente. También existen contestaciones en las que se defiende la creación de un gran *Pacto del Agua* por parte de todas las comunidades autónomas y gobierno nacional. Mejorar la legislación existente e incluir un programa de sanciones para evitar el despilfarro del recurso y mejorar su gestión constituyen otras respuestas.

A nivel no gubernamental, la población piensa que se debería de apostar por mejorar la educación ambiental y de gestión de aguas, generar una mayor

información, concienciar a la sociedad de los beneficios de todo tipo que conlleva una óptima administración hídrica y crear programas de asesoramiento sobre todo para agricultores, al ser estos los que consumen la mayor proporción de agua disponible.

A nivel comunal se defiende la mejora en la gestión de recursos, sobre todo mediante la modernización de regadíos de las distintas comunidades de regantes y la depuración y reutilización de caudales aprovechados. El ahorro y la educación familiar sobre buenas prácticas en el uso del agua dentro del hogar son otras medidas demandadas. Sin embargo, al preguntar sobre si se recibe en los colegios o institutos de educación secundaria y bachillerato algún tipo de instrucción sobre cómo reaccionar durante un episodio de sequía, la respuesta mayoritaria es negativa (figura 148).

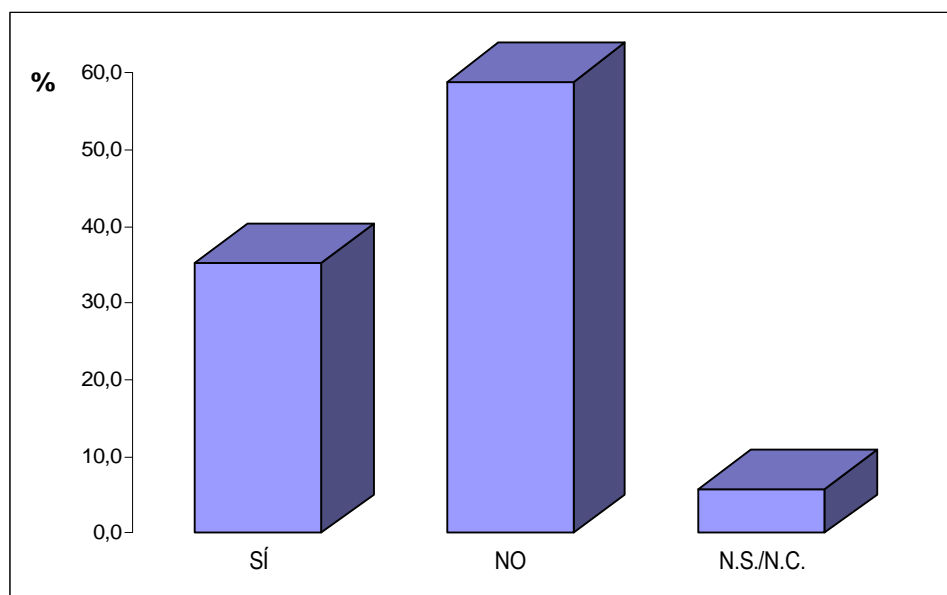


Fig. 148. ¿Reciben sus hijos o jóvenes algún tipo de educación sobre cómo reaccionar o comportarse durante un episodio de sequía?

Se considera, de forma general, que la información más necesaria que se necesita incorporar a la sociedad es la que sigue: explicación sobre cómo mejorar la situación ambiental de los ecosistemas hídricos, cómo prevenir los incendios forestales, incrementado este riesgo en gran medida durante una secuencia pluviométrica seca, información sobre oferta y demanda de recursos hídricos, estadísticas pluviométricas y otras de carácter meteorológico y usos del suelo y aclaración sobre los beneficios que comporta una óptima gestión y aprovechamiento del recurso agua. Pero, sin duda, una de las respuestas más

llamativas ha sido la de intentar mejorar la preparación de los profesores o docentes para que sean capaces de informar bien y educar a los alumnos para que sean críticos ante estas cuestiones de interés general.

Para mejorar el conocimiento acerca del riesgo de sequía se cree que se necesitaría incrementar el acceso a la información sobre planes, programas y proyectos existentes para minimizar los impactos generados por sequías y conocer los usos del suelo y actividades más vulnerables a la concreción de estos eventos climáticos. Asimismo, se debería mejorar el entendimiento sobre las características del medio físico y su funcionamiento. En menor medida también se opina que sería recomendable estar al tanto de las características de las demandas de agua, estado de las obras de infraestructura para abastecimiento, y directrices, planes, programas y actuaciones de ordenación del territorio (figura 149).

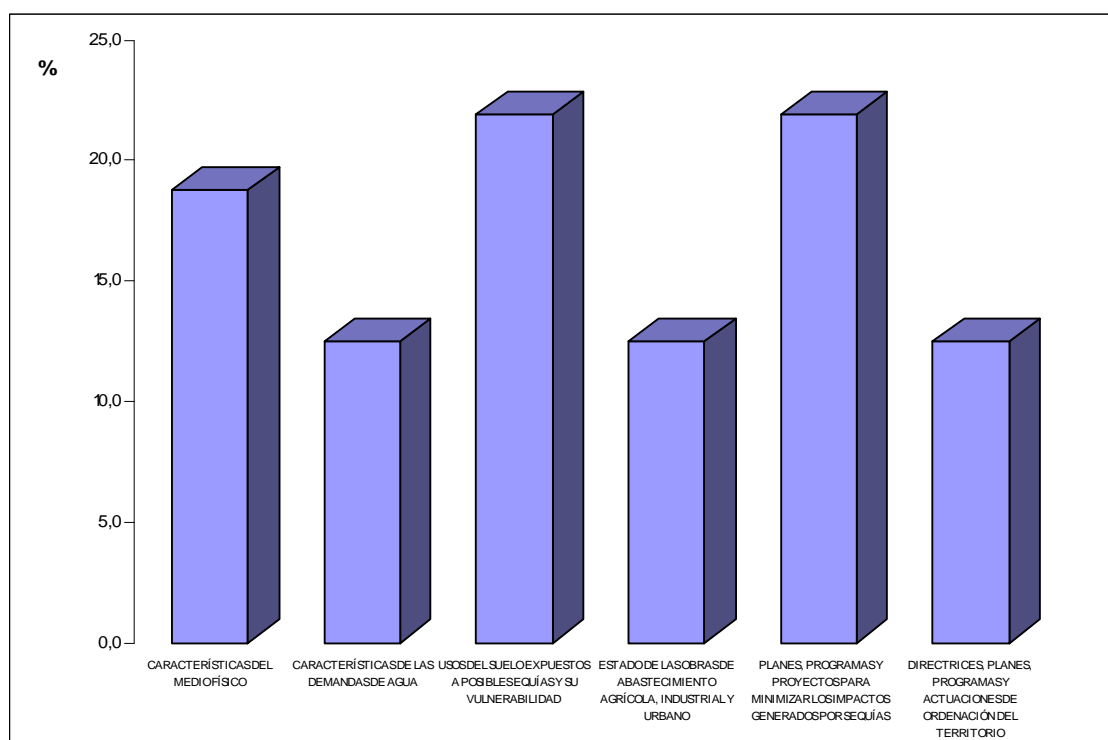


Fig. 149. ¿Qué aspectos le interesaría conocer para mejorar su conocimiento acerca del riesgo de sequía?

En cuanto a los instrumentos necesarios para mejorar la gestión del recurso agua existe una preferencia, como primera medida, de aplicar una política estricta que controle el uso de sustancias contaminantes (28,6 %), seguida ésta de una mejora en la gestión y control público del uso del agua (mejora de la red de abastecimiento urbano,...) y modernizar el regadío (21,4%

y 21,1 %). Un 14 % de respuestas indican que sería necesario mejorar la formación de los agricultores regantes. Como últimas opciones, es decir, con escasa acogida por los encuestados, se sitúan la aplicación de precios más elevados al uso del agua y hacer desaparecer las subvenciones agrarias, con el fin de utilizar el recurso en plantaciones verdaderamente rentables.

Ante la pregunta sobre si conoce cuáles son los organismos competentes en la gestión y planificación del riesgo de sequía la respuesta afirmativa supera a la negativa (figura 150). Sin embargo, a la hora de aclarar qué organismos son los encargados las respuestas son muy disímiles (figura 151).

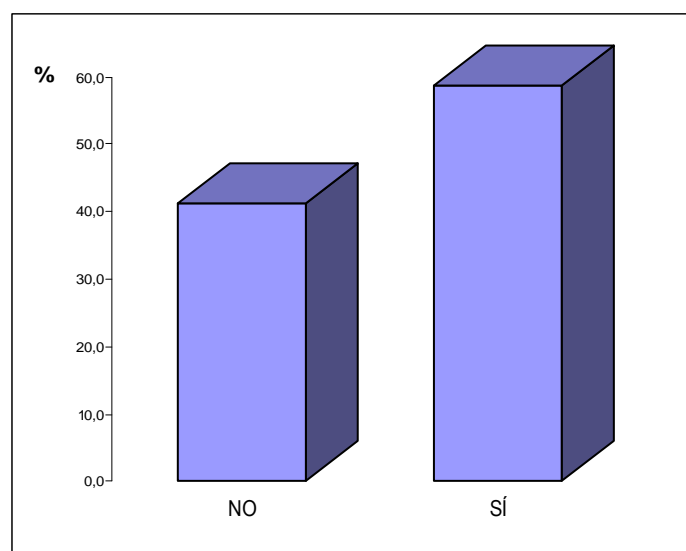


Fig. 150. ¿Conoce cuáles son los organismos competentes en la gestión y planificación del riesgo de sequía?

Se cree mayoritariamente que es el Ministerio de Medio Ambiente el responsable de gestionar este riesgo, seguido de cerca por la Confederación Hidrográfica del Segura y Consejerías de Agricultura y Agua, Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. También son considerables las respuestas que afirman que la Mancomunidad de los Canales del Taibilla debe de desarrollar una labor más efectiva en la planificación contra el riesgo de sequía. No obstante, se tiene una escasa apreciación sobre la labor que debe de desarrollar la Dirección General de Protección Civil, encargada de gestionar otros riesgos quizá más

perceptibles e inminentes (inundaciones, terremotos,...). Ya se advirtió que su tarea se reduce, actualmente, a dar unos consejos sobre el óptimo uso del agua durante episodios secos. Según Aparicio Florido (2007), se debería de reconsiderar la inclusión del riesgo de sequía dentro de los Planes Especiales de Protección Civil.

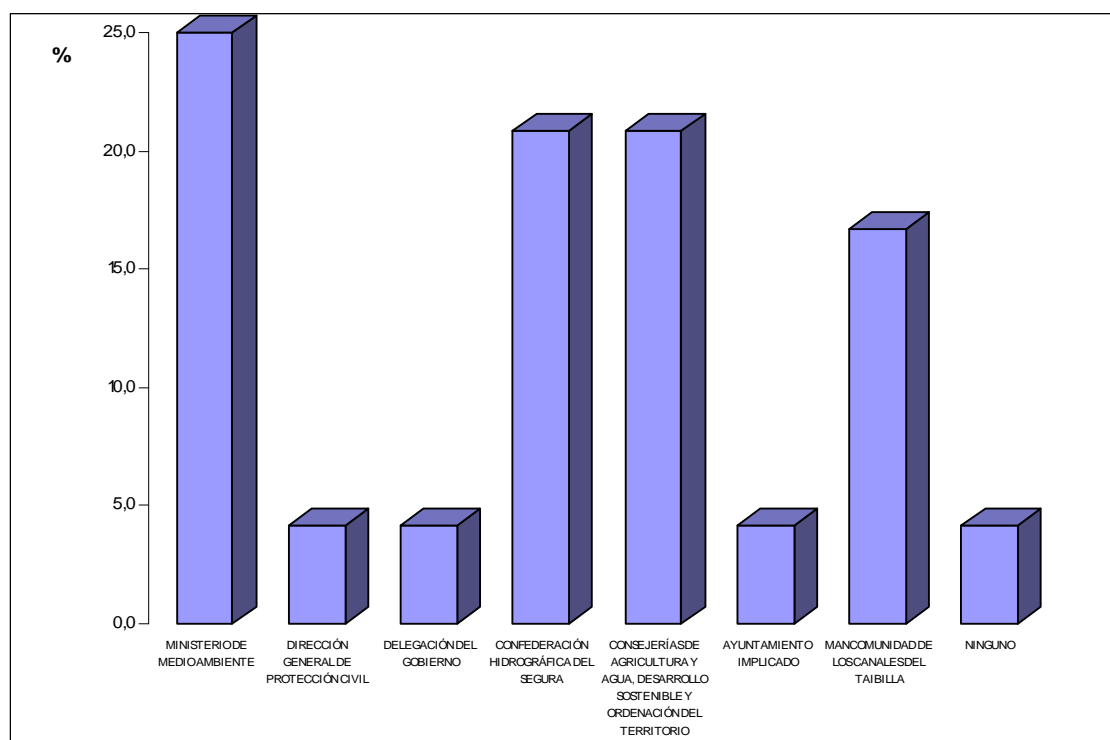


Fig. 151. Percepción sobre los organismos encargados de la gestión del riesgo de sequía

Cerca de un 63 % de la población encuestada piensa que no existe voluntad política para solucionar el grave problema de déficit hídrico existente en la Cuenca del Guadalentín (figura 152), a pesar de ser esta una cuestión preocupante, de perenne actualidad y desencadenante de multitud de conflictos sociales en este territorio.

Respecto a la preferencia de políticas a instaurar para minimizar el riesgo de sequía, en un 74 % la población interrogada cree que se debería implantar una política de crecimiento de la oferta de recursos hídricos, frente a un 24% que opina que sería recomendable optar por una adecuada ordenación del territorio, es decir, ordenar y organizar usos del suelo en función de las disponibilidades de agua (figura 153).

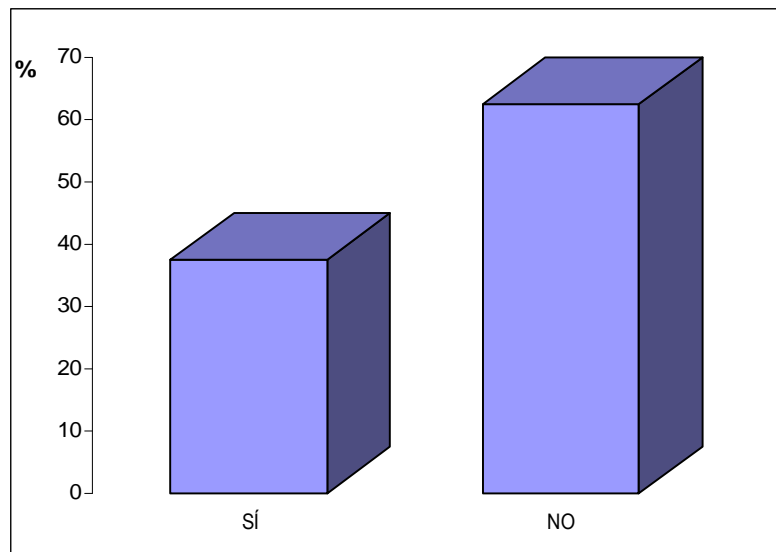


Fig. 152. ¿Existe voluntad política para solucionar el déficit hídrico?

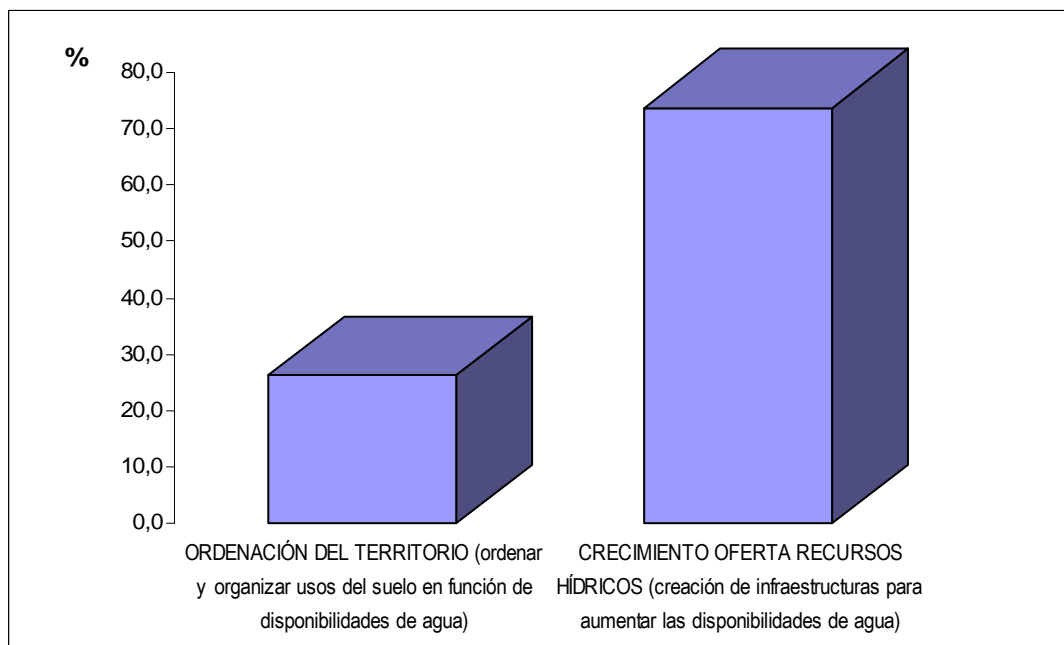


Fig. 153. ¿Qué política prefiere que se establezca para minimizar los impactos por sequías?

Entre los que se inclinan por que se implante una política de creación de infraestructuras para incrementar las disponibilidades hídricas, un 69% entiende que la mejor opción sería la construcción del trasvase desde la desembocadura del Ebro, un 25 % prefiere la actual política nacional de creación de desaladoras, por ser esta una opción que evita la dependencia de lo que ocurra en otras cuencas hidrográficas, y un 6% opta por mejorar la depuración y reutilización.

Mientras tanto, entre los que se animan por defender una política de ordenación de recursos, como primera opción eligen la mejora de la educación para la sostenibilidad en el uso del agua (57 %), seguida ésta por la modernización de regadíos para mejorar el ahorro y eficiencia en el uso del agua (29 %) y el perfeccionamiento de la red urbana de agua potable para prevenir filtraciones y fugas de agua (14 %). Hay que destacar en este caso que ninguna persona de las encuestadas se interesa o se decanta por llevar a cabo una reasignación de usos del agua en función de la rentabilidad de la actividad.

A modo de síntesis, es posible advertir varias posturas o diferencias en las respuestas y percepción del riesgo sequía en función de las variables edad, lugar de residencia, campo o ciudad, nivel de estudios y tipo de actividad económica desempeñada.

Muy pocas son las afirmaciones de que el fenómeno climático sequía deviene por acto divino o sobrenatural, y corresponden a respuestas procedentes de personas en edades avanzadas, sobre todo del género femenino. Conforme se desciende en edad y aumenta el nivel de estudios se razona esta respuesta, indicando que estos eventos climáticos extremos son propios del devenir de la naturaleza o generados por el cambio climático.

Entre las personas entrevistadas que se dedican a labores agrarias existe una opinión casi general de que la solución a los impactos generados por sequías reside en el incremento de la oferta de recursos hídricos, indicando como medida principal a realizar las transferencias de agua entre cuencas. También se decantan por que se les conceda una financiación, ya sea por parte del gobierno regional o nacional, para modernizar de sus regadíos como medida paliativa. Por otra parte, aquellas personas residentes en ciudad y sin relación con la actividad agraria tienen claro que el período de sequía más grave lo constituyeron los años 1994-1995, al generalizarse los cortes en el suministro urbano de agua. Estos ciudadanos son conscientes de los graves problemas que acarrea un periodo de sequía básicamente cuando al abrir sus grifos no cae gota alguna. En cuanto a las declaraciones de cargos políticos y gestores del recurso agua, el actual periodo seco es el más grave padecido y lo califican de extraordinario, quizá para evitar responsabilidades en su gestión.



#### **16.4. El papel de la prensa en el análisis de la percepción del riesgo de sequía**

El análisis de la prensa regional se presenta como un instrumento de gran utilidad para la interpretación de la realidad de las sequías. El tratamiento detallado de las noticias ayuda a identificar los episodios de escasez de agua y los impactos territoriales derivados, el conocimiento de la capacidad social de afrontar la irregularidades en el uso del agua, la atención a la creciente dependencia de la cuenca a la disponibilidad de agua en los embalses de cabecera del Segura y Tajo, y a la constatación de la progresiva pérdida de elasticidad de la oferta de agua de los embalses ante el aumento de los usuarios y las demandas de agua, que aceleran el retroceso de las reservas hidrológicas.

La valoración de las noticias 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.

Según Castro y Guijarro (2007) las noticias de prensa sobre sequías no responden del todo al nivel de conocimiento que existe sobre el tema. Sin embargo, eso es lógico porque el periodista no es un experto y los lectores tampoco aspiran a llegar a ser especialistas a partir de la lectura de la información. No obstante, se suele observar una información poco profesional e interesada. En general, las noticias sobre el agua suelen ser alarmistas. Así, 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 no sólo manteniendo el consumo sino incrementándolo, la cantidad de agua embalsada debe bajar inevitablemente. Lo contrario sería un asombro y eso sí sería noticia.

El problema del agua, sobre todo en la Región de Murcia, aunque también en el resto del Sureste Peninsular y comunidades de Aragón y Castilla-La Mancha, está hiperpolitizado. 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 forman parte del debate, pero, también, porque en la mayoría de los casos carecen de formación ambiental. Éstos no son o no pueden ser una fuente fiable de información, más allá de los documentos textuales elaborados por sus servicios técnicos. Pero, forzosamente, se han convertido en una fuente imprescindible para ofrecer su visión sobre el tema, pues ese enfoque es determinante dado que son importantes agentes que deciden por la sociedad que los ha elegido, aunque debe complementarse con otras aproximaciones si quieren recogerse las múltiples dimensiones que puede tener la cuestión.

Parece ser que sí existe mejor información que hace unos años, pero se sigue cayendo en el alarmismo. Las informaciones sobre el agua sólo se hacen en épocas de sequía. Sin embargo, para gestionar mejor este fenómeno hay que trabajar en épocas de abundancia, ejemplo que debería extenderse también a los medios de comunicación. Convendría demandar un mayor nivel de educación científica básica al periodista para valorar todas esas aportaciones puntuales que llegan al ciudadano.

El informador debería mejorar no sólo los términos que usa sino, previamente, su formación sobre el tema, en este caso sobre 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 existir una responsabilidad al identificar, explicar y utilizar correctamente los términos y conceptos propios del fenómeno sequía, de modo que los medios de comunicación sean conscientes de su existencia y de la necesidad de utilizarlos para comunicar correctamente.

El déficit de lluvias en las cabeceras de las cuencas suministradoras y, especialmente, las reducciones de las reservas hidrológicas de los embalses, extienden y dimensionan las repercusiones territoriales por la escasez de agua en los tramos medio y bajo del Guadalentín, y tienen un claro reflejo en la distribución espacial de las noticias de la prensa regional que tratan las sequías.

Ante todas estas apreciaciones, se constata la alta sensibilidad de la cuenca a los episodios críticos de escasez de agua y, de forma creciente, a

períodos climáticos secos menos rigurosos. De esta manera, se demuestra que la escasez de agua es un riesgo natural de creciente responsabilidad social, condicionado por las manifestaciones climáticas de las sequías, pero también por los cambios en la organización y distribución de los usos y aprovechamientos del agua, por las respuestas y capacidades sociales para afrontar los déficits hídricos y, asimismo, por los cambios de las valoraciones e interpretaciones de las sequías por parte de la sociedad.

El análisis cronológico de la prensa regional permite interpretar la evolución de las transformaciones sociales, económicas, territoriales y ambientales de la cuenca, su reflejo en la disponibilidad del agua y, especialmente, los impactos asociados a la escasez de agua y la capacidad de las sociedades para afrontar las crisis hídricas. El tratamiento de las noticias de prensa es un recurso muy idóneo para conocer con toda fidelidad el grado de conmoción que genera la sequía en la sociedad (Pita López, 1985), y ayuda a reconocer e identificar las características del evento físico y, sobre todo, a medir la vulnerabilidad de la cuenca a la carencia de agua según su capacidad de adaptarse a episodios de sequía. La prensa es una fuente constante de información de las preocupaciones sociales, económicas y ambientales ante las secuencias de escasez de agua, así como un instrumento de análisis para valorar y explorar las conexiones entre las propiedades (frecuencia, duración e intensidad) del evento climático y los impactos territoriales del déficit hídrico, porque una sequía carece de identidad si la desvinculamos de los impactos, y son éstos los únicos capaces de fijar el *umbral de sequía* en la escala variable de las precipitaciones (Pita López, 1990).

La diversificación de los usos del agua (usos domésticos, urbanos, ecológicos, recreativos —proliferación de campos de golf—, turísticos, paisajísticos, agrarios e industriales), el aumento y la intensificación de las demandas hídricas y la pérdida de calidad de las aguas de los acuíferos interiores, fijan umbrales de sequía más exigentes, reflejo de la creciente sensibilidad de la cuenca a los episodios de escasez de agua. Parece intuirse que en las últimas décadas se requiere una menor reducción de los valores pluviométricos para empezar a detectar problemas en el territorio por

insuficiencias hídricas, es decir, aumenta la sensibilidad de la cuenca a secuencias climáticas secas menos intensas.

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. 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.

La prensa regional ha permitido conocer las expresiones de la sequía en la cuenca del Guadalentín. En el cuadro 77 se observan los principales elementos y ámbitos temáticos que intervienen en los episodios de escasez de agua en el territorio según la prensa regional considerada:

1. *Abastecimiento de agua para sus diferentes usos*: deficiencia e insuficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua, incapaces de dar respuesta al crecimiento de superficies de regadío sobre todo, así como efectos urbanos del déficit de agua, con referencias a las actuaciones estructurales y de adaptación a la oferta para afrontar las crisis hídricas.
2. *Meteorología extrema*: recoge los episodios de lluvia abundante que suelen atenuar o anular el avance de los períodos climáticos secos, así como la frecuencia y las etapas de las sequías climáticas, las alertas y previsiones de retrocesos sucesivos de las lluvias, etc.
3. *Saneamiento hídrico*: limitaciones estructurales de las obras de saneamiento básico y demanda de actuaciones y proyectos de corrección de las calidades del agua.
4. *Impacto ambiental y contaminación*: preocupaciones y demandas hídricas para la preservación de los ecosistemas fluviales y los espacios húmedos, muy sensibles a la permanencia de las secuencias secas. Contempla los episodios sucesivos de contaminación de las aguas

superficiales y subterráneas, que disminuye su calidad y repercute en la integridad de la disponibilidad hídrica de la cuenca.

5. *Estado hidrológico*: precisa los niveles de las reservas hídricas superficiales y subterráneas en la cuenca, así como indicadores de los estados de la sequía ante los retrocesos graduales del agua almacenada.

Cuadro 77. Clasificación de las noticias según ámbitos temáticos (1950-2004)

Ámbito temático	Número de noticias	%
Abastecimiento de agua	186	37,2
Meteorología extrema	120	24,0
Saneamiento hídrico	62	12,4
Impacto ambiental y contaminación	84	16,8
Estado hidrológico	48	9,6
Total	500	100

Fuente: elaboración propia a partir de las noticias relacionadas con el fenómeno sequía en la prensa regional

A pesar de presentar una mayor proporción las noticias referidas a dificultades en el abastecimiento de agua para riego y las dedicadas a difundir la existencia de situaciones meteorológicas de extrema sequía, en los últimos años aumentan las referencias a la preocupación ambiental que desencadenan estos episodios pluviométricos secos.

En general, y por mucho que pueda sorprender, todos los ecosistemas están acostumbrados a los periodos de sequía de su entorno, pues durante miles de años se han ido adaptando o creando bajo estas condiciones climáticas irregulares. Pero la sequía se convierte en un problema cuando y donde se solapa con otros problemas, como la sobreexplotación o la contaminación del agua u otras degradaciones de los ecosistemas acuáticos.

Para conservar la biodiversidad, las funciones y los servicios de estos ecosistemas acuáticos, es necesario aumentar su resiliencia, es decir, su capacidad de amortiguar los efectos que el entorno tiene sobre los mismos. Por tanto, se hace necesario poner en marcha estrategias, planes y actuaciones

ambiciosas de conservación y restauración, centrándose en la resolución de impactos y presiones existentes y/o previsibles.

Las crónicas relacionadas con el abastecimiento de agua son las dominantes. Noticias del estilo «*Máxima alerta de la Confederación al acentuarse la sequía. El suministro urbano está garantizado, pero la agricultura sigue con limitaciones*» (La Verdad, 01/01/2008) son las más difundidas, realizando llamamientos a instituciones, empresas distribuidoras y ciudadanos para intensificar el uso responsable del agua, con el fin de incrementar el ahorro y reducir el consumo sin necesidad de aplicar restricciones. También es considerable el número de reseñas que hablan del uso selectivo de pozos de sequía para atender caudales ambientales y de socorro a los regadíos.

Entre las anteriores también se intercalan informes que relatan la escasez de lluvias, a veces indicando, de forma no objetiva, que se trata del peor periodo seco de todos los tiempos.

Aquellas noticias de prensa referidas a saneamiento hídrico son más escasas y recientes. Mientras que los informes sobre descensos de niveles freáticos en acuíferos sobreexplotados y la situación hidrológica de los embalses de almacenamiento de recursos se hacen más constantes en los últimos años.

Cuadro 78. Número de noticias tratadas en la prensa regional, referentes a la sequía en la cuenca del Guadalentín, durante las secuencias secas delimitadas en el observatorio "Lorca: Embalse Puentes" (1950-2004)

Secuencias secas*	Intensidad máxima sequía	Nº noticias
Mayo 1952-Octubre 1953	- 1,78	21
Enero 1961-Abril 1962	- 1,95	18
Noviembre 1965-Mayo 1967	- 1,38	37
Enero 1978-Enero 1980	- 1,70	84
Junio 1980-Septiembre 1986	- 2,88	132
Diciembre 1994-Marzo 1997	- 1,90	126
Abril-1999-Septiembre 2000	- 1,25	82
—	Media: - 1,83	Total: 500

(\*) Según el cálculo del Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica, propuesto por Pita López (2000). Se han considerado las secuencias secas de duración superior a los doce meses, que son las especialmente interesantes por sus repercusiones sociales, económicas, territoriales y ambientales en la cuenca.

Fuente: elaboración propia a partir de las noticias relacionadas con el fenómeno sequía en la prensa regional

El descubrimiento de una tendencia creciente de la intensidad de las secuencias secas (capítulo 5, cuadro 14), especialmente en la cuenca alta del Guadalentín, coincide con el aumento registrado del número de noticias referidas a las manifestaciones y los efectos de la escasez de agua. No obstante, el noticiario relacionado con la sequía se concentra principalmente en las cuencas media y baja, donde el aumento de los consumos de agua ha sido evidente en las últimas cuatro décadas, en correspondencia a la intensificación del regadío, al incremento zonal de la población en el valle y áreas urbanas, a la estacionalización e intensificación de las actividades turísticas, vinculadas a la segunda residencia, con un modelo de vivienda integrado por jardín y piscina. En sectores elevados se observa una progresiva preocupación ambiental por el mantenimiento de los caudales fluviales y de manantiales con elevado interés histórico, mermados por la intensa explotación de aguas subterráneas.

Las figuras 154 y 155 resumen el escenario temporal de la sequía en la cuenca del río-rambla Guadalentín, la frecuencia de los episodios críticos de déficit de agua y la evolución de la sensibilidad social a la escasez hídrica. Se confirma la creciente dependencia del desarrollo socioeconómico de la cuenca al estado de las reservas de los pantanos del Alto Tajo (Entrepeñas y Buendía), que se demuestra estadísticamente con una importante relación entre la reducción de los recursos del trasvase allegados a la cuenca del Guadalentín y el número de noticias referidas a las sequías, que supera la relación entre el noticiario y las lluvias anuales para la serie temporal 1980-2004. Observamos que el retroceso de las reservas es un reflejo de la nueva realidad de los usos del agua en la cuenca, y no se ajusta fielmente al ritmo de las lluvias anuales. Las puntas mínimas de las reservas hidrológicas o el declive desmedido de éstas coinciden con el máximo del número de noticias referidas a la escasez hídrica y sus repercusiones territoriales, principalmente agrarias. La disponibilidad limitada de agua, insuficiente para cubrir el conjunto de las demandas, sobre todo en meses de verano, favorece episodios de tensión y conflictividad social por el control del recurso, muy intensos en el momento de la toma de decisiones administrativas para gestionar los estados de alerta ante los déficits hídricos progresivos.

La diversificación de los usuarios del agua, los mayores intereses y preocupaciones sociales entorno al preciado líquido, el aumento e

intensificación de los consumos y la consecuente limitación de los recursos hídricos, junto a la responsabilidad climática, determinan las crisis sociales entre los sectores urbanos, económicos y ambientales para satisfacer el conjunto de sus demandas hídricas.

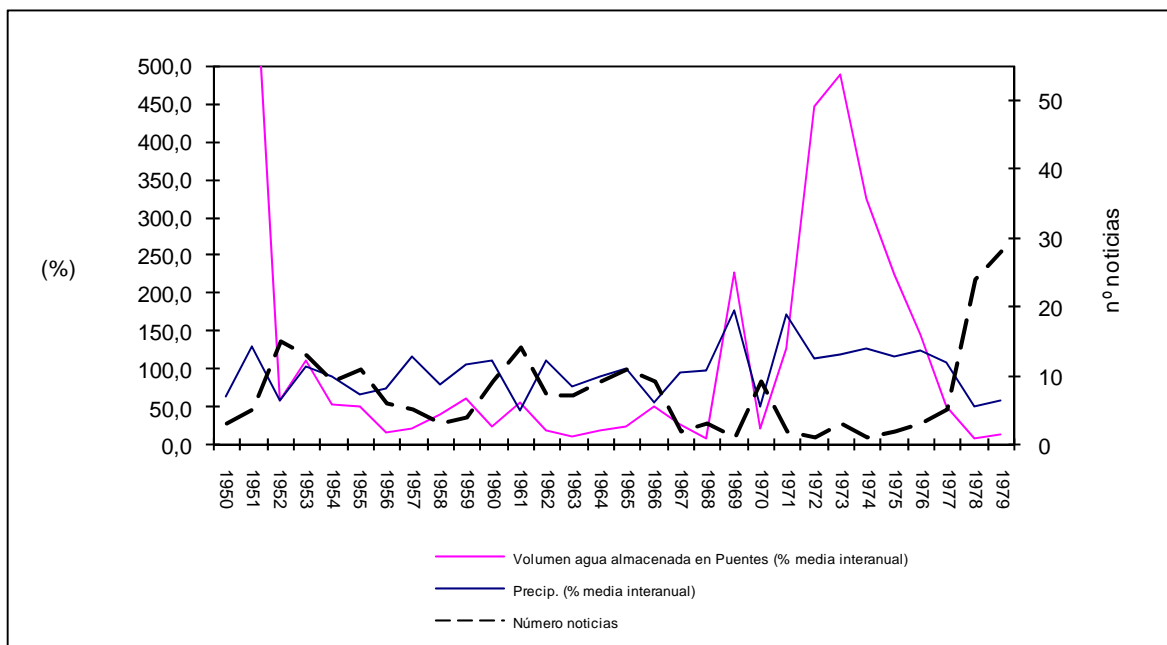


Fig. 154. Evolución del número de noticias sobre sequías publicadas en la prensa regional, en relación con el volumen de agua almacenado en el embalse de Puentes (% sobre la media interanual) y precipitación (% sobre la media interanual).

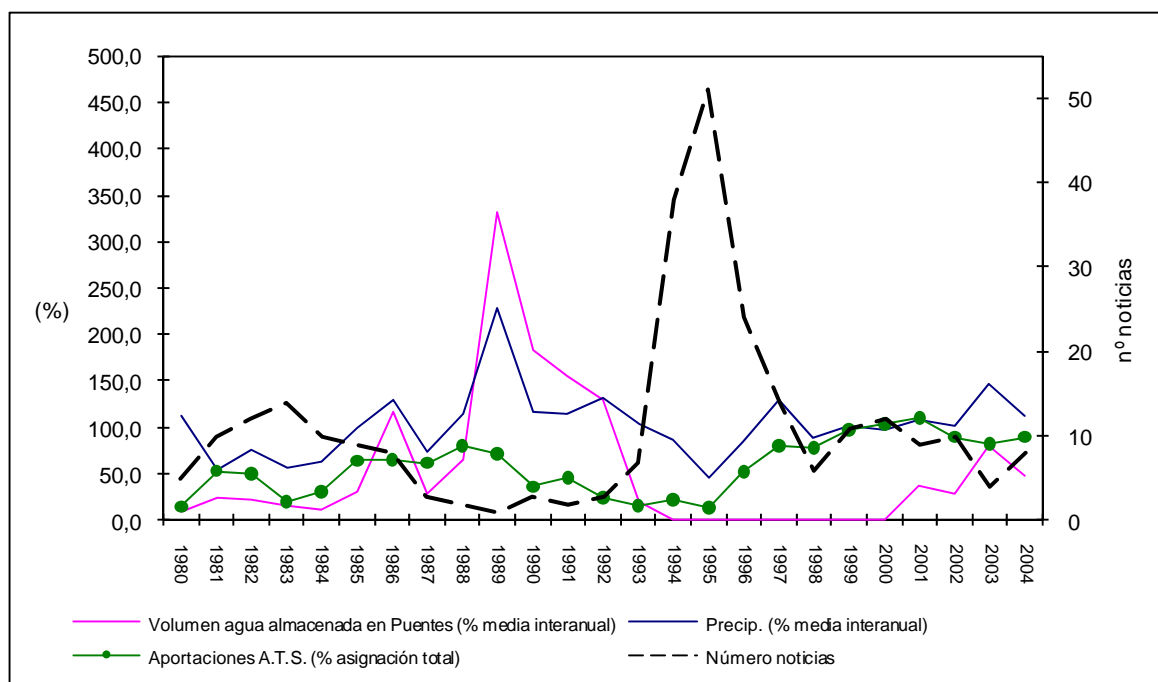


Fig. 155. Evolución del número de noticias sobre sequías publicadas en la prensa regional, en relación con el volumen de agua almacenado en el embalse de Puentes (% sobre la media interanual), precipitación (% sobre la media interanual) y volúmenes hídricos aportados desde el Alto Tajo al Valle del Guadalentín (% sobre la asignación total: 65 hm<sup>3</sup> según la Ley 52/1980, de 16 de octubre).



Las discusiones sectoriales por el dominio del agua son un indicativo de la vulnerabilidad de la cuenca a la escasez de agua, y el mayor volumen de noticias de la prensa regional en la década de los noventa es un reflejo de la creciente sensibilidad de este territorio a los episodios de sequía, de la respuesta hidrológica a las transformaciones territoriales de la cuenca, y también una muestra representativa de los cambios en la interpretación social de los usos del agua. La incorporación de nuevos usuarios en la red de abastecimiento de agua ha quebrado el consenso de los diferentes agentes sociales participantes, y emerge la preocupación de los usuarios tradicionales (agrícolas) ante un progresivo avance del agotamiento de las reservas hidrológicas por una diversificación e intensificación de los aprovechamientos del recurso.

El análisis y tratamiento de las noticias de prensa nos permite entender los estados de la conmoción social a la problemática de la escasez del agua. En los años cincuenta, la sequía es un fenómeno cotidiano, una norma asumida por una sociedad que acerca el *umbral de sequía* al ritmo variable de las anomalías pluviométricas. El aumento progresivo de la flexibilización de la oferta del agua aumenta las posibilidades de la sociedad a absorber su escasez coyuntural y a poder intervenir en las disponibilidades hídricas, preferentemente para abastecimiento de la actividad agrícola, anteriormente expuesta a la irregularidad de las lluvias, mientras que a partir de los años ochenta se beneficia de la regulación de las aguas superficiales procedentes desde el Alto Tajo.

Las manifestaciones de la sequía no se limitan a una mengua de los totales pluviométricos anuales, sino que repercuten —y de ahí su interés geográfico— en los volúmenes de agua necesarios para el mantenimiento de cultivos y el propio abastecimiento de agua potable entre otros usos. De este modo, el aumento de noticias en relación con la sequía durante 1952 responde a un año de escasez pluviométrica, precedido de otro (1950) también con aportaciones escasas de lluvias en el Alto Guadalentín que hacen disminuir drásticamente las reservas de agua en el embalse de Puentes; años éstos en los que comienzan a transformarse numerosas tierras de secano en regadío gracias a la actuación del Instituto Nacional de Colonización. Este incremento

de la superficie de regadío responde también a las expectativas generadas por la futura construcción del hiperembalse del Cenajo, capaz de almacenar 473 hm<sup>3</sup>, y que ampliaría, ante la posibilidad de que existieran sobrantes, la dotación de algunas áreas cerealistas de Lorca (Decreto y Orden de 25 de abril de 1953 de “Ordenamiento de la cuenca del Segura”).

1961 es un año muy seco en el conjunto de la cuenca del Guadalentín, de ahí que el número de noticias relacionadas con la sequía se eleve de nuevo tras casi una década sin numerosas referencias sobre este fenómeno climático en la que sólo en 1955, año también con una notable merma en las precipitaciones, aumentan igualmente las reseñas en la prensa regional reclamando ayudas tras un considerable descenso en los rendimientos agrícolas.

Un nuevo periodo en el que asciende el número de noticias comienza tras un otoño con escasez de precipitaciones en 1965, que se prolonga hasta finales de 1966. Esta secuencia seca, de consecuencias económicas importantes, marca, según Morales *et al.*, (1996), el cambio de la tradicional adaptación a la reducción de lluvias a su consideración como secuencia catastrófica; percepción ésta que se consolidará en los episodios de sequía posteriores (1978-84 y 1992-96).

El lento proceso de liberalización de la economía española iniciado en los años cincuenta, el arancel de 1960 y la devaluación de 1959, dentro de las medidas que englobaba el Plan de Estabilización, suponen el abandono definitivo del modelo autárquico derivado de las secuelas de la Guerra Civil y la introducción de un nuevo modelo orientado hacia la integración en la Comunidad Europea (Serrano Sanz, 1997); circunstancias éstas relacionados con el continuo incremento de las superficies regables. En 1962 se solicita por parte del Gobierno español “*una asociación susceptible de llegar en un día a la integración total*” en las instituciones europeas. Además, se hace público el Informe del Banco Mundial de Reconstrucción y Fomento que se decanta con claridad hacia la expansión de los regadíos, en concreto los emplazados “*entre Castellón y Gibraltar*” (cuencas del Júcar, Segura y de Andalucía Oriental) donde “*la expansión de los riegos debe estar limitada únicamente por la amplitud del mercado, principalmente extranjero, de las cosechas de alto valor*”

(Informe, 1962) (Calvo García-Tornel, 2006). En Murcia se asume rápidamente el discurso oficial que identifica la política de aproximación al Mercado Común Europeo con la ampliación del regadío. A finales de la década de los cincuenta se había puesto de relieve la alta rentabilidad económica del regadío en el Sureste Peninsular y sus ventajas comparativas con otros regadíos españoles, con el criterio de conseguir los máximos beneficios de la inversión que supone el establecimiento de nuevos espacios regados (Torres *et al.*, 1959). En 1960 el Pleno del Consejo Económico Sindical de Murcia señalaba la conveniencia de “*tomar en consideración el proyecto*” de aportar agua desde otras cuencas, contribuyendo estas opiniones a reverdecer las ideas trasvasistas de Lorenzo Pardo (Plan de Obras Hidráulicas, 1933).

Sin embargo, comienzan a evidenciarse los límites de un esfuerzo hidráulico que se había presentado a la opinión pública como definitivo, cuando el periodo seco que se inicia en 1965 pone en evidencia que el sistema de embalses en la cuenca del Segura presenta deficiencias en su capacidad de regulación hiperanual. La situación desemboca en una crisis de falta de recursos en el verano de 1968, muy aireada en la prensa regional y en cierto modo artificial, ya que parece que podía haberse evitado si los embalses emplazados sobre el río Mundo, afluente de cabecera del Segura, no hubieran realizado desembalses en los años 1963 y 1966 superiores a los cien hectómetros cúbicos o hubieran tenido mayor capacidad de almacenamiento (Herin, 1975).

Después de un periodo de precipitaciones normales, e incluso con algún año húmedo (1969), el agua embalsada en los pantanos asciende formidablemente —se duplica el volumen medio interanual almacenado en Puentes desde 1950 hasta el año 2004—. Este es un periodo en el que el número de reseñas periodísticas relacionadas con la sequía se reduce considerablemente. No obstante, durante 1970 las precipitaciones en la cuenca decrecen cuantiosamente (se registran lluvias que suponen sólo el 49% de la media interanual en Puentes y el 39 y 37 por ciento en sectores elevados y más húmedos como Huerta Espuña y Zarzadilla de Totana respectivamente). A lo largo de estos años finales de la década de los sesenta y comienzos de los setenta del siglo XX continúa el crecimiento acelerado de los espacios regados,

merced a las expectativas generadas por el trasvase Tajo-Segura, considerando que la infraestructura del acueducto debería aportar hacia el sureste 600 Hm<sup>3</sup> anuales en una primera fase y alcanzaría los 1000 Hm<sup>3</sup> anuales en una segunda, un caudal superior a las disponibilidades de aguas superficiales propias de la cuenca del Segura.

Pero, además, comienza a imponerse sobre los cereales y arbolado poco exigente en humedad un intenso policultivo de hortalizas, plantas industriales, forrajes, etc., que demandan gran cantidad de agua; circunstancia ésta que provoca un descenso drástico de las reservas en los embalses de Puentes y Valdeinfierno, generando cierto alarmismo entre los agricultores. Las precipitaciones se normalizaron al año siguiente y durante los sucesivos hasta 1978, con una recuperación extraordinaria de los recursos almacenados en cabecera.

El resultado territorial más evidente del discurso desarrollista agrario se concreta en la rápida ampliación de la superficie acondicionada para riego. Desde los años sesenta y pese a varios periodos de fuertes sequías, que en ocasiones afectan también a la cabecera del Tajo, los espacios regables crecen continuamente y su ritmo se adapta más a las fluctuaciones monetarias que a la disponibilidad de recursos, dado su efecto sobre la competitividad de las exportaciones. Así, periodos de expansión del territorio acondicionado para regadío se manifiestan tras la devaluación de 1976 pese al ciclo seco que se inicia de inmediato, con mayor intensidad aún después de 1982, en plena sequía, y de nuevo en los años centrales de la década de los ochenta, donde coinciden un máximo en la apreciación del dólar y la adhesión de España a la Comunidad Europea.

El periodo de sequía *Ibérica* de 1979-82 se prolongó hasta 1984 en el sur de España. Los años 1981 y 1983 marcaron valores excepcionales de reducción de precipitaciones en la práctica totalidad de los observatorios de la cuenca del Guadalentín. Sin embargo, no siempre la determinación de un periodo seco depende exclusivamente de los valores de precipitación acumulada en un territorio. Así, y según indican Morales Gil *et al.* (1999), los efectos de esta fase seca en tierras del Sureste Ibérico se vieron agravados por los desembalses desmesurados efectuados en la cuenca alta del Tajo durante

1979 y 1980, año éste último de lluvias normales en la cuenca del Guadalentín. Según los autores citados, de no haberse producido estos excesivos desembalses las consecuencias económicas de los años muy secos de 1981 y 1983 hubiesen resultado menos gravosas que las realmente registradas merced a la posible existencia de caudales para abastecer al canal Tajo-Segura, que no existieron por aquella circunstancia.

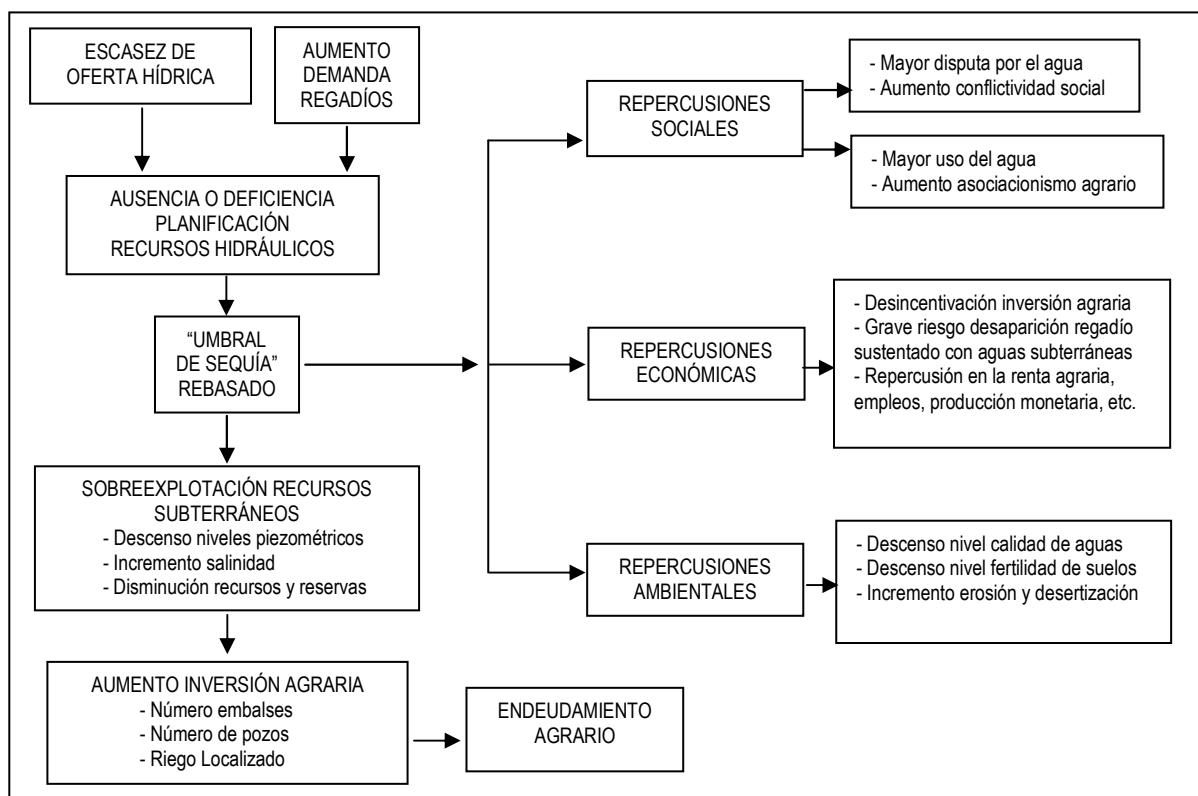


Fig. 156. Consecuencias socioeconómicas y ambientales de la sequía 1979-1984. Elaborado a partir de Zapata Nicolás *et al.* (1990)

Durante esta secuencia de sequía, una de las más prolongadas de todo el siglo XX, las noticias de prensa sobre los efectos causados por la falta de precipitaciones son numerosas. El 16 de junio de 1982 aparece en la prensa regional el siguiente rótulo: «*El campo lorquino en situación límite por la sequía*». En el contenido de la reseña se lee lo siguiente: *no sólo las plantaciones de secano tienen los días contados sino que, además, las ganaderías lanar y caprina están al borde de la extinción*. El 5 de septiembre se puede ojear en el periódico La Verdad de Murcia: «*A Dios rogando y con el mazo dando*». En diversas manifestaciones realizadas por los regantes la

administración regional apela al rezo para que llueva como única solución al déficit de agua. No obstante, los regantes creen que además de rezar hay que agotar todas las vías posibles para paliar las consecuencias del tercer año consecutivo de *pertinaz sequía* padecido. Otros titulares son: «*La salinidad de las aguas arruina las cosechas*» (La verdad, 11/11/1982); «*Aumentan los riesgos de una guerra del agua: la sequía radicaliza las posturas entre las comunidades castellano-extremeña y murciano-valenciana*» (El País, 27/06/1983); «*Cuando se apruebe la nueva ley de aguas... Stop a la apertura de pozos*» (LEAN, mayo de 1984).

El 17 de febrero de 1984, poco antes de que las lluvias calmaran los ánimos de los afectados, aparece como titular en el mencionado periódico regional: «*Cuarenta mil agricultores desesperados por la sequía*». En esta crónica el Sindicato Central de Regantes del Trasvase Tajo-Segura reitera la petición de un *riego de socorro* urgente para no perder no sólo la cosecha sino el arbolado en treinta y cinco mil hectáreas en toda la cuenca del Segura. Según García Yelo, presidente por entonces del citado Sindicato, se padecía la sequía más larga conocida tras cinco años sin lluvias apreciables.

La sequía padecida llevó a los agricultores del Guadalentín a buscar agua en las profundidades de la tierra para regar sus cultivos. Centenares de peticiones de apertura de pozos se presentaron en poco tiempo ante las autoridades responsables. Los acuíferos comenzaban a ser sobreexplotados, por lo que esas aguas profundas, aunque aparentemente solucionaban el problema de la sequedad de la tierra, estaban provocando un mal mayor: su excesiva salinización acarrearía la desertificación y erosión del suelo agrícola.

Este episodio de sequía mostró de manera patente cómo la cuenca del Segura en general, y la del Guadalentín en particular, ingresaron de forma grave en la situación en que el *umbral de sequía* se había sobrepasado ampliamente. Se entraba en un escenario socioeconómico regional inadaptado a las condiciones ambientales reinantes. A pesar de los buenos años lluviosos del periodo posterior (1985-1989) y de las aportaciones crecientes de agua procedentes del Tajo, continuaban los efectos de una sequía climáticamente finalizada.

En el establecimiento de umbrales de sequía en tierras del Sureste Peninsular (Valle del Guadalentín) no importan sólo las cantidades de lluvias recogidas y las reservas de aguas presentes en la cuenca, sino que los sistemas de trasvase suelen modificar la percepción de la sequía que realmente existe si se computan los volúmenes precipitados. En este sentido, el trasvase Tajo-Segura provoca una sensación de falsa seguridad en la garantía de abastecimientos en función de las reservas existentes en los embalses de cabecera del Tajo.

El primer lustro de la última década del siglo XX viene marcado por un período seco muy intenso en la mayor parte de la Península Ibérica, si bien esta etapa llega con retardo y se prolonga en el tiempo en el Sureste español y, por tanto, en la cuenca del Guadalentín. Dentro de este periodo de sequía, de los más duros y prolongados conocidos, aún hay una leve reacción positiva de la superficie regable a las devaluaciones de 1992, que desaparece ya en las siguientes (1993 y 1995) iniciándose una crisis que intentaría paliar posteriormente el Plan Hidrológico Nacional aprobado en 2001.

A pesar de presentar este episodio seco una menor persistencia que el anterior, la magnitud fue en numerosas regiones superior debido a la acentuación del déficit pluviométrico (en Lorca "CHS" las lluvias se redujeron un 60%, en Puerto Lumbreras un 58% y en Puentes un 54%). Tras los años 1994 y 1995, bienio más seco de todo el siglo XX, el Gobierno nacional puso en marcha, por vía de urgencia, el denominado «*Plan Metasequía*», que incluía múltiples actuaciones de emergencia merced al desabastecimiento de agua en numerosas poblaciones españolas. Perforación de pozos, abastecimientos con aguas depuradas y construcción de desaladoras eran las operaciones preferentes. Son profusas las noticias aparecidas en la prensa regional relacionadas con estas medidas de mitigación.

Surgen, no obstante, diversas referencias a los impactos ambientales provocados por la escasez de lluvias, sobre todo tras el impactante incendio forestal ocasionado en el municipio de Moratalla en julio de 1994. Durante ese verano se producen pequeños incendios forestales en la cuenca del Guadalentín (sierras de Almenara y Tercia), y la prensa regional apunta la relación entre éstos y las extremas condiciones climáticas de sequedad

(escasez de precipitaciones y elevadas temperaturas). También aparecen referencias a la correlación existente entre las condiciones de sequía climática y la desaparición de ecosistemas de interés ligados al agua (criptohumedales y manantiales históricos).

### Pedro Saura pide que no se desembalse agua para Daimiel si tampoco la hay para Murcia

El líder del PSRM-PSOE ha solicitado a Narbona que el mes que viene vuelva a estudiarse un posible envío para regadío

**de Murcia**

**PSOE**

El secretario general del PSRM-PSOE, Pedro Saura, ha informado de que ha pedido a los ministros de Medio Ambiente y de Agricultura, Carlos Martínez y Elena Espinosa, que así en el próximo mes de agosto se estudie la posibilidad de que se envíe agua para regar los campos de Murcia. Saura ha dicho que la situación es crítica y que se debe estudiar la posibilidad de que se envíe agua para regar los campos de Murcia. Saura ha dicho que la situación es crítica y que se debe estudiar la posibilidad de que se envíe agua para regar los campos de Murcia.

**Jara dijo lo contrario hace una semana**

**«Valcárcel debería estar preocupado porque Rajoy no apoya los bancos de agua», dice el dirigente socialista**

**Agua no excederá los límites**

**400.000 euros para infraestructuras en la cuenca del Segura**

**El alcalde de Daimiel dice que surge llevar agua a Las Tablas**

**Asaja de La Mancha se opone a trasladar agua para beber**

### El Gobierno plantea un uso "muy medido" del acuífero de Luchena

Valcárcel pide 100 hm<sup>3</sup> para la Región hasta diciembre y Narbona ofrece 60 hm<sup>3</sup> hasta septiembre de 2006 si la situación no mejora

La junta de Pedro Antonio Lara, presidente de Murcia, Carlos Las Tablas, presidente de Murcia, y el ministro de Medio Ambiente, Carlos Martínez, se reunieron ayer en el Ministerio de Medio Ambiente para discutir la posibilidad de que se envíe agua para regar los campos de Murcia. Saura ha dicho que la situación es crítica y que se debe estudiar la posibilidad de que se envíe agua para regar los campos de Murcia.

**Jara afirma que Valcárcel no ha dado novedades tras su reunión**

**La UE recurrirá al TJ si no se aplica en España la directiva del agua**

**C-LM considera innecesario dar agua paraiego**

**AGUA para TODOS**

Fig. 157. Conflictos políticos por el agua, tanto regionales como entre distintas comunidades afectadas por la sequía.

Fig. 158. El gobierno regional pide moderación en el uso del acuífero de Luchena (Alto Guadalentín). Descenso de recursos almacenados en la cabecera del Tajo. Conflictos políticos.

Pero la prensa regional hace referencia, sobre todo, a los escasos recursos hídricos disponibles en los embalses, con la consiguiente imposibilidad de desarrollo de la producción agrícola de regadío e incluso el riesgo de la pérdida de considerables extensiones de arbolado. Ello motivó la aprobación del Real Decreto-ley 6/1995, de 14 de julio, que, al reducir el caudal establecido en la Ley 52/1980 para su circulación por el río Tajo con fines no consuntivos, permitió una mayor acumulación de recursos con los que hacer



frente con mayor garantía a la prolongación de la sequía. La falta de consenso ante la citada Ley entre las distintas administraciones regionales afectadas provocó la aparición de numerosas referencias al conflicto social surgido.

Otras medidas administrativas fueron también objeto de los medios de comunicación regionales, como la aprobación del Real Decreto 134/1994, de 4 de febrero, con vigencia hasta el 31 de diciembre de 1995, por el que se adoptaban medidas especiales para la captación de recursos hidráulicos subterráneos y la aquiescencia del Real Decreto Ley 6/1994, de 27 de mayo, de medidas para reparar daños por la sequía, que expresaba que el propósito en relación a los pozos de sequía era el de mantener la estructura productiva de las explotaciones de regadío, y que recogía un conjunto de actuaciones entre las que se encontraba el uso combinado de aguas superficiales y subterráneas.

En consonancia con la nueva estructura económica regional, el regadío deja de considerarse por los agentes económicos como preocupación prioritaria y ya no se busca tan solo aumentar las disponibilidades hídricas, sino también proteger la calidad de las aguas y racionalizar sus usos respetando criterios medio ambientales. A través del instrumento de planificación denominado Plan Hidrológico Nacional se pretendían corregir los problemas de dotaciones insuficientes, eliminar la sobreexplotación de recursos y ejercer una acción de recuperación ambiental.

El anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional elaborado en 1993 era decididamente “trasvasista”, hasta el grado de que contemplaba la interconexión de todas las cuencas peninsulares (Ministerio de Obras Públicas, 1994). Sin embargo, los cambios en el contexto económico general del país y el emergente discurso conservacionista provocan que el Plan Hidrológico Nacional de 2001, tras un cambio de gobierno, reduzca las transferencias entre cuencas, dejando casi exclusivamente una desde el río Ebro hasta Almería a lo largo del litoral mediterráneo, pero impidiendo que pudieran utilizarse en destino las aguas transferidas para crear nuevos regadíos y ampliar los ya existentes.

La justificación de estas decisiones tiene su base en el “Libro Blanco del Agua”, que consagra el concepto de “riesgo de escasez estructural” para

aquellos ámbitos donde parece imposible atender los niveles de consumo en el supuesto de máximo aprovechamiento del recurso potencial, incluyendo transferencias, reutilización y desalación. La única cuenca española en esta circunstancia es la del Segura, en tanto que en las contiguas del Júcar y Sur la escasez es “coyuntural” y en el resto de España no parece existir este riesgo (*Libro Blanco del Agua*, 2000).

La incorporación de criterios que provienen de la “Directiva Marco de Aguas” de la Comunidad Europea (*Directiva 2000/60/CE*) tienden, por su parte, a hacer más riguroso el concepto de demanda en usos productivos, introduciendo principios como el de la “recuperación íntegra de costes” o la incorporación del “valor de oportunidad” o “escasez” a éstos, buscando nuevos equilibrios entre oferta y demanda. La preocupación por la calidad del agua que manifiesta la norma indicada influye decisivamente en una orientación general de la política de aguas hacia un carácter más respetuoso con los condicionantes medioambientales.

Pero la aportación de caudales no sólo genera ampliación de los espacios regables y la valoración de otros factores permite ahora iniciativas distintas a las estrictamente agrarias. De esta manera, y con caracteres diferentes según los rasgos de partida, empiezan a manifestarse dinámicas económicas y sociales muy diferentes en diversos ámbitos mediterráneos, entre los que se encuadra el Valle del Guadalentín. Las áreas de nuevos regadíos, los espacios agrícolas acondicionados tras el Trasvase desde el Tajo, se ven atenazados entre el desarrollo de los núcleos de población y la rápida urbanización residencial de los piedemontes interiores. Regadíos y secanos interiores se han ido ocupando en los últimos años de conjuntos residenciales, en buena medida orientados al mercado extranjero, generando en ocasiones un fuerte rechazo en municipios que advierten como algunos proyectos a desarrollar en su territorio pueden multiplicar su población en plazos relativamente breves, a la vez que son objeto de polémica política.

En tanto que la superficie regable apenas registra un ligero descenso en los últimos años, pese a que las crisis de sequía reduzcan de forma notable la realmente regada, las demandas asociadas al desarrollo turístico, urbano y residencial crecen continuamente, impulsando el desarrollo de los

impropiamente denominados recursos hídricos “no convencionales” (desalobración, desalación, depuración), tecnologías cuya implantación se inicia en los años ochenta y se amplía lentamente en los noventa del pasado siglo por impulso de la Directiva Comunitaria de 1991 (Olcina y Rico, 1999). Las obras de modernización de regadíos tradicionales en el Valle del Guadalentín comienzan a ser numerosas, intentando lograr un ahorro de agua y, sobre todo, una mayor eficiencia de los caudales utilizados para riego. Estas actuaciones, tanto por parte del gobierno regional como nacional, aparecen también en los periódicos territoriales muy politizadas.

**LA AGENDA DEL CAMPO**

- Murcia, hoy: Reunión del Consejo Rector de Fecocom
- Lorca, del 12 al 13 de septiembre: Semana del Ganado Porcino (Sepori)
- Lorca, 15 de septiembre: Jornada técnica de ovino-caprino en el salón de actos de la Sepor
- Murcia, 20 y 21 de septiembre: Jornadas técnicas dirigidas a los técnicos de las entidades asociadas a Fecocom, en el restaurante Montepinar
- Murcia, 22 de septiembre: Reunión con los presidentes y gerentes de las entidades asociadas a Fecocom, en el Restaurante Montepinar
- Lorca, 3 y 6 de octubre: I Congreso Regional de Cooperativismo Agrario y XX Aniversario de Fecocom
- Murcia, 11 de octubre: Entrega de los 8 Premios Thanil, en el salón de actos de Cajamurcia

**CURSO DE ASESORIA**

- Máster de Medio Ambiente Del 14 de septiembre al 7 de abril de 2006, en la sede de Fecocom
- Especialidades de Prevención Riesgos Laborales: Del 15 de septiembre al 15 de abril de 2006, en Fecocom
- Máster de Prevención Riesgos Laborales: Del 15 de septiembre hasta el 28 de abril de 2006

**Empresas y cooperativas de Lorca plantan 2.000 hectáreas de hortalizas en otras provincias por falta de agua**

LA VERDAD MURCIA

La Comunidad de Regantes de Lorca lleva varias semanas ratiando el agua de riego y los agricultores del municipio se han visto obligados a reducir al 20% sus plantaciones de otoño ante la falta de reservas, según informó a EFE el presidente de la sociedad comarcal, Manuel Soler.

Explicó asimismo que la falta de agua ha provocado que grandes empresas hortícolas y cooperativas del municipio hayan trasladado unas 2.000 hectáreas de producción a provincias vecinas, con el objetivo de atender compromisos internacionales previamente adquiridos y no perder la sequía ha hecho que se plante un 40% menos de alcachofa en el Campo de Cartagena

nichos de mercado. El presidente de los regantes aseguró que el campo lorquino sólo dispone de la mitad del agua que necesita y la que tenemos es de mala calidad, por lo que, a su juicio, el mes de septiembre va a estar marcado por la incertidumbre en el caso de que no se produzcan precipitaciones.

El cultivo más afectado por la falta de recursos hídricos es la alcachofa, seguido del de la lechuga, que son las hortalizas más sensibles al elevado índice de salinidad del agua disponible, y de las que solo se ha plantado durante agosto el 10% de lo previsto.

Soler advirtió de que la situación puede recrudecerse en los próximos meses si no aumentan las reservas de agua, ya que los cultivos que se han trasladado a otras comarcas están en zonas muy frías y propicias a las heladas.

La situación no es mejor en otras comarcas. A este respecto, Asaja calcula que las plantaciones de alcachofas en el campo de Cartagena se han reducido un 40% a

Manuel Soler. / FPA/JGM



Fig. 159. Desplazamientos de empresarios agrícolas ubicados en la cuenca del Guadalentín hacia provincias limítrofes en busca de agua.



Vista general de la conducción del trasvase Tajo-Segura a su paso por las proximidades de Orihuela (Alicante)

**El Gobierno permitirá la compraventa de agua entre cuencas durante la sequía**

Fig. 160. El Consejo de Ministros permitirá transacciones de agua entre cuencas con vigencia temporal vinculada a la situación de sequía.

El abandono de la política trasvasista en 1994 supone para el Sureste español la necesidad de tratar de atender sus necesidades mediante una gestión óptima de los recursos propios y recurriendo a estas nuevas fuentes de aprovisionamiento, hasta ahora marginales. La oposición a esta reconversión es evidente y se concreta en el enigmático eslogan “Agua para todos”, que parece reivindicar el derecho a utilizar los recursos presuntamente desaprovechados de otras cuencas. En el momento presente el plan alternativo, denominado “AGUA”, elaborado desde el Ministerio del Medio Ambiente, cuenta ya en el área con una instalación de desalación en actividad, varias en construcción y numerosas obras de reutilización, potabilización y acondicionamiento de las redes de distribución, pero la polémica entre partidarios de una u otra solución centra buena parte de la actividad política en

las comunidades autónomas afectadas, que, a su vez, ocupa los titulares y primeras páginas de la prensa regional.

En cada una de las fases secas señaladas parece advertirse un orden lógico en cuanto al temario de las noticias. En principio se hace mención a la escasez de lluvias, continúan las noticias sobre el periodo de sequía comentando el descenso de recursos almacenados y perforación de nuevos pozos o profundización de los ya existentes. Prosigue el noticiario haciendo hincapié en las consecuencias socioeconómicas y, finalmente, discrepancias entre administración y usuarios afectados (agricultores sobre todo) por las evaluaciones de daños y peticiones de ayudas para paliarlos.

El análisis de la prensa permite advertir que los efectos catastróficos se sitúan, principalmente, en el plano agropecuario, sobre todo en la actividad agrícola. Por su parte, el impacto en el sector ganadero se reduce a un aumento de los costes de producción, en forma de compra de piensos por falta de pastos naturales en la ganadería extensiva.

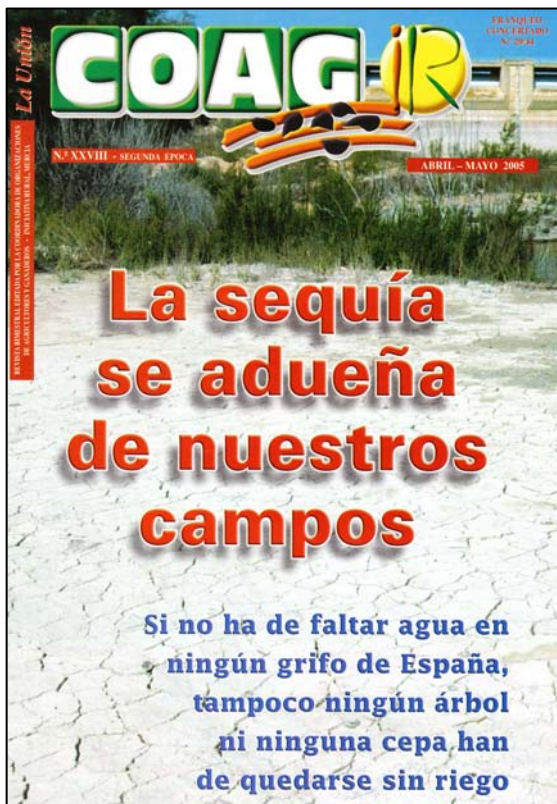


Fig. 161. Reivindicación de recursos hídricos para agricultura. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (R. Murcia).



Fig. 162. Multitudinaria protesta de agricultores ante la sede de la Confederación Hidrográfica del Segura por la falta de recursos hídricos y posible pérdida de cosechas y mercados.

El noticiario es un reflejo fiel de los desequilibrios entre la insuficiencia técnica y el crecimiento desmesurado de las demandas hídricas producto de los nuevos contextos socioeconómicos, donde conviven una agricultura cada vez más intensiva y un proceso urbanizador expansivo. Ya no es la misma base de la sociedad la que se va a conmovir ante los déficits pluviométricos. La prensa trata cada vez más noticias relacionadas con las incomodidades urbanas derivadas de la escasez de agua que con los problemas productivos que ésta genera, aunque el sector agrario mantiene un importante peso socioeconómico y, sobre todo, paisajístico en la cuenca. La difusión y significación de las repercusiones derivadas de la carencia de agua es evidente. Aún así, la sequía se convierte gradualmente en un fenómeno urbano. La mayor capacidad tecnológica y financiera favorece una demanda social de más exigencia en los aprovechamientos del agua y más responsabilidad administrativa ante las repercusiones económicas derivadas de una secuencia seca.

A partir de finales de los años noventa, el incremento de las sensibilidades ambientales también participa en los cambios del carácter de las sequías. Surgen más movimientos y programas de defensa y conservación del medio para poder atender de forma sostenible las demandas de agua con el mayor respeto a las cualidades ambientales de la cuenca. La prensa refleja las emergentes concienciaciones ambientales de la sociedad mediante el tratamiento de noticias relacionadas con el medio hídrico. El 90% de estos mensajes se recogen desde finales de los años noventa del pasado siglo XX y comienzos del nuevo siglo XXI.

La mayor parte 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, Comunidad 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 regional se ofrece un tratamiento informativo-explicativo de lo que ocurre, sino que simplemente se resalta un dato o declaración de algún actor político.

## 16.5. Breves reflexiones finales

Los episodios de escasez hídrica se definen en relación a las condiciones habituales de aportación de agua y a la ruptura del funcionamiento normal de los sistemas de organización de la sociedad, porque ésta tiende a adecuar sus necesidades a las condiciones habituales de abastecimiento y de pautas climáticas —sin considerar la alta variabilidad anual de las precipitaciones de las estaciones climáticas más lluviosas—.

El conocimiento riguroso de todos los elementos territoriales y climáticos implicados en los episodios de escasez de agua, es una necesidad en la formulación de los planes integrales de ordenación de los recursos hídricos, que han de gestionar la organización territorial de los usos y los aprovechamientos hídricos según las limitaciones de las ofertas naturales del agua y las posibilidades físicas y humanas de adaptación a la periodicidad de las crisis de sequía. Se ha demostrado que el *umbral de sequía* evoluciona con la sociedad, y dependerá de los cambios en la distribución espacial y temporal de la lluvia, de la capacidad de flexibilización de la oferta y la demanda, de la ocupación del suelo, de la organización de las fuentes de suministro, de la gestión de los estados de sequía y del ritmo de las demandas de agua.

La evolución de estos factores condicionará las características del evento físico y la dimensión de los impactos, que al final serán los que situarán el umbral de sequía en la escala variable de las precipitaciones. Por lo tanto, es la responsabilidad humana quien fija las propiedades (frecuencia, duración e intensidad) y la efectividad de los períodos secos sobre la cuenca. Además, se comprueba que los impactos y la vulnerabilidad ante la sequía tienen una elevada variabilidad espacial, seguramente superior a las propias variaciones espaciales de las precipitaciones, a causa de las diferenciaciones territoriales de las formas de organización de los usos del agua en la cuenca.

Los expertos son consultados en número muy inferior al necesario para que las noticias de prensa puedan resolver uno de los pilares fundamentales de la misma, el porqué. 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 algunos informes 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.

### Cabrera cree un error eliminar el trasvase pese a ser poco rentable

**El presidente del Comité de Expertos de la Sequía, reunido ayer con Narbona, apoya los trasvases aunque son "poco convenientes"**

El presidente del Comité de Expertos de la Sequía, Enrique Cabrera, reunido ayer con el ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, José Antonio Narbona, cree que se cometió un error al eliminar el trasvase de agua de la cuenca del Guadalquivir a la de la Huelva, pese a ser poco rentable. Cabrera, que preside el Comité de Expertos de la Sequía, reunido ayer con el ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, José Antonio Narbona, cree que se cometió un error al eliminar el trasvase de agua de la cuenca del Guadalquivir a la de la Huelva, pese a ser poco rentable.

El ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, José Antonio Narbona, cree que se cometió un error al eliminar el trasvase de agua de la cuenca del Guadalquivir a la de la Huelva, pese a ser poco rentable.

El ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, José Antonio Narbona, cree que se cometió un error al eliminar el trasvase de agua de la cuenca del Guadalquivir a la de la Huelva, pese a ser poco rentable.

### PP y PSOE comienzan el año con un duro cruce de descalificaciones a causa del agua

**Alberto Garre acusa a los socialistas de «traicionar los intereses de Murcia» e incumplir la ley, y éstos tachan a los populares de «mentir a los murcianos» con el trasvase del Ebro**

Los socialistas manchegos acusan al PP de alarmista

Sólo si hay lluvias excepcionales los próximos meses se frenará la sequía

306 hectómetros

El PP pide aclarar si hay fondos de la UE para el AGUA

Bernal afirma que la inversión en regadíos crecerá un 27% en 2006

El Gobierno destina 90 millones a la nueva desaladora del Taibilla

Fig. 163. Una de las escasas referencias sobre la opinión de expertos respecto a la sequía y posibles soluciones para mitigarla en la prensa regional.

Fig. 164. Conflictos políticos y guerra del agua.

## CONCLUSIONES

1. Un nuevo enfoque metodológico para el análisis geográfico del riesgo de sequía: la relación entre amenaza (peligrosidad o probabilidad de ocurrencia) y vulnerabilidad (predisposición de los elementos amenazados a ser afectados por el fenómeno en cuestión).

El estudio de las sequías en España ha sido objeto de numerosas investigaciones por parte de expertos de un gran número de disciplinas (economistas, ingenieros, geólogos, climatólogos, meteorólogos, geógrafos, e incluso políticos), en las cuales se han propuesto múltiples soluciones estructurales para intentar paliar sus numerosos y perjudiciales efectos sobre el conjunto de la sociedad. Redundar en ese intento no aportaría innovación alguna al debate científico, siendo preferible tratar la problemática de la sequía en la cuenca del Guadalentín mediante una perspectiva alternativa: la fragilidad de su población y su economía ante la escasez coyuntural de recursos hídricos.

La cuestión de las sequías ha sido abordada en esta obra partiendo de la hipótesis de que éstas son resultado de dos componentes: el *climático*, que determina el riesgo de que se produzca una anomalía pluviométrica, y el *socioeconómico*, que define la fragilidad de la población ante dicho riesgo. En otras palabras, en la cuenca del Guadalentín existe un riesgo climático de sequía agravado por la vulnerabilidad de la economía y la sociedad ante dicho riesgo. Riesgo y vulnerabilidad son, por tanto, dos conceptos en torno a los cuales ha girado el trabajo, y cuyo análisis era necesario para disponer de un marco metodológico adecuado con el que determinar qué áreas son las más sensibles y cuál ha sido la evolución de su fragilidad.

La determinación de ambos componentes se ha llevado a cabo mediante distintos análisis: i) meteorológicos y climáticos, para establecer el grado de peligrosidad, aplicando índices en 12 observatorios elegidos en función de su ubicación espacial (se ha buscado la máxima cobertura territorial y un reparto homogéneo sobre el área de estudio), de su representatividad en el conjunto fisiográfico/paisajístico al que pertenece, y de la disponibilidad de información climática de calidad, para un periodo temporal amplio (1950-2004), y con un reducido número de vacíos; y ii) socioeconómicos, estudiando las



repercusiones o efectos generados durante anteriores episodios de sequía y caracterizando la evolución de la actividad humana sobre el territorio, con la finalidad de precisar el devenir de su vulnerabilidad ante dichos eventos con origen climático.

Los índices meteorológicos aplicados constituyen un intento de modelar la realidad climática, mientras que el análisis social, económico y político, en relación con episodios de sequía, permite valorar el grado de riesgo existente, diferente entre unos sectores y otros en función de la organización social y planificación de las actividades y necesidades económicas.

Con este nuevo enfoque analítico se intenta cubrir el vacío metodológico hasta ahora existente para llevar a cabo dos importantes tareas:

- Medir la intensidad de las secuencias pluviométricas secas en función de las características climáticas y socioeconómicas del territorio analizado, puesto que los múltiples índices existentes sólo tienen en cuenta el componente climático.
- Determinar la vulnerabilidad de un territorio y su población a los eventos de sequía.

## 2. Origen climático del riesgo de sequía: el predominio excepcional de las altas presiones subtropicales.

Los periodos de sequía prolongados más allá de sus límites normales, es decir, la sucesión de un número excesivo de meses o años de indigencia pluviométrica, con connotaciones ambientales, económicas y sociales graves, son frecuentes en la cuenca del río-rambla Guadalentín. El fenómeno sequía no es reciente en este territorio, como es natural si consideramos que se trata de un hecho climático, sino que se ha presentado con distinta periodicidad, duración e intensidad en diferentes periodos históricos.

En la cuenca del Guadalentín, y en el SE peninsular español en su conjunto, desde un punto de vista socioeconómico y político, es la evolución pluviométrica de los últimos años la principal preocupación. Los diversos periodos de sequía, especialmente los acaecidos durante los años 1978-1984 y 1992-1996, junto a la reciente fase seca iniciada en 2005 y prolongada hasta la primavera de 2008, parecen anular de la memoria que esa inquietud por los recursos hídricos no es nada nueva, sino que ha sido ancestral en estas tierras.

El origen de la sequía es múltiple y aún no bien determinado en la actualidad. En su génesis y desarrollo intervienen mecanismos a escala regional, tales como la dinámica atmosférica, creando situaciones de bloqueo de las advecciones atlánticas, cambios en el balance de calor del sistema tierra-océano, oscilación en los niveles de radiación, etc. En cualquier caso, en la cuenca del Guadalentín tiene lugar básicamente por el predominio inusual, durante periodos de tiempo prolongados, de las altas presiones subtropicales o continentales, que actúan como mecanismos de obstáculo frente a las perturbaciones atmosféricas, especialmente si en altura aparecen reforzadas por la existencia de altas que impiden la formación de movimientos convectivos.

Según el análisis sinóptico realizado para las secuencias de sequía padecidas en la cuenca del Guadalentín durante los periodos anteriormente señalados, y de acuerdo con Gil Olcina (2007b), ninguno de los mecanismos climáticos que interaccionan en el sureste ibérico posee una proyección equiparable a la subsidencia subtropical, no sólo como causa primordial del máximo de Azores, principal centro de acción de este ámbito, sino también de su responsabilidad capital en las más intensas y prolongadas sequías.

Las situaciones atmosféricas de sequía en la Cuenca Mediterránea quedan vinculadas a los mecanismos puestos en juego por una circulación general de índice alto-medio, donde la existencia de un flujo atlántico del Oeste, bastante amplio zonalmente, contribuye a contener las masas de aire frío en latitudes elevadas y las cálidas en latitudes bajas, siendo predominantes las épocas de estabilidad. Los períodos de sequía en la cuenca del Guadalentín, por tanto, van asociados a la persistencia o reiteración de estos ciclos.

En los últimos años, sobre todo desde comienzos de la década de los noventa del pasado siglo XX, según Quereda Sala *et al.* (2001), la presión atmosférica ha venido mostrando una continua elevación como consecuencia del incremento de los mecanismos de transferencia energética entre latitudes vinculados a dichas situaciones de estabilidad, dilatándose la célula de Hadley e instalándose una cúpula anticiclónica que llega a cubrir toda la Península Ibérica. Esta situación ha caracterizado el predominio de los tipos de tiempo secos durante los últimos años, reduciéndose de forma notable las precipitaciones.

En síntesis, al igual que en la mayor parte de la región Mediterránea, la cuenca de Guadalentín asiste a una sensible reducción de sus recursos hídricos, tanto por la disminución de precipitaciones como por el aumento de las temperaturas medias y evapotranspiración.

### 3. Evolución y tendencias de la precipitación. El incremento de secuencias de sequía pluviométrica durante fases clave para los ciclos vegetativos.

Las tendencias temporales de la precipitación estimadas para la cuenca del Guadalentín, desde mediados el siglo XX hasta la actualidad, evidencian un descenso del total de precipitación anual, ligado a la reducción de la pluviometría equinoccial —Primavera y Otoño— en la mayor parte del territorio. De este modo, es probable que estas inferiores aportaciones medias equinocciales hallan generado mayores tensiones entre los principales usuarios y consumidores del recurso agua. Además, durante la primavera, las secuencias de sequía pluviométrica más constantes (superiores a dos meses) se incrementan en casi todos los observatorios analizados, lo que genera unos escasos rendimientos e incluso pérdida de cosechas al no desarrollarse el fruto por falta de agua. Por lo tanto, las escasas expectativas generadas durante la estación de la siembra se ven perturbadas durante la floración, cuando ya no hay remedio alguno para salvar la producción.

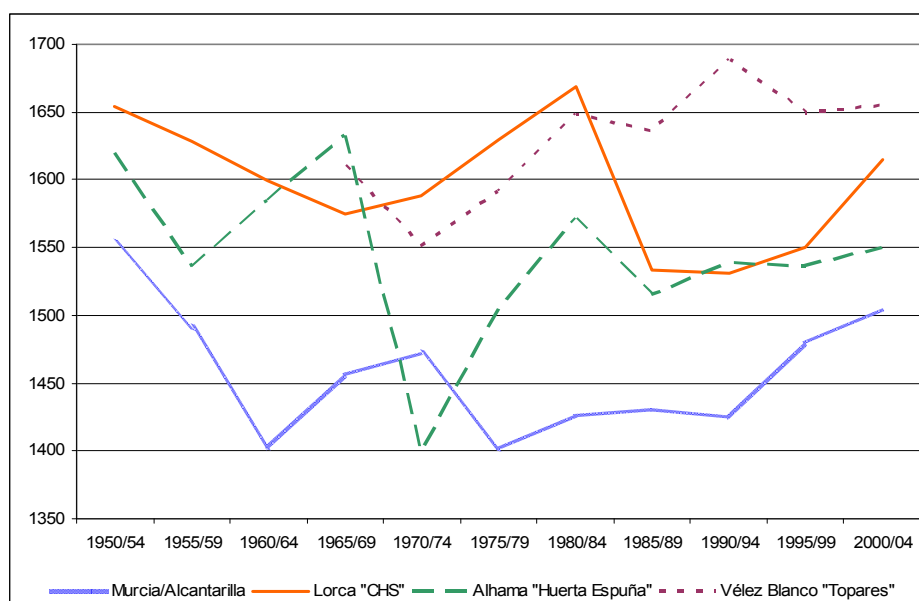


Fig. 165. Evolución quinquenal del número de días sin precipitación en observatorios tipo (vegas baja y media del Guadalentín, sector de montaña y cabecera)

Posiblemente, un refuerzo de estos periodos continuados sin precipitación durante las épocas clave para el desarrollo de las plantaciones y rendimientos en la práctica agrícola de secano aumenta la percepción social del fenómeno sequía. La fuerte dependencia estacional del aprovechamiento en secano amplía los efectos de estas oscilaciones, comparativamente percibidas como más graves en función de la rapidez e intensidad con la que se ha buscado la desestacionalización del cultivo en regadío. Este incremento en la percepción de la escasez pluviométrica puede residir también en el aumento del número de días secos detectado desde la década de los años noventa del pasado siglo XX, a pesar de haber existido etapas anteriores con mayor número de días sin precipitación (figura 140).

#### 4. La sequía como riesgo inducido. De la tradicional adaptación al déficit hídrico al incremento continuado de las demandas de agua.

Las distintas sociedades instaladas en la cuenca, desde siempre, han tratado de paliar la escasez de agua desarrollando una serie de técnicas y prácticas (Vilá Valentí, 1961) todavía vigentes en algunos lugares. La utilización de aguas de escorrentía eventuales mediante sistemas de boqueras (Morales Gil, 1968; Gil Olcina, 1971; Pocklington, 1986), de origen romano, el aterrazamiento para cultivos sobre superficies de glaciares o conos aluviales, y el aprovechamiento de las aguas subsuperficiales, instalando cultivos sobre cañadas y lechos de ramblas o construyendo presas subálveas y galerías drenantes (Gómez Espín, 2004, 2005; Gómez Espín *et al.*, 2006; Gil Meseguer *et al.*, 2007), constituyen ejemplos magníficos de la adaptación tradicional a las condiciones semiáridas características de este territorio.

No obstante, la competencia por la disponibilidad de recursos hídricos suficientes se ha disparado en los últimos años, merced a la ampliación y mayor variedad de su uso en la sociedad actual, engendrando un despliegado abanico de problemas que no sólo afectan al sector agrario, sino también al consumo humano, actividad industrial, producción energética, y medio ambiente, e incluso fuertes pugnas entre territorios desigualmente dotados, crisis sociales y políticas.

La situación actual es, en numerosos casos, consecuencia de actuaciones irracionales en la ordenación reciente del territorio, que obviando la profunda cultura del agua en estas tierras y una adecuación de la misma a las

nuevas exigencias productivas, establecieron planificaciones inflexibles y poco respetuosas con sus ecosistemas. Ante esta situación se debe de responsabilizar a los seguidores de las nuevas teorías económicas que, en modo alguno, fueron capaces de prevenir sus negativos impactos, a los que ahora hay que poner remedio en una lucha contra el tiempo, ante una sociedad eminentemente urbana que sólo tiene una imagen remota y bucólica de lo que fueron los espacios de huerta tradicionales, y que se debate entre la exigencia de mayores dotaciones de agua para usos urbanos, industriales y de espacios de ocio y turismo, al tiempo que desea un cauce y ribera descontaminada y unas áreas de regadío con alta productividad (Morales Gil, 2001).

Asimismo, hasta el presente, la política económica, en su obsesión por incentivar la inversión, ha condicionado la movilidad espacial y sectorial de los recursos hídricos, esto es, la conducción de las aguas fuera de sus cauces naturales e incluso trasvases interregionales y cambios de uso, pero las demandas ya superan a las disponibilidades durante períodos de sequía y será imprescindible una óptima utilización del potencial hídrico para mantener la riqueza generada.

La cuenca del Guadalentín presenta en la actualidad una situación crítica en su desarrollo socioeconómico. Los recursos hídricos renovables disponibles se están utilizando al máximo, hasta el extremo de recurrir a una sobreexplotación de las reservas subterráneas al no cubrir los primeros todas las necesidades existentes durante los años hidrológicos deficitarios. Con ello no se pone sólo en peligro la pérdida de una producción hortofrutícola de alto rendimiento para el erario español, sino también costosas inversiones realizadas en las plantaciones de cítricos, frutales de hueso y otros cultivos leñosos, que pueden perderse —de hecho ya se pierden— en años de sequía, así como los mercados conquistados para sus frutos.

Razonablemente, parece evidente que la problemática sobre el déficit hídrico en la cuenca del Guadalentín ha pasado de ser una cuestión de trascendencia local y regional, como se ha contemplado durante siglos, a ser una cuestión de Estado. El Gobierno debe ser el primer interesado en dar una rápida solución a este problema, pues estas tierras, con buenas dotaciones de agua, proporcionan ingresos muy sustanciales para el conjunto de la economía española. Estamos, pues, ante una nueva etapa de planificación hidrológica

nacional donde se deben dejar de lado los enfrentamientos entre regiones, y entre el gobierno de la nación y la oposición, dando paso a actuaciones urgentes que redunden en beneficio común.

## 5. El uso de las nuevas tecnologías para incrementar la oferta de recursos de agua.

Las distintas sociedades asentadas en la cuenca del Guadalentín han dado en los últimos siglos muestras del “saber hacer con las aguas”, pues han sido poseedoras de una de las culturas del agua más valiosas de nuestro patrimonio. Pero, además, no se han quedado estancadas en usos y costumbres tradicionales, sino que la escasez de agua ha motivado constantemente la innovación tecnológica en la búsqueda de un ahorro del recurso, manteniendo su rentabilidad e incluso incrementándola. Muestra de ello ha sido la rápida asimilación de los sistemas de riego localizado que hoy se aplican en casi el 60% de la superficie regada en el Valle del Guadalentín.

Este avance tecnológico del regadío, en un principio adoptado por particulares, está siendo actualmente aplicado por comunidades de regantes con larga tradición, como ha sido el caso de la Huerta de Lorca, con más de 12.000 hectáreas de superficie y dotaciones de agua teóricas de 29 Hm<sup>3</sup> procedentes del Acueducto Tajo-Segura, 4,2 Hm<sup>3</sup> naturales del conjunto de la cuenca del Segura, 5 Hm<sup>3</sup> alumbrados de pozos propios y 10 Hm<sup>3</sup> de sondeos particulares de agricultores regantes. En total, los recursos hipotéticos disponibles suman 48,2 Hm<sup>3</sup>, que equivaldrían a las necesidades netas de riego. Esta Comunidad de Regantes ha emprendido un proceso de centralización y control de los volúmenes disponibles y la adecuación de numerosos cultivos tradicionales al riego por goteo, que ha llevado consigo la sustitución de gran parte de la vieja red de acequias por una de tuberías, filtros, fertirrigación, etc. De esta forma ha conseguido reducir las pérdidas en red de un 30% a un 10%.

La cuenca del Guadalentín no sólo ha dado muestras de apostar por el ahorro de caudales, sino que, además, está buscando nuevos recursos mediante dos actuaciones preferentes: de un lado, se actúa sobre las aguas residuales urbanas, de las cuales después de su depuración se ha llegado a aprovechar casi un 70%; de otro, en tierras litorales cercanas, se procede a la desalación mediante tratamientos por ósmosis inversa de aguas subterráneas

salitrosas que, mezcladas con otras de mejor calidad, han permitido su utilización para el riego de cultivos resistentes a la salinidad, como flores y solanáceas, a pesar de que el coste de la operación supera en todo caso los 40 cent.€/m<sup>3</sup> (Martínez Vicente, 2002).

#### 6. Las aguas subterráneas: recurso estratégico ante situaciones de sequía.

A pesar del recientemente aprobado Plan Especial ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca del Segura<sup>36</sup> como estrategia de defensa, son las aguas subterráneas las que presentan un carácter estratégico durante episodios de indigencia pluviométrica, sobre todo por constituir un recurso cuya disponibilidad, a corto y medio plazo, se ve menos afectada por una disminución importante de las precipitaciones.

Ya se ha demostrado que las aguas subterráneas en la cuenca del Guadalentín dejan de ser una materia prima cualquiera y adquieren la propiedad de recurso natural trascendental en el mantenimiento de la riqueza creada. Por esta misma razón, desde el momento que tales recursos son objeto de explotación y valoración económica, hecho que sucede frecuentemente, surgen enfrentamientos y competencias entre los distintos usuarios por controlar su disponibilidad. Ante situaciones como ésta, tan común en el área de estudio, urge el diseño de políticas económicas a escala regional y el establecimiento de estrategias acordes con modelos territoriales existentes o previsibles.

Sin embargo, siempre hay unos usos del agua que destacan sobre otros por su mayor competitividad, independientemente de cualquier tipo de previsión o planificación previa, contando muchas veces con la pasiva colaboración de las autoridades encargadas teóricamente de corregir este tipo de situaciones. Es comprensible, sin duda, que la oferta de agua liberada por abandono de tierras regadas en el Guadalentín sea captada para subsanar problemas de abastecimiento urbano, pero quizá ya no lo sea tanto que estos recursos de agua vayan a destinarse al riego de amplios campos de golf, o al abastecimiento de nuevos espacios urbanos litorales diseñados sin el más mínimo reparo —viviendas unifamiliares con jardín y piscina particulares— al límite que debería imponer su escasez.

---

<sup>36</sup> Orden Ministerial MAM/698/2007 de 21 de marzo.

En apretado balance global, se ha podido comprobar que la única forma de satisfacer la demanda de los distintos usos consuntivos en la cuenca del Guadalentín ha consistido en la sobreexplotación de las aguas hipogeas. De la fase subterránea del ciclo hidrológico se vienen aprovechando unos 85 Hm<sup>3</sup> anuales, aunque en proporciones que oscilan entre el 70 y 80% son detraídos de las reservas de los acuíferos implicados, es decir, de los llamados recursos no renovables.

Entre las alternativas o actuaciones disponibles para mitigar el déficit de recursos de agua en la cuenca del Guadalentín, han sido evaluadas las posibilidades de intervenir con herramientas eficaces sobre los efectos negativos inducidos por la sobreexplotación de acuíferos. No son suficientes las medidas adoptadas por los Planes de Ordenación de Extracciones de acuíferos declarados sobreexplotados. A las conocidas y enunciadas medidas que contienen dichos Planes, se debería unir una técnica compleja como es la recarga artificial de acuíferos, sin embargo, por el momento no existe agua en cantidad apreciable en esta cuenca para llevar a cabo este objetivo. La única opción que cabría plantear es la recuperación de las aguas de avenida mediante técnicas que se asemejan a las empleadas en los desaparecidos riegos por boqueras empleados antaño.

## 7. Contrastes territoriales y diferentes umbrales de sequía.

Al igual que en cualquier otra región del Planeta, los efectos de la sequía en este territorio experimentan una suavización con el incremento del nivel económico, ya que supone la disponibilidad de mayores medios de defensa contra esta adversidad climática; pero paralelamente se produce una mayor sensibilización pública, puesto que con el incremento del nivel de vida aumenta asimismo la demanda de agua para desarrollar distintas actividades. Todo ello provoca graves desequilibrios territoriales y situaciones extremas de carencia de recursos hídricos cuando los periodos secos son anormalmente dilatados en el tiempo.

Podría argumentarse, según la terminología de Charre (1977), que en el Valle del Guadalentín existe un *umbral de sequía* muy ajustado debido, sobre todo, al amplio margen de juego o elasticidad que presenta la oferta de recursos hídricos gracias a las distintas obras hidráulicas realizadas para no sobrepasar este umbral. Sin embargo, los sectores interiores y llanos



sobreelevados de la cuenca, que anteriormente estaban ocupados por cultivos de cereal y arbolado de secano adaptados a las escasas precipitaciones, hoy día están siendo colonizados por una agricultura de ciclo manipulado itinerante, y presentan un *umbral de sequía* fácilmente franqueable y un margen de reacción a veces inexistente, debido a la cada vez mayor sobreexplotación de aguas subterráneas.

Las medidas para paliar los efectos de las sequías, en estos dos marcos, serán, pues, diferentes. En el primero se deberá reforzar el sistema de adaptación a los largos períodos de escasez de agua, mientras que en el segundo deberá intentarse una puesta en regadío regulado para evitar un agotamiento de las capas freáticas. Pero, en todo caso, deberá generarse un sistema de seguros de cosechas que permita eliminar el riesgo climático implícito en éstas. Así, según Pérez Cueva (1983), debe dejar de interpretarse la pérdida de una cosecha como el efecto de una sequía para pasar a dilucidarse como el riesgo de una explotación. Esto implica cambiar la consideración de *zona catastrófica*, sujeta de forma evidente a presiones políticas regionales, por una *terapéutica de seguros*, acorde con el carácter empresarial que cada día presentan más claramente las explotaciones agropecuarias.

#### **8. La evaluación y reducción de la vulnerabilidad: un enfoque indispensable para la gestión territorial de los recursos hídricos.**

La cuenca del Guadalentín, y esencialmente su valle, ha sido siempre fuente de recursos y posibilidades para la organización de la vida humana. Sin embargo, las últimas décadas del siglo XX ponen en evidencia el despilfarro del recurso natural agua, entre otros, al amparo de los regímenes económicos dominantes. La acción irresponsable del grupo humano sobre los distintos ecosistemas hídricos se vuelve en su contra, poniendo en peligro su capacidad productiva, aumentando los costes de instalación y haciendo cada vez más vulnerable su vida diaria frente al medio físico. La modificación sustancial del patrimonio hídrico, la creciente vulnerabilidad frente a la escasez de agua y la necesidad de manejarse con criterios de sostenibilidad, ponen de manifiesto no sólo la necesidad de modificar las formas de producción y las relaciones sociedad-naturaleza, sino, sobre todo, de introducir un cambio en la manera de

administrar este preciado recurso y en el modo de encarar la gestión global del territorio y su desarrollo.

Las estadísticas nos muestran que en los últimos años las pérdidas provocadas por episodios de sequía han crecido de forma alarmante. No obstante, las manifestaciones de este fenómeno físico-natural no revelan un crecimiento paralelo. ¿Por qué entonces se afirma que ha aumentado este tipo de desastres? Para comprender el problema hay que partir de la distinción entre amenaza natural y socio-natural. La primera deriva de la dinámica terrestre, en este caso de origen meteorológico, y no admite modificación ni control por parte del grupo social afectado. La segunda, sin embargo, es fruto de una mala intervención humana sobre la naturaleza en su afán por controlarla. Es esta última amenaza —socio-natural— la que ha crecido en gran medida durante los últimos 50 años, de manera que, al depender de la acción antrópica, sus efectos pueden ser mitigados si se actúa de forma inteligente y previsor, adoptando formas de organización y de intervención que minimicen el riesgo.

En definitiva, una gestión territorial responsable debe hacerse cargo de reducir el riesgo, y para ello es necesario que en cada acción de desarrollo se reflexione sobre estos temas para garantizar la supervivencia del conjunto social y el funcionamiento del sistema territorial.

#### *- La responsabilidad de reducir la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental*

Para canalizar los programas de reducción de la vulnerabilidad es necesario conocer estrictamente quiénes son los agentes operadores en cada etapa del proceso (antes, durante y después del evento que comporta el peligro), y sus respectivas responsabilidades. Para definir cuáles son los operadores responsables es preciso clarificar primero la modalidad de gestión territorial adoptada en la cuenca de estudio, es decir, en qué forma se distribuye el poder en la sociedad y el Estado y cómo estos estamentos se interrelacionan. Existe, en este caso, una administración compartida y descentralizada del territorio, múltiples actores responsables del proceso y una necesidad de interrelación entre los mismos.

En este contexto, la reducción de la vulnerabilidad ante el riesgo de sequía aparece como una tarea de todos. Por supuesto, las responsabilidades

son diferentes, en tanto son distintas las figuras sociales que intervienen y los instrumentos que cada uno maneja para la conducción del proceso y la organización territorial. De acuerdo con Gray de Cerdán (1998), y de forma resumida, podrían establecerse las siguientes competencias:

1) Compete al Estado y a la administración en general:

- Evaluar la vulnerabilidad de su territorio.
- Elaborar planes preventivos y planes de manejo de la emergencia.
- Promover la capacitación del conjunto social para tener una ajustada respuesta ante los problemas que resulten inevitables de enfrentar.
- Buscar los recursos (humanos, materiales, financieros, etc.) para actuar y hacer más seguro el asentamiento.
- Exigir a la comunidad que participe en los programas de reducción de la vulnerabilidad.
- Incorporar en la planificación y las acciones de desarrollo la reducción de la vulnerabilidad como elemento integrante de la gestión ambiental.

2) Compete al conjunto social:

- Capacitarse para comprender la naturaleza de estos procesos que incorporan riesgo.
- Concienciarse sobre el impacto que sus acciones pueden tener sobre su propia seguridad y subsistencia.
- Cumplir con las normas preventivas que atañen a la organización del territorio.
- Respetar las restricciones impuestas por las normas existentes (extracción de aguas subterráneas, zonificación urbana, etc.).
- Cumplir las leyes de protección ambiental e impulsar su creación ante la carencia de éstas.
- Participar de forma activa y continua en los proyectos de preparación para la emergencia y en la creación de la normativa necesaria para aumentar su seguridad.
- Ser responsable de la seguridad familiar.
- Incorporar el concepto de vulnerabilidad en todo tipo de estrategia socioeconómica.

### 3) Compete a los profesionales:

- Conocer la forma de evaluar la vulnerabilidad de los asentamientos humanos.
- Comprender las distintas modalidades operativas para reducir la vulnerabilidad, en este caso ante episodios de sequía.
- Incorporar estos elementos en sus estudios y proyectos, tanto en el sector público como privado.
- Capacitar y capacitarse para enfrentar los posibles desastres y reducir los costes socioeconómicos y ambientales derivados.

La acción de estos diversos actores converge sobre la reducción de la vulnerabilidad al compartir objetivos comunes:

- a) Aumentar la seguridad personal, social, económica y ambiental.
- b) Salvaguardar sus inversiones mitigando los efectos generados una vez concretado el riesgo en desastre.
- c) Optimizar el uso de los recursos naturales, en este caso el agua, asegurando una utilización racional y equilibrada.
- d) Invertir los escasos recursos económicos disponibles en desarrollo y no sólo en reconstrucción o rehabilitación.
- e) Progresar en la gestión del territorio y lograr un desarrollo sostenible del mismo.

El concepto de mitigación de la vulnerabilidad aparece continuamente asociado estrictamente al manejo de la emergencia, sin existir planes globales para prevenir el peligro. Normalmente, la financiación que se destina para la gestión de cualquier peligro con origen natural se invierte en preparativos para el desastre, socorro, rehabilitación y reconstrucción. Sin embargo, ya quedó claro, durante el Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN) (1990-99), que la manera más conveniente de hacer un cambio en esta forma ineficiente de administrar el territorio reside en introducir la evaluación de la vulnerabilidad, y las acciones de mitigación, en el proceso de planificación para el desarrollo y en la formulación e instrumentación de proyectos de inversión, tanto públicos como privados.

El desarrollo de estas ideas, que impregnan los cambios y la reestructuración del mundo moderno, abren un camino extraordinario para la participación y colaboración de los geógrafos en la gestión del territorio. Un

análisis geográfico riguroso, que integre todos los elementos territoriales y climáticos implicados en los episodios de escasez de agua, constituye una necesidad en la formulación de los planes integrales de ordenación de los recursos hídricos, que han de gestionar la organización territorial de los usos y aprovechamientos del agua según las limitaciones que impone su oferta natural y las posibilidades físicas y humanas de adaptación a la periodicidad de las crisis por sequía.

Se ha demostrado que el umbral de sequía evoluciona con la sociedad, y dependerá de los cambios en la distribución espacial y temporal de la lluvia, de la capacidad de flexibilización entre ofertas y demandas de agua, de la ocupación del suelo, de la organización de las fuentes de suministro y de la gestión de los estados de déficit hídrico. La evolución de estos factores condicionará las características del evento físico y la dimensión de los impactos, que al final serán los que situarán el umbral de sequía en la escala variable de las precipitaciones. Por lo tanto, será la responsabilidad humana quien fijará las propiedades (frecuencia, duración e intensidad) y la efectividad de los períodos secos sobre la cuenca. Además, se comprueba que los impactos y la vulnerabilidad ante la sequía tienen una elevada variabilidad espacial, seguramente superior a las propias variaciones espaciales de las precipitaciones, como consecuencia de las diferencias existentes entre distintos sectores de la cuenca en las formas de organización de los usos del agua.

#### 9. La gestión de las sequías desde las políticas de ordenación del territorio.

En el marco de la nueva política del agua, implantada en España en 2004, los Organismos del Estado en materia hídrica, como la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, adquieren un papel de primer orden para el desarrollo socioeconómico de un área determinada. Estos organismos deben emitir informes sobre la disponibilidad de recursos hídricos a la hora de llevar a cabo nuevas actuaciones sobre el territorio, urbanísticas por ejemplo. De esta manera, deben convertirse en protagonistas activos de las políticas territoriales. Sin embargo, aún está por comprobar la efectividad de esta potestad, puesto que durante la coyuntura de crecimiento urbanístico intensivo que ha existido, los promotores inmobiliarios no han aceptado de buen grado la imposición de trabas a los nuevos desarrollos en virtud de la posible falta de agua. En consecuencia, los informes de suministro que comienza a exigir la normativa

urbanística y territorial de las comunidades autónomas implicadas (Región de Murcia y Andalucía en este caso) deben erigirse en documentos de obligada aceptación, con la finalidad de evitar problemas de abastecimiento futuro.

Se trata, por tanto, de establecer límites al crecimiento urbanístico desaforado como consecuencia de la precaria situación de los recursos hídricos existentes, a pesar de las dificultades que conlleva debido al enorme peso de la promoción inmobiliaria y la construcción en la economía regional y al poder que han asumido las entidades locales en materia de planificación territorial, en gran medida motivado por la falta de documentos y estrategias de ordenación del territorio, a diferentes escalas, que fijen medidas claras al respecto y obliguen al cumplimiento estricto de las mismas.

En este sentido, y como señalan Olcina Cantos y Rico Amorós (2006), conviene hacer notar que los problemas del agua deberían analizarse y valorarse en el seno de escalas superiores a la local, atendiendo a las dimensiones escalares de los sistemas de explotación que se configuran para satisfacer las diferentes demandas (la mayor parte de los núcleos urbanos dependen de grandes sistemas regionales de abastecimiento). Pero, por otro lado, no se comprende la ausencia de apartados específicos dedicados a las cuestiones hidrológicas en la mayoría de los Planes Generales de Ordenación Urbana, en los cuales es habitual que este asunto se resuelva en unas escuetas y poco documentadas páginas. Al referirse a estos planes, el propio Texto refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1992 (Art. 72) reconocía y asumía la primacía de los criterios hidráulicos sobre los hidrológicos, ya que se limitaba a establecer que los Planes Generales deberían recoger, tanto para suelo urbano como para urbanizable programado, *las características y trazado de las galerías y redes de abastecimiento de agua, alcantarillado, energía eléctrica y de aquellos otros servicios que, en su caso, prevea el plan*. Igualmente, a este tipo de información se le suele dedicar una atención escasa y parcial, sin duda porque de ella no se deriva ninguna implicación normativa.

Se echa en falta, por tanto, que estos planes no incluyan un apartado hidrológico, que resulta esencial para prever la disponibilidad y garantía de suministro de agua en relación con la evolución de las demandas. Aspecto éste que resultaría básico para establecer unas directrices territoriales en la escala local sobre la expansión del poblamiento y su actividad socioeconómica.

Por su parte, la actual legislación del suelo y ordenación del territorio de la Región de Murcia<sup>37</sup> no incluye referencias a la cuestión de los suministros de agua y previsiones de gasto en los documentos de planeamiento, ni al papel que pueden desempeñar los Organismos públicos en materia de aguas en la elaboración de informes de abastecimiento de recursos hídricos que puedan resultar vinculantes a la hora de llevar a cabo nuevos desarrollos urbanos.

## 10. Percepción del riesgo de sequía: el papel de los medios de comunicación y la deficiente educación ambiental.

El término sequía, ahora tanto en boca de todos, no es una novedad. Ya en tiempos del franquismo se acuñó la expresión *pertinaz sequía*, como ejemplo de maldad de los elementos atmosféricos y de la adversidad a la que había que enfrentarse con estoicismo. En la actualidad, esta percepción de la sequía como fenómeno inevitable parece haber dejado paso a otra en la que el ser humano es responsable, a través de los confusos y siempre nefastos efectos del controvertido Cambio Climático. Sin embargo, y a pesar de ser sustancioso este debate, la esencia misma del problema, se desvía la atención hasta sus repercusiones sociales, a través, lógicamente, de su paso por los medios de comunicación, habitualmente ignorantes de cuantos matices la ciencia pueda imponer y acostumbrados, además, a la simplificación cuanto más escandalosa mejor (Toharia Cortés, 2001).

Cuando se habla de sequía, ¿de qué sequía se trata? Ya se comentó la consideración de distintos tipos de sequía (meteorológica, agrícola, hidrológica, socioeconómica,...). Actualmente parece imponerse el concepto reciente y aún difuso de *sequía ecológica*, que tiene en cuenta los efectos de la sequía climática sobre el medio natural: caudales ecológicos en ríos o ríos-ramblas que permiten la vida en ellos y a su alrededor, disminución de la producción de biomasa, erosión de laderas por desaparición de cubierta vegetal, etc. Pero, incluso, se puede hablar de *sequía tecnológica*, que englobaría todos aquellos efectos perniciosos de una ausencia de conocimientos, tanto teóricos como aplicados, para remediar o minimizar las secuelas de la disminución de precipitaciones. Y no sólo por no actuar debidamente, sino sobre todo por

---

<sup>37</sup> Decreto Legislativo 1/2005, de 10 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo de la Región de Murcia, que agrupa en un único texto legal la Ley 1/2001, de 24 de abril, del Suelo de la Región de Murcia, con las modificaciones introducidas por la Ley 2/2002, de 10 de mayo, y la Ley 2/2004, de 24 de mayo.

realizar actuaciones que suelen acabar agravando estas situaciones de déficit hídrico.

Sin embargo, en los últimos años, ha surgido un nuevo concepto de sequía, procreada y transmitida por los medios de comunicación, la *sequía mediática*, que acaba induciendo en la sociedad una especie de sequía psicológico-social. Según el análisis de prensa realizado, y como señala Toharia Cortés (2001), ésta se basa en la idea de que porque las precipitaciones escaseen durante un tiempo, de forma natural y condigna al territorio objeto de análisis, comienza una catástrofe irremediable. La irregularidad de las precipitaciones no es un fenómeno extraordinario, aunque los medios de comunicación se empeñen en que debe llover cuando los recursos de agua comiencen a ser insuficientes. La sequía en estas tierras del SE peninsular español es algo normal, de constante presencia.

En todo caso, el tropiezo no es sólo de los medios de comunicación, que habitualmente juegan un papel bastante pasivo, de meros transmisores de determinadas informaciones desorientadas, de carencias achacables a otros estamentos sociales no periodísticos. Intervienen, entre otros, factores políticos y disputas partidistas, a veces relacionadas indirectamente con el problema del agua a través de cuestiones económicas, es decir, intereses de determinados grupos cuya actividad se relaciona rigurosamente con el aprovechamiento de recursos hídricos: de un lado, las grandes empresas constructoras, ávidas de obras gigantescas (canales, presas, etc.); de otro, los grupos de presión agrícolas, cada vez más potentes (sindicatos agrarios), que reclaman recursos de agua abundantes, de calidad y gratuita donde la oferta esté por delante de la demanda (Llamas, 1997). A estos factores económicos y políticos condicionantes de la información, hay que añadir, desde hace algunos decenios, los conservacionistas. La componente ecologista, que no ambiental, genera, a menudo, más desinformación que otra cosa.

Todos estos ingredientes se conjugan con un caldo de cultivo social en el que predomina la ignorancia y el desinterés, en gran parte por falta de información y deficiente nivel cultural en temas ambientales, particularmente climatológicos, en un territorio semiárido donde la educación ambiental debiera ser ineludible y el estudio del clima imprescindible.

La educación ambiental debe de constituir una estrategia primordial de lucha contra el riesgo de sequía, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad



socioeconómica de la población afectada periódicamente por estos eventos climáticos. Y la cultura ambiental debe de concebirse como una vía de sensibilización y concienciación ciudadana que permita ampliar su participación en las decisiones, elaboración y aplicación de los programas, proyectos y actividades encaminadas a la prevención y mitigación de los efectos de la sequía y la recuperación de las áreas afectadas. Entre las posibles líneas de actuación en este sentido podrían destacarse las siguientes: promover el conocimiento y dominio de las condiciones ambientales por parte de la población residente en las zonas afligidas; incorporar en los contenidos básicos del sistema de enseñanza oficial los componentes del riesgo de sequía; y fomentar la elaboración de materiales didácticos y científico-técnicos, así como otros de corte popular, en apoyo a los programas educacionales en materia de aguas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaurrea, J., Asín, J. y Centelles, A. (2002): Caracterización espacio-temporal de la evolución de la precipitación anual en la cuenca del Ebro. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº 3, pp. 113-124.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (1998): *Informe "El Medio Ambiente en Europa"*. Segunda Evaluación. Informe Dobris +3.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (2001): *El medio ambiente en la Unión Europea en el umbral del siglo XXI*. Edición española: Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría General de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Madrid, 447 pp.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (2001): *Medio ambiente en Europa: segunda evaluación*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 293 pp.
- Aguilar, M. y Pita López, M<sup>a</sup>.F. (1996): Evolución de la variabilidad pluviométrica en Andalucía Occidental: su repercusión en la gestión de los recursos hídricos. En: Marzol, M.V., Dorta, P. y Valladares, P. (Eds). *Clima y agua. La gestión de un recurso climático*, Madrid, Tabapress, pp. 299-310.
- Aguilera Klink, F. (1994): Agua, Economía y Medio Ambiente: interdependencias físicas y la necesidad de nuevos conceptos. *Revista de Estudios Agrosociales*, nº 42, 167, p.113-130.
- Aguiló Pérez, E. (1998): Política turística. En: Mella Márquez, J.M. (coord.): *Economía y política regional en España ante la Europa del Siglo XXI*. Madrid, Ed. Akal, pp. 445-460.
- Agustí, M. (2000): *Citricultura*. Ed. Mundi-Prensa, 416 pp.
- Albentosa Sánchez, L. M. (1973): *Los climas de Cataluña. Estudio de Climatología dinámica* (Tesis de doctorado), Dep. Geografía, Barcelona.
- Albentosa Sánchez, L. M. (1976): Climatología dinámica, sinóptica o sintética. Origen y desarrollo. *Rev. de Geografía*, X, 1-2, Barcelona, pp. 140-157.
- Albentosa Sánchez, L. M. (1989): *El clima y las aguas*. Ed. Síntesis. Colección Geografía de España, nº 4, 240 pp.
- Alberola Roma, A. (1996): La percepción de la catástrofe: sequía e inundaciones en tierras valencianas durante la primera mitad del siglo XVII. *Revista de Historia Moderna*, nº 15. Universidad de Alicante, pp. 257-269.
- Alexandersson, H. (1986). A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data. *Journal of Climatology*. 6, pp. 661-675.
- Alexandersson, H. y Moberg, A. (1997): Homogeneization of Swedish Temperature Data. Part I: Homogeneity Test for Linear Trends. *Internacional Journal of Climatology*, 17, pp. 25-34.
- Allen, R. G., Monteith, J. L., Perrier, A., Pereira, L.S. y Segeren, A. (1991): *Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements*. Land and Water Development Division, FAO. Roma (Italia), 54 pp.

- Allen, R.G., Pereira, L. S., Raes, D., y Smith, M. (1998): Crop Evapotranspiration—Guidelines for computing crop water requirements. *Irr. And Drain. Paper*, 56. FAO. Roma. Accesible en: <http://www.fao.org/docrep/X0490E00.htm>. [consulta: 04-07-2007].
- Allen, R.G. *et al.*, (2006): A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference  $ET_0$  by FAO56 Penman Monteith method. *Agric. Water Manage*, 81 (1-2), pp. 1-22.
- Almarza Mata, C. (1986): Definición y análisis de sequía desde el punto de vista climatológico. *Curso sobre las sequías*. CEDEX, Madrid.
- Almarza Mata, C. (2000): Sequías: indicadores de alerta, intensidad y Seguimiento. Análisis espacio temporal. *Rev. R. Acad. Cien. Exac. Fis. Nat.* Vol 94, nº 2, pp. 265-273.
- Almarza Mata, C. y López, J. A. (1994): Rachas húmedas y rachas secas durante el periodo instrumental de observaciones. El caso de San Fernando (Cádiz). En: *Cambios y variaciones climáticas en España. Actas de la I Reunión del Grupo de Climatología de la AGE*. Universidad de Sevilla y Fundación El Monte. Sevilla, pp. 147-168.
- Almarza Mata, C. y Balairón, L. (1995): La sequía en España. *El Boletín*, nº 26, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, pp. 49-57.
- Almarza Mata, C. y López, C. (1995): Rachas húmedas y secas de las series pluviométricas más largas de la península. *Calendario Meteorológico*, MOPTMA, Madrid, pp. 231-240.
- Almarza Mata, C., Chazarra, A. y Pedraza, B. (1999): Adaptación del S.P.I. para el análisis de la variabilidad intra-anual de periodos secos. En: Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 25-31.
- Alonso Ozora, S. (1975): *Algunos aspectos meteorológicos de los temporales de Levante*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- Alonso Ozora, S. (1976): Configuraciones en 500 y 300 Hpa asociadas a los temporales de Levante. *II Asamblea Nacional Geofísica*, vol. 2, Madrid, pp. 705-712.
- Amores, R., Hernández-Enrile, J.L. y Martínez-Díaz, J.J. (2001): Sobre los factores relacionados con la evaluación de la peligrosidad sísmica en la región de Murcia. *2º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Sísmica*. Madrid (España), Asociación Española de Ingeniería Sísmica.
- Andrés Sarasa, J. L. (2004): Incertidumbres en el espacio agrícola y proceso urbanizador «resort» en la Región de Murcia. *Cuadernos de Turismo*, nº 14, pp. 7-65.
- Andreu, J.M., Pulido, A., Rodríguez, T. y García, E. (2004): Sobreexplotación de acuíferos kársticos. En: *Investigaciones en sistemas kársticos españoles*. Publicaciones del IGME. Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, nº 12, pp. 161-184.

- Aneas De Castro, S. (2000): Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, nº 60, Universidad de Barcelona. Accesible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm> [fecha de consulta: 06-05-2005].
- Antolín, M. C., Yoller, J. y Sánchez-Díaz, M. (1995): Effects of temporary drought on nitrate-fed and nitrogen-fixing alfalfa plants. *Plant Science*, vol. 107, nº2, pp. 159-165.
- Aparicio Florido, J. A. (2007): El Riesgo de sequía y su inclusión en los Planes de Protección Civil. *Boletín de la A.G.E.*, nº 44, pp. 95-116.
- Arana castillo, R., Rodríguez, T., Mancheño, M.A. y Ortiz, R. (1992): *Lugares de interés geológico de la región de Murcia*. Agencia para el Medio Ambiente y la Naturaleza. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Murcia, 219 pp.
- Arana Castillo et al. (1999): *El patrimonio geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca. Murcia.
- Aranda López, M.D. y Pineda Martínez, R. (2003): *Golf en la Región de Murcia. Un análisis de redes de actores, estrategias y discursos*. Accesible en: [http://www.etsia.upm.es/ANTIGUA/DIRECCION/eu/documentos/Certamen\\_Arquimes/010-DoloresArandaRaquelPineda.pdf](http://www.etsia.upm.es/ANTIGUA/DIRECCION/eu/documentos/Certamen_Arquimes/010-DoloresArandaRaquelPineda.pdf) [fecha de consulta: 04-05-2007].
- Arche, A. (Ed.) (1989): *Sedimentología*. C.S.I.C. Nuevas Tendencias, 2 vol. Madrid. 1067 pp.
- Armengot Serrano, R. (1994): Las precipitaciones extraordinarias. En: Pérez Cueva, A. (Dir.): *Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Generalitat Valenciana, Col·lecció Territori, Nº 4, 98-99.
- Arnaud, G. (1925): La région las plus seche d'Espagne. *Annales de Géographie*, nº 191, XXXIV, París, pp. 470-471.
- Arrojo Agudo, P. (2001): *El Plan Hidrológico Nacional a debate*. Colección Nueva Cultura del Agua, 8. Bilbao, Bakeaz/Fundación Nueva Cultura del Agua, 488 pp.
- ASCE-EWRI (2005): *The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation*. Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration of the Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers. 173 pp.
- Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS) (2006): *Comparativa de precios del agua en países europeos*. Asociación Internacional del Agua (IWA).
- Austin Miller, A. (1975): *Climatología*. Barcelona, Ed. Omega, 379 pp.
- Ayala Carcedo, F. J. (1993): Estrategias para la reducción de desastres naturales. *Investigación y Ciencia*, nº 200, Barcelona, pp. 6-13.
- Ayala-Carcedo, F. J. (2000): La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 30 (monográfico sobre *Riesgos Naturales*), Madrid, pp. 37-49.
- Ayala-Carcedo, F. J. y Olcina Cantos, J. (Eds.) (2002): *Riesgos Naturales*. Ed. Ariel S.A., Barcelona, 1.520 pp.

- Ayala-Carcedo, F.J., Olcina Cantos, J. y Vilaplana, J.M. (2003): Impacto Económico y estrategias de mitigación de los riesgos naturales en España en el período 1990-2000. *Gerencia de Riesgos y Seguros* nº 84, Fundación MAPFRE Estudios, Madrid, pp. 19-27.
- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (2000): *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid, España.
- Balairón, L. (1995): Cambio climático y desertificación. Interrelaciones y vulnerabilidad en el Sur de Europa. En: Rubio, J.L. (dir.): *Desertificación y cambio climático*. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Santander, 30 pp.
- Balairón, L. (1995): El cambio climático. Sequía o región seca. *Jornadas sobre la gestión del agua en Andalucía ante las experiencias de las sequías*, Fundación El Monte, Sevilla, pp. 17-77.
- Balairón, L. et al. (1996): *La gestión del agua en Andalucía ante la experiencia de la sequía*. Fundación El Monte. Colección Ciclos, 14, Sevilla, 403 pp.
- Balmaseda, M.; San Martín, I. y Sebastián, M. (2002): Una aproximación cuantitativa a la «burbuja» inmobiliaria. *Situación inmobiliaria*, Madrid, Servicio de Estudios del Banco de Bilbao-Vizcaya-Argentaria, pp. 22-28.
- Barceló, J., Nicolás, G., Sabater, B. y Sánchez, R. (1983): *Fisiología Vegetal*. Ed. Pirámide. Madrid, España.
- Barriandos Vallvé, M. (1997): El clima histórico de Catalunya (siglos XIV-XIX). Fuentes, métodos y primeros resultados. *Revista de Geografía, Homenaje a María de Bolós i Capdevila*, nº 30-31, Universidad de Barcelona, pp. 69-96.
- Barriandos Vallvé, M. (1997): El clima de la península Ibérica a través de los registros históricos. En: Ibáñez, J.J., Valero, B.L. y machado, C. (Eds.): *El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo. Implicaciones en la desertificación*. Geoforma Ediciones. Logroño, pp. 343-361.
- Barriandos Vallvé, M. (2002): Los riesgos climáticos a través de la historia: avances en el estudio de episodios atmosféricos extraordinarios. En: Ayala Carcedo, F.J. y Olcina Cantos, J. (Coord): *Riesgos Naturales*. Ariel, pp. 549-560.
- Barriandos Vallvé, M. y Martín Vide, J. (1994): Algunos métodos cuantitativos en Climatología Histórica: las correcciones lineales con desfase en el análisis de series. En: *VI Coloquio de Geografía Cuantitativa. Perfiles actuales de la Geografía cuantitativa en España*. Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga, pp. 39-48.
- Barriandos Vallvé, M. y Martín Vide, J. (1996): Aplicación metodológica de procesos markovianos a series documentales de ocurrencia diaria de la precipitación en Barcelona (ss. XVII-XVIII). En: Marzol, M<sup>a</sup> V., Dorta, P. y Valladares, P. (eds.): *Clima y agua: la gestión de un curso climático*. Tabapress. Madrid, pp. 261-270.
- Barriandos Vallvé, M. y Martín Vide, J. (1996): El tema recurrente de las sequías. La gran sequía de 1566-67. En: *XXV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (AME): Desertificación y degradación de los suelos en España*. Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 41-44.

- Barriendos Vallvé, M. y Dannecker, A. (1999): La sequía de 1812-1814 en la costa central catalana. Consideraciones climáticas e impacto social del evento. En: Raso Nadal, J.M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 53-61.
- Barry, C. (1978): Dry Climates. Past and presents. *Progress in Physical Geography*, vol. 2, nº 1, pp. 116-127.
- Barry, R.G. y Perry, A.H. (1973): *Synoptic Climatology. Methods and Applications*. London, Methuen and Co. Ltd., 572 pp.
- Barry, R.G. y Chorley, R.J. (1992): *Atmosphere, Weather and Climate*. (5ª ed.), London and New York, Ed. Routledge, 392 pp.
- Baur, F. (1949): *Situaciones generales meteorológicas en Europa*. SMN, Publicaciones Serie A, 20, Madrid, pp. 21-55.
- Baur, F. y Zimmerschied, W. (1949): *Acerca de situaciones típicas de tiempo en la Península Ibérica*. SMN, nº 11, Madrid, 20 pp.
- Bautista Martín, J. y Muñoz Bravo, J. (1986): *Las presas del Estrecho de Puentes*. Murcia, Confederación Hidrográfica del Segura.
- Bayés Bruñol, C. (2004): Las dimensiones climáticas y sociales de la segunda sequía en la cuenca del río Muga (Alt Empordà, Girona). En: *El clima, entre el mar y la montaña. IV Congreso de la Asociación Española de Climatología*. Santander, pp. 221-234.
- Bayés, C., Ribas, A. y Saurí, D. (2003): Sequías y prensa regional en la cuenca del río Muga (Girona). *Geographicalia*, 44, pp. 123-144.
- Belmonte Serrato, F., Hernández Laguna, E., Martínez Lloris, M. y Romero Díaz, A. (2003): La cuenca del río Quípar (región de Murcia): una cuenca modelo para el estudio de utilidad de los diques de retención de sedimentos en el control de la erosión y en la recarga de acuíferos. *Nimbus: Revista de Climatología, Meteorología y Paisaje*, nº 11-12, pp. 89-106.
- Bengston, C., Larsson, S. y Liljenberg, C. (1978): Effects of water stress on cuticular transpiration rate and amount and composition of epicuticular wax in seedlings of six oat varieties. *Physiologia Plantarum*, 44, pp. 319-324.
- Bentabol, H. (1900): Las aguas de España y Portugal. *Boletín Instituto Geológico*, XXV, 347 pp.
- Bjerknes, J. (1966): A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus*, 18, pp. 820-829.
- Biot, P. y Solé, L. (1957): *La sédimentation continentale néogène entre Teruel et Baza*. Soc. Geol. de France, Tomo 10, pp. 178-179.
- Bizon, G., Bizon, J.J. y Montenat, C. (1972): Le Miocene terminal dans le levant espagnol (provinces d'Alicante et de Murcia). *Rev. Inst. Français Petrol*, vol. XXVII, nº 6, pp. 831-862.
- Blanquer Criado, D. V. (2002): *El golf: mitos y razones sobre el uso de los recursos naturales* (ordenación del territorio, espacios de ocio y desarrollo rural). Tirant lo Blanch, Valencia, 358 pp.

- Blázquez, A. (1921): El clima de la Península Ibérica. En: *Curso de Geografía*, III, Barcelona, pp. 175-197.
- Blum, A. (1989): Breeding methods for drought resistance. En: H.G. Jones, T.J. Flowers y M.B. Jones (Eds.). *Plants Under Stress*. Society for Exp. Biol. Seminal series 39. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Botella Miralles, O. y Campos Garaulet, I. (2005): las relaciones agua-planta. En: Martín de Santa Olalla, F., López, P. y Calera, A. (Coords.): *Agua y agronomía*. Universidad de Castilla-La Mancha y Mundi-Prensa, pp.87-161.
- Box Amorós, M. (1986): Terrazas y riegos de boquera. *El Campo. Servicio de estudios del BBV*. Bilbao, pp. 32-41.
- Box Amorós, M. y Morales Gil, A. (1994): Consecuencias económicas y medioambientales de los trasvases de agua en España (1978-1992). *Investigaciones Geográficas*, 10. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 25-36.
- Bru Ronda, C. y Santafé Martínez, J.M. (1995): *Agua y espacios de ocio*. Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 308 pp.
- Brunhes, J. (1902): *L'irrigation dans la Peninsule Iberique et dans l'Afrique du Nord*. Masson, Paris, 577 pp.
- Bryant, E.A. (1991): *Natural Hazards*, Cambridge University Press, Cambridge, 291 pp.
- Burgueño, A. (1981): Diversos aspectos climatológicos de la lluvia en Barcelona. *Notes de Geografía Física*, Vol. 5, pp. 3-16.
- Burman, R.D., Cuenca, R.H. y Weiss, A. (1983): Techniques for estimating irrigation water requirements. En: Hillel, D. (Ed.): *Advances in Irrigation*, vol. 2. Academic Press, New York, pp. 335-394.
- Burton, I. y Kates, R. (1972): The perception of natural hazards in resource management. En: English y Mayfield (Eds.): *Man, space and environment*. Oxford University Press. New York, pp. 282-304.
- Burton, I., Kates, R. y White, G. (1978): *The environment as hazard*. New York: Oxford University Press, 240 pp.
- Caballero, J.M. (1999): *Vegetación de los saladares del Guadalentín (SE Ibérico): estructura y dinámica*. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.
- Cabezas Calvo-Rubio, F. (1995): Balances, recursos-demandas en la cuenca del Segura. Diagnóstico de problemas hidrológicos. En: Senent Alonso, M. y Cabezas Calvo-Rubio, F. (Eds.): *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de Murcia, Cartagena, pp. 393-405.
- Cabo Alonso, A. (1973): Condicionamientos geográficos. En: *Historia de España*. Alfaguara, Vol. I. Alianza, Madrid. pp. 1-183.
- Cabrera La Rosa, B. (1999): Sistema de riego en el cultivo de alcachofa. *INIA*, 4 pp.
- Calmel-Avila, M. (2000): Procesos hídricos holocenos en el bajo Guadalentín (Murcia, SE España). *Cuaternario y Geomorfología*, 14 (3-4), pp. 65-78.

- Calmel-Avila, M. (2002): The Librilla "rambla", an example of morphogenetic crisis in the Holocene (Murcia, Spain). *Quaternary International*, Vols. 93-94, pp. 101-108.
- Calvo García-Tornel, F. (1968): La Huerta de Murcia y las avenidas del Guadalentín. *Papeles del Departamento de Geografía*, nº 1, pp. 111-139, Universidad de Murcia. Murcia.
- Calvo García-Tornel, F. (1981): Las modificaciones en la estructura de la propiedad y el paisaje agrario del valle del Guadalentín (Murcia) en relación con el Tránsito Tajo-Segura. *Coloquio sobre la propiedad rústica en España y su influencia en la organización del espacio*, Alicante: Universidad de Alicante, pp. 409-418.
- Calvo García-Tornel, F. (1982): *El riesgo, un intento de valoración geográfica*. Academia Alfonso X El Sabio. Murcia, 48 pp.
- Calvo García-Tornel, F. (1984): La geografía de los riesgos, *Geocrítica*, nº 54, Universidad de Barcelona, Barcelona, 39 pp.
- Calvo García-Tornel, F. (1985): La ordenación del espacio ante los riesgos naturales. En: *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*. AGE y Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sin paginar).
- Calvo García-Tornel, F. (1991): Inundaciones y sequías. En: *Atlas de la Región de Murcia*. La Opinión de Murcia. Murcia, pp. 133-144.
- Calvo García-Tornel, F. (1997): Algunas cuestiones sobre geografía de los riesgos. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, nº 10. Universidad de Barcelona.
- Calvo García-Tornel, F. (1999): Caudales propios y foráneos en una cuenca exangüe: la del Segura. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Los Usos del Agua en España*. Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 485-508.
- Calvo García-Tornel, F. (2000): El papel de la sequía en los procesos de reestructuración agraria. En: *Lecturas Geográficas. Homenaje a José Estébanez Álvarez*, Madrid, Ed. Complutense, pp. 665-672.
- Calvo García-Tornel, F. (2001): *Sociedades y territorios en riesgo*. Ediciones del Serbal, Colección "La Estrella Polar" nº 31, Barcelona, 186 pp.
- Calvo García-Tornel, F. (2002): Les paysages de l'horticulture de cycle forcé en Espagne. *Enquêtes rurales*, nº 8, p. 101-117.
- Calvo García-Tornel, F. (2002): Plan Hidrológico Nacional y déficit estructural en la Cuenca del Segura. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Insuficiencias hídricas y Plan Hidrológico Nacional*, Alicante, Instituto Universitario de Geografía/CAM, pp. 485-507.
- Calvo García-Tornel, F. (2003): *Rico y Sinobas, M. y De Echegaray, J. Memorias sobre las Sequías*. Real Academia Alfonso X El Sabio. Murcia, pp. 7-39.
- Calvo García-Tornel, F. (2004): El papel de la escasez de recursos hídricos en la evolución del Campo de Cartagena. En: Gil, A., Morales, A. y Torres, F.J. (Coords.): *Aridez, salinización y agricultura en el Sureste ibérico*. Madrid, Fundación Ramón Areces/Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia, pp. 69-96.



- Calvo García-Tornel, F. (2006): Sureste español: Regadio, tecnologías hidráulicas y cambios territoriales. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, Vol. X, nº 218 (04). Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-04.htm>. [consulta: 03-11-2007].
- Calvo García-Tornel, F. y López, J.M.G. (1998): El Arco Mediterráneo como espacio de futuro. En: Mella, J.M. (Coord.): *Economía y política regional en España ante la Europa del siglo XXI*, Madrid, Ed. Akal, pp. 171-184.
- Cánovas y Cobeño, F. (1980): *Historia de la ciudad de Lorca*. Reedición Lorca: Agrupación Cultural Lorquina.
- Capel Molina, J. J. (1977): *El clima de la provincia de Almería*. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Almería. Almería, 125 pp.
- Capel Molina, J. J. (1977): Insolación y nubosidad de la España peninsular y Baleares. *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*. Universidad de Almería, pp. 9-24.
- Capel Molina, J. J. (1981): *Los climas de España*. Oikos-Tau. Barcelona, 429 pp.
- Capel Molina, J. J. (1982): La lluvia media en el País Murciano. *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*, nº 6, Universidad de Almería, pp. 117-130.
- Capel Molina, J. J. (1984): Contribución al estudio de la aridez en el Sureste de España. *XIV Jornadas de la Asociación Meteorológica Española*. Madrid, pp. 97-134.
- Capel Molina, J. J. (1984): El clima de las zonas áridas. En: *Seminario sobre Zonas Áridas*. Ed. Instituto Estudios Almerienses, Almería, pp. 15-44.
- Capel Molina, J. J. (1986): *El clima de la provincia de Almería*. Caja de Ahorros y Monte Piedad, Almería. 270 pp.
- Capel Molina, J. J. (1987): ¿Nos acercamos hacia un cambio climático global?: fluctuación climática actual y desertización. En: *Homenaje al profesor Juan Torres Fontes*, Vol. 1, pp. 221-234.
- Capel Molina, J. J. (1989): La sequía del invierno 1988-1989 en España (una anomalía climática singular). *Papeles de Geografía*, nº 5. Universidad de Murcia, pp. 9-20.
- Capel Molina, J. J. (1990): *Climatología de Almería*. Instituto de Estudios Almerienses, Diputación de Almería, 160 pp.
- Capel Molina, J. J. (1990): Riesgos climáticos. Desertificación y fluctuación climática actual. *Rev. Boletín Geológico y Minero*, V. 101-4, Madrid, pp. 612-620.
- Capel Molina, J. J. (1991): El clima murciano (los elementos). En Morales, A. y Calvo, F. (Eds): *Atlas de la Región de Murcia*. La Opinión de Murcia S.A. Murcia, pp. 97-108.
- Capel Molina, J. J. (1991): El clima murciano. Dinámica. En: Morales, A. y Calvo, F. (Eds): *Atlas de la Región de Murcia*, Presidencia Región de Murcia, La Opinión e Iberdrola, Murcia, pp. 85-96.
- Capel Molina, J. J. (1999): *"El Niño" y el sistema climático terrestre*. Ariel Geografía, 154 pp.

- Capel Molina, J. J. (2000): *El clima de la Península Ibérica*. Ed. Ariel, Barcelona. 281 pp., [8] p. de lám. Col.: gráf., mapas, 24 cm.
- Capel Molina, J. J. y Díaz Álvarez, J. R. (1980): *Geografía de la energía solar en el espacio almeriense*. Excma. Diputación Provincial, Almería.
- Capel Sáez, H. (1968): *Lorca, capital subregional*. Lorca, Cámara Oficial de Comercio e Industria de Lorca, 260 pp.
- Capel Sáez, H. (1973): Percepción del medio y comportamiento geográfico. *Revista de Geografía*, Universidad de Barcelona, Vol. VII, nº 1-2, pp. 59-150.
- Capel Sáez, H. (2001): Los proyectos del ingeniero Sebastián Feringán (1741) y de Francisco Boizot (1774) para el trasvase de los ríos Castril y Guardal. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, nº 310. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-310.htm>. [consulta: 08-05-2005].
- Carrasco, M. (2005): *El reparto de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas sobre la actividad económica*. Valencia, Institut d' Estudis Autònoms.
- Castel, J.R. y Fereres, E. (1982): Responses of young almond trees to two drought periods in the field. *Journal of Horticultural Science*, 57(2), pp. 562-569.
- Castillo Requena, J. M. (1980): Causas de la indigencia pluviométrica del levante andaluz. *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*. Universidad de Almería, pp. 153-174.
- Castillo Requena, J. M. (1985): Los condicionamientos geográficos de la aridez en Almería. Topografía, circulación atmosférica y escasez de lluvias. *XIV Jornadas Científicas AME*, pp. 153-179.
- Castillo Requena, J. M. (1985): *Precipitaciones y tipos de tiempos en las Béticas y Alto Guadalquivir (Andalucía Oriental)*. Tesis de Licenciatura. Madrid, INM. 295 pp.
- Castillo Requena, J. M. (1989): *El clima de Andalucía: clasificación y análisis regional de los tipos de tiempo*. Almería. Instituto de Estudios Almerienses.
- Castro, A. y Guijarro, L. (2007): La sequía en los medios de comunicación. En: *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*. Comité de expertos en sequía, Ministerio de Medio Ambiente, pp. 235-193.
- Cavanilles, A. J. (1795-1797): *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, facsímil de la Ed. de la Imprenta Real en Madrid, de Albatros Ediciones, Biblioteca Valentina, 1 y 2, Valencia, 2 vol., 1985, 236 pp. + 1 mapa y 339 pp.
- CEMAT (2000): *Principios Directores para el Desarrollo Sostenible del Continente Europeo*. Conferencia Europea de Ministros Responsables de Ordenación del Territorio (CEMAT), Consejo de Europa, Hannover.
- Cebrián Abellán, A. (2004): Los servicios en la Comunidad de Murcia: creciente representación y tendencias en el cambio de milenio. *Papeles de Geografía*, nº 39, pp. 23-42.
- Cerón, J. C. (1995): *Estudio hidrogeoquímico del acuífero del Alto Guadalentín (Murcia)*. Doctoral thesis. University of Granada, 265 p.

- Cerón, J. C. y Pulido Bosch, A. (1993): Considérations géochimiques sur la contamination par le CO<sup>2</sup> des eaux thermominérales de l'aquifère surexploité de l'Alto Guadalentín (Murcie, Espagne). *CR Acad Sci Paris* 317(2), pp. 1121-1127.
- Cerón J. C., Pulido Bosch, A. y Padilla, A. (1994): Caracterización hidroquímica de aguas termominerales contaminadas con CO<sup>2</sup>, mediante iones minoritarios y trazas en el acuífero del Alto Guadalentín (Murcia, España). *Rev. Soc. Geol. Esp.* 6, pp. 165-176.
- Chacón Jiménez, F. (1986): Los señores del agua. Estudio de un proceso de polarización social en Lorca. Siglos XV-XVII. En: *Agua, riegos y modos de vida en Lorca y su comarca*. C.A.A.M., Murcia, pp. 17-49.
- Charre, J. (1977): A propos de la sécheresse. *Revue Géographique de Lyon*, nº 52, pp. 215-226.
- Chávez, F. (1987): El Niño y la Oscilación del Sur. *Investigación y Ciencia*, nº 128, pp. 46-55.
- Chazarra, A. y Almarza, C. (2002): Reconstrucción desde 1864 de la serie de precipitación útil de las cuencas del Sureste y Levante. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds): *El Agua y El Clima*. Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 3, pp. 159-168.
- Choisnel, E., De Villele, O., y Lacroze, F. (1992): *Une approche uniformisé du calcul de l'évapotranspiration potentielle pour l'ensemble des pays de la Communauté Européenne*. Com. Común. Eur., EUR 14223 FR, Luxembourg, 176 pp.
- Clavero Paricio, P. L. (1977): *Los climas de la Región Valenciana*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, 548 pp.
- Clavero Paricio, P. L. (1979): Influencia del Mediterráneo en las precipitaciones del País Valenciano. *Notas sobre Geografía Física*, nº 1, Universidad de Barcelona, pp. 13-24.
- Clavero Paricio, P. L. y Raso Nadal, J. M. (1979): Catálogo de tipos sinópticos para un estudio climático del Este de la Península Ibérica y Baleares. *Aportaciones en homenatge al geògraf Salvador Llobet*. Universidad de Barcelona, pp. 63-86.
- Clavero Paricio, P., Martín Vide, J. y Raso Nadal, J.M. (1996). *Atles climàtic de Catalunya*. Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona.
- Colegio de Geógrafos de España (2008): Análisis de los procesos de la agricultura en la cuenca del Segura. En: *Información.es. El periódico de la provincia de Alicante*. Edición digital L'Alacantí (29-06-2008).
- Comisión Europea (1999): *Estrategia Territorial Europea*. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 89 pp.
- Conesa García, C. (1985): Inundaciones en Lorca (Murcia): riesgo y expectación. *Papeles de Geografía Física*, nº 10, pp. 31-46. Universidad de Murcia. Murcia.
- Conesa García, C. (1990): *El Campo de Cartagena: clima e hidrología de un medio semiárido*. Universidad de Murcia, Ayuntamiento de Cartagena y Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, Cuadernos 13, Murcia, 450 pp.

- Conesa García, C. y Martín Vide, J. (1993): Analyse par la chaîne de Markov de la sécheresse dans le sud-est de l'Espagne. *Rev. Secheresse*, 2, vol. 4, John Libbey Eurotext. Montrouge, pp. 123-129.
- Conesa García, C., Solís, L., Sánchez, R. y Cabezas, F. (1994): Aplicación de técnicas de prospección geoelectrica al estudio de la evolución de formas de drenaje y facies sedimentarias del Cuaternario en el valle del Alto Guadalentín (Murcia). *Cuadernos de Geografía*, 55, Valencia, pp. 1-15.
- Conesa García, C., Álvarez Rogel, Y. y Calvo García-Tornel, F. (2001): La inundación de octubre de 1879 en el bajo Segura: Magnitud y efectos inducidos. *Estudios Geográficos*, Vol. 62, nº 242, pp. 7-28.
- Conesa García, C. y Alonso Sarría, F. (2006): El clima de la Región de Murcia. En: Conesa García, C. (Ed). *El Medio Físico y Natural de la Región de Murcia*. cap. 3. Serv. de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 250 pp.
- CHS (Confederación Hidrográfica del Segura) (1997): *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*. Memoria técnica. Ministerio de Medio Ambiente, 363 pp.
- CHS (2005): Información sobre infraestructuras de la cuenca. Disponible en: <http://www.chsegura.es/chs>. [consulta: 09-07-2006].
- CHS (2007): *Plan especial ante situaciones de alerta y eventual sequía (P.E.S)*. Memoria técnica. Ministerio de Medio Ambiente, 298 pp.
- Consejo de Europa (2000): *Principios Directores para el Desarrollo Territorial Sostenible del Continente Europeo*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 42 pp.
- Consejo Económico y Social (CES) (Región de Murcia) (1996): *Recursos hídricos y su importancia en el desarrollo de la Región de Murcia*. Murcia, 720 pp.
- Conte, M., Giuffrida, A. y Tedesco, S. (1989): The Mediterranean oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy. En: *Conference on Climate, Water*, Pub. of the Academy of Finland, Helsinki, pp. 121-137.
- Conrad, V. y Pollack, L.D. (1962): *Methods in Climatology*. Harvard University Press, vol. 4.2. Cambridge, Massachusetts.
- Couchoud, R. y Sánchez Ferlosio, R. (1965): *Hidrología histórica del Segura*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.
- Creus Novau, J., Puigdefábregas Tomás, J. y García Ruíz, J. M<sup>a</sup>. (1978): Duración de periodos secos en el Alto Aragón. En: *VII Coloquio de Geografía*, AGE, Pamplona, pp. 53-60.
- Cruz Villalón, J. (1988): Abastecimiento y consumo de agua en el área de Sevilla. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Demanda y economía del agua en España*. Instituto Universitario de Geografía, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", Alicante, pp. 89-99.
- Cuadrat Prats, J. M<sup>a</sup>. (1991): Las sequías en el Valle del Ebro. Aspectos climáticos y consecuencias socioeconómicas. En: Catalá de Alemany, J. y Llamas Madurga, M. R. (Eds.): *Las sequías en España*. Número monográfico de la Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, t. LXXXV, nº 2-3. Madrid, pp. 537-545.

- Cuadrat Prats, J. M<sup>a</sup>. y Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1997): *Climatología*. Ed. Cátedra, Madrid, 496 pp.
- Cubillo González, F. (1994): Las sequías y los métodos de evaluación de la capacidad de suministro de los sistemas hidráulicos de abastecimiento. *Revista de Obras Públicas*, nº 35. Madrid, pp. 25-33.
- Cutter, S.L. (1993): *Living with risk. The geography of technological hazards*. Arnold, London-New York, 214 pp.
- Dantín Cereceda, J. (1912): *Resumen fisiográfico de la Península Ibérica*. Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales. Trabajos del Museo de Ciencias Naturales, nº 9, Madrid.
- Dantín Cereceda, J. (1916): *Dry-farming. Cultivo de las tierras de secano en las comarcas áridas de España*. Guadalajara: Gutemberg, 148 pp.
- Dantín Cereceda, J. (1940): La aridez y el endorreísmo español. El endorreísmo bético. *Estudios Geográficos*, nº 1, Madrid, pp. 75-117.
- Dantín Cereceda, J. (1942): *Regiones naturales de España*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 397 pp.
- Dantín Cereceda, J. y Revenga Carbonell, A. (1941) : Las líneas y las zonas isóxeras de España según los índices termopluviométricos. Avance del estudio de la aridez en España. *Estudios Geográficos*, II, pp. 35-92.
- Davy, L. (1975): Une nouvelle approche de la sécheresse dans le bassin de l'Ebre. Etude des épisodes secs. *Revue Géographique de l'Est*, nº 1-2. Association des géographes de l'Est, Nancy, pp. 153-169.
- Davy, L. (1978): *L'Ebre, Etude hydrologique*. Univ. Lille-III, Atelier, Lille.
- De Castro, M., Martín-Vide, J. y Alonso, S. (2005): El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: Moreno, J. M. (coord): *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Cáp. 1. Proyecto ECCE. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica (MMA), pp. 1-64.
- De Heralde Traveria, F. (2000): *Estudio integral de las respuestas ecofisiológicas al estrés hídrico: caracterización de variedades de almendro*. Tesis doctoral, Dpto. de Biología Vegetal. Universidad de Barcelona.  
Disponible en: [http://www.tesisenxarxa.net/TESIS\\_UB/AVAILABLE/TDX-1003103-111329//HERRALDE2.pdf](http://www.tesisenxarxa.net/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-1003103-111329//HERRALDE2.pdf). [consulta: 04-10-2007].
- Del Moral Ituarte, L. (1996): Sequía y crisis de sostenibilidad del modelo de gestión hidráulica. En: Marzol, M<sup>a</sup>. V., Dorta, P. y Valladares, P. (Eds.): *Clima y Agua. La gestión de un recurso climático*, III Reunión Nacional de Climatología. La Laguna, pp. 179-188.
- Del Moral Ituarte, L. (1997): La sequía como factor del cambio de modelo de gestión hidráulica en España. En: *3ª Conferencia Internacional sobre Gestión de las Sequías. Experiencias y lecciones para la planificación, Panel II.2: Impacto de la sequía en la agricultura y el ambiente*. Valencia: Iberdrola; Instituto Tecnológico. pp. 185-201.

- Del Moral Ituarte, L. (1997): Problemas fundamentales en la gestión actual del agua en España. En: López Ontiveros, A. y Molinero Hernando, F. (dirs): *La investigación hispano-británica reciente en Geografía Rural: del campo tradicional a la transición postproductivista* (I Simposium de Geógrafos rurales británicos y españoles). AGE, Grupo de Geografía Rural. Madrid, pp. 197-204.
- Del Moral Ituarte, L. (2001): *Planificación Hidrológica y Eficiencia*. Zaragoza. Fundación Ecología y Desarrollo, 127 pp.
- Díaz, H. F., Bradley, R. S. y Eischeid, J. K. (1989): Precipitation fluctuation over global land areas since the late 1800's. *Journal of Geophysical Research*, 94, pp. 1095-1120.
- Díez De Revenga, E., Rodier, A. y Picazo, H. (2006): *La ordenación del Territorio en la Región de Murcia: Estado actual de la materia*. Murcia, Consejo Económico y Social, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 158 pp.
- 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).
- Domingo y Quílez, J. (1931): Correlación entre la lluvia y cosecha de trigo en secano de las provincias de Zaragoza y Huesca. *Mancomunidad Hidrográfica del Ebro* (revista mensual), nº V (49). Zaragoza, pp. 1-4.
- Domínguez J.I. (1937): *Las cadenas de Markov, su aplicación al clima de Málaga. Posibilidades turísticas*. Universidad de Málaga. Málaga.
- Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. (1977): Guidelines for predicting crop water requirements. *Irr. And Drain. Paper 24* (Rev). FAO. Roma, 156 pp.
- Dreze, J., Sen, A.K. y Hussain, A. (1995): *The political economy of hunger: selected essays*. Clarendon Press. Oxford, 626 pp.
- Douguédroit, A. (1993): A propos de la sécheresse dans le basin Méditerranéen. *Pub. Assoc. Int. Climatol.*, 6, pp. 15-23.
- Duce, E. (1995): Riesgos climáticos y la prensa: los efectos de los fenómenos meteorológicos sobre la agricultura en España, en el diario La Vanguardia, entre 1985 y 1990. En: Creus, J. (Ed.): *Situaciones de riesgo climático en España*, II Reunión del Grupo de Climatología, Huesca, Instituto Pirenaico de Ecología/CSIC, pp. 223-232.
- Dué Rojo, A. (1953): Años de sequía. *Revista de Geofísica*, XII, C.S.I.C. Madrid, pp. 227-233.
- Dünkeloh, A. y Jacobeit, J. (2003): Circulations dynamics of Mediterranean precipitation variability 1948-98. *International Journal of Climatology*, 23, pp.1843-1866.
- Durán, J.J. *et al* (2001): Las aguas subterráneas y los campos de golf. Una aproximación integradora. En: *V Simposio sobre el agua en Andalucía*. Disponible en: <http://www.igme.es/igme/publica/sim-aguas-almeria/comunicación.4.pdf>. [consulta: 10-03-2007].
- Durán Farrel, P. (1955) : *Introducción al problema de la lluvia artificial*. Servicio de investigación y ensayos de lluvia artificial. Ministerio de Industria. Barcelona.

- Durand-Dastes, F. (1985): Les mécanismes des sécheresses. *Rev. Hérodote*, nº 39, Oct-Déc., pp. 111-142.
- EAR (Estadística Agraria Regional), Consejería de Agricultura y Agua, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
- Echegaray Lacosta, J. De (1851): *Memoria sobre las causas de las sequías en las provincias de Almería y Murcia y de los medios para atenuar sus efectos*. Imp. Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas. Madrid, 125 pp. Accésit de la Real Academia de Ciencias, en el certamen abierto por Real Decreto de 30 de marzo de 1850.
- Egeler, C.G. y Simon, O.J. (1969): *Sur la tectonique de la zone bétique (cordilleras Bétiques, Espagne). Etude basée sur la recherche dans le secteur compris entre Almería et Vélez-Rubio*. Delf XXV, nº 3, 90 pp.
- Elías Castillo, F. y Ruiz Beltrán, L. (1973): *Clasificación agroclimática de España (basada en la clasificación ecológica de Papadakis)*. S.M.N., serie A (memorias nº 53). Madrid, 145 pp.
- EMASESA (1997): *Crónica de una sequía: 1992-1995*. Empresa Municipal de Abastecimiento de Aguas de Sevilla (EMASESA), Sevilla, 181 pp.
- Espejo Marín, C. (1996): *La ganadería en la Región de Murcia*. Murcia, CajaMurcia. Excmo. Ayuntamiento de Fuente Álamo, 155 pp.
- Espejo Marín, C. (2004): Campos de Golf y medio ambiente. Una interacción necesaria. *Cuadernos de Turismo*, nº 14, pp. 67-111.
- Espejo Marín, C. y Calvo García-Tornel, F. (2003): Bibliografía sobre riesgos con origen en procesos naturales publicada en España (1975-2002). *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. VIII, nº 455. Universidad de Barcelona.
- Espejo Marín, C. y Cànoves Valiente, G. (2008): La gestión de los recursos hídricos en los campos de golf en España. En: *XI Coloquio Ibérico de Geografía*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares (en prensa).
- Espín Rael, J. (1926): *El arquitecto Martínez de Lara y el famoso pantano de Lorca*. Hauser y Menet, Madrid, 47 págs. y láms.
- Esteban-Parra, M.J., Rodrigo F.S. y Castro-Díez, Y. (1998): Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880-1992. *International Journal of Climatology*, 18, pp. 1557-1574.
- FAO-ISRIC-SICS (1999): *Base referencial mundial del recurso suelo*. FAO, Roma, 93 pp.
- Fernández Gambín, C. y Navarro Hervás, F. (1992): Aproximación al estudio de los humedales salinos de la margen izquierda del río Guadalentín (Región de Murcia). *Actas del XV Encuentro de Jóvenes Geógrafos*. Asociación de Jóvenes Geógrafos de Murcia. Murcia, pp. 113-120.
- Fernández García, F. (1985): *El clima de la meseta meridional: los tipos de tiempo*. Madrid, Ed. Universidad Autónoma de Madrid.

- Fernández, F. y Rasilla, D. (2001): Secular variations of the Synoptic Circulation over the Iberian Peninsula. En: Brunet, M. y López, D. (Eds): *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 229-238.
- Fernández, M<sup>a</sup>. D., Orgaz, F., Ferreres, E., López, J.C., Céspedes, A., Pérez, J., Bonachela, S. y Gallardo, M. (2001): *Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español*. Caja Rural de Almería.
- Font Tullot, I. (1956): La insolación en España. *Boletín Mensual Climatológico*, Madrid, pp. 3-7.
- Font Tullot, I. (1983): Algunas observaciones sobre las lluvias excepcionales en la vertiente mediterránea española. *Estudios Geográficos*, nº 170-171, pp. 55-60.
- Font Tullot, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid, 296 pp.
- Font Tullot, I. (1988a): *Historia del clima en España. Cambios climáticos y sus causas*. INM. Madrid, 297 pp.
- Font Tullot, I. (1988b): La singular persistencia de situaciones anticiclónicas sobre la Península Ibérica durante el cuatrimestre noviembre 1988-febrero 1989. *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*, nº 11-12. Universidad de Almería, pp. 75-84.
- Font Tullot, I. (1989): La sequía en España. *Zonas áridas de España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, pp. 91-105.
- Font Tullot, I. (2000): *Climatología de España y Portugal*. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 422 pp.
- Fowden, L., Mansfield, T. y Stoddart, J. (1993): *Plant Adaptation to Environmental Strees*. Ed. Life Sciences.
- Frechilla, S. (1994): *Influencia de la nutrición nitrogenada en la respuesta de Pisum sativum al déficit hídrico*. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra.
- Fundación BBVA (2007): *Estudio sobre actitudes sociales de los españoles hacia la energía y el agua*. Unidad de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Fundación Nueva Cultura del Agua (2006): *Agua Limpia, Manos Limpias. Corrupción e Irregularidades en la Gestión del Agua en España*. Ed: Bakeaz, 299 pp.
- Galán Gallego, E. (1991): *Tipos de tiempo anticiclónicos invernales en la España peninsular y Baleares: ensayo metodológico*. Ed. Universidad Autónoma de Madrid.
- Galán Gallego, E. (2004): Sequías climáticas en la Meseta Meridional. *Historia, clima y paisaje. Estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez*. Universidad de Valencia, Valencia, pp. 337-352.
- Galán, E., Cañada, R., Rasilla, D., Fernández, F. y Cervera, B. (1999): Evolución de las precipitaciones anuales en la meseta meridional durante el siglo XX. En: Raso, J. M. y Martín Vide, J. (Eds): *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, (AEC, serie A, nº 1), pp. 169-180.



- Gallego Jiménez, F. (1997): *Situaciones de flujo mediterráneo y precipitaciones asociadas. Aplicación a la predicción cuantitativa en la cuenca del Segura*. Murcia, Univ. de Murcia, 412 pp.
- Gámir, L. (Dir.) (1999): *La convergencia real de la economía española*. Madrid, Price Waterhouse Coopers, 197 pp.
- García De Pedraza, L. (1983): Situaciones atmosféricas tipo que provocan aguaceros torrenciales. *Estudios Geográficos*, XLIV, nº 170-171, pp. 61-74.
- García De Pedraza, L. (1990): Contrastes climáticos en la Región de Murcia. *XVIII Jornadas Científicas de la AME*. Artes Gráficas Gala S.L., Madrid, pp. 37-48.
- García De Pedraza, L. y García San Juan, J. (1969): Estimulación artificial de la lluvia. *Firestone Agrícola*. Madrid.
- García De Pedraza, L., García San Juan, J. y Fernández, D. (1974a): Frecuencia de periodos de sequía y de lluvias intensas en Murcia. *Coloquios sobre problemas de Meteorología Agrícola*. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Madrid, pp. 25-37.
- García De Pedraza, L., García San Juan, J. y Fernández, D. (1974b): Frecuencia de periodos de sequía y de lluvias intensas en Murcia. *Revista Urania*, Barcelona, pp. 277-278.
- García De Pedraza, L. y García Vega, C. (1982): Tiempo y clima en el Sureste español. *Calendario meteoro-fenológico*, INM, Madrid, pp. 190-201.
- García de Pedraza, L. y García Vega, C. (1989): La sequía y el clima en España. *Calendario Meteorológico 1989*. INM, Madrid, pp. 188-198.
- García De Pedraza, L. y Reija Garrido, A. (1994): *Tiempo y Clima en España. Meteorología de las Autonomías*. Ed. Dossat 2000, Madrid, 410 pp.
- García Lidón, A. (1999): Fisiología y requerimientos hídricos de los cítricos. *Seminario Internacional de Cítricos*. PROCITRUS, Lima (Peru), pp. 1-14.
- García, J. A., Serrano, A. y De La Cruz, M. (2002): A spectral analysis of Iberian Peninsula monthly rainfall. *Theoretical and Applied Climatology*, 71, pp. 77-95.
- García Barrón, L. (2000): *Análisis de series termopluviométricas para la elaboración de modelos climáticos en el suroeste de España*. Dpto. de Física Aplicada II. Universidad de Sevilla.
- García Barrón, L. (2002): Evolución de las precipitaciones estacionales en el suroeste español: posibles efectos ambientales. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds.): *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº 3, pp. 209-218.
- García, R. y Gaztelu, L. (1887): *Proyecto de Obras de Defensa contra las Inundaciones en el Valle del Segura*. Tip. de Las Provincias de Levante, Murcia.
- García Marín, R. (2006): Evolución y tendencias de la precipitación estacional en la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería): posibles efectos en la práctica agrícola de secano. *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, nº 17-18, pp. 43-65.
- García Marín, R. y Conesa García, C. (2006): Secuencias pluviométricas secas de larga duración en la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería). En: Cuadrat Prats et al. (Eds.): *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A, nº 5. Zaragoza, pp. 371-382.

- Gardner, F., Brent, R. y Mitchell, R. (1985): *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press: Ames.
- Garrido, A. *et al.* (2000): El impacto económico de las sequías en la agricultura. *Jornadas sobre las aguas subterráneas en la gestión de las sequías en España*. CSIC y Fundación Marcelino Botín. Madrid.
- Gausson, H. (1948): La carte de pluviosité de L'Espagne. En: *Melanges Geographiques offerts en homage à Daniel Faucher*, mapa de isoyetas, escala 1: 3.600.000, Toulouse, pp. 352-358.
- Gausson, H. (1952): La pluviometrie Ibérique. *Rev. des Pirenes et du Sud-Ouest*. XXIII (3), Toulouse, pp. 153-162.
- Gauyau, F. (1977): *Etude géophysique dans le levant espagnol (entre Alicante et Totana). Le problème du prolongement de l'accident d'Alhama de Murcia*. Tesis 3<sup>er</sup> ciclo, Montpellier, 95 pp.
- Gaya Obrador, C. (1984): *Climatología de Baleares*. Meteoros, INM, 204 pp.
- Geeson N. A., Brandt C. J. and Thornes J. B. (2002): *Mediterranean desertification: a mosaic of processes and responses*. John Wiley & Sons, Ltd., 440 pp.
- Geiger, F. (1973): El sureste español y los problemas de aridez. *Rev. de Geografía*, vol. VII, nº12. Universidad de Barcelona, pp. 166-209.
- Giao, A. (1966): *Climatologie dynamique de la Péninsule Ibérique*. Arquivo do Instituto Gulbenkian de Ciencia, vol. IV, nº 4, Lisboa.
- Gibbs, W.J. y Maher, J.V. (1967): Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin*, nº 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- Gil Olcina, A. (1965): Los embalses de Puentes y Valdeinfierno. Contribución al estudio de las obras hidráulicas en España. *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, Valencia, pp. 277-286.
- Gil Olcina, A. (1967): *El Campo de Lorca. Estudio Geográfico*, Universidad de Valencia, 771 pp.
- Gil Olcina, A. (1968a): El régimen del río Guadalentín. *Saitabi XVIII*. Valencia, pp. 163-177.
- Gil Olcina, A. (1968b): La ciudad de Lorca. Notas de geografía urbana. *Papeles de Geografía*, nº 1, pp. 79-110.
- Gil Olcina, A. (1971): *El Campo de Lorca. Estudio de geografía agraria*. Valencia, Dpto. de Geografía y CSIC.
- Gil Olcina, A. (1985): La propiedad del agua en los grandes regadíos deficitarios del sureste peninsular: el ejemplo del Guadalentín. *Agricultura y Sociedad*, nº 35, pp. 203-231.
- Gil Olcina, A. (1986): Sequías e inundaciones. *El Campo. Boletín de Información Agraria*, nº 103, Servicios de Estudios de BBV. Bilbao, pp. 11-13.
- Gil Olcina, A. (1987): Mutación de estructuras y de paisaje en el regadío de Lorca. *El Campo: Boletín de Información Agraria*, nº 105, pp. 36-41.

- Gil Olcina, A. (1988): Precipitaciones y regímenes fluviales en la vertiente mediterránea española. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 7, pp. 1-12.
- Gil Olcina, A. (1989): Aridez, riego localizado y agricultura de vanguardia en el litoral murciano de Águilas. En: *Los Paisajes del Agua. Libro Jubilar dedicado al profesor Antonio López Gómez*. Universitat de València y Universidad de Alicante, pp. 213-222.
- Gil Olcina, A. (1992): Las políticas hidráulicas del Reformismo ilustrado. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds): *Hitos históricos de los regadíos españoles*. Madrid, Ministerio de Agricultura, pp. 143-181.
- Gil Olcina, A. (1993): *La propiedad de aguas perennes en el sureste ibérico*. Alicante, Universidad de Alicante, 191 pp.
- Gil Olcina, A. (1995): Conflictos autonómicos sobre trasvases de agua en España. *Investigaciones Geográficas*, nº 13, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 17-28.
- Gil Olcina, A. (1995): Desequilibrio de recursos hídricos y planteamiento de trasvases en territorio valenciano. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Planificación Hidráulica en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 399-430.
- Gil Olcina, A. (1995): Rasgos específicos del Sureste Peninsular. *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*, nº 17, Universidad de Almería, pp. 69-79.
- Gil Olcina, A. (1997): Sequías y precipitaciones torrenciales en la España Mediterránea. En: *IV Simposio sobre el agua en Andalucía*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid, vol. III, pp. 127-132.
- Gil Olcina, A. (2002): Perduración de los Planes Hidráulicos en España. *Ciudades para un futuro más sostenible*, nº 27. Alicante. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n27/aagil.html>. [consulta: 04-02-2006].
- Gil Olcina, A. (2004a): La región climática del sureste ibérico. En: *Aridez, salinización y agricultura en el sureste ibérico*. Madrid, Fundación Ramón Areces e Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia, pp. 13-35.
- Gil Olcina, A. (2004b): Albores de la planificación hidráulica en España. En: *Historia, clima y paisaje: estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez*. Universitat de València, pp. 111-124.
- Gil Olcina, A. (2004c): *El Campo de Lorca. Estudio de geografía agraria*. 2ª edición. Ayuntamiento de Lorca. 204 pp. y 20 láminas.
- Gil Olcina, A. (2007a): sequía de 1846-50 e hipótesis de cambio climático por deforestación en el sureste ibérico. *Estudios Geográficos*, LXVIII, 262, pp. 91-117.
- Gil Olcina, A. (2007b): Mediterraneidad y subtropicalidad climáticas. *Boletín de la A.G.E.*, nº 44, pp. 53-68.
- Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.) (1988): *Demanda y economía del agua en España*. Instituto Universitario de Geografía, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", Alicante, 498 pp.

- Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.) (1995): *Planificación Hidráulica en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 430 pp.
- Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. (1997): *Climatología General*. Ariel Geografía, Barcelona, 579 p.
- Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. (1997): Riesgos climáticos. En: *Climatología General*. Ariel Geografía, Cáp. 18, pp. 401-453.
- Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.) (1999): *Los Usos del Agua en España*. Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 681 pp.
- Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. (1999): *Climatología Básica*. Barcelona, Ed. Ariel.
- Gil Olcina, A. y Olcina Cantos, J. (2001): Circulación atmosférica general y diversidad climática. En: *Geografía de España*, Barcelona, Ariel, pp. 87-128.
- Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.) (2001): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, 574 pp.
- Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.) (2002): *Insuficiencias hídricas y Plan Hidrológico Nacional*. Instituto Universitario de Geografía de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante, 512 pp.
- Gil Olcina, A y Rico Amorós A.M (2007): El problema del agua en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana/ Fundación Agua y Progreso. Valencia.
- Gilabert, M. A., Meliá, J. y Younis, M. T. (1999): La dinámica de la vegetación como indicador de la desertificación en la cuenca del Guadalentín, SE España. *Revista de teledetección*, nº 12, 4 pp.
- Glantz, M. (1997): *El Niño viene... ¿o parece?*. Environmental and Societal Impacts Group, National Center for Atmospheric Research, USA.
- Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>. (1997): El regadío en el umbral del siglo XXI: Planes de mejora y modernización. *Papeles de Geografía*, 25. Universidad de Murcia, pp. 75-102.
- Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>. (2004): *Aprovechamiento Integral del Agua en la Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras-Murcia)*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, 190 pp.
- Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>., Gil Meseguer, E. y García Marín, R. (2005): Insuficiencias hídricas y modernización de regadíos en la cuenca de Mula. *Papeles de Geografía*, nº 41-42, pp. 101-121.
- Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>., Gil Meseguer, E., García Marín, R. (2006): *El antes y después de la modernización de regadíos. La experiencia de Mula*. Ed: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia y Consejería de Agricultura y Agua de la C.A.R.M. Murcia. 142 pp.
- Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>., García Marín, R. y Gil Meseguer, E. (2007): Modernización de regadíos con aguas subterráneas en ámbitos semiáridos. *M+A, Revista Electrónica de Medioambiente*, nº 3, Universidad Complutense de Madrid, pp. 1-22.
- Gómez Espín, J. M<sup>a</sup>., García Marín, R. y Gil Meseguer, E. (2008): Veinte años del sector hortofrutícola murciano en la Europa comunitaria. En: *Las Agriculturas Españolas y la Política Agraria Comunitaria: Veinte Años Después*. Actas del XIII

- Coloquio de Geografía Rural. Grupo de Geografía Rural (AGE) y Universidad Internacional de Andalucía, Baeza, pp. 145-158.
- Gómez Mendoza, J. y Mata Olmo, R. (1999): Abastecimiento urbano, regadíos, trasvases y planificación en la cuenca del Tajo. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (eds.): *Los Usos del Agua en España*. Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 301-336.
- Gómez Navarro, L. (1997): *Regionalización climática de la España Peninsular mediante el análisis Markoviano de las sequías*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona (inédita).
- Gómez Navarro, L. (2003): Aproximación metodológica al estudio de secuencias secas de larga duración: el caso de las Islas Baleares. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº 3, pp. 427-436.
- Gómez-Lama López, M. et al. (1994): *Valoración ambiental de los campos de golf de Andalucía*. Córdoba, Universidad de Córdoba, 142 pp.
- González Bernáldez, F.G. (1989): Ecosistemas áridos y endorreicos españoles. *Seminario sobre zonas áridas en España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, pp. 223-237.
- González Bernáldez, F.G. (1990): *El agua en los ecosistemas áridos y semiáridos españoles*. Dpto. Interuniversitario de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid, 25 pp.
- González, J. C., De Luis, M. y Raventós, J. (2001): The spatial and temporal structure of rainfall trends in the Valencia Region (Eastern of Spain) over the second half of the 20th Century. En: Brunet, M. y López, D. (Eds): *Detecting and modelling regional climate change*. Springer, Berlín, pp. 175-289.
- González Hidalgo, J.C., De Luis, M., Stepanek, P., Raventós, J. y Cuadrat, J.M. (2002): Reconstrucción, estabilidad y proceso de homogeneizado de series de precipitación en ambientes de elevada variabilidad pluvial. En: *VII Reunión Nacional de Climatología. Grupo de Clima*, AEG, Albarracín, Teruel.
- González López, S. y Lorente García, J. (2002): *Reducción de la vulnerabilidad ante los fenómenos meteorológicos extraordinarios*. Disponible en: <http://www.inm.es/wcmt/murc/html/Confndmm 2002.pdf>. [consulta: 04-07-2007].
- González Quijano, P.M. (1918): El clima de España en la época histórica. *Revista de Obras Públicas*, vol. I, Madrid, pp. 193-203.
- González Quijano, P.M. (1925): La lluvia en la península Ibérica durante el quinquenio 1916-20, con mapa de isoyetas escala 1: 2.500.000. *Rev. de Obras Públicas*, Madrid, pp. 24-28.
- González Quijano, P.M. (1946): Mapa pluviométrico de la Península Ibérica e islas Baleares. CSIC. Mapa escala 1: 800.000, 9 hojas, Madrid, 574 pp.
- Goy, J.L. y Zazo, C. (1987): Quaternary shorelines and their deposition related to the continental deposits and neotectonics in the Elche Depression (Alicante, Spain). *Abstracts 12<sup>th</sup> INQUA Congress*, Ottawa, Canadá.

- Goy, J.L. y Zazo, C. (1989): The role of neotectonics in the morphologic distribution of the Quaternary marine and continental deposits of the Elche Basin, southeast Spain. *Tectonophysics*, 163, pp. 219-225.
- Goy, J.L., Zazo, C., Somoza, L. y Dabrio, C. J. (1990): Evolución paleogeográfica de la depresión de Elche-cuenca del bajo Segura (España) durante el pleistoceno. *Estudios Geológicos*, 46, pp. 237-244.
- Goy, J.L., Silva, P.G., Somoza, C., Zazo, C. y Bardaji, T. (1992): Morphological response to an intraplate transcurrent zone (Eastern Betics, SE Spain). Quaternary basins types and neotectonics. *Quaternary Newsletter*.
- Grimalt Gelabert, M., Laita Ruíz de Asua, M. y Rodríguez, R. (1994): Periodización de las sequías históricas en Mallorca (ss. XIV-XIX). En: Pita López, M<sup>a</sup>. F. y Aguilar Alba, M. (Eds.): *Cambios y variaciones climáticas en España*. Actas de la I Reunión del Grupo de Climatología de la AGE, Universidad de Sevilla y Fundación El Monte. Sevilla, pp. 129-146.
- Guijarro, J. A. (2001): Problemática de la detección del cambio climático en Baleares. En: Pons, G. X. y Guijarro, J. A. (Eds): *El canvi climatic*. Mon. Soc. Hist. Nat. Baleares, 9, pp. 147-158.
- Guijarro, J. A. (2002): Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº3, pp. 427-436.
- Guillén-Mondéjar, F., Arana, R., Fernández, M.T., López-Aguayo, F., Mancheño, M.A., Pérez Lorente F., Rodríguez-Estrella, T. y Serrano, F. (1996): Las formaciones del mapa geológico a escala 1:25.000 de la Cuenca de Lorca (Murcia). *Geogaceta*, 20(5), pp. 1196-1199.
- Hargreaves, G. H. y Samani, Z. A. (1985): Referente crop evapotranspiration from temperature. *Applied Eng. In Agric.*, 1(2), pp. 96-99.
- Harvey, A.M. (1988): Controls of alluvial fan development: the alluvial fans of the Sierra de Carrascoy, Murcia (Spain). *Catena Suppl.*, 13, pp. 123-137.
- Harvey, A.M. (1990): Factors influencing Quaternary alluvial fan development in Southeast Spain. In: Rackocki, A.H. and Church, M.J. (Eds.): *alluvial fans a field approach*, Wiley & Sons, New York, pp. 247-269.
- Havens, A.V. (1954): Drought and agricultura. *Weatherwise*, 7, pp. 51-55.
- Heathcote, R. L. (1969): Drought in Australia: a problem of perception, *Geographical Review*, 59, pp. 175-194.
- Herin, R. (1975): *Le Bassin du Segura (Sud-est de l'Espagne)*. *Recherches de Géographie Rurale*. Caen: Université de Caen, 892 p.
- Herin, R. (2003): Consideraciones sobre la valoración social del agua. *Investigaciones Geográficas*, nº 31, Univ. de Alicante, pp. 5-14.
- Hernández Hernández, M. y Torres Alfosea, F. J. (2001): El estudio de las sequías en España. Aproximación bibliográfica. En: Gil, A. y Morales, A. (Eds.): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Inst. Univ. de Geografía, Univ. de Alicante y CAM. Alicante, pp. 509-565.

- Hernández Laguna, E., López Bermúdez, F., Romero Díaz, A. y Belmonte Serrato, F. (2000): Estudio comparativo de un indicador de desertificación para zonas agrícolas semiáridas, Cuenca de Guadalentín, Sureste de España. *Papeles de geografía*, 31, pp. 91-98.
- Hernández Pacheco, E. (1940): Intensidad y distribución anual de las lluvias en España. En: *Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*. Zaragoza, 500 pp.
- Hessinger, E. (1949): La distribución estacional de las precipitaciones en la Península Ibérica y sus causas. *Rev. Estudios Geográficos*, Madrid, pp. 59-129.
- Hewitt, K. (1983): *Interpretations of calamity. The risks and hazards*. Allen and Unwin, Londres.
- Hewitt, K. (1997): *Regions of risk: a geographical introduction to disaster*. Longman, Harlow, 389 pp.
- Hewitt, K. y Burton, I. (1971): *The hazardousness of a place: a regional ecology of damaging events*. Toronto Press. Toronto (Canadá).
- Hidore, J. J. y Oliver, J. E. (1993): *Climatology. An Atmospheric Science*. Nueva York, Macmillan, 423 pp.
- Hulme, M. (1995): Estimating global changes in precipitation. *Weather*, 50, pp. 34-42.
- Hurrell, J.W. (1995): Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation: Regional Temperatures and Precipitation. *Science*, Vol. 269, pp. 676-679.
- Hurrell, J.W. (1996): Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on Northern Hemisphere temperature. *Geophysical Research Letters*, 23, pp. 665-668.
- IEA (Instituto de Estadística de Andalucía), Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía (varios años).
- I.G.M.E. (1974): *Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid, 113 pp.
- I.G.M.E. (1985): *Geología y prevención de daños por inundaciones*. Ed. I.G.M.E., Madrid, 286 pp.
- I.G.M.E. (1993): *Mapa del agua subterránea de la Región de Murcia*. Inédito.
- II Congreso Nacional de Ingeniería (1951): *Problemas que plantea la sequía y medios para resolverlos*. 5 vols. Industrias Gráficas Magerit. Madrid.
- IPCC (1997): *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working group II*. Watson, R.T., Zinyowera, M.C. y Moss, R.H. (Eds). Cambridge University Press, UK. 517 p.
- IPCC (2001): *Climate Change 2001. The Scientific Basis*. Houghton, J. T.; Ding, Y.; Griggs, D. J.; Noguer, M.; Van Der Linden, P. J. y Xiaosu, D. (Eds). Cambridge University Press, 994 pp.
- IPCC (2002): *Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC*. En: Gitay, H., Suárez, A., Dokken, D.J. y Watson, R.T. (Eds.). Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del IPCC. OMM, WMO, PNUMA, UNEP, 93 p.

- ITGE y Conserjería de Política Territorial, Obras Publicas y Medio Ambiente (CARM) (1991): *Mapa neotectónico, sismotectónico y de actividad de fallas de la Región de Murcia*, 207 pp.
- Jansá, A. (1988): *Inestabilidad baroclina y ciclogénesis en el Mediterráneo occidental*. Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Jansá Clar, A. (1980): Alteraciones a mesoscala del campo de presiones en el Mediterráneo Occidental. *XI Jornadas Científicas y I Congreso de Meteorología Mediterránea*. Asociación Meteorológica Española. Menorca-Mallorca, pp. 71-98.
- Jansá Clar, A. (1985): Ciclogénesis mediterránea. Una visión a escala sinóptica. *I Congreso de Meteorología Mediterránea*. Ed. Artes Gráficas S.L., Madrid, pp. 59-70.
- Jansá Clar, A. (1990): *Notas sobre análisis meteorológico mesoscalar en niveles atmosféricos bajos*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1953): A propósito del Jet Stream. *Rev. Aeronáutica*, 148, Madrid, pp. 190-198.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1959): La masa de aire mediterráneo. *Revista de Geofísica*, XIX. Madrid, pp. 35-50.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1961): El frente Mediterráneo. *Rev. de Geofísica*, 21, Madrid, pp. 249-259.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1963): La corriente en chorro mediterránea. *Saitabi*, Universidad de Valencia.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1966): *Meteorología del Mediterráneo Occidental*. Servicio Meteorológico Nacional. Serie A (Memorias), 43. Madrid. II, pp. 1-34.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1969): *Curso de Climatología*. Madrid, Servicio Meteorológico Nacional, 446 pp.
- Jansá Guardiola, J.M<sup>a</sup>. (1973): Las anomalías climatológicas en España. Calendario Meteoro-fenológico. Madrid, pp. 171-179.
- Jefferson, M. (1932): A rainfall map of de Iberian Peninsula. *Geographical Review*, XXII, Nueva York, pp. 678-680.
- Jensen, M.E. (Ed.) (1971): *Consumptive use of water and irrigation water requirements*. Rep.Tech. Comm. Irr. Water Require. *Am. Soc. Civ. Eng. Irrig. Div.*, 227 pp.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. y Allen, R.G. (Eds.) (1990): *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. Amer. Soc. Civil Eng., New York.
- Jones, P.D., Raper, S.C.B., Bradley, R.S., Diaz, H.F., Kelly, P.M. y T.M.L. Wigley (1986): Northern Hemisphere Surface Air Temperature Variations: 1851-1984, *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25, pp. 161-179.
- Kates, R. y Burton, I. (1986): *Geography, resources and environment: selected writings of Gilbert F. White*. The University Chicago Press, Chicago and London, 472 pp.



- Kates, R., Ausubel, J.H. y Berberian, M. (Eds.) (1985): *Climate impact assessment: studies of the interaction of climate and society*. John Wiley and Sons. New York, 625 pp.
- Katz, R.W. (1988): Use of cross-correlations in the search for teleconnections. *Journal of Climatology*, 8, pp. 241-253
- La Calle Marcos, A. (2007): Sequía y adaptación de la Directiva Marco del Agua. En: *La Sequía en España: Directrices para minimizar su impacto*. Comité de Expertos en Sequía. Ministerio de Medio Ambiente, pp. 49-66.
- Lagos, P. (1997): *Condiciones climáticas en el mar y en la costa asociadas con El Niño 1997/98*. Centro de Prevención Climática, Instituto Geofísico del Perú, Lima.
- Laita Ruiz de Asúa, M. (1995): *El fenómeno del Niño y su influencia climática en el Mediterráneo Occidental*. Dpt. Ciències de Terra. Universitat de les Illes Balears. Tesis Doctoral. Inédita.
- Laita Ruíz de Asua, M. (1998): El Niño y su influencia en el régimen de lluvias en Baleares. *Territoris: Revista del Departament de Ciències de la Terra*, nº 1, Universitat de les Illes Balears, pp. 187-202.
- Laita Ruíz de Asua, M. y Grimalt Gelabert, M. (1994): Análisis objetivo del campo de presión en el Mediterráneo Occidental y clasificación del mismo para meses secos en las Islas Baleares. *VI Coloquio de Geografía Cuantitativa. Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España*. Universidad de Málaga, pp. 117-128.
- Laita, M. y Grimalt, M. (1995): ¿Podrían estar apareciendo indicios de cambio climático en variables dinámicas del Mediterráneo Occidental?. *Revista de Meteorología, Boletín de la AME*, Madrid, nº 18-19, pp. 23-24.
- Laita, M. y Grimalt, M. (1997): Vorticity and pressure anomalies in the Western Mediterranean during El Niño/Southern oscillations extremes. *International Journal of Climatology*, 17, pp. 475-482.
- Lautensach, H. (1930): Spanien und Portugal. En: Klute, F. (Dir.): *Handbuch der Geographischen Wissenschaft*, Akas Erlagsgesellschaft Athenaion. Postdam, pp. 426-557.
- Lautensach, H. (1956): El ritmo de las estaciones en la Península Ibérica. *Estudios Geográficos*, Madrid, pp. 443-460.
- Lautensach, H. (1971): *La precipitación en la Península Ibérica*. S.M.N. Notas de Meteorología Sinóptica, nº 25, marzo. Madrid.
- Lemeunier, G. (2000): Hidráulica agrícola en la España mediterránea, s. XVI-XVIII. La formación de los regadíos clásicos. En: Barciela, C. y Melgarejo, J. (Eds): *El agua en la historia de España*, Alicante, Publicaciones de la Universidad de Alicante, pp. 47-110.
- Levitt, J. (1980): *Responses of Plants to Environmental Stresses. Water, radiation, salt and other stresses*. Physiological Ecology series. Academic Press. New York.
- Linés Escardó, A. (1970): The climate of the Iberian Peninsula. En: Wallen, C.C. (Ed.): *Climates of the Northern and Western Europe*. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, pp. 195-221.

- Linés Escardó, A. (1981): *Perturbaciones típicas que afectan a la Península Ibérica y precipitaciones asociadas*. INM, Madrid.
- Llamas Madurga, M. R. (1997): Consideraciones sobre la sequía de 1991 a 1995 en España. *Ingeniería del Agua*, vol. 4, nº 1. Universidad Politécnica de Valencia, Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Valencia, pp. 39-50.
- Llamas Madurga, M. R. (2005): Una causa radical de los conflictos hídricos en España. *Revista Tecnología del Agua*, nº 259, pp. 72-75.
- Llobet Reverter, S. (1958): Utilización del suelo y economía del agua en la región semiárida de Huércal-Overa (Almería). *Estudios Geográficos*, nº 70, Madrid, pp. 5-21.
- López Bellido, L. (1998): El uso del agua en los sistemas agrícolas mediterráneos. En: Jiménez Díaz, R. M. y Lamo de Espinosa, J. (Coords.): *Agricultura sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.
- López Bermúdez, F. (1985): Sequía, aridez y desertificación en Murcia. *Murgetana*, 67. Murcia, pp. 5-73.
- López Bermúdez, F. (1986): El Medio Físico. En: López Bermúdez, F., Calvo García-Tornel, F. y Morales Gil, A. (1986): *Geografía de la Región de Murcia*. Ketres Editora S.A., Barcelona, pp. 10-126.
- López Bermúdez, F. (1994): Degradación del suelo ¿Fatalidad climática o mala gestión humana? Hacia una gestión sostenible del recurso en el contexto mediterráneo. *Papeles de Geografía*, 20, Universidad de Murcia, pp. 49-64.
- López Bermúdez, F. (1995): Las sequías: ¿un riesgo de desertificación para las tierras mediterráneas en el siglo XXI? *El Boletín*, 26, pp. 32-44. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- López Bermúdez, F. (1999): El Sureste Ibérico: un territorio en la frontera de la desertificación. *Libro Homenaje al Profesor Vilá Valentí*. Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 1.047-1.059.
- López Bermúdez, F., Calvo García-Tornel, F. y Morales Gil, A. (1986): *Geografía de la Región de Murcia*. Ketres Editora S.A., Barcelona, 283 pp.
- López Bermúdez, F. y Romero Díaz, M.A. (1988): Piping erosion and badland development in South-East Spain. *Catena suppl.*, 14. Arid and Semi-Arid Environments, pp.59-73.
- López Bermúdez, F., Navarro, F., Romero, M.A., Conesa, C., Castillo, V., Martínez Fernández, J. y García C. (1988): *Geometría de cuencas fluviales: las redes de drenaje del alto Guadalentín*. MAPA. ICONA. Monografía 50. Madrid.
- López Bermúdez, F., Navarro Hervás, F. y Rodríguez Estrella, T. (1995): Incidencia de los modelos de gestión socioeconómica —siglos XIX y XX— en la degradación del suelo en el campo de Lorca (Cuenca del Guadalentín, Murcia). *Papeles de geografía*, 22, pp. 123-142.
- López Bermúdez, F. y Rognon, P. (Eds.). (1996): *Erosion hydrique, desertification et aménagement dans l'environnement méditerranéen semi-aride*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 257 pp.

- López Bermúdez, F., Romero Díaz, M. A. y González Barberá, G. (1996): The Guadalentín basin (Murcia, Spain): A desertification threatened area. In: *International Conference on Mediterranean Desertification. Research Results and Policy Implications*. European Commission. Creta-Hellas, 29 October-1 November 1996.
- López Bermúdez, F., Romero Díaz, A., Cabezas Calvo-Rubio, F., Rojo Serrano, L., Martínez Fernández, J., Böer, M. y Del Barrio, G. (1998): Regional studies: the Guadalentín basin, Murcia, Spain. En: Mairota, P., Thornes, J.B. and Geeson, N. (Eds): *Atlas of Mediterranean Environments in Europe*. John Willey and Sons, Chichester, pp. 130-142.
- López Bermúdez, F. y Sánchez Fuster, M.C. (1997): Las sequías y su impacto en el riesgo de desertificación en la cuenca del Segura. Apuntes para la gestión y sustentabilidad del agua. *Áreas. Revista de Ciencias Sociales*, 17. Monográfico sobre *El agua en los regadíos mediterráneos. Nuevos enfoques y problemas*. Universidad de Murcia, pp. 155-168.
- López Bermúdez, F., Barberá, G.G., Alonso Sarría, F. y Romero Díaz, A. (1999): Guadalentín basin (Murcia, Spain): An area threatened by desertification. In: Balabanis, P., Peter, D., Ghazi, A. and Tsogas, M. (Eds): *Mediterranean desertification. Research results and policy implications*. European Commission. Directorate-General Research. Luxembourg, pp. 399-422.
- López Bustins, J. A. y Azorín Molina, C. (2004): Aplicación del índice diario de la Oscilación del Mediterráneo Occidental al estudio de la tipología pluviométrica en Alicante. En: *El Clima, entre el Mar y la Montaña*. AEC, Santander, pp. 333-345.
- López Camacho, B. (1997): Impacto de la sequía en el sector urbano. *3ª Conferencia Internacional sobre gestión de sequías: experiencias y lecciones para la planificación*. Iberdrola Instituto Tecnológico. Valencia, pp. 139-160.
- López Gómez, A. (1978): El Clima. En: De Terán, M. y Solé Sabarís, L. (dirs.): *Geografía General de España*. Tomo I. Ariel. Barcelona, pp. 148-181.
- López Gómez, A. (1987): *Els embassaments valencians antics*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanismo i Transports de la Generalitat Valenciana, Valencia, 72 pp.
- López Gómez, A. y López Gómez, J. (1959): El clima de España según la clasificación de Köppen. *Estudios Geográficos*, nº XX, pp. 167-188.
- López Gómez, J. y López Gómez, A. (1987): Los climas secos de España según el sistema de Köppen. *Papeles de Geografía*, nº 12, Universidad de Murcia, pp. 5-10.
- López González, G. (1993): Las ramblas del sudeste árido español, flora y vegetación. En: Pallares Navarro, A. y Cueto Romero, M, (coord.): *Regeneración de la cubierta vegetal: actas de la V Aula de Ecología. Las ramblas mediterráneas: actas de la VI Aula de Ecología*, pp. 95-104.
- López Martos, J. (2006): La sequía otra vez. En: *El Diario de Sevilla*, 07/08/2006. Disponible en: <http://iagua.es/2006/08/articulo-de-juan-lopez-martos-en-el-diario-de-sevilla/>; (consulta: 12/06/2008).
- López-Geta, J. A. (2000): 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, pp. 199-233.

- López-Geta, J. A. y De La Orden, J. A. (2003): Drought as a catalyser of intensive groundwater use. En: Llamas, R. y Custodio, E. (Ed): *Intensive use of groundwater. Challenges and Opportunities*. 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.
- López-Geta, J. A. (2007): La aguas subterráneas y los acuíferos: su estrategia de utilización en periodos de sequía. En: *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*. Ministerio de Medio Ambiente, pp. 89-104.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1930): *Meteorología*. Ed. Labor, Barcelona, 192 pp.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1944): Sequía agotadora. *Revista de Geofísica*, III, pp. 193-194.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1945): *Meteorología*. 3. Ed. Labor, Barcelona, 200 pp.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1945): La sequía del invierno de 1944-45 en España. *Revista de Geofísica*, IV, pp. 263-266.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1947): La clasificación de los climas según Thorthwaite. *Rev. Las Ciencias*, nº 4, Madrid, pp. 772-780.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1953): Características meteorológicas en España de cada mes del año. *Calendario Meteoro-fenológico*. SMN. Madrid, pp. 155-161.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1955): La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España peninsular. *Rev. de Geofísica*, XIV, Madrid, pp. 229-242.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1956): Serie de precipitaciones atmosféricas anuales sobre España peninsular (1881-82 a 1954-55). *Revista de Geofísica*, XV. CSIC. Madrid.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1961): La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España peninsular durante los años 1947-48 hasta 1960-61. *Rev. de Geofísica*, XX, Madrid, pp. 229-245.
- Lorente, J.M<sup>a</sup>. (1969): La gran sequía de Murcia durante el verano y el otoño de 1968. *Calendario Meteoro-fenológico*, S. M. N., Madrid, pp. 173-178.
- Lorenzo Pardo, M. (1933): *Plan general de Obras Hidráulicas*. Ministerio de Obras Públicas. Servicio Central Hidráulico, Madrid.
- Luengo Ugidos, M.A., Ceballos Barbancho, A., Martínez Fernández, J. y Yuste Yuste, C. (2002): Las rachas secas en el sector central de la cuenca del Duero. *Investigaciones Geográficas*, nº 27, pp. 65-82.
- Maceira Rozados, A. (2006): las actitudes sociales de los españoles hacia el agua. *iAgua.es*. Disponible en: <http://iagua.es/2007/11/actitudes-sociales-de-los-espanoles-hacia-el-agua-estudio-de-la-fundacion-bbva/>. [consulta: 15-09-2007].
- Macías Picavea, R. (1899): *El problema nacional*. Introducción de Andrés Blas Guerrero. Biblioteca Nueva (col. Dirigida por Fusi, J.P.), 1996. Madrid, 334 pp.
- Maheras, P. (1981): La variabilité des précipiattions dans la mer Egée. *Arch. Met. Geophys*. Biokl., 29 B, pp. 157-166.

- Maheras, P., Kutiel, H. y Kolyva-Machera, F. (1997): Evolution de la pression atmospherique en Europe méridional et en Méditerranée durant la derniere période seculaire. *10éme Colloque International de Climatologie*. Quebec, Canadá. 11-14 septembre.
- Maheras, P., Xoplaki, E., Davies, T., Martín Vide, J., Barriendos, M. y Alcoforado, M.J. (1999): Warm and cold monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation; 1860-1990. *International Journal of Climatology*, 19, pp. 1697-1715.
- Mainguet, M. (1995): *L'homme et la sécheresse*. Ed. Masson. París, 335 pp.
- Mallada, L. (1890): *Los males de la patria*. Edición de Esteban, J. y prólogo de Flores, F.J., Biblioteca Regeneracionista, Fundación Banco Exterior, 1990, Madrid, 327 pp..
- MAPA (2008): *La nueva política del agua en los regadíos españoles*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España.
- Marco Molina, J. A. y Matarredona Coll, E. (1993): Aproximación geográfica al tema de los riesgos en la provincia de Alicante. *Canelobre*, nº 27, Excma. Diputación Provincial de Alicante, pp. 59-67.
- Marcos Valiente, O. (2000): *Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía en el nordeste de Brasil mediante indicadores socioeconómicos*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- Marcos Valiente, O. (2001): Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, 26. Instituto Universitario de Geografía de Alicante, pp. 59-80.
- Mariotti, A., Ballabrera-Poy, J., Zeng, N. (2005): Tropical influence on Euro-Asian autumn rainfall. *Climate Dynamics*, 24 (5), pp. 511-521.
- Maroto, J. V. (1987): *Cultivos herbáceos extensivos I*. Dpto. de Producción Vegetal. Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 308 pp.
- Marshall, J. y Kushnir, Y. (1997): A "white paper" on Atlantic Climate Variability. Disponible en: <http://geoid.mit.edu/ACCP/avehtml.htm>. [consulta: 12-12-2005].
- Martín de Santa Olalla, F., De Juan, A. y Artigao, A. (1982): *Metodología experimental para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos*. Albacete y Valencia, septiembre 1982.
- Martín, M.L., Luna, M.Y., Morata, A. y Valero, F. (2004): North atlantic teleconnection patterns of low-frequency variability and their links with springtime precipitation in the western Mediterranean. *International Journal of Climatology*, 24, pp. 213-230.
- Martín Vide, J. (1980): Persistencia de los días con y sin precipitación en Barcelona (observatorio Fabra). *Revista de Geografía*, nº XVI, (1 y 2), Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona, pp. 39-57.
- Martín Vide, J. (1981): Cantidades diarias y análisis markoviano de las precipitaciones en el litoral mediterráneo sur de la Península Ibérica. *Paralelo 37º*, Vol. 5, pp. 97-114.
- Martín Vide, J. (1983): La aceptación del modelo estocástico de la cadena de Markov homogénea en tiempo discreto y de dos estados en los cálculos de la probabilidad de la precipitación diaria. En: *VIII Congreso de Geógrafos Españoles*, Comunicaciones, AGE, Barcelona, pp. 24-31.

- Martín Vide, J. (1984): *Interpretación de los mapas del tiempo*. Ketres. Barcelona.
- Martín Vide, J. (1985): Notas sobre variaciones de la distribución de las secuencias lluviosas y secas en el año medio en Barcelona (periodo 1911-1970). *Estudios Geográficos*, nº 181, Madrid, pp. 473-483.
- Martín Vide, J. (1987): *Característiques climatològiques de la precipitació en la franja costera mediterrània de la Península Ibèrica*. Barcelona, Institut Cartogràfic de Catalunya, 245 pp.+ 6 mapas.
- Martín Vide, J. (1991): *Fundamentos de climatología analítica*. Ed. Síntesis, 160 pp.
- Martín Vide, J. (1994): Diez características de la pluviometría española decisivas en el control de la demanda y el uso del agua. *Boletín de la AGE*, nº 18, Madrid, pp. 9-16.
- Martín Vide, J. (1997): Cambio climático: previsión de sequías. En: Luzón, J.L. y Thierry, I. (coords.): *Regadío y desarrollo en las regiones semiáridas latinoamericanas*. Medamérica, Universidad de Barcelona y CEALC. Tarragona, pp. 137-141.
- Martín Vide, J. (1997): Sequías y precipitaciones torrenciales en la España Mediterránea. En: *IV Simposio sobre el agua en Andalucía*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid, vol. III, pp. 121-132.
- Martín Vide, J. (2002): Aplicación de la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison a días de precipitación torrencial en el este de España. En: Cuadrat, Vicente y Saz (Eds): *La información climática como herramienta de gestión ambiental*. Universidad de Zaragoza y Asociación de Geógrafos Españoles, pp. 123-127.
- Martín Vide, J. (2002): Ensayo sobre la Oscilación del Mediterráneo Occidental y su influencia en la pluviometría del este de España. En: Guijarro, Grimalt, Laita y Alonso (Eds): *El Agua y el Clima*, publicaciones de la AEC, serie A, nº 3, Mallorca, pp. 35-42.
- Martín Vide, J. (2004): Spatial Distribution of a Daily Precipitation Concentration Index in Peninsular Spain. *International Journal of Climatology*, 24, pp. 959-971.
- Martín Vide, J. (2007): Ensayo sobre la historia reciente de la investigación climatológica en España. En: Cuadrat Prats, J.M. y Martín Vide, J. (Eds): *La climatología española. Pasado, presente y futuro*, Pressas Universitarias de Zaragoza, 25-42.
- Martín Vide, J. y Moreno García, M<sup>a</sup>. C. (1985): El estudio de las sequías mediante el análisis probabilístico de las secuencias secas. El caso de Almería. *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*. Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sin paginar).
- Martín Vide, J., Bielsa, I., Garcés, M<sup>a</sup>. P., Módenes, J. A., Olivas, M<sup>a</sup>. A., Pérez, J., Rucabado, M., Salvador, M. y Sánchez, E. (1989): La bondad de la cadena de Markov de primer orden en el cálculo de la probabilidad de secuencias lluviosas y secas en Cataluña. *Notes de Geografia Física*, nº 18. Barcelona, pp. 51-55.
- Martín Vide, J., Conesa García, C. y Moreno García, M<sup>a</sup>. C. (1992): Acerca de la bondad de las cadenas de Markov de primero, segundo y tercer órdenes en el análisis de las sequías del sureste de España. En: *V Coloquio de Geografía Cuantitativa*, Universidad de Zaragoza, pp. 485-500.

- Martín Vide, J. y Moreno García, M<sup>a</sup>.C. (1994): Algunos indicadores no usuales en el estudio del cambio climático. En: Pita López, M<sup>a</sup> F. y Aguilar, M. (Eds.): *Cambios y variaciones climáticas en España*, Universidad de Sevilla y Fundación El Monte. Sevilla, pp. 65-76.
- Martín Vide, J. y Barriendos Vallvé, M. (1995): The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, vol. XXX. Dordrecht, pp. 201-221.
- Martín Vide, J. y Olcina Cantos, J. (1996): *Tiempos y climas mundiales: climatología a través de mapas del tiempo e imágenes de satélite*. Oikos-Tau. Barcelona, 308 pp.
- Martín Vide, J. y Gómez, L. (1999): Regionalization of Peninsular Spain based on the length of dry spells. *International Journal of Climatology*, n<sup>o</sup> 19, pp. 537-555.
- Martín Vide, J. y Olcina Cantos J. (2001): *Climas y tiempos de España*. Alianza editorial S.A., Madrid, 258 pp.
- Martín Vide, J. y Fernández Belmonte, D. (2001): El índice NAO y la precipitación mensual en la España peninsular. *Investigaciones Geográficas*, n<sup>o</sup> 26, pp. 41-58.
- Martín Vide, J. y López Bustins, J. A. (2006): The Western Mediterranean Oscillation and Rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 26, pp. 1455-1475.
- Martín, F. et al. (1994): *Sistemas Convectivos de Mesoescala*. Campaña Previmet Mediterráneo- 93. Nota técnica STAP n<sup>o</sup> 15, INM, Madrid.
- Martín, M.L., Luna, M.Y., Morata, A. y Valero, F. (2004): North Atlantic teleconnection patterns of low-frequency variability and their links with springtime precipitation in the western Mediterranean. *International Journal of Climatology*, 24, pp. 213-230.
- Martínez Borque, A. (1952): Sequía y erosión. *Agricultura*, año XXI, n<sup>o</sup> 244. Madrid, pp. 433-439.
- Martínez Medina, R. y Gómez Espín, J.M<sup>a</sup>. (2008): Modernización de regadíos en el Valle del Guadalentín. En: Martínez, R. y Gómez, J.M<sup>a</sup> (Eds.): *Los espacios rurales españoles en el nuevo siglo. Actas del XIV Coloquio de Geografía Rural*. Murcia, pp. 161-180.
- Martínez Vicente, D. (2002): *Estudio de la viabilidad técnico-económica de la desalación de agua de mar por ósmosis inversa en España*. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
- Martínez Vicente, D., Senent Alonso, M. y Cortejosa Olivo, J.M. (2000): El futuro del coste del agua desalada. En: *Gestión del agua en cuencas deficitarias* (Congreso Nacional). Orihuela (Alicante).
- Marzol Jaen, M<sup>a</sup>. V. (2001): La incidencia de las sequías en las Canarias Occidentales y Orientales. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Alicante, pp. 345-371.
- Mateo González, P. (1964): *Persistencia de los días con precipitación y sin precipitación en Gijón*. Servicio Meteorológico Nacional. Publicaciones Serie A (Memorias), n<sup>o</sup> 40, Madrid.

- Mateu Bellés, J. (1990): Riesgos naturales, sociedad y territorio en España. *Boletín de la AGE*, nº 10, Madrid, pp. 1-2.
- Mateu Bellés, J. (1992): La Geografía de los riesgos en España. En: *La Geografía en España (1970-1990)*. Aportación española al XXVII Congreso de la Unión Geográfica Internacional. Real Sociedad Geográfica, AGE y Fundación BBV., pp. 241-245.
- McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1995): Drought monitoring with multiple time scales. Preprints, *9th Conference on Applied Climatology*, pp. 233-236. January 15–20, Dallas, Texas.
- MEDALUS (*Mediterranean Desertification and Land Use*) (1996): Executive Summary Phase II. Edited by N.A. Geeson & J. B. Thomes. Commission of the European Communities. DG-XII. Environment and Climate Programme. Department of Geography. King's College of London. London: 30 pp.
- Medina Isabel, M. (1970): El peligroso Mediterráneo de septiembre-octubre. *Rev. Met. Marítima*, 2, Madrid, pp. 12-14.
- Méndez García, F. (1974): *Geografía agraria de Totana, un municipio del Valle del Guadalentín*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Valencia, 328 pp.
- Ministerio de Obras Públicas (1942): *Mapa pluviométrico de España y Portugal*. Madrid.
- Miranda Páez, E. y Muñoz Luque, P. (2007): Evolución y problemática del agua reciclada en la costa del sol occidental (ponencia). *IV Jornadas Internacionales de Golf y Medio Ambiente*, PROMOTUR, Almería. Disponible en: [http://www.promotur.es/wp-content/uploads/110\\_reutilizacion\\_acosol.pdf](http://www.promotur.es/wp-content/uploads/110_reutilizacion_acosol.pdf). [consulta: 15/06/2008].
- Miró-Granada, J. (1983): Consideraciones generales sobre la meteorología de las riadas en el Levante español. *Rev. Estudios Geográficos*, XLIV, 170-171, Madrid, pp. 31-50.
- MMA (1998): *Libro blanco del Agua*. Madrid, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Obras Públicas y Calidad de las Aguas y CEDEX, 855 pp.
- MMA (2007): *Precios y costes de los servicios del agua en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de España.
- Montaner Salas, M<sup>a</sup> E. (1992): La sequía, ¿freno inevitable al desarrollo de la región?. *Papeles de Geografía*, nº 18. Universidad de Murcia, pp. 185-193.
- Monteith, J.L. (1965): Evaporation and the environment. *Proc. Soc. Exp. Biol.* 19, pp. 205-234.
- Montenat, CH. (1973): Le Miocène Terminal des Chaînes Betiques (Espagne Méridionale). Esquisse paléogéographique. *Geodynamics Scientific*, Report nº 7, París, pp. 180-187.
- Montenat, CH. (1975): *Les formations Neógenes et Quaternaires du Levant espagnol*. These d Etat. Universite Paris-Orsay. 1.170 pp.
- Montero De Burgos, J. L. y González Rebollar, J. L. (1983): *Diagramas bioclimáticos*. ICONA, Madrid, 379 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.
- Morales Gil, A. (1968): El riego con aguas de avenida en las laderas subáridas. *Papeles del Departamento de Geografía*, nº 1, Universidad de Murcia, Murcia, pp. 167-183.
- Morales Gil, A. (1985): Problemas referentes al agua en España. En: *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*, Asociación de Geógrafos Españoles y Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sin paginar).
- Morales Gil, A. (1986): El agua: un bien escaso. *El Campo. Boletín de Informaición Agraria*, nº 103, Servicios de Estudios del BBV, Bilbao, pp. 31-36.
- Morales Gil, A. (1995): Déficit de agua y demanda de transferencias en la cuenca del Segura. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Planificación Hidráulica en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 379-398.
- Morales Gil, A. (1996): Escasez y rentabilidad del agua en el Sureste de España: agricultura de vanguardia, huertas tradicionales, nuevos regadíos y medio ambiente en el Valle del Segura. *Medio Ambiente y Crisis Rural*, Universidad de Valladolid y Fundación Duques de Soria. Valladolid, pp. 131-158.
- Morales Gil, A. (1997): *Aspectos geográficos de la horticultura de ciclo manipulado en España*. Universidad de Alicante, Alicante, 168 pp.
- Morales Gil, A. (1999): El consumo agrícola de agua. Sus modalidades y trascendencia socioeconómica actual. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Los Usos del Agua en España*. Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 49-77.
- Morales Gil, A. (2001): *Agua y territorio en la Región de Murcia*. Murcia, Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales Región de Murcia, 270 pp.
- Morales Gil, A. (2003): Eficiencia de los regadíos españoles. *Revista Cuadernos de Geografía*, nº 73/74. Universidad de Valencia, pp. 323-342.
- Morales Gil, A. y Box Amorós, M. (1986): El aprovechamiento del agua y los suelos en un dominio semiárido: la cuenca del barranco Blanco, Agost (Alicante). *Investigaciones Geográficas*, 4. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 7-24.
- Morales Gil, A. y Vera Rebollo, J. F. (1989): *La mancomunidad de los canales del Taibilla: influencia de un gran sistema de abastecimiento público de aguas en el desarrollo económico-territorial*. Madrid, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Academia Alfonso X El Sabio, 133 pp.
- Morales Gil, A. y Rico Amorós, A. M. (1996): Sequías en el Sureste de la Península Ibérica: cambios en la percepción de un fenómeno natural. *Investigaciones Geográficas*, nº 15, Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante, pp. 127-143.
- Morales Gil, A., Rico Amorós, A.M. y Olcina Cantos, J. (1996): Enseñanzas de la sequía en el Sureste Ibérico. En: Marzol, M<sup>a</sup>. V., Dorta, P. y Valladares, P. (Eds.): *Clima y Agua. La gestión de un recurso climático*, III Reunión Nacional de Climatología. La Laguna, pp. 211-223.

- Morales Gil, A.; Olcina Cantos, J. y Rico Amorós A.M. (1999): Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección. *Investigaciones Geográficas*, nº 22. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 5-46.
- Moreno García, M.C. y Martín Vide, J. (1986): Estudio preliminar sobre las tendencias de la precipitación anual en el Sur de la Península Ibérica: el caso de Gibraltar. *II Simp. Agua*, Andalucía, Dep. Hidrogeología, Universidad de Granada.
- Mounier, J. y Almaoub, A. (1983): Precipitations intenses, dans les regions litorales mediterraneennes de l'Espagne. *La Météorologie*, nº 34, pp. 85-114.
- Mujeriego Sahuquillo, R. (1990): *Riego con agua residual municipal regenerada. Manual práctico*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 481 pp.
- Mujeriego Sahuquillo, R. (2007): La reutilización, la regulación y la desalación en la gestión integrada del agua. En: *La sequía en España. Directrices para minimizar su impacto*. Ministerio de Medio Ambiente, pp. 105-145.
- Mula Gómez, A. J., Hernández Franco, J. y Gris Martínez, J. (1986): *Las obras hidráulicas en el reino de Murcia durante el reformismo borbónico. Los reales pantanos de Lorca*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Murcia, 268 pp.
- Mula Gómez, A.J. y Hernández Franco, J. (1986): Soluciones a un problema. De los trasvases de aguas a la construcción de embalses en el Guadalentín. Siglos XVII-XVIII. En: *Agua, riegos y modos de vida en Lorca y su comarca*. Murcia, C.A.A.M., pp. 51-74.
- Munuera Abadía, J. (1916): *Apuntes para la historia de Totana y Aledo*. Totana, tip. de Fernando Navarro, 648 pp.
- Muñoz Bravo, J. (1996): Agustín de Betancourt en Lorca. En: *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*, CEHOPU, Madrid, pp. 89-98.
- Muñoz-Díaz, D. y Rodrigo, F.S. (2003): Effects of the North Atlantic oscillation on the probability for climatic categories of local monthly rainfall in southern Spain. *International Journal of Climatology*, 23, pp. 381-397.
- Muñoz-Díaz, D. y Rodrigo, F.S. (2004): Impacts of the North Atlantic Oscillation on the probability of dry and wet winters in Spain. *Climate Research*, 27, pp. 33-43.
- Murillo Díaz, J.M. y López Geta, J.A. (2001): Papel de los acuíferos en la gestión integral de los recursos hídricos. En: Pulido, A., Calaforra, J.M. y Pulido, P.A. (coord.): *Problemática de la gestión del agua en regiones semiáridas*, pp. 93-106.
- Musso y Fontes, J. (1847): *Historia de los riegos de Lorca, de los Ríos Castril y Guardal o del Canal de Murcia y de los Ojos de Archivel*. Murcia, 233 pp. Edición facsímil Lorca: Agrupación Cultural Lorquina, 1982.
- Nash, M. J. (1998): La cólera de El Niño. El sistema atmosférico del siglo desata estragos en todo el mundo. *Rev. Time* (para Latinoamérica), febrero, 16.
- Navarro Hervás, F. (1986): Flujos hídricos potenciales en una cuenca fluvial semiárida (río Guadalentín). *Papeles de Geografía Física*, 11, pp. 35-44.

- Navarro Hervás, F. (1991). *El sistema hidrográfico del Guadalentín*. Cuadernos Técnicos. Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente (CARM). 256 pp.
- Navarro Hervás, F. (1991): La aridez en la cuenca del Guadalentín: prácticas y técnicas para suplir el déficit hídrico. *Papeles de Geografía*, 17. Universidad de Murcia, pp. 61-80.
- Navarro Hervás, F., Conesa García, C. y Calvo García-Tornel, F. (1985): El pasillo del Guadalentín. *Guía de Itinerarios Geográficos de la Región de Murcia*. IX Coloquio de Geógrafos Españoles (16-21 de octubre), Murcia, pp. 10-27.
- Navarro Hervás, F. y Conesa García, C. (1986): Sectorización de la aridez en función de factores climáticos e hídricos en la Cuenca de Chirivel (prov. de Almería). En: *El Agua en Andalucía*, vol. II, Dpto. de Hidrogeología. Universidad de Granada, pp. 619-630.
- Navarro Hervás, F. y Rodríguez Estrella, T. (1986): Estudio y repercusiones de la Neotectónica en la comarca de los Vélez (provincia de Almería). *I Jornadas de estudio del fenómeno Sísmico y su incidencia en la Ordenación del Territorio*. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 30 pp.
- Navarro Hervás, F., Merlos Martínez, A. y Rodríguez Estrella, T. (1995): Rasgos físicos y factores reguladores del Saladar de Altobordo (Lorca, Murcia). *Papeles de geografía*, 22, pp. 143-168.
- Navarro Hervás, F., Merlos Martínez, A. y Calvo García-Tornel, F. (1996): El saladar de Altobordo: sectores, situación y problemática actual (Lorca, Murcia). *Papeles de geografía*, 23-24, pp. 211-228
- NDMC (National Drought Mitigation Center) (2006): *What is Drought? Planning for Drought, Monitoring Drought, Drought Risk and Impacts; Mitigating Drought*. University of Nebraska-Lincoln. Disponible en: <http://www.drought.unl.edu/>. [consulta: 14-11-2007].
- Neumann, H. (1960): El clima del sudeste de España. *Estudios Geográficos*, nº 79, pp. 171-209.
- Nieves Ruiz, M. (2008): Eficiencia del riego por inundación. En: *Información.es. El periódico de la provincia de Alicante*. Edición digital L'Alacantí (29-06-2008).
- Nobel, P. S. (1991): *Physicochemical and environmental plant physiology*. Academic Press. San Diego.
- OECC, MMA. (2005): *Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Proyecto ECCE, Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica (MMA).
- Olcina Cantos, J. (1994): *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Libros Pentatlón, Madrid, 415 pp.
- Olcina Cantos, J. (1995a): Efectos económicos y territoriales de las sequías en tierras alicantinas. *Gestione delle Risorse idriche e dinamiche territoriali*, Dipartimento di Geografia, Università degli Studi di Padova, pp. 53-57.
- Olcina Cantos, J. (1995b): El factor climático y la ordenación del territorio: los riesgos climáticos. En: Creus Novau, J. (Ed.): *Situaciones de riesgo climático en España*. II

- Reunión del Grupo de Climatología de la A.G.E. Instituto Pirenaico de Ecología, CSIC, Jaca, pp. 15-69.
- Olcina Cantos, J (2001): Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds). *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, pp. 49-110.
- Olcina Cantos, J. (2002): Nuevos retos en depuración y desalación de aguas en España. *Investigaciones Geográficas*, nº 27, pp. 5-34.
- Olcina Cantos, J. (2004): Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín de la A.G.E.*, nº 37, pp. 49-84.
- Olcina Cantos, J. et al. (1993): Condiciones climáticas. Recursos y riesgos. En: Vera Rebollo, J. F. (Dir.): *El Triángulo Alicante-Elche-Santa Pola*. Ed. Club de Inversores, Alicante, pp. 55-77.
- Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M. (1994): Sequías en el sureste ibérico ¿Hecho climático o hecho humano?. *Serie Geográfica*, nº 4, pp. 11-30.
- Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M. (1995): Sequías y golpes de calor en el sureste ibérico: efectos territoriales y económicos. *Investigaciones Geográficas*, nº 13, Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 47-79.
- Olcina Cantos, J. y Montón Chiva, E. (1996): Red dust rain within the Spanish Mediterranean area. *Climatic Change*, 32, pp. 215-228.
- Olcina Cantos, J., Rico Amorós, A. M. y Miró Pérez, J.J. (1998): El factor climático en los documentos de ordenación urbana. Propuesta de método de análisis del clima en el planeamiento municipal. En: Fernández, F., Galán, E. y Cañada, R., (coord.): *Clima y ambiente urbano en ciudades ibéricas e iberoamericanas*. Madrid, Editorial Parteluz, pp. 381-397.
- Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M. (1999): Recursos de agua "no convencionales" en España. Depuración y desalación. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Los usos del agua en España*, Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 203-252.
- Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M. (2006): La Mancomunidad de los Canales del Taibilla: un ejemplo de cooperación municipal surgido de una necesidad. En: Farinós, J. y Romero, J. (Coords.): *Gobernanza territorial en España: claroscuros de un proceso a partir del estudio de casos*. Universidad de Valencia, pp. 347-374.
- Organización Meteorológica Mundial (1971): La meteorología y los desastres naturales. En: *Informe Especial nº 2 sobre el medio ambiente humano*, nº 312, Secretary of the World Meteorological Organization. Ginebra.
- Orgaz, F. y Fereres, E. (2001): Riego. En: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. (Eds.). *El Cultivo del Olivo*. Mundi Prensa-Junta de Andalucía, pp. 285-306.
- Osborn, T.J., Briffa, K.R., Tett, S.F.B., Jones, P.D. y Trigo, R.M. (1999): Evaluation of the North Atlantic Oscillation as simulated by a coupled climate model. *Climate Dynamics*, 15, pp. 685-702.
- Palmer, W.C. (1965): Meteorological drought. *Research Paper*, nº. 45, US Department of Commerce Weather Bureau, Washington DC. 58 pp.

- Palmer, W.C. (1968): Keeping track of crop moisture conditions nationwide: the new Crop Moisture Index. *Weatherwise*, 21, pp. 156-161.
- Parde, M.C. (1956): Sobre los coeficientes y déficits de desagüe de las grandes crecidas. *Rev. Geographica*, nº 9-12, pp. 3-29.
- Parker, D.E. y Folland, C.K. (1988): The nature of climatic variability. *Meteorological Magazine*, 117, pp. 201-210.
- Pedelaborde, P. (1970): *Introduction a l'étude scientifique du climat*. París, 246 pp.
- Penman, H. L. (1948): Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. R. Soc. London, Ser. A*. 193, pp. 120-145.
- Peñuelas, J., Savé, R., Marfà, O. y Serrano, L. (1992): Remotely measured canopy temperature of greenhouse strawberries as indicator of water status and yields under mild and very mild water stress conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 58, pp. 63-77.
- Pérez Cueva, A. J. (1983): La sequía de 1978-82, ¿Excepcionalidad o inadaptación?. *Agricultura y Sociedad*, nº 27, MAPA, Madrid, pp. 225-245.
- Pérez Cueva, A. J. (1988) Notas sobre el concepto, los métodos de estudio y la génesis de las sequías. *Cuadernos de Geografía*, nº 44, Universidad de Valencia, pp. 139-144.
- Pérez Cueva, A. J. (2001): Las sequías en tierras valencianas. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), pp. 131-159.
- Pérez Cueva, A. J. y Escrivá Ortega, J. L. (1982): Aspectos climáticos de las sequías en el ámbito Mediterráneo. *Cuadernos de Geografía*, nº 30, Universidad de Valencia, pp. 1-12.
- Pérez Manrique, C., Garmendia, M.I., Seco, J. y Garmendia J. (1984): Estudio de las rachas secas y lluviosas en Gijón y San Sebastián. *Revista de Geofísica*, nº 40. CSIC, Madrid, pp. 73-80.
- Pérez Manrique, C. *et al.* (1984): Probabilidad de que llueva exactamente k días en un periodo de n días consecutivos. *Revista de Geofísica*, nº 40. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, pp. 65-71.
- Pérez Pérez, E. (1986): *Crónica de una cuenca sedienta. Apuntes sobre la gestión de la Confederación Hidrográfica del Segura*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Murcia, 104 pp.
- Pérez Picazo, M<sup>a</sup>.T. (1990): Pautas de industrialización de la región murciana. Del textil al agroalimentario. En: Nadal, J. y A. Carreras, (Dirs.): *Pautas regionales de la industrialización española (siglos XIX y XX)*. Barcelona, Ariel, pp. 315-341.
- Pérez Picazo, M<sup>a</sup>. T. (1995): Introducción histórica. En: Cabezas, F. y Senent, M. (Eds.): *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de Murcia, pp. 13-39.
- Pérez Picazo, M<sup>a</sup>. T. (1997): Cambio institucional y cambio agrario. La gestión del agua en los regadíos del Segura, S. XIX y XX. *Areas*, nº 17, pp. 92-108.

- Pérez Picazo, M<sup>a</sup>. T. y Lemeunier, G. (1984): *El proceso de modernización de la región murciana, siglos XVI-XIX*. Murcia, Ed. Regional.
- Peterson, T.C., Vose, R., Schmoyer, R. y Razuvaev, V. (1998): Global Historical Climatology Network (GHCN) Quality Control of Monthly Temperature Data. *International Journal of Climatology*, 18, pp. 1169-1179.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1985): El papel de la prensa en el estudio de las sequías. *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*. Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sin paginar).
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1986): *Las sequías en el Bajo Guadalquivir*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1987): El riesgo potencial de sequía en Andalucía. *Revista de Estudios Andaluces*, nº 9. Sevilla, pp. 11-41.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1989): La sequía como desastre natural: su incidencia en el ámbito español. *Norba*, nº 6-7. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, Cáceres, pp. 31-61.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1989): *Riesgos hídricos en Andalucía. Sequías e inundaciones*. Consejería de Gobernación, Junta de Andalucía, Sevilla, 233 pp.
- Pita López, M<sup>a</sup>.F. (1989): Productividad y riesgo como factores condicionantes de la evolución del regadío en la provincia de Sevilla. *V Coloquio de Geografía Agraria*. Santiago de Compostela, pp. 321-330.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1990): Reflexiones en torno a la sequía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 10, pp. 21-39.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1990): Los impactos de la sequía en la agricultura del Bajo Guadalquivir. En: Catalá de Alemany, J. y Llamas Madurga, M.R. (dirs): *Las sequías en España. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, t. LXXXV, nº 2-3. Madrid, pp. 465-476.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (1995): *Las sequías: análisis y tratamiento*. Junta de Andalucía, Sevilla, 56 pp.
- Pita López, M<sup>a</sup>. F. (Coord.) (1999): *Riesgos catastróficos y ordenación del territorio en Andalucía*. Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 225 pp.
- Pita López, M<sup>a</sup>.F. (2000): Un nouvel indice pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (sud-ouest de l'Espagne). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 13, pp. 225-233.
- Pita López, M<sup>a</sup>.F. (2001): Sequías en la cuenca del Guadalquivir. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, pp. 303-343.
- Platón. *Diálogos*. Vol. 6. Filebo, Timeo, Críticas. Madrid: Gredos, 1992.
- Pocklington, R. (1986): acequias árabes y preárabes en Murcia y Lorca: aportación toponímica a la historia del regadío. *Actas del X Coloquio General de la Sociedad*

- de *Onomástica*. Universidad de Valencia. Consejería de Administración Pública de la Generalitat Valenciana, pp. 462-473.
- Protección Civil (1983): *Plan especial de emergencia por sequía: Plan Agua Roja*. Dirección General de Protección Civil (Ministerio del Interior), Madrid, 83 pp.
- Puig, I. (1935): *¿Se aproxima una sequía universal?*. 2ª Ed. Buenos Aires: Observatorio de San Miguel, 20 pp.
- Puig, I. (1949a): Épocas de sequía y de lluvia en España durante la antigüedad. *Revista Ibérica*, nº 167, Barcelona, pp. 138-142.
- Puig, I. (1949b): Épocas de sequía y de lluvia en España durante los siglos XVI, XVII y XVIII. *Revista Ibérica*, nº 168, Barcelona, pp. 177-181.
- Puig, I. (1949c): Épocas de sequía y de lluvia en España durante el siglo XIX. *Revista Ibérica*, nº 169, Barcelona, pp. 217-221.
- Puig y Soler, D. (1905): *La sequía en España y sus causas. Cambio de su régimen climatológico*. Barcelona.
- Quereda Sala, J. (1983): Los excepcionales temporales de octubre y su relación con las temperaturas del mar. *Cuadernos de Geografía*, nº 32-33, Valencia, pp. 87-100.
- Quereda Sala, J. (1984): Perturbations atmosphériques et température marine en Méditerranée occidentale. *Rev. Méditerranée*, nº 3, pp. 11-16.
- Quereda Sala, J. (1989): *La ciclogénesis y las gotas frías del Mediterráneo occidental*. Diputació de Castelló, Castellón de la Plana, 135 pp.
- Quereda Sala, J. (2005): *Curso de climatología general*. Colección Universitat 21, Universitat Jaume I, 264 pp.
- Quereda Sala, J. y Montón Chiva, E. (1994): *Las lluvias torrenciales en la Comunidad Valenciana: interacciones atmósfera-mar*. Castelló: Servei de Publicacions, Diputació de Castelló.
- Quereda Sala, J., Montón, E. y Escrig, J. (2000): La evolución de las precipitaciones en la cuenca occidental del Mediterráneo: ¿Tendencia o ciclos?. *Investigaciones Geográficas*, 24, pp. 17-35.
- Quereda Sala, J., Montón, E., Escrig, J., Gil, A., Olcina, J. y Rico, A.M. (2001): *Nuestro porvenir climático: ¿Un escenario de aridez?*. Atenea, Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universitat Jaume I. 223 pp.
- Quereda Sala, J., Montón, E. y Escrig, J. (2002): Luces y sombras sobre el cambio climático de la región Mediterránea. En: Cuadrat, J.M., Vicente, S.M. y Saz, M.A. (Eds.): *La información climática como herramienta de gestión ambiental*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 109-116.
- Quintana López, T. y Ballesteros Moffa, L.A. (Eds.) (2000): *Legislación del Suelo. Estatal y Autonómica*. Ediciones Tiranch Lo Blanch, Valencia, 2.406 pp.
- Ramírez Díaz et al. (1992): *Los humedales de la Región de Murcia. Tipificación, cartografía y plan de gestión para la conservación*. Área de Ecología, Dpto. de Biología y Animal y Ecología, Universidad de Murcia, Murcia, 109 pp.

- Ramón, A. y Taltavull, P. (2005): Turismo y vivienda. *Economistas*, nº 103, Madrid, pp. 68-80.
- Raso Nadal, J. M. (1978): *El clima de Baleares*. Res. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- Raso Nadal, J. M. (1982): Probabilidades de transición y distribución estacionaria de los días con y sin precipitación en Palma de Mallorca según el modelo de las cadenas de Markov para dos estados. *Tarraco, Cuadernos de Geografía*, pp. 195-209.
- Raso Nadal, J. M. (1996): Variación de las precipitaciones de primavera en el sur de la España peninsular durante el Siglo XX. En: Marzol, M. V. (Ed): *Clima y Agua*. Universidad de La Laguna, pp. 123-132.
- Rico Amorós, A. M. (1994): *Sobreexplotación de aguas subterráneas y cambios agrarios en el Alto y Medio Vinalopó (Alicante)*. Universidad de Alicante y Excma. Diputación Provincial de Alicante, 276 pp.
- Rico Amorós, A. M. (1996): Depuración y reutilización de aguas residuales en el litoral alicantino. *Papeles de Geografía*, 23-24. Universidad de Murcia, pp. 245-261.
- Rico Amorós, A. M. (1998): *Agua y desarrollo en la Comunidad Valenciana*. Universidad de Alicante. Alicante, 163 pp.
- Rico Amorós, A. M. (2001): Actuaciones frente a las sequías en España. En: Gil, A. y Morales, A. (Eds.): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Inst. Univ. de Geografía, Univ. de Alicante, pp. 421-485.
- Rico Amorós, A. M. (2002): Insuficiencia de recursos hídricos y competencia de usos en la Comunidad Valenciana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 33, pp.23-50.
- Rico Amorós, A. M. (2006): Políticas agrarias, eficiencia socioeconómica y retos de futuro en los regadíos intensivos. *Boletín de la AGE*, nº 41. Murcia, pp. 113-149.
- Rico Amorós, A. M. y Olcina Cantos, J. (1996): Escasez de recursos hídricos, depuración y reutilización de aguas residuales en los regadíos del litoral alicantino. *Actas del VIII Coloquio de Geografía Rural*, Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 528-542.
- Rico Amorós, A. M. y Olcina Cantos, J. (1997): Recursos de agua y sus usos en la cuenca del Vinalopó: escasez, sobreexplotación de acuíferos y problemas económicos y ambientales. *Agua y Territorio. I Congreso de Estudios del Vinalopó*. Centre d'Estudis Locals de Petrer y Fundación José María Soler de Villena. Alicante, pp. 71-99.
- Rico Amorós, A. M. y Olcina Cantos, J. (1998): La sécheresse dans le Sud-est de la péninsule ibérique: fait climatique ou fait humain?. En: *Territoires en Mutation*, nº 3, Montpellier, pp. 13-29.
- Rico Amorós, A. M., Olcina Cantos, J., Paños Callado, V. y Baños Castiñeira, C. (1998): *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España*. Ed. Oikos-Tau, Vilasar de Mar, 255 pp.
- Rico Y Sinobas, M. (1851): *Memoria sobre las causas meteorologícofísicas que producen las constantes sequías de Murcia y Almería, señalando los medios de atenuar sus efectos*. Imprenta a cargo de D.S. Compagni. Madrid, 391 pp. + 4 Fig.



- Premiada por el Ministerio de Comercio, en el certamen abierto por Real Decreto de 30 de marzo de 1850.
- Riosalido, R., Rivera, A. y Martín, R. (1988): Desarrollo de un Sistema Convectivo de Mesoescala durante la Campaña previmet Mediterráneo 87. *I Simposio Nacional de Predictores*, Instituto Nacional de Meteorología, Madrid.
- Ritjema, P.E. (1965): *An analysis of actual evapotranspiration*. Agric. Res. Rep. Pudoc, Wageningen, 107 pp.
- Rivera, D., Obón, C., Ríos, S., Selma, C., Méndez, F., Verde, A. y Cano, F. (1997): *Las variedades tradicionales de frutales de la Cuenca del Río Segura. Catálogo etnobotánico (1): frutos secos, oleaginosos, frutales de hueso, almendros y frutales de pepita*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia, 360 pp.
- Rocha, A. (1999): Low-frequency variability of seasonal rainfall over the Iberian Peninsula and ENSO. *International Journal of Climatology*, 19 (8), pp. 889-901.
- Rodó, X., Baert, E. y Comín, F. (1997): Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation. *Climatic Dynamics*, 13, pp. 275-284.
- Rodrigo, F. S., Esteban-Parra, M. J., Pozo-Vazquez, D. y Castro-Díez, Y. (1999): A 500-year precipitation record in southern Spain. *Internacional Journal of Climatology*, 19, pp. 1233-1253.
- Rodríguez Estrella, T. (1995): El "Pericay-Luchena": un acuífero kárstico de montaña que puede paliar los problemas de la sequía al regadío de Lorca (Murcia). Evaluación de las reservas y recursos hídricos y normas de explotación. *VI Simp. de Hidrogeología*. Sevilla, pp. 263-279.
- Rodríguez Estrella, T. (2001): El patrimonio hidrogeológico de la Región de Murcia. En: *Homenaje a Emilio Pérez Pérez: Reflexiones sobre el futuro del agua ante el siglo XXI*. C.A.R.M.- C.A.M., Murcia, pp. 209-225.
- Rodríguez Estrella, T. (2004): Sobreexplotación de acuíferos y desertificación en el Sureste español. En: Gil Olcina, A., Morales Gil, A. y Torres Alfosea, F.J. (coord): *Aridez, salinización y agricultura en el Sureste Ibérico*. Fundación Ramón Areces e Instituto Euromediterráneo de Hidrotecnia. Madrid, pp. 105-134.
- Rodríguez Estrella, T. (2006): Hidrogeología de la Región de Murcia. En: Conesa García, C. (Ed.): *El Medio Físico de la Región de Murcia*. EDITUM., pp. 143-182.
- Rodríguez Estrella, T. y Almoguera Lucena, J. (1986): La Geotectónica al NE de Lorca (Murcia) y su incidencia en el canal del Trasvase Tajo-Segura. *I Jornadas de estudio del fenómeno Sísmico y su incidencia en la Ordenación del Territorio*. Instituto Geográfico Nacional (MOPU), nº 7 (1989), pp. 301-318.
- Rodríguez Estrella, T., García Lázaro, U. y Albacete Carreira, M. (1987): Problemática de la presencia de gases en las aguas subterráneas del Valle del Guadalentín (Murcia). *IV Simp. de Hidrogeología*, Palma de Mallorca, pp. 117-139.
- Rodríguez Estrella, T., Albacete Carreira, M., García Lázaro, U. y Solís García-Barbón, L. (1989): Evolución espacial y temporal de los gases en el acuífero sobreexplotado del Alto Guadalentín (Murcia). *Congreso Nac. La Sobreexplotación de Acuíferos*. A.I.H.-A.E.H.S., pp. 613-629.

- Rodríguez, R. *et al.* (1993): Avances sobre estudios dendrocronológicos en la región costera norte del Perú para obtener un registro pasado del fenómeno El Niño. *Bulletin de l'Institut d'Études Andines*, 22 (1), pp. 267-281.
- Rodríguez-Puebla, C. y Brunet, M. (2007): Variabilidad y cambio climático. En: Cuadrat Prats, J.M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La climatología española. Pasado, presente y futuro*, Pressas Universitarias de Zaragoza, pp. 283-330.
- Romero Díaz, M. A., Cabezas, F. y López Bermúdez, F. (1992): Erosión and fluvial sedimentation in the river Segura basin (Spain). *Catena*, 19, pp. 379-392.
- Romero Díaz, M. A. y Maurandi Guirado, A. (2000): Las inundaciones en la Cuenca del Segura en las dos últimas décadas del siglo XX. Actuaciones de prevención. *Serie Geográfica*, 9, pp. 93-120.
- Rosenberg, N. J. (1982): The increasing CO<sub>2</sub> concentrations in the atmosphere and its implication on agricultural productivity II. Effects through CO<sub>2</sub>- induced climatic change. *Climatic Change*, 4, 3, pp. 239-254.
- Rossel, F. *et al.* (1997): Caracterización, tipología y zonificación de las consecuencias pluviométricas de los ENSO en la costa ecuatoriana. En: *Seminario Internacional sobre las consecuencias climáticas e hidrológicas del ENSO a escala regional y local*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Quito, Ecuador, pp. 119-124.
- Royer, J. F. y Mahouf, J. F. (1992): L'augmentation de l'effet de serre et ses conséquences. *La Météorologie*, 8<sup>a</sup> serie, n<sup>o</sup> 42, pp. 21-27.
- Ruiz De Elvira, A. (2004): El cambio climático en 2004. *Física y Sociedad*. Disponible en <http://www.fisicaysociedad.es/>. Portal del Colegio Oficial de Físicos. [Consulta: 15 de mayo de 2006].
- Ruiz Urrestarazu, E. (Dir.) (1998): *El clima del país Vasco a través de la prensa*. Grupo de Climatología de la UPV/EHU, Servicio de Meteorología del Gobierno Vasco, 212 pp.
- Ruiz-Funes García, M. (1916): *Derecho consuetudinario y economía popular de la provincia de Murcia*. Madrid, Ratés, 211 pp.
- Saarinen, T. F. (1966): Perception of the drought hazard. Reinpreso en Ambrose, P. (Ed.) (1969): *Analytic Human Geography*. London, Longman. Pp. 180-196.
- Saladié, O., Brunet, M., Aguilar, E., Sigo, J. y López, D. (2002): Evolución de la precipitación en el sector suroriental de la depresión del Ebro durante la segunda mitad del siglo XX. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, n<sup>o</sup>3, pp. 427-436.
- Sánchez Egea, J. (1968): Situaciones de tiempo en la Península Ibérica. *Rev. Aeronáutica*, 327, Madrid, pp. 96-102.
- Sánchez Egea, J. (1985): *El libro de los refranes de la temperie*. INM. Madrid.
- Sánchez Pallares, A. (1995): *100 años de estudios hidrogeológicos en la Huerta de Murcia y Valle del Guadalentín (1870-1970)*. CajaMurcia y SCRATS., Murcia, 148 pp.
- Sánchez Rodríguez, J. (1993): *Situaciones atmosféricas en España*. Madrid, INM, 285 pp.

- Sánchez Toribio, M<sup>a</sup>. I. (1990): Estudio comparativo de métodos de estimación de evaporación y evapotranspiración en la Región de Murcia. En: *Peculiaridades del clima del Sureste peninsular*. A.M.E. Madrid. Pp. 181-196.
- Sánchez Toribio, M<sup>a</sup>.I. (1990): *La evaporación en la Región de Murcia en relación a sus aplicaciones en hidrología y agricultura*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, 285 pp.
- Sánchez Toribio, M<sup>a</sup>.I. (1992): Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración. *Geofoma Ediciones*, 35 pp.
- Sánchez Toribio, M<sup>a</sup>.I., López Bermúdez, F., Del Amor, F. y León, A. (1996): Assesment of referente evapotranspiration ( $E_{to}$ ) in semid-arid mediterranean climate conditions. *ICIC Journal*, 45 (1), pp. 1-10.
- Sánchez Toribio, M<sup>a</sup>.I., García Marín, R., Conesa García, C. y López Bermúdez, F. (2008): Periodos secos y demanda evaporativa en la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería). En: Estrela, M<sup>a</sup>.J. (Ed.): *Riesgos climáticos y cambio global en el mediterráneo español ¿hacia un clima de extremos?*. Red RIMARC, Parte 2, Cap. 2, pp. 167-188.
- Santos Pavón, E.L. (1998): *Actividad turística y oferta residencial en la costa occidental de Huelva: comportamiento sectorial y efectos territoriales de un modelo de desarrollo basado en la promoción inmobiliario-turística*. Memoria de Licenciatura inédita. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física de la Universidad de Sevilla, 246 pp.
- Sanz de Galdeano, C. (1983): Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geológicos*, 39, Madrid, pp. 157-165.
- Sanz Magallón G. (2005): Una aproximación al valor del agua utilizada en los campos de golf de las comarcas de Levante y Sureste. *Estudios agrosociales y pesqueros*, nº 205, pp. 99-123.
- Saura Hidalgo, F. (1970): *Estudio sobre el clima de la zona oriental del valle del Guadalentín*. Centro Meteorológico del Sureste. S.M.N. Murcia.
- Saz Sánchez, M. A. y Creus Novau, J. (1998): Estudio dendroclimático de las rachas secas y húmedas en el sector central de la depresión del Ebro. *Geographicalia*, nº 36. Universidad de Zaragoza, pp. 159-172.
- Schulz, E.F., Kolzer, V.A. y Mahmood, K. (Eds.) (1973): Floods and droughts. *Actas del II International Symposium in Hidrology*. Water Resources. Fort Collins (Colorado, EE.UU.), 679 pp.
- Senent Alonso, M. y Aragón Rueda, R. (1995): Recursos hídricos subterráneos: gestión actual y situación futura. En: Senent, M. y Cabezas, C. (Eds.): *Agua y Futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional. Murcia. 105-127.
- Senent Alonso, M. y Cabezas Calvo-Rubio, F. (1995): *Agua y futuro en la Región de Murcia*. Asamblea Regional de Murcia, Cartagena, 570 pp.
- Senent Alonso, M. y López Bermúdez, F. (1988): Explotación de aguas subterráneas en zonas áridas y semiáridas de España. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Demanda y economía del agua en España*. Instituto Universitario de Geografía, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", Alicante, pp. 410-440.

- Senent Alonso, M., Martínez Vicente, D. y Cortejosa Olivo, J.M. (2000): El futuro de la desalación de aguas en España. En: *Gestión del agua en cuencas deficitarias* (Congreso Nacional). Orihuela (Alicante).
- Serrano, A., García, J.E., Mateos, V.L., Cencillo, M.L. y Garrido, J. (1999): Monthly modes of variation of precipitation over the Iberian Peninsula. *J. Climate*, 12, pp. 2.894-2.919.
- Serrano Martínez, J.M<sup>a</sup>. (2003): *España en el nuevo milenio: realidad territorial y retos pendientes*. Murcia, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia, 683 pp.
- Serrano Martínez, J.M<sup>a</sup>. (2004): La expansión el parque inmobiliario en España. Algunas reflexiones desde la perspectiva territorial. *Información Comercial española. Boletín Estadístico*, nº 2.798, Madrid, pp.11-30.
- Serrano Martínez, J.M<sup>a</sup>. (2006): Expansión del parque inmobiliario en España. Algunas reflexiones desde la perspectiva territorial. *Papeles de Geografía*, nº 43, pp. 121-149.
- Serrano Martínez, J. M<sup>a</sup>. (2007): El turismo residencial en la Región de Murcia frente a los nuevos retos. *Cuadernos de turismo*, nº 19, pp. 189-216.
- Serrano Sanz, J. M. (1997): Sector exterior y desarrollo de la economía española contemporánea. *Papeles de Economía Española*, nº 73, pp. 93-124.
- Shaner, D. L. y Boyer, J. S. (1976): Nitrate reductase activity in maize (*Zea mays L.*) leaves. I. Regulation by nitrate flux. *Plant Physiology*, vol. 58, Maryland, pp. 499-504.
- Silva, P.G. (1994): *Evolución geodinámica de la Depresión del Guadalentín desde el Mioceno Superior hasta la actualidad: Neotectónica y Geomorfología*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense de Madrid, 642 pp.
- Silva, P.G. y Harvey, A.M. (1991): Relaciones entre sedimentación, tectónica y geomorfología en los abanicos aluviales cuaternarios de la Depresión del Guadalentín (Murcia). *Abstracts VII Reun. Nac. AEOUA*, Valencia.
- Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. (1992): Discordancias progresivas y expresión geomorfológica de los abanicos aluviales cuaternarios de la depresión del Guadalentín (Murcia, SE España). *Geogaceta*, 11, pp. 67-70.
- Silva, P.G., Goy, J.L. y Zazo, C. (1992): Características estructurales y geométricas de la falla de desgarre de Lorca-Alhama. *Geogaceta*, 12, pp. 7-10.
- Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C. y Bardají T. (2003): Fault-generated mountain fronts in southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and seismic activity. *Geomorphology*, 50, pp. 203-225.
- Smith, K. (1992): *Environmental Hazards. Assessing Risk and Reducing Disaster*. Routledge, London and New York, 324 pp.
- Smith, M., Allen, R.G. y Pereira, L. (1996): Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements. *Proc. of ASAE International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*. San Antonio. TX.

- Smith, T. M., Leemans, R. y Shugart, H. H. (1992): Sensitivity of terrestrial carbon storage to CO<sub>2</sub>-induced climate changes: comparison of four scenarios based on G.C.M. *Climatic Change*, 21, 4, pp. 367-384.
- Soriano Andreu, F.J. (1999): La secuencia de indigencia pluviométrica 1992-1995 en la comarca alicantina de la Vega Baja del Segura. En: Raso Nadal, J.M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 529-535.
- Strahler, A.N. (1964): Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En: Chow, V.T. (Ed.): *Handbook of applied hydrology*, 476 pp.
- Subrahmanyam, V.P. (1967): *Incidence and spread of continental drought*. (WMO/IHD report nº 2). Organización Meteorológica Mundial. Ginebra.
- Tapias, J.C., Salgot, M. y Casas, A. (2001): Utilidad de la técnica TDR para la medida de la variación espacial y temporal de la humedad del suelo en campos de golf. *Edafología*, vol. 8 (3), pp. 1-10.
- Thornthwaite, C. W. (1948): An approach, towards a regional classification of climate. *Geogr. Rev.*, vol. 38, nº 1, pp. 55-94.
- Thornthwaite, C. W. (1954): *The measurement of potential evapotranspiration*. John P. Mather. Seabrook, New Jersey, 255 pp.
- Thornthwaite, C. W. (1963): Drought. *Enciclopedia Británica*, vol. 7, pp. 699-701.
- Tobarra Ochoa, P. (1995): *Estudio del Alto Guadalentín desde la perspectiva económica de la gestión del agua subterránea*. Murcia, Caja de Ahorros del Mediterráneo, 351 pp.
- Tobarra Ochoa, P. (2001): El papel económico de las aguas subterráneas en Murcia. En: Hernández-Mora, N. y Llamas, R. (Eds.): *La economía del agua subterránea y su gestión colectiva*. Mundi Prensa, pp. 211-238.
- Toharia Cortés, M. (2001): Las sequías en los medios de comunicación. En: Gil, A. y Morales, A. (Eds): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. CAM / Instituto Universitario de Geografía (Univ. de Alicante), pp. 487-492.
- Tomás Quevedo, A. (1966): *Temporales de 'Llevant'*. SMN, Publicaciones Serie A, 43, Madrid, pp. IV. 1-36.
- Torrecillas, A., Ruiz-Sánchez, M.C., León, A. y García A.L. (1988): Stomatal response to leaf water potential in almond trees under drip irrigated and non irrigated conditions. *Plant and Soil*, 112, pp. 151-153.
- Torrecillas, A., Alarcón, J.J., Domingo, R., Planes, J. y Sánchez-Blanco, M.J. (1996): Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. *Plant Science*, 118, pp. 135-143.
- Torres Fontes, J. (1971): *Repartimiento de la Huerta y Campo de Murcia en el siglo XIII*. CSIC, Academia Alfonso X El Sabio, 220 pp.
- Torres Martínez, M., et al. (1959): *El regadío murciano, problema nacional*, Murcia: C.S.I.C./Diputación Provincial, 68 pp.

- Torres Martínez, M. (1961): *El regadío murciano, problema nacional*. Murcia, I.O.A.T.S., 139 pp.
- Torry, W.I. (1986): Economic development, drought and famines: some limitations of dependency explanations. *GeoJournal*, 12 (1), pp. 5-18.
- Toupet, Ch-H. (1989): Comparaison des sécheresses historiques et de la sécheresse actuelle au Sahel. Essai de définition de la sécheresse et de l'aridification. En: Bret, B. (Ed.): *Les hommes face aux secheresses*. París. IHEAL. pp. 77-83.
- Trenberth, K. (1997): El sistema de El Niño-Oscilación del Sur. *A Colloquium on El Niño-Southern Oscillation (ENSO): Atmospheric, Oceanic, Societal, Environmental, and policy perspectives*, Boulder, Colorado, USA.
- Uriarte Cantolla, A. (1990): Nota sobre la sequía en el País Vasco. *Boletín de la AGE*, nº 10, Madrid, pp. 41-43.
- Valenzuela Rubio, M. (1988): Estructura metropolitana y abastecimiento de agua. En: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): *Demanda y economía del agua en España*. Instituto Universitario de Geografía, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto de Estudios "Juan Gil-Albert", Alicante, pp. 67-77.
- Van Loon, H. y Rogers, J.C. (1978): The seesaw in winter temperatures between Greenland and Northern Europe: Part I. General description. *Monthly Weather Review*, 106, pp. 296-310.
- Vera, J. A. (1969): Características estratigráficas de la serie de Baza (Depresión de Guadix-Baza, Cordilleras Béticas). *Acta Geológica Hispánica*. CSIC., nº 1, pp. 14-17.
- Vera, J. A. (1970): Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza. *Bol. Inst. Geol. Min.* T. LXXXI, pp. 425-462.
- Vera Rebollo, J. F. (1994): El modelo turístico del Mediterráneo español: agotamiento y estrategias de reestructuración. *Papers de turisme*, nº 14-15, pp. 131-148.
- Vera Rebollo, J. F. (2001): Los usos humanos del litoral: conflictos y complementariedades. En: *Actas XV Congreso de Geógrafos Españoles. Los espacios litorales y emergentes: Lectura geográfica*. Universidad de Santiago de Compostela, pp. 39-82.
- Vera Rebollo, J.F. y Rico Amorós, A.M. (1995): Los sistemas de abastecimiento de agua potable en un sistema turístico y residencial: la Costa Blanca. En: Bru Ronda, C. y Santafé Martínez, J.M. (dirs.): *Agua y espacios de ocio*. Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, pp. 105-149.
- Vera Rebollo, J.F., López, F., Marchena, M. y Antón, S. (1997): *Análisis territorial del turismo*. Barcelona, Ariel, Geografía, 442 p.
- Vera Rebollo, J.F. y Torres Alfosea, F.J. (1999): Peculiaridades y tendencias en el gasto turístico del agua. En: Gil, A. y Morales, A. (Eds.): *Los usos del agua en España*, Alicante, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, pp. 161-201.
- Vilá Valentí, J. (1960): La Lutte contre la sécheresse dans le sudest de l'Espagne. *XIX Congreso Internacional de Geografía*, Estocolmo.

- Vilá Valentí, J. (1961): La lucha contra la sequía en el Sureste de España. *Estudios Geográficos*, Vol. XXII, nº 82, Madrid, pp. 25-47.
- Vivo Molina, J. M. y Callejón Céspedes, J. (2005): Análisis de los sectores productivos en la región de Murcia a partir del Valor Añadido Bruto. *Cuadernos de Economía Murciana*, nº 16, pp. 65-76.
- VV.AA. (1995): *Curso sobre sequías en España*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Dirección General de Obras Hidráulicas y Subdirección General del Servicio Geológico, Madrid, 201 pp.
- Wallace, J. M., Zhang, Y. y Renwick, J. A. (1995): Dynamic contribution to hemispheric mean temperature trends. *Science*, 270, pp. 780-783.
- Wallace, J. M. y Hobbs, P. V. (2006): *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press/Elsevier, 576 pp.
- Wheeler, D. y Martín Vide, J. (1992): Rainfall Characteristics of Mainland Europe's Most Southerly Stations. *International Journal of Climatology*, 12, pp. 69-76.
- White, G. F. (1974): *Natural hazards*. Oxford University Press. New York.
- White, G. F. (1975): La investigación de los riesgos naturales. En: Chorley, R. J. (Ed.): *Nuevas tendencias en Geografía*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, pp. 281-315.
- Wilhite, D. A. (Ed.) (2000): *Drought. A Global Assessment*. Routledge. Londres, 2 vols.
- Wilhite, D. A., y Glantz, M. H. (1985): Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, vol. 10, pp. 111-120.
- Wilhite, D. A., Easterling, W. E. y Word, D. A. (Eds.) (1987): *Planning for drought. Towards a reduction of societal vulnerability*. Westview Press. Boulder, Colorado (EE.UU.), 597 pp.
- WMO (1995): *The global climate system review, climate system monitoring June 1991-November 1993*, nº 819, Geneva, 150 pp.
- Whittow, J. (1980): *Disasters: the anatomy of environmental hazards*. University of Georgia Press. Atlanta.
- Zamora Pastor, R. (1999): Análisis de los períodos de sequía en Orihuela a lo largo del siglo XIX a partir de los registros de las rogativas "pro lluvia". En: Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 571-578.
- Zamora Pastor, R. (2000): El estudio de la sequía de principios del siglo XIX en Orihuela, a partir de los valores de las rogativas pro lluvia. *Investigaciones Geográficas*, nº 23, pp. 165-174.
- Zapata Nicolás, M., Cortina, J., Capel, J.J. y Gris, J. (1990): Repercusiones económicas de la sequía 1980-1983 en el sector agrario de la Cuenca del Segura. CEBAS-CSIC. Murcia, 237 pp.

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>PÁG.</b>
Cuadro 1. Valores medios de precipitación de las estaciones seleccionadas. Cuenca del Guadalentín.....	103
Cuadro 2. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en la cuenca del Guadalentín (%).	106
Cuadro 3. Análisis estadístico de la precipitación media anual en la cuenca del río Guadalentín. ....	111
Cuadro 4. Distribución de las precipitaciones medias mensuales y significación porcentual sobre la media anual.....	116
Cuadro 5. Distribución porcentual de la precipitación estacional. Estaciones con régimen Otoño, Primavera, Invierno y Verano.....	119
Cuadro 6. Distribución porcentual de la precipitación estacional. Estaciones con régimen Primavera, Otoño, Invierno y Verano.....	120
Cuadro 7. Distribución porcentual de la precipitación estacional. Estaciones con régimen Otoño, Invierno, Primavera y Verano; y régimen Invierno, Primavera, Otoño y Verano.....	121
Cuadro 8. Evolución porcentual de la precipitación estacional y anual a partir de las rectas de tendencia (1950-2004).....	131
Cuadro 9. Ficha Hídrica (Thornthwaite) y cálculo de la evapotranspiración residual. Observatorio de Lorca CHS. ....	145
Cuadro 10. Ficha Hídrica (Thornthwaite) y cálculo de la evapotranspiración residual. Observatorio de María.....	145
Cuadro 11. Caudales medios absolutos del Guadalentín. Estación de aforo: Totana.....	155
Cuadro 12. Situaciones sinópticas empleadas para la caracterización de períodos secos en la cuenca del Guadalentín.....	194
Cuadro 13. Distribución frecuencial de las configuraciones atmosféricas observadas durante las secuencias pluviométricas secas de 1980-1986 (Embalse de Puentes) y 1993-1997 (Topares)....	204
Cuadro 14. Número de secuencias secas, localización espacio-temporal e intensidad máxima.....	213
Cuadro 15. Evaporación media diaria de los períodos secos, calculada por distintos métodos (mm/día).....	227



Cuadro 16. Años de ocurrencia de El Niño y La Niña desde 1950.....	237
Cuadro 17. Secuencias de años secos consecutivos.....	264
Cuadro 18. Probabilidad de sucesión de años secos.....	265
Cuadro 19. Distribución frecuencial de días de precipitación para diferentes intervalos de lluvia.....	266
Cuadro 20. Número medio de jornadas secas por año para los diferentes observatorios.....	268
Cuadro 21. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$ mm) y total de días incluidos. Estación invernal (1975-2004).....	274
Cuadro 22. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$ mm) y total de días incluidos. Estación primaveral (1975-2004).....	275
Cuadro 23. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$ mm) y total de días incluidos en verano (1975-2004).....	276
Cuadro 24. Número de secuencias secas de longitud igual o superior a 7, 15, 30, 60 y 90 días ( $\leq 0,1$ mm) y total de días incluidos en otoño (1975-2004).....	276
Cuadro 25. Número de rachas secas, secuencias secas medias y medias máximas anuales (1975-2004).....	277
Cuadro 26. Número medio anual y estacional de rachas secas en cuatro observatorios tipo (Murcia/Alcantarilla, Alhama "Huerta Espuña", Lorca "CHS" y Vélez Blanco "Topares" (Periodos comparados: 1950-74/1975-2004).....	283
Cuadro 27. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N, $M_1$ y $M_2$ (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Alhama "Huerta Espuña", María y Vélez Blanco.....	284
Cuadro 28. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N, $M_1$ y $M_2$ (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Totana "Presa de Paretón" y Lorca "Zaradilla de Totana".....	286
Cuadro 29. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N, $M_1$ y $M_2$ (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Lorca "Embalse de Puentes", Doña Inés y "Topares".....	287

Cuadro 30. Correlación entre la probabilidad empírica de secuencias secas y la obtenida por los modelos estadísticos Exp N, M <sub>1</sub> y M <sub>2</sub> (coeficientes de correlación de Pearson). Estaciones de Murcia/Alcantarilla, Librilla, Lorca “CHS” y P. Lumbreras.....	289
Cuadro 31. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Invierno.....	291
Cuadro 32. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Primavera.....	292
Cuadro 33. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Verano.....	292
Cuadro 34. Probabilidad de ocurrencia de rachas secas de diferente duración según el modelo de mejor ajuste (%). Otoño.....	293
Cuadro 35. Superficies de cultivo en la cuenca del Guadalentín (Murcia, 2005).....	296
Cuadro 36. Principales cultivos de cereales para grano en la Cuenca del Guadalentín, Murcia (2005).....	303
Cuadro 37. Superficie cultivada de almendro en la cuenca del Guadalentín (2005) y rendimientos en secano (1991 y 1995).....	305
Cuadro 38. Principales cultivos hortofrutícolas en el Valle del Guadalentín (2005).....	307
Cuadro 39. Evolución del rendimiento medio (TM/Ha; flores/Ha) para cada grupo de cultivos (Cuenca del Guadalentín, Murcia).....	308
Cuadro 40. Efectos del déficit hídrico en los procesos de crecimiento y producción del olivo.....	310
Cuadro 41. Municipios abastecidos por la MCT, año inicial de abastecimiento y población asistida en el Guadalentín.....	338
Cuadro 42. Evolución de la extensión del regadío y extracciones del acuífero Alto Guadalentín.....	352
Cuadro 43. Evolución del regadío, extracciones de agua y precipitación anual en Lorca “CHS”.....	353
Cuadro 44. Precipitaciones anuales en Lorca “CHS” (1971-1991).....	353
Cuadro 45. Distribución de la superficie por aprovechamientos en hectáreas (Valle del Guadalentín).....	359

Cuadro 46. Principales cultivos herbáceos en el Valle del Guadalentín (ha.) (2005).....	360
Cuadro 47. Principales cultivos leñosos en el Valle del Guadalentín (ha.) (2005).....	361
Cuadro 48. Evolución de la superficie cultivada en secano (Cuenca del Guadalentín, Murcia).....	378
Cuadro 49. Evolución de la superficie cultivada en secano (cuenca del Guadalentín, Murcia). Base 100, año 1991.....	378
Cuadro 50. Evolución de los rendimientos en el secano (Cuenca del Guadalentín, Murcia). TM/Ha.....	379
Cuadro 51. Estimación de la evolución del valor de la producción de cereales para grano en la Cuenca del Guadalentín.....	380
Cuadro 52. Estimación de la evolución del valor de la producción de almendra en la Cuenca del Guadalentín.....	381
Cuadro 53. Evolución de la superficie cultivada en regadío para cada grupo de cultivos (Cuenca del Guadalentín).....	383
Cuadro 54. Evolución del rendimiento medio (TM/ha.; flores/ha.) en regadío para cada grupo de cultivos (C. del Guadalentín).....	384
Cuadro 55. Evolución de la producción (TM y miles de flores) en regadío para cada grupo de cultivos (Cuenca del Guadalentín).....	385
Cuadro 56. Valor de producción de los distintos grupos de cultivo en regadío en la Cuenca del Guadalentín (Ptas.).....	388
Cuadro 57. Valor de producción de los distintos grupos de cultivo en regadío (Cuenca del Guadalentín) (precios constantes (Ptas.), promedio del período considerado) .....	389
Cuadro 58. Equipamiento turístico, plazas hoteleras. Evolución reciente.....	394
Cuadro 59. Viviendas libres visadas en algunos municipios del Guadalentín y Región de Murcia.....	404
Cuadro 60. El proceso <i>resorts</i> /urbanizaciones en la Cuenca del Guadalentín: estimación del número de viviendas y residentes.....	409
Cuadro 61. Protocolo Q-PLUS Campos de Golf. Reglamento Técnico de Riego. Mantenimiento de <i>green</i> , <i>calle</i> y <i>tee</i> .....	417
Cuadro 62. Situaciones previsibles en función de la disponibilidad de recursos hídricos (índice= R/D). Protocolo ante situaciones de Sequía de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.....	492

Cuadro 63. Impacto de los pozos de sequía sobre la explotación de acuíferos en la Cuenca del Guadalentín (CHS, 2007).....	506
Cuadro 64. Número de solicitudes para construcción de pozos-sequía y autorizaciones durante la sequía de los años 1993-1995.....	508
Cuadro 65. Relación de E.D.A.R. existentes en la Cuenca del Guadalentín (R. Murcia).....	537
Cuadro 66. Repercusión sobre el coste del m <sup>3</sup> debido a la amortización (proceso de desalación).....	549
Cuadro 67. Repercusión sobre el coste del m <sup>3</sup> debido al personal de trabajo (proceso de desalación).....	550
Cuadro 68. Repercusión sobre el coste del m <sup>3</sup> debido al mantenimiento (proceso de desalación).....	551
Cuadro 69. Repercusión sobre el coste del m <sup>3</sup> debido a la reposición de membranas (proceso de desalación).....	552
Cuadro 70. Distribución horaria en la tarifa eléctrica 3.1 tipo 5 y coeficientes correctores a efectos del complemento de discriminación horaria.....	554
Cuadro 71. Coste energético del proceso de desalación.....	556
Cuadro 72. Características de la producción de energía eléctrica mediante motores diesel para el autoconsumo.....	556
Cuadro 73. Coste total del m <sup>3</sup> de agua de mar desalada (€).....	558
Cuadro 74. Diferentes percepciones del riesgo de sequía.....	572
Cuadro 75. Distribución del número de encuestados (encuesta sobre la percepción del riesgo sequía).....	575
Cuadro 76. Número de encuestas válidas.....	575
Cuadro 77. Clasificación de las noticias de prensa según ámbitos temáticos (1950-2004).....	597
Cuadro 78. Número de noticias tratadas en la prensa regional, referidas a la sequía en la cuenca del Guadalentín, durante las secuencias secas delimitadas en el observatorio de Lorca “Embalse de Puentes” (1950-2004).....	598

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>PÁG.</b>
Fig. 1. Elementos integrantes en la elaboración de un análisis geográfico del riesgo sequía.....	21
Fig. 2. Evolución de la superficie de regadío y riego localizado en la Región de Murcia.....	33
Fig. 3. Artículo de prensa. El turismo alcanza a la agricultura en la generación de riqueza en la Región de Murcia.....	34
Fig. 4. Portada de la revista El Semanal. Sequía: viaje al desierto español.....	35
Fig. 5. Núcleo urbano de Lorca y sector periurbano. El hábitat disperso y el fenómeno de rururbanización incrementan la vulnerabilidad ante el déficit hídrico.....	36
Fig. 6. Artículo propagandístico (El Faro, 11/07/2005). El eslogan defiende el PHN y el <i>Trasvase del Ebro</i> .....	37
Fig. 7. Artículo de prensa: la Mancomunidad de los Canales del Taibilla realiza estudios estimativos con el fin de adelantarse a posibles crisis motivadas por el incremento de la demanda de agua.....	40
Fig. 8. Artículos de prensa. Izquierda: cohesión entre usuarios agrícolas del recurso agua. Derecha: conflictos político-administrativos entre gobiernos de distintas CC.AA. (15/09/2005).....	45
Fig. 9. Campaña de sensibilización en el ahorro de agua.....	46
Fig. 10. Artículo de prensa: conflicto entre gobierno regional y gobierno de la nación en torno a la sequía y abastecimiento de agua .....	47
Fig. 11. Ciclo Hidro-ilógico.....	73
Fig. 12. Sector Centro-Oeste de la Cuenca del Guadalentín. Principales unidades de relieve, red hidrográfica y núcleos poblacionales.....	78
Fig. 13. Imagen de la Loma de Aguaderas, estribación norte de la sierra de Almenara (SE de la cuenca del Guadalentín).....	79
Fig. 14. Sierra Espuña, macizo elevado de profundos valles interiores. Morrón de Totana (1.585 m).....	81

Fig. 15. Esquema geológico-estructural con indicación del área de estudio. Se representan las principales unidades (zonas internas y externas) y accidentes tectónicos.....	84
Fig. 16. Abanicos aluviales en la vertiente norte de la Sierra de Carrascoy. Cultivos de regadío de alto rendimiento.....	90
Fig. 17. Cuenca de Lorca (Valle del Guadalentín).....	91
Fig. 18. Estaciones meteorológicas empleadas y series con registros de precipitación.....	100
Fig. 19. Estaciones meteorológicas empleadas y series de precipitación reconstruidas .....	101
Fig. 20. Distribución de la precipitación media en la cuenca del Guadalentín (1950-2004).....	104
Fig. 21. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en Alcantarilla y Lorca “Puentes” (1950-2004) .....	105
Fig. 22. Frecuencia relativa de las precipitaciones anuales en Huerta España (1950-2004) y María (1964-2004).....	105
Fig. 23. Evolución interanual de la precipitación. Caracterización de los años pluviométricos. Lorca “CHS”.....	107
Fig. 24. Evolución interanual de la precipitación. Caracterización de los años pluviométricos.Murcia/Alcantarilla.....	108
Fig. 25. Evolución interanual de la precipitación. Caracterización de los años pluviométricos. Lorca “Zaradilla de Totana”.....	109
Fig. 26. Evolución interanual de la precipitación. Caracterización de los años pluviométricos. Alhama “Huerta España”.....	110
Fig. 27. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Otoño, Primavera, Invierno y Verano”.....	120
Fig. 28. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Primavera, Otoño, Invierno y Verano”.....	121
Fig. 29. Observatorios con régimen pluviométrico estacional “Otoño, Invierno, Primavera y Verano” e “Invierno, Primavera, Otoño y Verano”.....	121

---

Fig. 30. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Murcia/Alcantarilla.....	133
Fig. 31. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "CHS".....	134
Fig. 32. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio P. Lumbreras "CHS".....	135
Fig. 33. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "Zaradilla de Totana".....	137
Fig. 34. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Alhama "Huerta Espuña".....	138
Fig. 35. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio de "María".....	139
Fig. 36. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Lorca "Embalse de Puentes".....	140
Fig. 37. Media móvil y tendencias pluviométricas en el observatorio Vélez Blanco"Topares".....	141
Fig. 38. Confluencia de la rambla de Viznaga con el Guadalentín, aguas abajo del núcleo de Lorca.....	148
Fig. 39. Red hidrográfica de la cuenca del río-rambla Guadalentín.....	149
Fig. 40. Cabecera del río-rambla Guadalentín. De izquierda a derecha: sierra del Gigante, morra del Cocón y sierra del Almiraz.....	150
Fig. 41. Confluencia del río Claro con el Vélez o Corneros, en el estrecho valle existente entre las sierras del Gigante y La Torrecilla.....	150
Fig. 42. Río-rambla Luchena, aguas abajo del embalse de Valdeinfierno.....	152
Fig. 43. Río-rambla Turrilla (tierras altas de Lorca).....	153
Fig. 44. Embalse de Puentes, localizado en la confluencia de los ríos-rambla Corneros y Luchena.....	156
Fig. 45. Embalse de Valdeinfierno. Obsérvese el alto grado de colmatación sedimentaria (2007).....	157

Fig. 46. Canal del Paretón, construido para derivar las aguas de avenida del Guadalentín y evitar así su confluencia con la onda de crecida del Segura.....	159
Fig. 47. Acuíferos de la Región de Murcia (Dirección General del Medio Natural, CARM., 2007).....	161
Fig. 48. Solonchak gypico, localmente representado en áreas endorréicas (Saladares del Valle del Guadalentín).....	166
Fig. 49. Vegetación halófila en el límite de una de las roturaciones junto al Espacio Natural <i>Saladares del Guadalentín</i> .....	169
Fig. 50. Las plantaciones de olivos, regados con goteo, constituyen una de las agresiones más características al Espacio Natural Protegido <i>Saladares del Guadalentín</i> .....	169
Fig. 51. Situación de cresta anticiclónica en altura (500 hPa) y pantano barométrico en superficie (28/07/1981, 00Z).....	185
Fig. 52. Situación mixta vaguada polar/cresta mediterránea (500 hPa) (04/07/1994, 00Z).....	186
Fig. 53. Situación sinóptica (500 hPa) asociada a una circulación con carácter zonal en superficie (09/12/1993, 00Z).....	187
Fig. 54. Vaguada de aire polar marítimo con eje centrado sobre la Península Ibérica (500 hPa) (06/04/1986, 00Z).....	188
Fig. 55. Vaguada (depresión fría) de aire polar con cierto carácter retrógrado (500 hPa) (01/12/1980, 00Z).....	189
Fig. 56. Baja desprendida de la corriente en chorro centrada al SW de la Península Ibérica (500 hPa) (25/04/1985, 00Z).....	190
Fig. 57. Embolsamiento de aire frío (Baja desprendida) sobre las aguas del Mar de Argel (500 hPa) (07/03/1986, 00Z).....	191
Fig. 58. Situación de estabilidad atmosférica asociada a la presencia de masas de aire subtropical sobre el solar ibérico.....	198
Fig. 59. Las altas presiones subtropicales envuelven a la Península Ibérica asegurando la estabilidad en toda la región.....	199



Fig. 60. La elevación latitudinal de la Alta de Azores sobre el Atlántico Norte fue el factor termodinámico precursor de las escasez pluviométrica durante el invierno de 1994 en gran parte del territorio español.....	200
Fig. 61. La estabilidad atmosférica durante los meses de otoño de 1994 provocó un déficit pluviométrico inusual en esta época del año.....	201
Fig. 62. Análisis en superficie y análisis de las topografías de 500 hPa durante los dos primeros días del año 1997.....	203
Fig. 63. Representación gráfica del IESP. Estación de Murcia/Alcantarilla....	214
Fig. 64. Representación gráfica del IESP. Alhama “Huerta Espuña”.....	215
Fig. 65. Representación gráfica del IESP. Observatorio de Lorca “CHS”.....	215
Fig. 66. Representación gráfica del IESP. Puerto Lumbreras “CHS.....	216
Fig. 67. Representación gráfica del IESP. Lorca “Embalse de Puentes”.....	217
Fig. 68. Representación gráfica del IESP. Vélez Blanco “Topares”.....	217
Fig. 69. Representación gráfica del IESP. Observatorio de María.....	218
Fig. 70. Diagrama duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica en María (Patrón 1).....	219
Fig. 71. Diagrama duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica (Patrón 2).....	219
Fig. 72. Diagramas duración (meses)-intensidad de las secuencias de sequía pluviométrica (patrón 3).....	220
Fig. 73. Evolución Eto PM-FAO y precipitaciones (enero 1961-enero 2001) y representación de líneas de tendencia.....	228
Fig. 74. Relación entre Eth y Eto; Eth y Eto-PM; Eth y Etr.; y Eto y Eto BC (mm/mes).....	229
Fig. 75. Relación entre Eto-ASCE y Et PM-FAO (referencia gramíneas).....	230
Fig. 76. Comparación Eth y precipitaciones considerando un período seco (1994-95) tras otro lluvioso (1989-1993).....	230
Fig. 77. Anomalías en la temperatura de la superficie marina durante episodios de “El Niño” y “La Niña”.....	236

Fig. 78. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla y SOI (índice de Oscilación Sur) (período 1950-2004).....	239
Fig. 79. Evolución del IESP para el observatorio Alhama “Huerta Espuña” y SOI (índice de Oscilación Sur) (período 1950-2004).....	240
Fig. 80. Evolución del IESP para el observatorio Lorca CHS y SOI (índice de Oscilación Sur) (período 1950-2004).....	240
Fig. 81. Índice NAO positivo (izquierda) e índice NAO negativo (derecha). Representación gráfica de las situaciones creadas por su variabilidad.....	244
Fig. 82. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte) (1950-2004).....	245
Fig. 83. Evolución del IESP para el observatorio Alhama “Huerta Espuña” y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte) (1950-2004).....	245
Fig. 84. Evolución del IESP para el observatorio Lorca “CHS” y NAOi (Índice de Oscilación del Atlántico Norte) (1950-2004).....	246
Fig. 85. Dipolos considerados en la WeMO en sus fases positiva (+) y negativa (-).....	248
Fig. 86. Evolución del IESP para el observatorio Murcia/Alcantarilla versus valores del WeMO (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental) (1950-2000).....	249
Fig. 87. Evolución del IESP para el observatorio Alhama “Huerta Espuña” versus valores del WeMO (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental) (1950-2000).....	250
Fig. 88. Evolución del IESP para el observatorio Lorca “CHS” versus valores del WeMO (Índice de Oscilación del Mediterráneo Occidental) Período 1950-2000.....	250
Fig. 89. Años secos y muy secos en la cuenca del Guadalentín. Método de los quintiles.....	261
Fig. 90. Mapa pluviométrico de la cuenca del Guadalentín. Año 1992, considerado éste como normal.....	262
Fig. 91. Mapa pluviométrico de la cuenca del Guadalentín. Año 1995, considerado éste como muy seco.....	262

Fig. 92. Evolución del número de rachas secas de duración no superior a la semana.....	279
Fig. 93. Evolución del número de rachas secas de duración entre 7 y 15 días.....	280
Fig. 94. Evolución del número de rachas secas de duración de entre 15 y 30 días.....	280
Fig. 95. Evolución del número de rachas secas de duración de entre 30 y 60 días.....	281
Fig. 96. Evolución del número de rachas secas de duración superior a los dos meses.....	281
Fig. 97. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de María.....	285
Fig. 98. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de Zarzadilla de Totana.....	287
Fig. 99. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio del Embalse de Puentes.....	288
Fig. 100. Ajuste y distribución de probabilidades de racha seca (%) para el observatorio de Puerto Lumbreras.....	290
Fig. 101. Reducción relativa del rendimiento en grano de cereal a causa de un episodio de estrés hídrico.....	301
Fig. 102. Representación de la presa de Lébor, alzado y planta.....	323
Fig. 103. Embalse de la rambla de Algeciras.....	334
Fig. 104. Mapa de infraestructuras del sistema hidráulico de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (nuevas Actuaciones desarrolladas por el Programa AGUA (PHN)).....	337
Fig. 105. Unidad de Demanda Agraria 66 (CHS). Nuevos regadíos de Lorca y Valle del Guadalentín, abastecidos con aguas procedentes del trasvase Tajo-Segura.....	356
Fig. 106. Evolución de las superficies destinadas a hortalizas y cultivos leñosos en regadío (Valle del Guadalentín).....	358

Fig. 107. Evolución de la superficie de cultivo en regadío que utiliza sistema de riego localizado (Valle del Guadalentín).....	361
Fig. 108. Distribución superficial de cultivos en regadío con sistema de riego localizado (Valle del Guadalentín, 2005).....	362
Fig. 109. Cubiertas de mallas en emparrado, para evitar daños por granizadas en uva de mesa, y riego localizado (Alhama de Murcia, Valle del Guadalentín).....	366
Fig. 110. Embalse para el riego localizado (tierras altas de Lorca).....	367
Fig. 111. Ocupación de mano de obra inmigrante extranjera en el sector hortofrutícola (huerta de Alhama).....	368
Fig. 112. Evolución de la superficie total cultivada en la cuenca del Guadalentín.....	372
Fig. 113. Evolución de la superficie total cultivada de herbáceos y leñosos en la cuenca del Guadalentín.....	373
Fig. 114. Agrupaciones de cultivos herbáceos que ven descender considerablemente sus producciones.....	374
Fig. 115. Agrupaciones de cultivos herbáceos que ven descender sus producciones en menor medida.....	374
Fig. 116. El cultivo de flores y plantas ornamentales incrementa su Superficie de cultivo pero reduce ampliamente sus rendimientos...374	
Fig. 117. Agrupaciones de cultivos leñosos que ven descender sus producciones cuantiosamente.....	376
Fig. 118. El cultivo del olivar ofrece una evolución dispar en sus producciones.....	377
Fig. 119. Renta familiar disponible bruta per cápita. Evolución 2000-2005....	401
Fig. 120. Evolución reciente de la población en algunos municipios del Guadalentín (2000-2005).....	402
Fig. 121. Artículo en La Verdad Digital (03/11/2006). Alianza entre PP y PSOE en Lorca para defender los convenios urbanísticos.....	406
Fig. 122. Evolución de las viviendas libres visadas y viviendas de protección oficial en la Cuenca del Guadalentín.....	408

Fig. 123. Lámina PP.EE. nº 1. Acueducto sumergido (PGOU Totana).....	474
Fig. 124. Lámina PP.EE. nº 3. Regulación de aguas pluviales por acumulación (PGOU Totana).....	475
Fig. 125. Lámina PP.EE. nº 4. Trazado y canalización de ramblas para regulación de recursos hídricos (PGOU Totana).....	475
Fig. 126. Índice de Estado de Sequía en la cabecera del Guadalentín.....	486
Fig. 127. Esquema del procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica dentro del Plan Especial ante Sequía (CHS, 2007).....	487
Fig. 128. Mapa de seguimiento de la sequía (Septiembre de 2007).....	496
Fig. 129. Sector ampliado del Guadalentín. Mapa de acuíferos y unidades hidrogeológicas sobreexplotadas (CHS, 2007).....	504
Fig. 130. Mapa de las zonas regables de Lorca (C.R. de Lorca).....	519
Fig. 131. Embalse de La Hoya (Comunidad de Regantes de Lorca).....	520
Fig. 132. Organigrama de una Comunidad de Regantes.....	524
Fig. 133. Partidor general “Tres Puentes” (riego tradicional), Comunidad de Regantes de Lorca.....	526
Fig. 134. Arqueta de contadores (C.R. Lorca).....	527
Fig. 135. Batería hidrante (C.R. Lorca).....	527
Fig. 136. Estación depuradora de aguas residuales en Librilla .....	536
Fig. 137. Esquema del proceso de desalación por ósmosis inversa (O.I.) de la Desaladora de Valdelentisco.....	541
Fig. 138. Esquema del coste de desalación del agua de mar por ósmosis inversa.....	547
Fig. 139. Estructura de costes medios de inversión de una planta de agua de mar por ósmosis inversa.....	548
Fig. 140. Activistas de Greenpeace y ANSE se manifiestan en contra de la construcción de la desaladora de Valdelentisco, junto a una pradera de <i>Posidonia</i> que se verá afectada.....	559

---

Fig. 141. Algunos factores que influyen en la percepción del riesgo.....	565
Fig. 142. Percepción sobre la peligrosidad que implican diversos riesgos con origen natural.....	580
Fig. 143. Percepción sobre las causas de episodios naturales catastróficos.....	581
Fig. 144. ¿Qué pueden hacer los gobiernos para evitar episodios naturales catastróficos?.....	582
Fig. 145. ¿Llueve más o menos que antiguamente?.....	583
Fig. 146. ¿Cree usted que hay más o menos sequías?.....	583
Fig. 147. ¿Qué origina la ocurrencia de episodios de sequía?.....	584
Fig. 148. ¿Reciben sus hijos o jóvenes algún tipo de educación sobre cómo reaccionar durante un episodio de sequía?.....	587
Fig. 149. ¿Qué aspectos le interesaría conocer para mejorar su conocimiento acerca del riesgo de sequía?.....	588
Fig. 150. ¿Conoce cuáles son los organismos competentes en la gestión y planificación del riesgo de sequía?.....	589
Fig. 151. Percepción sobre los organismos encargados de la gestión del riesgo de sequía.....	590
Fig. 152. ¿Existe voluntad política para solucionar el déficit hídrico?.....	591
Fig. 153. ¿Qué política prefiere que se establezca para minimizar los impactos por sequías?.....	591
Fig. 154. Evolución del número de noticias sobre sequías publicadas en la prensa regional, en relación con el volumen de agua almacenado en el embalse de Puentes (% sobre la media interanual) y precipitación (% sobre la media interanual).....	600
Fig. 155. Evolución del número de noticias sobre sequías publicadas en la prensa regional, en relación con el volumen de agua almacenado en el embalse de Puentes (% sobre la media interanual), precipitación (% sobre la media interanual) y volúmenes hídricos aportados desde el Alto Tajo (% sobre la asignación total).....	600

---

Fig. 156. Consecuencias socioeconómicas y ambientales de la sequía 1979-1984.....	605
Fig. 157. Conflictos políticos por el agua, tanto regionales como entre distintas comunidades afectadas por la sequía.....	608
Fig. 158. El gobierno regional pide moderación en el uso del acuífero de Luchena (Alto Guadalentín).....	608
Fig. 159. Desplazamientos de empresarios agrícolas ubicados en la Cuenca del Guadalentín hacia provincias limítrofes en busca de agua.....	611
Fig. 160. El Consejo de Ministros permitirá transacciones de agua entre cuencas con vigencia temporal vinculada a situación de sequía.....	611
Fig. 161. Reivindicación de recursos hídricos para agricultura.....	612
Fig. 162. Multitudinaria protesta de agricultores ante la sede de la Confederación Hidrográfica del Segura por la falta de recursos hídricos y posible pérdida de cosechas y mercados.....	612
Fig. 163. Una de las escasas referencias en la prensa regional sobre la opinión de expertos respecto a la sequía y posibles soluciones para mitigarla.....	615
Fig. 164. Artículo de prensa. Conflictos políticos y <i>guerra del agua</i> .....	615
Fig. 165. Evolución quinquenal del número de días sin precipitación en observatorios tipo (vegas baja y media del Guadalentín, sector de montaña y cabecera).....	619